

بررسی تأثیر سطوح آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات و بهره‌وری مصرف آب گیاه مرزه

وحید شمس‌آبادی^{۱*}، مهدی مرادی^۲ و حسین نستری نصرآبادی^۲

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات و بهره‌وری مصرف آب گیاه مرزه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و بر پایه کشت گلدانی در سال ۱۴۰۲ در گلخانه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی تربت جام اجرا شد. در این آزمایش، تیمارها شامل سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) و سه سطح بافت خاک (لومی، لوم رسی و لوم شنی) بود. نتایج نشان داد که اعمال تنش کم آبیاری به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب منجر به کاهش ۱۱/۶۲ و ۲۳/۳۷ درصدی ارتفاع بوته، ۲۳/۷۱ و ۵۰/۵۵ درصدی وزن خشک اندام هوایی و ۲۳/۹۶ و ۵۲/۷۳ درصدی وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) شده است. همچنین میزان کل آب مصرفی هر گلدان در تیمار ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۱۲/۵۰۵، ۹/۳۷۸ و ۶/۲۵۲ لیتر بود و نتایج نشان داد که با اعمال تنش کم آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب در خاک لومی و لوم شنی در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و در خاک لوم رسی در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) حاصل شد. براساس نتایج بالا می‌توان گفت گیاه مرزه نسبت به تنش کم آبیاری حساس بود و اعمال تنش کم آبیاری به‌خصوص در تنش ۵۰ درصد نیاز آبی منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه خواهد شد. همچنین براساس نتایج این پژوهش، مناسب‌ترین بافت خاک برای رشد بهتر اندام‌های هوایی گیاه مرزه، بافت لومی است، همچنین بهترین بافت خاک از لحاظ درصد اسانس و میزان پرولین، خاک لوم رسی بود.

واژه‌های کلیدی: کم آبیاری، لوم رسی، لوم شنی، لومی.

ارجاع: شمس‌آبادی و مرادی م. و نستری نصرآبادی ح. ۱۴۰۳. بررسی تأثیر سطوح آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات و بهره‌وری مصرف آب گیاه مرزه. نشریه پژوهش آب ایران. ۴۴-۴۴: ۵۴. <https://dx.doi.org/10.22034/IWRJ.2024.14877.2620>

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران.
۲- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، مجتمع آموزش عالی تربت جام، تربت جام، ایران.

* نویسنده مسئول: v_shamsabadi@tjamcaas.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۷

مقدمه

امروزه کمبود آب، یکی از مشکلات مهم در بخش کشاورزی است که بر رشد و نمو گیاهان تأثیر می‌گذارد. برای مقابله با این مشکل راهکارهای مدیریتی مختلفی وجود دارد که لازمه آن‌ها بررسی وضعیت گیاه تحت تنش آبی است. کم‌آبیاری یکی از راهکارهای مدیریتی تحت تنش آبی است (Daneshmand *et al.*, 2008). کم‌آبیاری راهکاری برای مصرف بهینه آب است که طی آن گیاه در طول دوره رشد خود با تنش آبی مواجه می‌شود (Jamali *et al.*, 2022). در کم‌آبیاری با وجود اینکه عملکرد در واحد سطح کاهش پیدا می‌کند، کاهش در مقدار آب مصرفی، هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب موجب کسب سود بیشتر خواهد شد (Yazar *et al.*, 2009). خصوصیات فیزیکی خاک، به دلیل نقش مهمی که در حمایت از رشد گیاه دارد، حائز اهمیت است. این خصوصیات، تعیین‌کننده چگونگی اثر متقابل گیاه با خاک، جذب آب و مواد غذایی، نفوذ ریشه‌ها، دمای خاک و فعالیت میکروارگانیسم‌ها است. از میان خصوصیات فیزیکی خاک، بافت خاک دارای تأثیر زیادی است (Hakimzadeh *et al.*, 2016). مرزه گیاهی یکساله و متعلق به خانواده نعناعیان است. این گیاه مناسب کشت در مناطق گرم و خشک با نور زیاد است (Mozafarian, 2015). این گیاه در درمان دردهای عضلانی، تهوع و اسهال کاربرد دارد و همچنین هضم‌کننده غذا، ادرارآور، خلط‌آور، ضد درد و محرک و مقوی معده است. در پژوهشی که به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر گیاه شلغم انجام شد، تیمارها شامل ۴ سطح آبیاری (۱۰۰ درصد، ۹۰ درصد، ۸۰ درصد و ۷۰ درصد آبیاری کامل) بود، نتایج پژوهش نشان داد که اعمال تنش منجر به کاهش معنی‌دار تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، ارتفاع و عملکرد گیاه شلغم شد (Ali *et al.*, 2020). در پژوهش Sodaeizade (2016) که به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه انجام شد، نتایج نشان داد که اعمال تیمارهای تنش خشکی (۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی) موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع، سطح و حجم تاج پوشش، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و قندهای محلول شد. (Mokhtari and Baradaran, 2013) بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته، وزن تر و

خشک گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی گیاه دارویی مرزه شد. به طوری که بیشترین آن‌ها مربوط به تیمار بدون تنش (دور آبیاری ۵ روز) و کمترین مربوط به تیمار دور آبیاری ۹ روز بود. در پژوهشی که Khalil and Yusef (2014) به منظور بررسی اثر کم‌آبیاری بر گیاه شاهی انجام دادند، تیمارها شامل سه سطح (آبیاری در هنگام ۸۵، ۵۵ و ۲۵ درصد تخلیه آب در دسترس) بودند. نتایج نشان داد اعمال تنش آبی منجر به کاهش تعداد برگ، ارتفاع و وزن تر و خشک گیاه شد. در مطالعه‌ای (Shamsabadi *et al.*, 2023) به بررسی بهره‌وری آب و خصوصیات گیاه نعنای فلفلی در شرایط تنش آبی و شوری در حضور سلینیوم پرداختند. نتایج نشان داد که با اعمال تنش خشکی به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، وزن تر و خشک، ارتفاع، تعداد برگ و تعداد گره در گیاه نعنای فلفلی کاهش و بهره‌وری آب افزایش پیدا کرد. همچنین با اعمال تنش ملایم (۷۵ درصد نیاز آبی) درصد اسانس افزایش و با اعمال تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی) درصد اسانس کاهش یافت. در پژوهش دیگری که به منظور بررسی اثر تنش آبی بر شاخص‌های رشد و کارایی مصرف آب گیاه اسفناج انجام شد، تیمارها شامل سه سطح آبیاری (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه) بود. نتایج نشان داد که اعمال تنش آبی منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع و عملکرد گیاه شده است. همچنین بالاترین میزان کارایی در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه مشاهده شد (Ramezani *et al.*, 2021). در پژوهشی که به منظور بررسی اثر بافت‌های مختلف خاک بر خواص رشدی و عملکردی همیشه‌بهار انجام شد، تیمارها شامل سه بافت خاک (سیلتی رسی، لوم رسی و لوم شنی) بود. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد برگ و ارتفاع گیاه در بافت خاک لوم شنی مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری بین بافت‌های لوم رسی و سیلتی رسی مشاهده نشد (Jamali *et al.*, 2022). در پژوهش دیگری که (Safarizadehsani *et al.*, 2021) به منظور بررسی بافت‌های مختلف خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه همیشه‌بهار انجام دادند، تیمارها شامل سه بافت خاک (سیلتی رسی، لوم رسی و لوم شنی) بود. براساس نتایج به دست آمده بیشترین تعداد برگ در بافت لوم رسی مشاهده شد. بین بافت‌های لوم رسی و لوم شنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در صفت ارتفاع، بیشترین میزان ارتفاع در بافت لوم شنی مشاهده شد و

تشت تبخیر، پس از اعمال ضریب تشت محاسبه شده از روش پیشنهاد شده در نشریه فائو ۵۶ باتوجه به موقعیت استقرار آن در محل (به طور میانگین ۰/۷) تعیین شد (Yuan et al., 2001). مقدار نیاز آبی از معادله (۱) به دست آمد.

$$ETa = Kc \times Kp \times (Epan) \quad (1)$$

ETa تبخیر تعرق روزانه (میلی متر بر روز)، Kp ضریب تشت، Epan تبخیر از سطح تشت (میلی متر در روز)، Kc ضریب گیاهی است. سطوح ثابت تغذیه ای برای تمامی تیمارهای آبیاری اعمال شد. در این پژوهش، میزان نیاز تغذیه ای گیاهان در ابتدای آزمایش براساس منابع علمی معتبر برآورد شده و به همان میزان در اختیار گیاهان قرار داده شد؛ به طوری که هر گیاه در پایان دوره رشد عناصر غذایی مورد نیاز خود را دریافت کرد، به عبارت ساده تر، مقدار عناصر دریافتی مشابه شد. به منظور محاسبه نیاز آبی، ضرایب گیاهی مرزه از نتایج Saeidinia et al. (2019) استفاده شد. ضرایب گیاهی مرزه برای مراحل رشد ابتدایی، توسعه و میانی به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۷۸ و ۱/۳ در نظر گرفته شدند. دور آبیاری به صورت یک روز در میان در نظر گرفته شد. حجم آب آبیاری در سطوح مختلف آبیاری در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین از کارت زرد برای مقابله با آفات در گلخانه استفاده و برای مقابله با علف های هرز طی یک مرحله و به صورت دستی علف های هرز برداشت شد. تاریخ کاشت و برداشت این گیاه به ترتیب ۱۷ فروردین و ۲۲ تیر ۱۴۰۲ بود. گلدان های مورد استفاده در این پژوهش دارای قطر ۲۵ و ارتفاع ۴۰ سانتی متر بودند.

در این پژوهش صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، سطح تاج، کلروفیل آ، کلروفیل ب، کلروفیل کل، درصد اسانس، پرولین و بهره وری مصرف آب اندازه گیری شد. برای اندازه گیری ارتفاع بوته از خط کش استفاده شد. همچنین برای اندازه گیری وزن خشک نمونه ها، ابتدا بوته ها جدا و وزن تر آن ها اندازه گیری شد، سپس برای تعیین وزن خشک، بوته ها به مدت ۴۸ ساعت در آن در دمای ۷۰ درجه خشک شده و سپس توزین شدند. برای محاسبه بهره وری آب از معادله پیشنهادی فائو استفاده شد:

$$WP = \frac{Y}{ET} \times 100 \quad (2)$$

بین بافت های لوم رسی و لوم شنی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در پژوهش دیگری که Hosseinian et al. (2020) به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر برخی از شاخص های فتوسنتزی و رشدی گیاه مرزه انجام دادند، نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش معنی دار هدایت روزنه ای، سرعت تعرق، سرعت فتوسنتز، دی اکسید کربن درون سلولی و کارایی آب فتوسنتزی شد. در پژوهش (Heidarpour et al., 2020) که به منظور تأثیر ورمی کمپوست بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد مرزه تحت رژیم های مختلف آبیاری انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف ورمی کمپوست به میزان دو تن در هکتار می تواند باعث تولید پایدار و بهبود رشد و عملکرد گیاه دارویی مرزه در شرایط تنش خشکی شدید شود. با توجه به اهمیت گیاهان دارویی از جمله گیاه مرزه و تحقیقات کمی که در زمینه اثر تنش کم آبیاری و بافت های مختلف خاک بر گیاه مرزه انجام شده است، هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر سطوح آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات و بهره وری مصرف آب گیاه مرزه بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات و بهره وری مصرف آب گیاه مرزه، پژوهشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۴۰۲ در گلخانه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی تربت جام با طول و عرض جغرافیایی ۶۰/۶۴ و ۳۵/۲۳ و ارتفاع ۹۸۲ متر از سطح دریا واقع در استان خراسان رضوی انجام شد. این پژوهش روی دو فاکتور سطوح مختلف آبیاری در سه سطح (I1=۱۰۰، I2=۷۵ و I3=۵۰ درصد نیاز آبی) و بافت خاک در سه سطح (لومی (L)، لوم رسی (LC) و لوم شنی (LS)) و در مجموع در ۹ تیمار بود که از نقاط مختلف شهرستان تربت جام تهیه و در سه تکرار انجام شد. ترکیبات شیمیایی و فیزیکی هریک از بافت های خاک مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین خصوصیات کیفی آب آبیاری در جدول ۲ ارائه شده است. برای تعیین مقدار آب مورد نیاز از تشت تبخیر کلاس A استفاده شد و تیمارهای آبی براساس آن اعمال شدند. نیاز آبی براساس مقدار تجمعی آب تبخیر شده از

بررسی تأثیر سطوح آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات و بهره‌وری مصرف آب گیاه مرزه

که WP بهره‌وری آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب آب، Y عملکرد بر حسب تن بر هکتار و ET تبخیر و تعرق گیاه بر حسب میلی‌متر است. تجزیه و تحلیل داده‌ها (تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD) با استفاده از نرم‌افزار SAS و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	چگالی ظاهری (g cm ⁻³)	ظرفیت زراعی حجمی (%)	نقطه پژمردگی دائم حجمی (%)	هدایت الکتریکی (dS m ⁻¹)	pH	ماده آلی (%)
لومی	۴۶	۴۱	۱۳	۱/۳۱	۲۸/۵	۱۴/۲	۱/۲۸	۷/۷۵	۰/۶
لوم رسی	۴۰	۳۱	۲۹	۱/۲۲	۳۲/۲	۱۶/۸	۱/۴۶	۷/۴۶	۱/۳
لوم شنی	۶۱	۲۴	۱۵	۱/۳۴	۲۳/۲	۱۲/۳	۱/۳۵	۷/۵۹	۰/۳۳

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب آبیاری

SAR	TDS (meq.l ⁻¹)	EC (ds.m ⁻¹)	PH
۰/۹۶	۵۲۶	۱/۴۱	۷/۹۴

جدول ۳- مقدار آب آبیاری در تیمارهای مختلف

بافت خاک	مقدار آب مورد استفاده (لیتر در گلدان)	ET _{۱۰۰}	ET _{۰/۷۵}	ET _{۰/۵}
لومی	۱۲/۵۰۵	۹/۳۷۸	۶/۲۵۲	۶/۲۵۲
لوم رسی	۱۲/۵۰۵	۹/۳۷۸	۶/۲۵۲	۶/۲۵۲

سطح تاج، کلروفیل آ، کلروفیل ب، کلروفیل کل، درصد اسانس، پرولین و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. براساس این جدول اثر ساده سطوح مختلف آبیاری نیز بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، کلروفیل آ، کلروفیل ب، کلروفیل کل، درصد اسانس، پرولین و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین مطابق با نتایج جدول فوق، اثر متقابل بافت خاک و سطوح مختلف آبیاری بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، درصد اسانس، پرولین و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج جدول ۴، اثر ساده بافت خاک بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه،

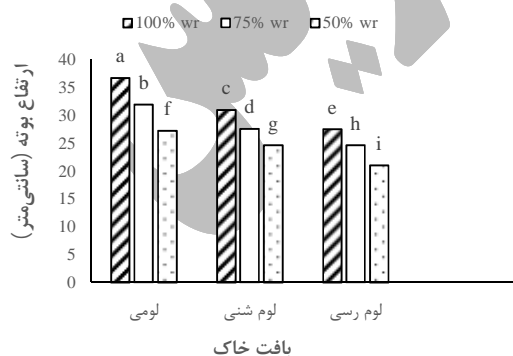
جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات گیاه مرزه

منابع تغییرات (S.S.V)	درجه آزادی (df)	ارتفاع بوته	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	سطح تاج	کلروفیل آ	کلروفیل ب	کلروفیل کل	درصد اسانس	پرولین	بهره‌وری مصرف آب
بافت خاک	۲	**۳۰/۲۱۸	**۳۹/۲۴۱	**۸۳/۲۶۹	**/۰۰۱۸	**۱/۸۹۵	**۳/۴۷۰	**۱۰/۳۰۷	**/۲۷۸	**/۰۰۰۸	**۴/۵۲۰
آبیاری	۲	**۱۳۳/۹۵۲	**۹۱۰/۱۶۳	**۲۲۴/۱۷۰	**/۰۰۰۸	**۰/۶۶۸	**۰/۷۵۲	**۲/۸۳۸	**/۳۵۵	**/۰۰۰۴۷	**۰/۸۵۶
آبیاری × بافت خاک	۴	**۲/۴۵	**۹/۰۴۱	**۲/۰۸۲	**/۰۰۰۵	**۰/۰۶۷	**۰/۰۰۷	ns/۰۰۱۶۶	**/۰۰۰۸	**/۰۰۰۰۲	**۰/۰۰۷۶
خطا	۱۸	۰/۴۲۵	۱/۷۰۹	۰/۴۱۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۲۳	۰/۰۰۵۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۶
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۳۲۶	۴/۳۶۹	۴/۳۸۷	۲/۸۵۴	۲/۴۴۸	۱/۹۱۱	۱/۴۰۷	۲/۹۱۷	۴/۳۸۴	۱/۷۵۰

در خاک لوم رسی مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از خاک سنگین موجب افزایش درصد اسانس و پرولین در گیاه مرزه شد. یکی از دلایل افزایش درصد

بیشترین ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، کلروفیل آ، کلروفیل ب، کلروفیل کل و بهره‌وری مصرف آب در خاک لومی و کمترین صفات فوق

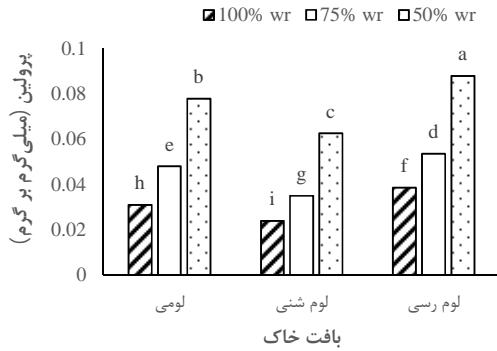
۳۶/۷۳ سانتی‌متر، ۴۴/۳ گرم و ۲۱/۹۶ گرم در خاک لومی با سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین آن‌ها به ترتیب به میزان ۲۱/۰۳ سانتی‌متر، ۱۴ گرم و ۶/۹۰ گرم در خاک لوم رسی و با سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. همچنین نتایج اثرات متقابل بافت خاک و سطوح مختلف آبیاری در صفت سطح تاج (شکل ۴) نشان داد که بیشترین مقدار (۰/۱۴۰ متر مربع) در خاک لومی با سطح آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی و کمترین آن (۰/۰۹ متر مربع) در خاک لوم رسی و با سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. بیشترین میزان درصد اسانس و پرولین در گیاه مرزه (به ترتیب ۱/۶۸ درصد و ۰/۰۸۸ میلی‌گرم بر گرم) در خاک لوم رسی با سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی و کمترین آن‌ها (به ترتیب ۰/۹۰۶ درصد و ۰/۰۲۴ میلی‌گرم بر گرم) در خاک لوم شنی با سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد (شکل ۵ و ۶). نتایج اثرات متقابل بافت خاک و سطوح مختلف آبیاری نشان داد که بالاترین میزان بهره‌وری مصرف آب در خاک لومی و در سطح آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی و به میزان ۴/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین آن در خاک لوم رسی و در سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی و به میزان ۲/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب رخ داد. نتایج حاکی از آن بود که مناسب‌ترین بافت خاک برای رشد بهتر اندام‌های هوایی گیاه مرزه، بافت لومی است. همچنین بهترین بافت خاک از لحاظ درصد اسانس و میزان پرولین، خاک لوم رسی بود.



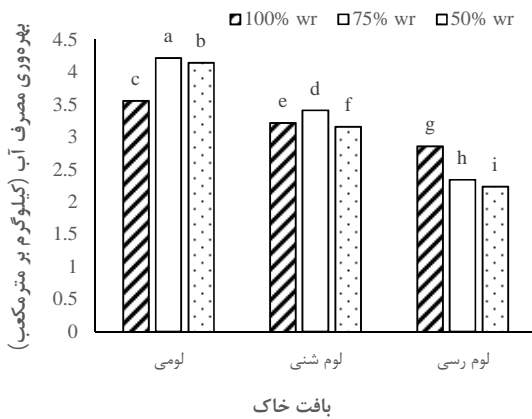
شکل ۱- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح مختلف آبیاری بر ارتفاع بوته گیاه مرزه

اسانس و پرولین در خاک سنگین نسبت به خاک سبک را می‌توان عدم سهولت دسترسی گیاه به آب دانست؛ به طوری که استفاده از خاک لوم رسی موجب افزایش ۹ درصدی درصد اسانس و ۱۵ درصدی پرولین نسبت به خاک لومی و نیز افزایش ۳۲/۳ درصدی درصد اسانس و ۵۰ درصدی پرولین نسبت به خاک لوم شنی در گیاه مرزه شد. همچنین نتایج نشان داد که با اعمال تنش کم آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، مقادیر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، کلروفیل آ، کلروفیل ب، کلروفیل کل، درصد اسانس و پرولین کاهش یافت که این کاهش در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی شدیدتر بود. یکی از دلایل این کاهش را می‌توان اثر مستقیم تنش آبی بر تقسیم سلولی، کاهش آماس، پیری زودرس و همچنین ریزش برگ‌ها دانست. نتایج نشان داد که با اعمال تنش کم آبیاری صفات فوق کاهش یافت. همچنین با اعمال تنش کم آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب در خاک لومی و لوم شنی در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و در خاک لوم رسی در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) حاصل شد. اعمال تنش خشکی منجر به پیری زودرس و همچنین ریزش برگ‌ها می‌شود که این مهم می‌تواند کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه را به دنبال داشته باشد (Faisal et al., 2000). عدم تأمین آب کافی و اعمال تنش بر گیاه، منجر به کاهش فشار آماسیدگی سلول‌ها می‌شود که با تأثیر بر تقسیم سلولی و طول سلول‌ها، رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد (Mortazaeinejad, 2006). افزایش شدت تنش آبی منجر به افزایش آبسزیک اسید در گیاه می‌شود که در نهایت کاهش رشد و نمو گیاه را به دنبال دارد. (Bahrapour et al., 2019) براساس نتایج مطالعات پیشین، اعمال تیمارهای تنش خشکی موجب کاهش در وزن تر اندام‌های هوایی گیاه شده است. نتایج این پژوهش با نتایج (Akbari et al., 2022)؛ (Jamali et al., 2022)؛ (Naderianfar et al., 2015)؛ (Naderianfar et al., 2017) که نشان دادند کم آبیاری سبب کاهش وزن تر و عملکرد گیاه شده است، مطابقت داشت. نتایج اثرات برهمکنش بافت خاک و سطوح مختلف آبیاری بر صفات ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه شکل (۱ تا ۳) در گیاه مرزه نشان داد که بیشترین مقدار آنها یعنی به ترتیب

بررسی تأثیر سطوح آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات و بهره‌وری مصرف آب گیاه مرزه



شکل ۶- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر پرولین گیاه مرزه



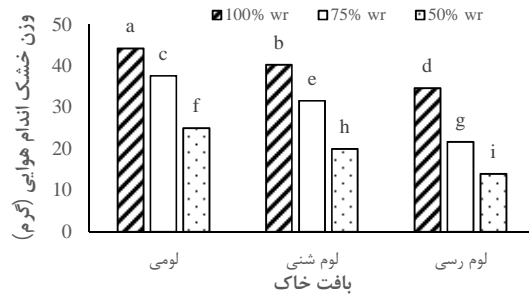
شکل ۷- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب در گیاه مرزه



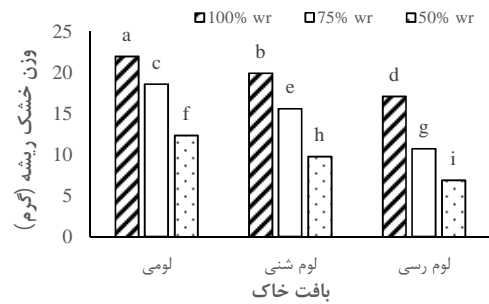
شکل ۸- مقدار حجم آبیاری در سطوح مختلف آبیاری در دوره رشد گیاه

نتیجه‌گیری

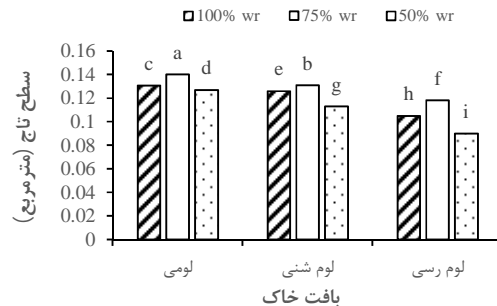
براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌توان به این نتیجه رسید که اعمال تنش کم‌آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، میزان کلروفیل، درصد اسانس و پرولین



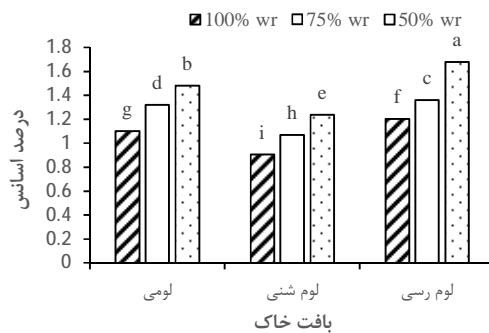
شکل ۲- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی گیاه مرزه



شکل ۳- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر وزن خشک ریشه گیاه مرزه



شکل ۴- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر سطح تاج گیاه مرزه



شکل ۵- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر درصد اسانس گیاه مرزه

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی اجرا شده از محل اعتبارات مجتمع آموزش عالی تربت جام است. بدین وسیله از حمایت مالی این مجتمع، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Akbari Z. Fazeli Rostampour, M. Ziya Ebrahimi L. & Naroeirad M. R. 2017. Study some of garden cress physiological traits at levels of irrigation and ascorbic acid. *Journal of Crop Ecophysiology*, 11(2): 282-269. (In Persian).
2. Ali A. Salman A. Khan G. D. Khan A. A. Hassan S. S. Goheer M. A. & Ahmed S. 2020. Growth and yield response of turnip to different deficit irrigation levels and sowing dates under the agro-ecological conditions of Khyber Pakhtuankhwa. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(3): pp. 480.
3. Bahrampoor M. Dehestani-Ardakani M. Shirmardi M. & Gholamnezhad J. 2019. Effect of Different Substrates and Nano Potassium Fertilizer on Morpho-Physiological Characteristics of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) under Drought Stress. *IJHST.*, 20(1): 65-78. (In Persian).
4. Daneshmand A. R. Shiranirad A. H. Normohammadi GH. Zareei GH. & Daneshian J. 2008. Effect of irrigation regimens and nitrogen levels on seed yield and seed quality of two rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(3): 244-261. (In Persian).
5. Faisal E.A. Yagoub S.O. and Elsheikh E.A.E. 2000. Effects of mycorrhizal inoculation and phosphorus application on the nodulation, mycorrhizal infection and yield components of faba bean grown under two different watering regimes. *Khartoum Journal of Agricultural Sciences*, 1(1): pp. 137-151.
6. Hakimzadeh Ardakani M. A. Hakimi M. H. & Sodaiezadeh H. 2016. Effects of Seed Source and Soil Texture on Germination and Survival of *Nepeta asterotricha* as a Medicinal Plant. *Journal of Rangeland Science*, 6(3): 242-252. (In Persian).
7. Heidarpour O. Esmailpour B. Soltani Toolarood A. & Khorramdel S. 2020. Effect of vermicompost on morphophysiological, biochemical and yield characteristics of summer savory (*Satureja hortensis* L.) under

در گیاه مرزه شد. نتایج نشان داد که اعمال تنش کم‌آبیاری به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب منجر به کاهش ۱۱/۶۲ و ۲۳/۳۷ درصدی ارتفاع بوته، ۲۳/۷۱ و ۵۰/۵۵ درصدی وزن خشک اندام هوایی، ۲۳/۹۶ و ۵۲/۷۳ درصدی وزن خشک ریشه، ۶/۹۲ و ۱۵/۳۸ درصدی سطح تاج، ۶/۰۲ و ۱۱/۲۲ درصدی کلروفیل آ، ۷/۳۸ و ۱۳/۸۰ درصدی کلروفیل ب، ۶/۶۵ و ۱۲/۴۳ درصدی کلروفیل کل، ۱۴/۳۸ و ۲۶/۷۱ درصدی درصد اسانس و ۴۰/۷۸ و ۵۰/۲۱ درصدی پرولین نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه به ترتیب با مقادیر ۳۶/۷۳ سانتی‌متر، ۴۴/۳ گرم و ۲۱/۹۶ گرم در تیمار اثر متقابل بافت خاک لومی و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، بیشترین مقدار سطح تاج با مقدار ۰/۱۴۰ متر مربع در بافت خاک لومی و ۷۵ درصد نیاز آبی و بیشترین مقادیر درصد اسانس و پرولین به ترتیب با مقادیر ۱/۶۸ درصد و ۰/۰۸۸ میلی‌گرم بر گرم در بافت لوم رسی و ۵۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. همچنین با اعمال تنش کم‌آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی، بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب در خاک لومی با ۴/۰۱ و لوم شنی با ۳/۳۷ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و در خاک لوم رسی در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) با ۳/۱۷ کیلوگرم بر مترمکعب حاصل شد. براساس نتایج فوق می‌توان گفت گیاه مرزه نسبت به تنش کم‌آبیاری حساس بود و اعمال تنش منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه شد. همچنین براساس نتایج این پژوهش، مناسب‌ترین بافت خاک برای رشد بهتر اندام‌های هوایی گیاه مرزه بافت لومی است؛ به گونه‌ای که بالاترین میزان از ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، کلروفیل آ، کلروفیل ب و کلروفیل کل را به خود اختصاص داد. همچنین بهترین بافت خاک از لحاظ درصد اسانس و میزان پرولین خاک لوم رسی بود. با توجه به اینکه عملکرد گیاه مرزه در شرایط تنش آبی به میزان ۷۵ درصد، کاهش زیادی نداشته است، استفاده از تیمار ۷۵ درصد کم‌آبیاری در شرایط استفاده از خاک لومی، در شرایط گلخانه‌ای برای مناطق دارای کمبود آب پیشنهاد می‌شود.

- textures, Iranian Water Researches Journal, 15(1): 75-85. (In Persian).
18. Shamsabadi V. Banejad H. Ansari H. & Nemati S. H. 2023. Investigating Water Productivity and some characteristics of *Mentha piperita* L under Salinity and Drought Stress in the presence of Selenium, Water Management in Agriculture, 9(2): 115-130. (In Persian).
 19. Sodaizadeh H. Shamsaie M. Tajamoliyan M. Mirmohammady maibody A. M. & Hakim zadeh M. A. 2016. The Effects of Water Stress on some Morphological and physiological Characteristics of *Satureja hortensis*. Plant Process and Function, 5 (15): 1-12. (In Persian).
 20. Yazar A. Gökçel F. & Sezen M. 2009. Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system. Plant Soil Environment. 55: 494-503.
 21. Yuan B. Z. Kang Y. & Nishiyama S. 2001. Drip irrigation scheduling for tomatoes in unheated greenhouse. Irrigation Science, 20: 149-154.
 - different irrigation regimes. Journal of Agroecology, 12(3): 507-522(In Persian).
 8. Hosseinian S. H. Saeidinia M. & Beiranvand F. 2020. Investigation of the drought stress on some photosynthetic and morphological indicators of summer savory (*Satureja hortensis* L.), Environmental Stresses in Crop Sciences, 13(4): 1115-1124. (In Persian).
 9. Jamali S. Banejad H. Safarizadehsani A. & Hadi B. 2022. Investigation the Effect of Irrigation Levels on Peppermint Yield and Water Productivity under Salinity Stress. Journal of Water and Soil Science. 26(1): 131-146. (In Persian).
 10. Khalil S. E. & Yousef R. M. 2014. Interaction effects of different soil moisture levels, arbuscular mycorrhizal fungi and three phosphate levels on: I-Growth, Yield and Photosynthetic Activity of Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) plant. International Journal of Advanced Research, 2(6): 723-737.
 11. Mokhtari A. & Baradaran R. 2013. Effect of drought stress on some growth indices of *Satureja hortensis*. the conference Regional ecophysiology of agricultural plants. Shoshtar.Iran.
 12. Mortazaeinejad F. 2006. Study of some parameters of yield and proline in rice plants under NaCl salinity stress. Agroecology Journal, 2 (3): 93-98.
 13. Mozafarian V. 2015. Medicinal and Aromatic Plants of Iran. Farhanh Moaser. Tehran. (In Persian).
 14. Naderianfar M. Ansari H. Azizi M. & Ziaei A. 2015. Effect of Deficit Irrigation and Fertilization on Yield and Yield Components of Basil in Two Soil Textures. Journal of Water Research in Agriculture. 29(3): 353-366. (In Persian).
 15. Ramezanifar H. Yazdanpanah N. Golkar Hamzee Yazd H. Tavousi M. & Mahmoodabadi M. 2021. Effects of different levels of water, salinity and nitrogen fertilizer on growth indices and water use efficiency of spinach, Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 15(3): 690-700. (In Persian).
 16. Saeidinia M. Hosseinian S. H. Beiranvand F. & Mumivand H. 2019. Study of the Essential Oil, Morphological Parameters, and Growth-stage- Specific Crop Coefficients of Summer Savory (*Satureja hortensis* L. Journal of Medicinal Plants and By-products, 1: 1-6.
 17. Safarizadehsani A. Jamali S. & Banejad H. 2021. The effects of irrigation with magnetized water on growth and yield properties of Marigold under different soil

Research paper

Investigating the effect irrigation levels and soil texture on some characteristics and water productivity of *Satureja hortensis L*V. Shamsabadi^{1*}, M. Moradi² and H. Nastari Nasrabadi²**Extended Abstract**

Currently, lack of water is one of the significant problems in the agricultural sector, which affects the growth and development of plants. To deal with this problem, there are various management strategies that require checking the condition of the plant under deficit irrigation stress. Deficit irrigation is one of the management strategies to address water shortage. In this way, although yield may decrease, this reduction is not significant compared to the profit gained from saving irrigation water consumption, reducing the costs associated with water extraction, transmission, distribution and storage for other products. Soil physical properties are important because of their significant role in supporting plant growth. These characteristics determine interaction effects of the plant with soil, including absorption of water and nutrients, penetration of the roots, soil temperature and the activity of microorganisms. Soil texture has a significant impact among the physical properties of soil. *Satureja hortensis L* is a one-year plant that is suitable for cultivation in hot and dry areas with adequate light. Considering the importance of medicinal plants and lack of researches conducted on the effect of irrigation stress and different soil textures on *Satureja hortensis L*, the purpose of this research was to investigate the effect of irrigation levels and soil texture on some characteristics and water productivity of *Satureja hortensis L*.

In order to investigate the effect irrigation levels and soil texture on some characteristics and water productivity of *Satureja hortensis L*, a factorial experiment was conducted based on a completely randomized design with 3 replications, and based on pot culture in 2023 in the experimental research greenhouse at university of Torbat-e Jam. In this experiment, the treatments consisted of 3 levels of irrigation (100, 75 and 50% of water requirement) and three soil textures (loam, clay loam and sandy loam). Class A evaporation pan was used to determine water requirement and the water treatments were applied based on it. The nutritional needs of plants at the beginning of the experiment was estimated based on reliable scientific sources and the same amount was provided to plants to ensure that they received the required nutrients at the end of the growth period. The coefficients for initial, development, and middle growth stages of *Satureja hortensis L* plant were considered 0/45, 0/78, and 1/3, respectively. Irrigation cycle was set to every other day. In this study, plant height, shoot and root dry weight, crown area, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, percentage of essential oil, proline and water productivity were measured.

The results showed that apply of deficit irrigation with the amount of 75 and 50% of the water requirement resulted in reduction of 11.62 and 23.37% in plant height, 23.71 and 50.55% in shoot dry weight, and 23.96 and 52.73% in root dry weight, respectively compared to the control treatment (100 percent water requirement). Also, the total amount of water consumed

1- Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Horticulture Plants, University of Torbat-e Jam, Torbat-e Jam, Iran.

* Corresponding Author: y_shamsabadi@tjamcaas.ac.ir

Received: 2024/07/26

Accepted: 2024/08/17

<https://dx.doi.org/10.22034/IWRJ.2024.14877.2620>

by each pot in the treatments of 100, 75 and 50% of water requirement was 12.505, 9.378 and 6.252 liters, respectively. The findings showed that with the application of deficit irrigation, the highest level of water productivity was obtained in loam and sandy loam soil with the 75% water requirement treatment, and in clay loam soil with the control treatment (100% water requirement). Based on the results of this research, it can be concluded that *Satureja hortensis L* was sensitive to the stress of deficit irrigation which could lead to a decrease in the yield and the components of the plant. Also, by the outcomes of the current research, the most suitable soil texture for the better growth of the aerial parts of the *Satureja hortensis L* is loamy texture, so that the highest measurements of plant height, dry weight of aerial parts, dry weight of roots, crown surface, chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll were recorded in this texture. Conversely, the best soil texture in terms of essential oil percentage and proline content was clay loam soil. Considering that the yield of the *Satureja hortensis L* in the condition of 75% deficit irrigation stress did not have a significant decrease and also due to the lack of water in many areas, it is recommended to adopt 75% deficit irrigation treatment in loamy soil, under greenhouse conditions.

Keywords: Clay loam, Deficit irrigation, Loam, Sandy loam.

Citation: Shamsabadi V. Moradi M. and Nastari Nasrabadi H. 2024. Investigating the effect irrigation levels and soil texture on some characteristics and water productivity of *Satureja hortensis L*. Iranian Water Research Journal. 54: ??-??. <https://dx.doi.org/10.22034/IWRJ.2024.14877.2620>