

واکنش مورفوفیز یولوژیک پونه‌سای خوشه‌ای (*Nepeta racemosa* Lam.) به تنش خشکی

معصومه لایق حقیقی^۱، بهلول عباس‌زاده^{۲*}، سیدرضا طبایی عقدایی^۳ و وحیده صمدیان ساربانقلی^۴

۱- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: babaszadeh@riff-ac.ir

۳- استاد، گروه تحقیقات زیست فناوری و منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۲

تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۲

چکیده

جنس *Nepeta* ۲۵۰ گونه در دنیا دارد. این گونه در ایران دارای ۶۷ گونه است که ۳۹ گونه آن بومی ایران می‌باشد. به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی پونه‌سای خوشه‌ای (*Nepeta racemosa* Lam.) آزمایشی در شرایط مزرعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار در ایستگاه تحقیقات البرز، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. سطوح مختلف تنش خشکی شامل ۱۰۰٪ (شاهد یا بدون تنش)، ۸۰٪ (تنش ملایم)، ۶۰٪ (تنش متوسط) و ۴۰٪ (تنش شدید) ظرفیت مزرعه‌ای بود. در مرحله گلدهی ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد ساقه جانبی، وزن ریشه، طول ریشه، قطر ساقه اصلی، تعداد ساقه گل‌دار، طول گل‌آذین‌ها، طول برگ و عرض برگ، عملکرد برگ، گل‌آذین، ساقه و سرشاخه، درصد و عملکرد اسانس برگ، گل‌آذین، ساقه و سرشاخه اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه آماری نشان داد که تنش خشکی اثر معنی‌دار بر ارتفاع گیاه، وزن ریشه، طول گل‌آذین‌ها، طول برگ، عرض برگ (۱٪ $\leq\alpha$)، طول ریشه و قطر ساقه اصلی (۵٪ $\leq\alpha$) داشت. همچنین تنش خشکی اثر معنی‌دار بر درصد اسانس برگ، درصد اسانس سرشاخه، عملکرد برگ، ساقه، گل‌آذین و سرشاخه، عملکرد اسانس برگ و گل‌آذین (۱٪ $\leq\alpha$) داشت. بیشترین درصد اسانس برگ (۷۲٪)، گل‌آذین (۹۳٪) و درصد اسانس سرشاخه (۲۷٪) مربوط به تنش ملایم (۶۰٪ ظرفیت مزرعه) بود. نتایج نشان داد که پونه‌سای خوشه‌ای گیاهی مقاوم به خشکی بوده و با اعمال ۶۰٪ تنش خشکی می‌توان بیشینه اسانس را بدست آورد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، گیاهان دارویی، پونه‌سای خوشه‌ای (*Nepeta racemosa* Lam.)، اسانس.

مقدمه

با متوسط نزولات سالانه حدود ۲۵۰ میلی‌متر، در زمره مناطق خشک جهان محسوب می‌شود (صفرنژاد، ۱۳۸۲). تولید اسانس تحت تأثیر عوامل محیطی مختلفی همانند تنش خشکی

از بین عوامل مختلف، خشکی به تنهایی سبب کاهش ۴۵٪ عملکرد محصولات زراعی بوده‌است (Munns, 2002). ایران

ارتفاع، طول برگ و عرض برگ، طول ساقه، عملکرد برگ، عملکرد ساقه و عملکرد اندام هوایی کاهش، ولی قطر ساقه افزایش یافت (Ardakani et al., 2007). Saleh و Refaat (۱۹۹۷) در تحقیقی اثر تنش خشکی را روی ریحان بررسی و گزارش کردند که با طولانی شدن تنش، رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش ولی درصد اسانس افزایش یافت.

گونه‌های مختلف پونه‌سا به‌طور گسترده‌ای در طب سنتی بسیاری از کشورها به‌عنوان داروی ضدنفخ، خلط‌آور، مدر، ضدآسم، ضدعفونی‌کننده، ضدسرفه، معرق، تقویت‌کننده قلب و قاعده‌آور استفاده می‌شوند (Baser et al., 2000؛ Tzakou et al., 2000). خصوصیات مختلف ضدقارچی، ضدباکتریایی و ضدویروسی به ترکیب‌های نپتالاکتون نسبت داده شده‌اند (Aydin et al., 1998؛ Skaltsa et al., 2000؛ Sefidkon و Dabiri, 2005). ترکیب‌های اسانس گیاه *Nepeta racemosa* را بررسی و ترکیب‌های عمده آن را $4\alpha\beta, 7\alpha, 7\beta$ -nepetalactone (۳۳/۶٪)، $4\alpha\alpha, 7\alpha, 7\beta$ -nepetalactone (۲۵/۶٪) و $4\alpha\alpha, 7\alpha, 7\alpha$ -nepetalactone (۲۴/۴٪) و $1,8$ -cineole (۹٪) گزارش کردند.

هدف از این تحقیق بررسی میزان تحمل‌پذیری خشکی در پونه‌سای خوشه‌ای و اثر آن بر صفات مورفولوژیک، عملکرد ماده خشک، درصد و عملکرد اسانس بود.

مواد و روشها

این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر پونه‌سای خوشه‌ای در شرایط مزرعه در سال ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات البرز- مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور اجرا شد. آزمایش به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید. تیمار تنش خشکی در چهار سطح شامل آبیاری کامل (۱۰۰FC)، تنش ملایم (۸۰FC)، تنش متوسط (۶۰FC) و تنش شدید (۴۰FC) بود. ابعاد هر کرت 2×3 متر، فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته در روی خط ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین بلوک‌ها از یکدیگر دو متر و فاصله کرت‌ها از یکدیگر دو متر بود. در اسفندماه

قرار می‌گیرد (Shabih et al., 1999). تنش خشکی یکی از عوامل اصلی تولید متابولیت‌های ثانویه طبیعی می‌باشد (Solinas et al., 1996). تولید این مواد گیاه را در مقابل تنش‌های محیطی طوری حمایت می‌کند که برای گیاهان زراعی غیرقابل تحمل خواهد بود (فخرطباطبایی، ۱۳۷۲). Simon و همکاران (۱۹۹۲) در تحقیقی بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) مشاهده کردند که با تشدید کمبود آب، وزن خشک برگ و ساقه کاهش یافت. البته تنش ملایم خشکی (۸۵٪ ظرفیت مزرعه) اثر معنی‌داری بر سطح برگ نداشت، اما تنش متوسط (۶۵٪ ظرفیت مزرعه) آن را کاهش داد. Alkire و Simon (۱۹۹۳) در بررسی اثر آبیاری کامل، آبیاری مختصر و عدم آبیاری در نعنای فلفلی (*Menta piperita* L.) دریافتند که تنش خشکی قطر ساقه اصلی، ارتفاع گیاه و وزن خشک ساقه، برگ و ریشه را کاهش داد. Letchamo و همکاران (۱۹۹۴) بیان کردند که بیشترین میزان عملکرد سرشاخه خشک در آویشن (*Thymus vulgaris*) در تیمار ۹۰FC (شاهد) بدست آمد. افزایش دور آبیاری در گیاه کنف طول شاخه جانبی را کاهش داد (Oghbonnaya et al., 1998). Misra و Srivastava (۲۰۰۰) دریافتند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار در وزن خشک گیاه و طول ریشه نعنای ژاپنی شد. Sreevalli و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که تنش خشکی موجب افزایش عملکرد ریشه و کاهش عملکرد برگ گیاه دارویی *Petriwinkle medicina* L. شد. Bettaieb و همکاران (۲۰۰۹) اثر تنش خشکی بر گیاه مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) را بررسی و گزارش کردند که تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، طول و عرض برگ اثر معنی‌دار کاهش داشت. عملکرد شاخه و ارتفاع بوته با افزایش تنش، در گیاهان اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه کاهش یافت (Lebaschy & Sharifi Ashoorabadi, 2004). Safikhani و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تنش خشکی شدید (۴۰٪ ظرفیت مزرعه) موجب کاهش ارتفاع، طول و عرض برگ، قطر میان‌گره، عملکرد اندام هوایی، عملکرد اسانس نسبت به ۲ تیمار دیگر (۶۰٪ ظرفیت مزرعه و ۱۰۰٪ ظرفیت مزرعه) در گیاه بادرشبو گردید. در گیاه بادرنجبویه با افزایش میزان تنش،

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی بر درصد اسانس برگ، درصد اسانس کل گیاه، عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد گل آذین‌ها، و عملکرد کل گیاه، عملکرد اسانس برگ، عملکرد اسانس گل آذین در سطح ۱٪ و بر عملکرد اسانس کل گیاه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد اسانس در برگ، گل آذین و سرشاخه کل گیاه به ترتیب با میانگین‌های ۱/۷۲، ۱/۹۳ و ۱/۲۷ درصد در تنش متوسط بیشترین بود. بیشترین عملکرد برگ، ساقه، وزن گل آذین و عملکرد کل در تیمار بدون تنش به ترتیب با میانگین‌های ۲۵۵۶، ۳۲۰۰، ۲۷۰۴ و ۸۴۶۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. عملکرد اسانس برگ با میانگین ۲۳۱۴ گرم بر هکتار متعلق به تیمار بدون تنش بود. بیشترین عملکرد اسانس گل آذین با میانگین‌های ۳۳۲۳ و ۴۱۰۰ گرم بر هکتار از تیمارهای تنش ملایم و تنش متوسط بدست آمد (جدول ۴).

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که ارتفاع گیاه با تعداد ساقه جانبی، وزن و طول ریشه، قطر ساقه اصلی، طول گل آذین، طول و عرض برگ، عملکرد برگ، گل آذین و کل رابطه مثبت مشاهده شد. تعداد ساقه جانبی با طول ریشه و قطر ساقه اصلی همبستگی مثبت داشتند. وزن ریشه با طول گل آذین‌ها، طول و عرض برگ، عملکرد برگ، ساقه، گل آذین و عملکرد کل و عملکرد اسانس برگ رابطه مثبت داشت. طول ریشه با قطر ساقه اصلی، طول گل آذین و عملکرد برگ رابطه مثبت داشت. قطر ساقه اصلی با طول گل آذین، طول و عرض برگ رابطه مثبت داشت. تعداد ریشه فرعی با عملکرد ساقه، عملکرد گل آذین، عملکرد سرشاخه کل و درصد اسانس‌ها رابطه منفی را نشان داد. طول گل آذین با طول و عرض برگ، عملکرد گل آذین و عملکرد کل سرشاخه همبستگی مثبت نشان داد. طول برگ با عرض برگ، درصد اسانس برگ، عملکردهای برگ، گل آذین و سرشاخه کل رابطه مثبت داشت (جدول ۵).

بذرها در خزانه کشت شد، پس از آماده کردن زمین در فصل بهار اقدام به کشت نشاءها در زمین اصلی شد. از زمان انتقال نشاء تا استقرارشان کلیه کرت‌ها به‌طور یکنواخت آبیاری گردید، سپس نسبت به اعمال تیمارهای تنش خشکی به روش وزنی و نیز با استفاده از TDR اقدام شد. در مرحله گلدهی کامل ارتفاع گیاه، تعداد پنجه، تعداد ساقه جانبی، طول ریشه، وزن ریشه، قطر ساقه اصلی، تعداد ریشه‌های فرعی منشعب از ریشه اصلی، تعداد ساقه‌های گل‌داده، طول گل آذین، طول و عرض برگ، نسبت اندام هوایی به زمینی، درصد اسانس برگ، ساقه، گل آذین، سرشاخه به‌صورت جداگانه، عملکرد ماده خشک و اسانس ساقه، برگ، گل آذین و سرشاخه نیز به‌صورت جداگانه اندازه‌گیری گردید. اسانس برگ، ساقه، گل آذین و سرشاخه خشک شده در سایه به روش تقطیر با آب و با استفاده از کلونجر در مدت ۲ ساعت اندازه‌گیری شد. از داده‌ها قبل از تجزیه واریانس آزمون نرمال بودن بعمل آمد که برای نرمال کردن برخی از صفات از تبدیل (SQRT) استفاده شد. سپس داده‌ها با استفاده از SAS تجزیه و تحلیل آماری شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی بر ارتفاع گیاه، وزن ریشه، طول گل آذین‌ها، طول برگ و عرض برگ در سطح ۱٪ و بر طول ریشه و قطر ساقه اصلی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

مشاهده شد که ارتفاع گیاه در تیمار بدون تنش و تنش ملایم به ترتیب با میانگین‌های ۷۸/۳۳ و ۶۸/۳۳ سانتی‌متر بیشترین بود. بیشترین وزن ریشه را تیمار بدون تنش با میانگین ۱۵۵/۵ گرم بر بوته و کمترین را تنش شدید با میانگین ۸۹/۵۶ گرم بر بوته داشت. بیشترین طول گل آذین، طول برگ و عرض برگ نیز در تیمار بدون تنش به ترتیب با میانگین‌های ۳۳/۳۳، ۳/۵ و ۲ سانتی‌متر و کمترین در تیمار تنش شدید به ترتیب با میانگین‌های ۲۱/۳۳، ۱/۹۶ و ۱/۱۳ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک پونه‌سای خوشه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد پنجه	تعداد ساقه جانبی	وزن ریشه	طول ریشه	قطر ساقه اصلی	تعداد ریشه فرعی	تعداد ساقه گل‌دهنده	طول گل‌آذین	طول برگ	عرض برگ	نسبت اندام هوایی به زمینی
بلوک	۲	۱۹	۰/۰۸	۳۴۷/۵۸	۶/۷۳	۱۵۵/۵۸	۵/۰۸	۳۵/۵۸	۵/۹۸	۷/۵۸	۰/۱۳	۰/۰۴	۲۷/۱۶
تنش	۳	۴۳۸/۷۷ ***	۰/۰۹۶ ns	۱۶۸/۴۴ ns	۳۳۶۰/۱۱ ***	۱۳۱/۲۲ *	۴/۸۸ *	۹ ns	۷/۰۵ ns	۹۹/۸۶ ***	۱/۳۵ ***	۰/۴۷ ***	۲/۹۸ ns
خطا	۶	۳۴/۴۴	۰/۱۵	۹۵/۶۹	۲۱/۷۷	۲۵/۴۷	۰/۶۳	۹/۹۱	۸/۶۹	۲/۶۹	۰/۰۸	۰/۰۰	۱/۰۹
CV%	۵	۹/۲۴	۴۲/۵۷	۲۲/۵۷	۳/۶۳	۱۵/۶۹	۸/۲۶	۲۱/۲۲	۲۶/۰۵	۶/۲۱	۱۰/۶۷	۵/۹۴	۸/۲۵

ns. * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک پونه‌سای خوشه‌ای

تیمارها (تنش خشکی)	ارتفاع گیاه (cm)	تعداد پنجه (N/p)	تعداد ساقه جانبی (N/s)	وزن ریشه (g/plant)	طول ریشه (cm)	قطر ساقه اصلی (mm)	تعداد ریشه فرعی (n/p)	تعداد ساقه گل‌دار (n/p)	طول گل‌آذین‌ها (cm)	طول برگ (cm)	عرض برگ (cm)	نسبت اندام هوایی به زمینی
شاهد (۱۰۰٪FC)	۷۸/۳۳ a	۲/۶۶ a	۵۱ a	۱۵۵/۵ a	۳۹ a	۱۰/۶۶ a	۱۳/۶۶ a	۱۲۸/۳۳ a	۳۳/۳۳ a	۳/۵ a	۲ a	۱۳/۵۶ a
تنش ملایم (۸۰٪FC)	۶۸/۳۳ a	۲/۶۶ a	۴۷ a	۱۳۹/۱۳ b	۳۶/۶۶ ab	۱۰/۶۶ a	۱۳/۶۶ a	۱۰۰/۳۳ a	۲۹ b	۳ a	۱/۹۳ a	۱۲/۶۶ ab
تنش متوسط (۶۰٪FC)	۵۴/۶۶ b	۲ a	۳۳/۶۶ a	۱۳۰ b	۲۶/۳۳ b	۹/۳۳ ab	۱۴/۶۶ a	۱۳۱/۳۳ a	۲۲ c	۲/۴ b	۱/۵۶ b	۱۱/۳ b
تنش شدید (۴۰٪FC)	۵۲/۶۶ b	۳/۳۳ a	۴۱/۶۶ a	۸۹/۵۶ c	۲۶/۶۶ b	۸ b	۱۷/۳۳ a	۱۸۰/۶۷ a	۲۱/۳۳ c	۱/۹۶ b	۱/۱۳ c	۱۳/۲۴ ab

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر برخی صفات پونه‌سای خوشه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد اسانس برگ	درصد اسانس ساقه	درصد اسانس گل آذین	درصد اسانس کل	عملکرد برگ	عملکرد ساقه	عملکرد گل آذین‌ها	عملکرد کل گیاه	عملکرد اسانس برگ	عملکرد اسانس گل	عملکرد اسانس کل
بلوک	۲	** ۰/۲۹	ns ۰/۴۷	ns ۲/۳۶	** ۰/۵	** ۷۱۰۲۴	** ۲۶۰۸۳۵۸	** ۶۸۲۵۰۰	** ۷۲۲۷۳۵۹	** ۱۷۳۵۵۳۹	ns ۲۱۳۲۵۹۹۲	** ۵۶۰۳۸۴۶۵
تنش	۳	** ۰/۱۲	ns ۰/۷۳	ns ۰/۴۳	** ۰/۱۳	** ۱۱۱۰۷۵۸	** ۸۹۹۹۷۳	** ۶۶۳۳۴۴	** ۷۸۳۷۵۷۶	** ۱۲۱۲۳۴۷	** ۱۱۹۵۲	* ۳۴۹۱۹۸۱
خطا	۶	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۴۱	۰/۰۱	۲/۸	۳۵۸	۲۵۰۰	۳۱۰۳	۵۳۲۲۰	۲۰۶۸۵	۲۹۴۲۵۹
CV%	۵	۶/۸۴	۲۹/۶۸	۱۳/۹۷	۹/۳۳	۱/۷	۲/۱	۲/۳۲	۱/۴	۹/۱	۳۱	۱۶/۷۲

ns، * و ** به ترتیب به معنی غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر برخی صفات پونه‌سای خوشه‌ای

تیمارها (تنش خشکی)	درصد اسانس برگ	درصد اسانس ساقه	درصد اسانس گل	درصد اسانس کل گیاه	عملکرد برگ (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد گل آذین (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد کل گیاه (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اسانس برگ (گرم بر هکتار)	عملکرد اسانس ساقه (گرم بر هکتار)	عملکرد اسانس گل (گرم بر هکتار)	عملکرد اسانس کل (گرم بر هکتار)
شاهد (۱۰۰٪FC)	۱/۲۹ d	۰/۱ a	۱/۰۲ c	۰/۸۴ c	۲۵۵۶ a	۳۲۰۰ a	۲۷۰۴ a	۸۴۶۰ a	۲۳۱۴ a	۳۵۲ b	۲۹۴۰ b	۷۰۷۲/۱ a
تنش ملایم (۸۰٪FC)	۱/۳۲ c	۰/۱۳ a	۱/۳۴ bc	۰/۹۳ bc	۱۸۷۲ b	۲۸۸۰ b	۲۳۲۸ b	۷۰۸۰ b	۲۵۳۵ b	۴۰۶/۴ a	۳۳۳۲/۹۶ ab	۶۹۲۴/۹ a
تنش متوسط (۶۰٪FC)	۱/۷۲ a	۰/۱۶ a	۱/۹۳ a	۱/۲۷ a	۱۴۷۸ c	۲۴۰۰ c	۲۰۰۰ c	۵۸۷۸ c	۲۴۹۶ b	۳۶۸ a	۴۱۰۰ a	۷۷۹۱/۲ a
تنش شدید (۴۰٪FC)	۱/۵۲ b	۰/۱۳ a	۱/۴۹ b	۱/۰۵ b	۱۱۴۰ d	۱۹۵۰ d	۱۶۰۰ d	۴۶۹۰ d	۱۷۵۸/۶ c	۲۵۷/۸ c	۲۵۹۷/۳ b	۵۲۴۲ b

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست.

جدول ۵- همبستگی بین صفات، اثر تنش خشکی بر پونه‌سای خوشه‌ای

ارتفاع گیاه (y1)	تعداد پنجه (y2)	تعداد ساقه جانبی (y3)	وزن ریشه (y4)	طول ریشه (y5)	قطر ساقه اصلی (y6)	حجم ریشه (y7)	تعداد ریشه فرعی (y8)	تعداد ساقه گل‌دار (y9)	طول گل‌آذین (y10)	طول برگ (y11)	عرض برگ (y12)	اندام هوایی به زمینی (y13)							
۱																			
Y1																			
Y2	۱																		
Y3		۱																	
Y4			۱																
Y5				۱															
Y6					۱														
Y7						۱													
Y8							۱												
Y9								۱											
Y10									۱										
Y11										۱									
Y12											۱								
Y13												۱							
Y14													۱						
Y15														۱					
Y16															۱				
Y17																۱			
Y18																	۱		
Y19																		۱	
Y20																			۱

ادامه جدول ۵- همبستگی بین صفات...

ارتفاع گیاه (y1)	تعداد پنجه (y2)	تعداد ساقه جانبی (y3)	وزن ریشه (y4)	طول ریشه (y5)	قطر ساقه اصلی (y6)	حجم ریشه (y7)	تعداد ریشه فرعی (y8)	تعداد ساقه گل‌دار (y9)	طول گل‌آذین (y10)	طول برگ (y11)	عرض برگ (y12)	اندام هوایی به زمینی (y13)	
۰/۶۹ *	۰/۰۴ ns	۰/۲۵ ns	۰/۷۶ **	۰/۵۵ ns	۰/۳۲ ns	۰/۶۸ *	۰/۶۸ *	۰/۵ ns	۰/۶۵ *	۰/۶۰ *	۰/۸۰ **	۰/۶۳ *	Y21
۰/۴۸ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۸ ns	۰/۶۸ *	۰/۴۰ ns	۰/۱۳ ns	۰/۶۹ *	۰/۷۱ **	۰/۵۰ ns	۰/۴۳ ns	۰/۴۲ ns	۰/۶۵ *	۰/۶۱ *	Y22
۰/۰۰۱ ns	۰/۰۳ ns	۰/۱۶ ns	۰/۱۹ ns	۰/۰۷ ns	۰/۲۸ ns	۰/۲۲ ns	۰/۷۱ **	۰/۴۵ ns	۰/۰۹ ns	۰/۱۰ ns	۰/۲۴ ns	۰/۷۶ **	Y23
۰/۰۰۶ ns	۰/۰۳ ns	۰/۲۰ ns	۰/۱۷ ns	۰/۰۳ ns	۰/۳۰ ns	۰/۲۳ ns	۰/۶۹ *	۰/۴۳ ns	۰/۱۵ ns	۰/۱۵ ns	۰/۲۰ ns	۰/۷۲ **	Y24
۰/۰۵ ns	۰/۰۳ ns	۰/۱۴ ns	۰/۲۸ ns	۰/۱۱ ns	۰/۲۲ ns	۰/۳۳ ns	۰/۷۲ **	۰/۴۶ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۳ ns	۰/۳۰ ns	۰/۷۵ **	Y25
۱													Y14
۰/۹۴ **	۱												Y15
۰/۹۷ **	۰/۹۹ **	۱											Y16
۰/۹۸ **	۰/۹۸ **	۰/۹۹ **	۱										Y17
۰/۲۵ ns	۰/۰۹ ns	۰/۱۱ ns	۰/۱۵ ns	۱									Y18
۰/۴۱ ns	۰/۶۰ *	۰/۵۷ *	۰/۵۳ ns	۰/۷۱ **	۱								Y19
۰/۱۹ ns	۰/۳۸ ns	۰/۳۵ ns	۰/۳۱ ns	۰/۸۷ **	۰/۹۶ **	۱							Y20
۰/۱۶ ns	۰/۳۵ ns	۰/۳۳ ns	۰/۲۹ ns	۰/۸۸ **	۰/۹۵ **	۰/۹۹ **	۱						Y21
۰/۴۰ ns	۰/۵۲ ns	۰/۵۲ ns	۰/۴۹ ns	۰/۷۷ **	۰/۹۴ **	۰/۹۵ **	۰/۹۴ **	۱					Y22
۰/۷۹ **	۰/۹۲ **	۰/۹۰ **	۰/۸۸ **	۰/۲۵ ns	۰/۸۴ **	۰/۶۷ *	۰/۶۶ *	۰/۷۶ **	۱				Y23
۰/۸۴ **	۰/۹۴ **	۰/۹۳ **	۰/۹۱ **	۰/۲۱ ns	۰/۸۰ **	۰/۶۴ *	۰/۶۲ *	۰/۷۶ **	۰/۹۹ **	۱			Y24
۰/۷۸ **	۰/۸۹ **	۰/۸۸ **	۰/۸۶ **	۰/۳۴ ns	۰/۸۷ **	۰/۷۳ **	۷۲ **	۰/۸۴ **	۰/۹۸ **	۰/۹۹ **	۱		Y25

ns. * و **، به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود همبستگی و وجود همبستگی معنی‌دار در بین صفات می‌باشد.

وجود خاک زراعی تا عمق حدود ۳۰ سانتی متری خاک مزرعه باشد که با حفر پروفیل خاک در مزرعه مربوطه این مسئله تأیید شده است (عباس‌زاده، ۱۳۹۰؛ کارگر حاجی‌آبادی، ۱۳۹۱)، اما عدم اختلاف معنی‌دار در صفات وزن ریشه و تعداد ریشه فرعی نیاز به بررسی بیشتری دارد. همچنین کاهش طول ریشه در اثر تنش خشکی به دلیل کاهش میزان فتوسنتز گیاه و کوچک شدن سلول‌ها به‌خصوص در تنش‌های شدید گزارش شده است به طوری که در گیاه نعنای ژاپنی (Misra & Srivastava, 2000) و بومادران در شرایط گلدانی (Lebaschy & Sharifi, 2004) طول ریشه در اثر تنش خشکی کاهش یافته بود. اما در تحقیقات Safikhani و همکاران (۲۰۰۷) بر بادرشبو هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف خشکی (۱۰۰٪، ۶۰٪، ۴۰٪ ظرفیت زراعی) و طول ریشه مشاهده نشد. قطر ساقه در تنش شدید کاهش یافت، که به نظر می‌رسد با کاهش تورژسانس سلول در اثر افزایش تنش، رشد و توسعه سلول به‌ویژه در ساقه کاهش می‌یابد، در نتیجه اندازه اندام و نیز قطر اندام محدود می‌شود. پژوهش‌ها در این زمینه نشان داد که در گیاه نعنای فلفلی (Alkire & Simon, 1993) و بادرشبو (Hassani, 2006) با افزایش تنش خشکی قطر ساقه اصلی کاهش یافت، در حالی که در گیاه بادرنجبویه با افزایش میزان تنش، قطر ساقه افزایش یافت (Ardakani et al., 2007).

تنش خشکی کل اندام‌های هوایی گیاه، عملکرد برگ، ساقه و گل‌آذین را کاهش داد. بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی، عملکرد برگ و به‌طور کل اندام هوایی دچار نقصان می‌گردد (Hsiao, 1973). با افزایش تنش کاهش شدیدی در طول و عرض برگ و به موجب آن کاهش سطح برگ و در نتیجه وزن برگ ایجاد می‌شود، زیرا سطح تعرق‌کنندگی گیاه کم شده و ماده تولیدی کاهش یافته و فتوسنتز گیاه کم می‌شود. در این راستا Simon و همکاران (1992) در گیاه ریحان شیرین مشاهده کردند که با تشدید کمبود آب، وزن خشک برگ و ساقه کاهش یافت. Alkire و Simon (۱۹۹۳) دریافتند که تنش

عرض برگ با عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد گل‌آذین، عملکرد کل و عملکرد اسانس برگ همبستگی مثبت داشت.

درصد اسانس برگ با درصد اسانس ساقه، گل‌آذین، کل سرشاخه و عملکرد اسانس ساقه، گل‌آذین و سرشاخه کل رابطه مثبت داشت. درصد اسانس ساقه با درصد اسانس گل‌آذین و کل سرشاخه، عملکرد اسانس گل‌آذین و سرشاخه کل رابطه مثبت نشان داد. درصد اسانس گل‌آذین با درصد اسانس کل سرشاخه، عملکرد اسانس ساقه، گل‌آذین و کل سرشاخه همبستگی مثبت داشت. بین درصد اسانس سرشاخه کل با عملکرد اسانس ساقه، گل‌آذین و سرشاخه کل رابطه مثبت مشاهده گردید.

بین عملکرد برگ با عملکرد گل‌آذین، سرشاخه کل و عملکرد اسانس برگ رابطه مثبت دیده شد. عملکرد اسانس سرشاخه کل با عملکرد گل‌آذین، عملکرد سرشاخه کل، عملکرد اسانس برگ، ساقه و گل‌آذین همبستگی مثبت معنی‌دار داشت.

بحث

یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب کاهش تورژسانس سلول و کاهش سطح تبخیرکنندگی گیاه می‌باشد که در این تحقیق نیز کاهش طول و عرض برگ و در نتیجه کاهش سطح برگ در تیمارهای تنش متوسط (۶۰٪FC) و تنش شدید (۴۰٪ ظرفیت مزرعه) مشاهده شد و نیز احتمالاً جذب مواد غذایی کند شده است (جدول ۴). بنابراین رشد و توسعه سلول‌ها در اندام هوایی کم شده و ارتفاع گیاه کم می‌شود؛ البته کاهش ارتفاع گیاه در تیمارهای تنش مؤید همین مطلب بود. کاهش پیوسته ارتفاع گیاه و طول و عرض برگ با افزایش تنش خشکی در گیاهان نعنای فلفلی (Alkire & Simon, 1993)، بادرنجبویه (Ardakani et al., 2007)، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه (Lebaschy & Sharifi Ashoorabadi, 2004) تأیید شده است.

کاهش طول ریشه به نظر می‌رسد که بیشتر به مسئله سنی بودن خاک زیرین مزرعه آزمایشی و آبیاری نشتی و

تیمار تنش خشکی باید براساس عملکرد اسانس برگ، عملکرد اسانس گل آذین و عملکرد اسانس کل گیاه انجام شود.

منابع مورد استفاده

- صفرزاد، ع.، ۱۳۸۲. مروری بر روش‌های مختلف به‌گزینی گیاهان برای مقاومت به خشکی. خشکی و خشکسالی، ۷: ۱۳-۷.
- عباس‌زاده، ب.، ۱۳۸۴. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و روش مصرف آن بر میزان اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد واحد کرج، ۱۳۷ صفحه.
- عباس‌زاده، ب.، ۱۳۹۰. بررسی اکوفیزیولوژیکی تحمل شوری در دو گونه گیاه دارویی شورپسند کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.) و درمنه دشتی (*Artemisia sieberi* Besser) (subsp.). رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
- فخر طباطبایی، م.، ۱۳۷۲. گیاهان دارویی و اثر عوامل تنشی بر زندگی آنها. منابع طبیعی ایران، ۴۷: ۳۹-۳۴.
- کارگر حاجی‌آبادی، ا.، ۱۳۹۱. بررسی اثر کودهای میکوریزا برای زنده‌مانی نشاء، کمیّت و کیفیت آویشن کرک‌آلود (*Thymus pubescens*). دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، ۱۲۶ صفحه.
- Alkire, B.H. and Simon, J.E., 1993. Water management for Midwestern peppermint (*Mentha piperita* L.) growing in highly organic soil. *Acta Horticulture*, 344: 544-556.
- Ardakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M.H. and Packnejad, F., 2007. The effect of water deficit on quantitative and qualitative characters of balm (*Melissa officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(2): 251-261.
- Aydin, S., Beis, R., Ozturk, Y. and Baser, K.H., 1998. Nepetalactone: a new opioid analgesic from *Nepeta caesarea* Boiss. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 50(7): 813-817.
- Baser, K.H.C., Ozek, T., Yildiz, B., Bahcecioglu, Z. and Tumen, G., 2000. Composition of the essential oil of *Nepeta fissa* C. A. Meyer. *Journal of essential Oil Research*, 12(1): 27-28.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Aidi Wannes, W., Kchouk, M.E. and Marzouk, B., 2009. Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae*, 120: 271-275.

خشکی قطر ساقه اصلی، ارتفاع گیاه و وزن خشک ساقه، برگ و ریشه را کاهش داد. Letchamo و همکاران (۱۹۹۴) بیشترین عملکرد سرشاخه در آویشن را در تیمار ۹۰٪ ظرفیت مزرعه (شاهد) مشاهده کردند. همچنین در این تحقیق بر خلاف نتایج تحقیقات Muni Ram و همکاران (۱۹۹۵) در اثر تنش خشکی از تعداد ساقه‌های جانبی و تعداد پنجه پونه‌سای خوشه‌ای کاسته نشد. افزایش درصد اسانس در تنش‌های ملایم و کاهش مجدد آن در اثر شدت تنش مشابه نتایج تحقیقات عباس‌زاده (۱۳۹۰) بر گیاه کافوری (*Camphorosma monspeliaca* L.) بود. وی نتیجه گرفت که یکی از راه‌های افزایش تحمل‌پذیری تنش، تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌باشد که با افزایش شدت تنش احتمالاً گیاه از سازوکارهای دیگری از جمله قندهای محلول و پرولین برای کاهش شدت تنش استفاده می‌نماید. همچنین Refaat و Saleh (۱۹۹۷) در تحقیقی اثر تنش خشکی را روی ریحان گزارش کردند. به‌طوری که با طولانی شدن دور آبیاری (تنش)، رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش ولی درصد اسانس افزایش یافت. نتایج دیگر تحقیقات حکایت از افزایش درصد اسانس تحت تأثیر افزایش تنش خشکی در گیاهان مختلف دارد (از جمله بادرشبو (Hassani, 2006) و بادرنجبویه (Ardakani et al., 2007)). با توجه به مقاوم بودن پونه‌سای خوشه‌ای نسبت به تنش خشکی و نیز توده محلی بودن بذرهای مورد استفاده در تحقیق، بنابراین به نظر می‌رسد که در ادامه تحقیقات می‌توان با شناسایی توده‌های مقاوم به خشکی، با درصد اسانس بالا و نیز درصد نپتالاکتون بالا نسبت به تولید گیاهانی با کمیّت و کیفیت بالاتر امیدوار بود.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که تنش خشکی بیش از ۸۰٪ ظرفیت مزرعه بر کلیه صفات مورفولوژیک، عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد گل‌آذین‌ها و عملکرد کل گیاه اثر کاهشی و منفی داشت. همچنین به‌عکس صفات مورفولوژیک و عملکرد اندام‌های مختلف با افزایش شدت تنش خشکی درصد اسانس برگ، گل‌آذین و کل گیاه افزایش یافت و شناسایی بهترین سطح

- Abbaszadeh, B., 2007. The effect of drought on yield and morphologic characteristics of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 183-194.
- Sajjadi, E. and Eskandari, B., 2005. Chemical constituents of the essential oil of *Nepeta oxyodonta* Bioss. Chemistry of Natural Compounds, 41(2): 175-177.
- Shabih, F., Abad Farooki, A.H., Ansari, S.R. and Sharama, S., 1999. Effect of water stress on growth an essential oil metabolism in *Cymbopogon martinii* (Palmarosa) cultivars. Journal of Essential Oil Research, 1: 151-157.
- Simon, J.E., Reiss-Bubenheim, D., Joly, R.J. and Chrles, D.J., 1992. Water stress induced alterations in essential oil content and composition of Sweet basil. Journal of Essential Oil Research, 14: 71-75.
- Skaltsa, H.D., Lazari, D.M., Mavromati, A.S., Tiligada, E.A. and Constantinidis, T.A., 2000. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Scutellaria albida* L. ssp. Albida from Greece. Planta Medica, 66: 672-674.
- Solinas, V., Deiana, S., Gessa, C., Bazzoni, A., Loddo, M.A. and Satta, D., 1996. Effect of water and nutritional conditions on the *Rosmarinus officinalis* L., phenolic fraction and essential oil yields. Rivista Italiana. EPPOS, 19: 189-198.
- Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R.S. and Kuikkarni, R.N., 2000. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotype on yield and alkaloid concentration in periwinkle. Medicinal and Aromatic Plant Scievces, 22(4): 356-358.
- Tzakou, O., Harvala, C., Galati, E.M. and Saogo, R., 2000. Essential oil composition of *Nepeta argolica* Bory et Chaub. subsp. argolica. Flavour and Fragrance Journal, 15(2): 115-118.
- Dabiri, M. and Sefidkon, F., 2003. Chemical composition of the essential oil of *Nepeta racemosa* Lam., from Iran. Flavour and Fragrance Journal, 18(2): 157-158.
- Hassani, A., 2006. Effect of water deficit stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(3): 256-261.
- Hsiao, T.C., 1973. Plant responses to water stress. Annual Review of Plant Physiology, 24: 519-570.
- Lebaschy, M.H. and Sharifi Ashoorabadi, E., 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 20(3): 249-261.
- Letchamo, W., Marquard, R., Holzl, J. and Gosselin, A., 1994. Effects of water supply and light intensity on growth and essential oil of two *Thymus vulgaris* selections. Angewandte Botanik, 68: 83-88.
- Misra, A. and Srivastava, N.K., 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 7: 51-58.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.
- Muni Ram, D. and Singh, S., 1995. Irrigation and nitrogen requirments of Bergamot min on a sandy loam soil under subtropical conditions. Agricultural water management, 27: 45-54.
- Oghbonnaya, C.L., Nwlozie, M.C., Roy-Macauley, H. and Annerose, D.J.M., 1998. Growth and water relations of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) under water deficit on a sandy soil. Industrial Crops and Products, 8: 65-76.
- Refaat, A.M. and Saleh, M.M., 1997. The combined effect of irrigation internal and foliar nutrition on sweet basil plants. Bulletin of Faculty of Agricultural University of Cairo, 48: 515-527.
- Safikhani, F., Heydarye sharifabadi, H., Syadat, S.A., Sharifi ashorabadi, E., Syednedjad, S.M. and

Morphophysiological response of *Nepeta racemosa* Lam. to drought stress

M. Layeghhaghi¹, B. Abbaszadeh^{2*}, S.R. Tabaei Aghdai³
and V. Samadiyan Sarbangholi⁴

- 1- Department Of Medicinal Plants and Byproducts Research, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
- 2*- Corresponding author, Department of Medicinal Plants and Byproducts Research, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: babaszadeh@rifr-ac.ir
- 3- Biotechnology Research Group, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
- 4- M.Sc., Department of Horticulture, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran

Received: June 2013

Revised: February 2014

Accepted: February 2014

Abstract

Nepeta, belonging to Lamiaceae family, includes 250 species in the world and 67 species in Iran, 39 of which are native to Iran. In order to investigate the effects of drought stress on yield quantity and quality of *Nepeta racemosa* Lam., this experiment was conducted in 2011, at the Alborz Research Station, Karaj, Iran. Drought levels were 100% (control), 80% (low stress), 60% (medium stress), and 40% (severe stress) field capacity (FC). Different traits including plant height, number of tillers, number of lateral branches, root weight, root length, main stem diameter, number of inflorescences, inflorescence length, leaf length, leaf width, yield of leaf, inflorescences, stem and shoot, and essential oil percentage and yield of leaf, inflorescence, stem and shoot were measured at flowering stage. Variance analysis revealed significant effect of drought stress on plant height, root weight, inflorescence length, leaf length, leaf width, yield of leaf, stem, inflorescence, and essential oil percentage of leaf, stem, inflorescence, and essential oil yield of the leaf, stem, inflorescence ($P \leq 0.01$), root length, and main stem diameter ($P \leq 0.05$). Mean comparison showed that the highest essential oil percentage was observed in leaves (1.72%), shoot (1.27%) and inflorescences (1.93%) at medium stress (60% field capacity). It could be concluded that *Nepeta* is a drought tolerant plant, and the maximum essential oil percentage could be achieved under medium stress with 60% field capacity.

Keywords: Drought stress, medical plants, *Nepeta racemosa* Lam., essential oil.