

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 به‌ترتیب 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 به‌ترتیب 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. ۷۵-۸۲. <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 نعنائیان 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. به‌طوری‌که 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 Yousef (2014) به‌منظور 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 فلغلی در شرایط تنش آبی و شوری در حضور سلیوم 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 فلغلی 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 به‌منظور 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 (Ramezanifar et al., 2021). در پژوهشی که به‌منظور 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) به‌منظور 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 به‌دست‌آمده 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 اِعمال 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 آون 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

که WP بهره‌وری آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب آب، 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 نسخه ۹/۴ 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	ظرفیت زراعی حجمی	نقطه پژمردگی دائم حجمی	هدایت الکتریکی	pH	ماده آلی
	(%)	(%)		(g cm ⁻³)	(%)	(%)	(dS m ⁻¹)		(%)
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

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

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	
لوم رسی	۱۲/۵۰۵	۹/۳۷۸	۶/۲۵۲	

نتایج و بحث

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

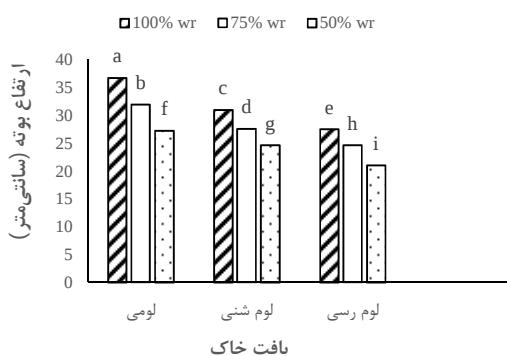
جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح مختلف آبیاری و بافت خاک بر برخی خصوصیات گیاه مرزه

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	۰/۲۱۸	۰/۲۴۱	۰/۲۶۹	۰/۰۱۸	۰/۸۹۵	۰/۴۷۰	۰/۳۰۷	۰/۲۷۸	۰/۰۰۸	۰/۵۲۰
آبیاری	۲	۰/۹۵۲	۰/۱۶۳	۰/۱۷۰	۰/۰۰۸	۰/۶۶۸	۰/۷۵۲	۰/۸۳۸	۰/۳۵۵	۰/۰۴۷	۰/۸۵۶
آبیاری × بافت خاک	۴	۰/۲۴۵	۰/۰۴۱	۰/۰۸۲	۰/۰۰۵	۰/۰۶۷	۰/۰۰۷	۰/۰۶۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۷۶
خطا	۱۸	۰/۴۲۵	۰/۷۰۹	۰/۴۱۹	۰/۰۰۱	۰/۱۲۳	۰/۰۵۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۳۲۶	۴/۲۶۹	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

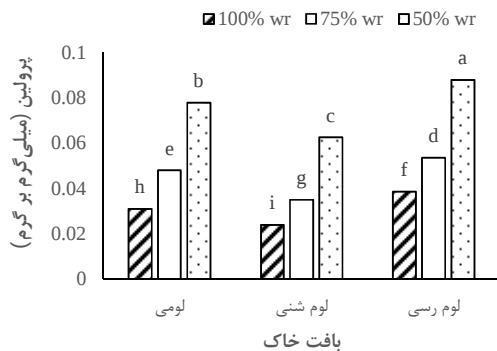
بیشترین ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، کلروفیل آ، کلروفیل ب، کلروفیل کل و بهره‌وری مصرف آب در خاک لومی و کمترین صفات فوق

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 (به‌ترتیب ۱/۶۸ درصد و ۰/۰۸۸ میلی‌گرم بر گرم) در خاک لوم رسی با سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی و کمترین آن‌ها (به‌ترتیب 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.

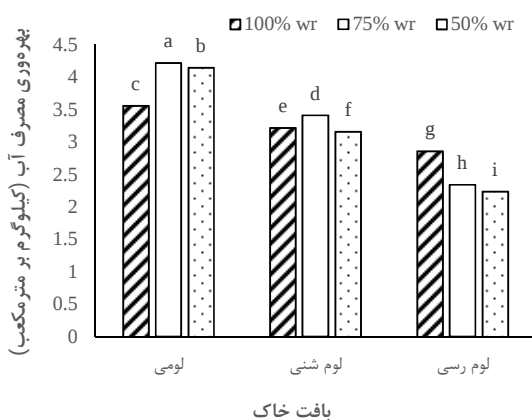


شکل ۱- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح مختلف آبیاری بر ارتفاع بوته گیاه مرزه

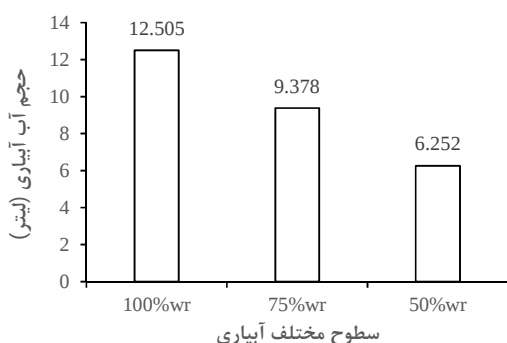
اسانس و پرولین در خاک سنگین نسبت به خاک سبک را می‌توان عدم سهولت دسترسی گیاه به آب دانست؛ به‌طوری‌که استفاده از خاک لوم رسی موجب افزایش ۹ درصدی درصد اسانس و ۱۵ درصدی پرولین نسبت به خاک لومی و نیز افزایش ۳۲/۳ درصدی درصد اسانس و ۵۰ درصدی پرولین نسبت به خاک لوم شنی در گیاه مرزه شد. همچنین نتایج نشان داد 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. (Bahrampour 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 به‌ترتیب



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



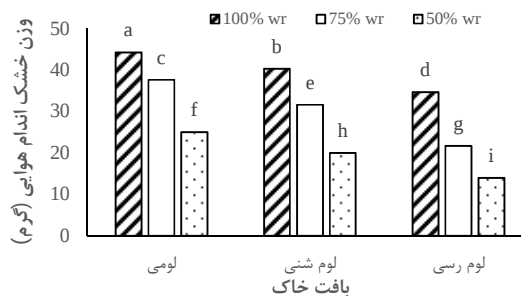
شکل ۷- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر بهره‌وری مصرف آب در گیاه مرزه



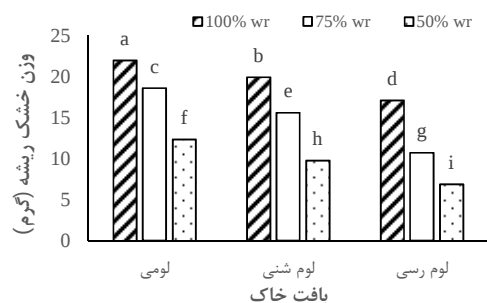
شکل ۸- مقدار حجم آبیاری در سطوح مختلف آبیاری در دوره رشد گیاه

نتیجه‌گیری

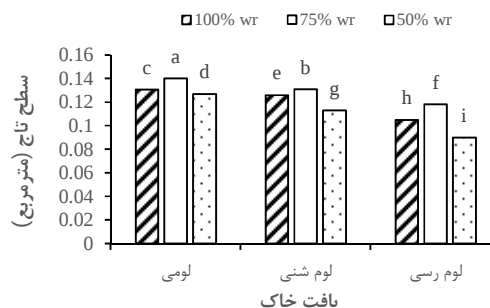
براساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش می‌توان به این نتیجه رسید که اعمال تنش کم‌آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سطح تاج، میزان کلروفیل، درصد اسانس و پرولین



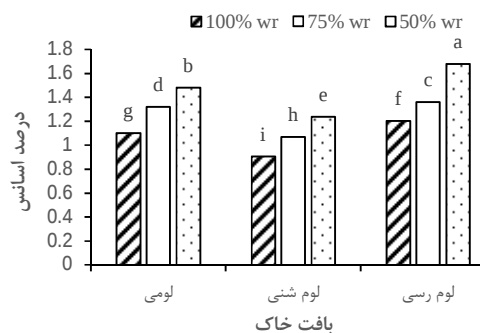
شکل ۲- مقایسه اثر برهمکنش بافت خاک و سطوح آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی گیاه مرزه



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. Bahrampour 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 Elsheitkh 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. & Sodaieizadeh 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 different irrigation regimes. *Journal of*

در گیاه مرزه شد. نتایج نشان داد که اعمال تنش کم‌آبیاری به میزان ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب 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 به‌ترتیب 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 به‌ترتیب 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؛ به‌گونه‌ای 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.
 - 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