مقاله پژوهشی

اثر دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف منگنز و مس بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی سه گونه مرزه (*Saturjea* sp.) در شرایط اصفهان و گلپایگان

سید علیرضا بنی‌طباء[۱]، مهراب یادگاری[۲*]، محمدرضا نادری درباغشاهی[۳]

[۱] گروه زراعت و گیاهان دارویی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد

[۲] مرکز تحقیقات گیاهان دارویی ادویه‌ای و عطری، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد

[۳] گروه زراعت، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۱/۱۶)

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات اقلیم، دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر مس و منگنز بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی سه گونه گیاه دارویی مرزه (*Satureja* sp.) بود. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و به‌صورت فاکتوریل چهار عامل اقلیم، گونه‌های جنس *Satureja*، عناصر کم‌مصرف و دور آبیاری در سه تکرار در سال ۱۳۹۹ انجام شد. اقلیم شامل دو منطقه اصفهان و گلپایگان، گونه‌ها شامل *mutica*، *bachtiarica* و *khuzistanica*، عناصر کم‌مصرف شامل مس و منگنز در سه سطح (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) و دور آبیاری در سه سطح (۳، ۶ و ۹ روز یکبار) بود. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه (۱/۱±۵۷/۵ سانتی‌متر)، تعداد شاخه اصلی (۱/۷±۲۲/۲) و کلروفیل کل (۰/۰۴±۱/۵۷ میلی‌گرم در لیتر) در مرزه خوزستانی در منطقه اصفهان تحت محلول‌پاشی ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مس و منگنز و دور آبیاری سه روز یکبار و بیشترین میزان پرولین (۰/۱±۱۳/۹۹ میکروگرم در گرم ماده تر) در گونه خوزستانی در منطقه اصفهان در دور آبیاری ۹ روز یکبار و در محلول‌پاشی ۴۰ میلی‌گرم در لیتر از مس و منگنز و کمترین مقادیر صفات مورفوفیزیولوژیکی غالباً در گونه جنگلی تحت اقلیم اصفهان، دور آبیاری ۹ روز یکبار و تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر از مس و منگنز حاصل گردید. به‌نظر می‌رسد منطقه اصفهان به‌دلیل داشتن اقلیم نیمه‌خشک برای گونه خوزستانی بهتر بوده و منجر به ایجاد بیشترین صفات مورفوفیزیولوژیکی تحت دور آبیاری سه روز یکبار گردیده است.

واژه‌های کلیدی: اصفهان، اقلیم، کلروفیل، گلپایگان، گیاه دارویی

مقدمه

مرزه (*Satureja* sp.) گیاهی متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است. در ایران این جنس ۱۲ گونه علفی یکساله و چند ساله دارد که ۸ گونه آن مختص ایران است. این گونه‌ها بومی مناطق مدیترانه شرقی و غرب آسیا هستند و در مناطق با اقلیم مرطوب و خاک‌های عمیق تا مناطق با اقلیم خشک آفتابی و خاک‌های سنگلاخی رشد می‌کنند. مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) از گونه‌های انحصاری مرزه در ایران است. ارتفاع گیاهان این گونه، ۲۰ الی ۳۰ سانتی‌متر با قاعده چوبی، میان‌گره‌های کوتاه، ساقه‌های خاکستری، با کرک‌های

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mehrabyadegari@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

کوتاه و نرم، انشعابات گل‌دار افراشته و گل‌ها در خوشه‌ها دارای چندین گل هستند. برگ‌ها به‌صورت مجتمع در طول ساقه قرار گرفته‌اند. رویشگاه طبیعی این گونه در مناطق غرب ایران و از جمله استان چهارمحال و بختیاری است (Mozaffarian, 2008). گونه دیگری از مرزه، خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad) گیاهی بوته‌ای به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر، با ساقه‌های منشعب، پوشیده از کرک‌های زگیل مانند، خیلی کوتاه ساده و غده‌دار، با برگ‌های متراکم، میانگره‌ها کوتاه، به طول ۲ تا ۳ میلی‌متر، کم و بیش هم‌پوش، به طول ۶ تا ۸ و به عرض ۳ تا ۵ میلی‌متر است. رویشگاه طبیعی آن نقاط گرمسیر و نیمه‌مرطوب است. زمان گلدهی در این گونه پاییز است (Mozaffarian, 2008). مرزه جنگلی (*Satureja mutica* Fisch)، گیاهی است بوته‌ای و نسبتاً چوبی، با ارتفاع ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و شاخه‌های گل‌دهنده بسیار زیاد است. حجم رشدی گیاه نیز زیاد بوده و از کرک‌های کوتاه خاکستری رنگ پوشیده شده و رویشگاه طبیعی این گیاه در شمال ایران است (Mozaffarian, 2008). گیاه دارویی مرزه در درمان دردهای عضلانی، کرامپ، تهوع، بیماری‌های عفونی و اسهال کاربرد دارد و همچنین هضم‌کننده غذا، ادرارآور، خلط‌آور، ضددرد، ضدسرطان، محرک و مقوی معده است (Momtaz and Abdollahi, 2008).

با توجه به قرارگرفتن کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک، محدودیت‌های آبی می‌توانند زندگی گیاهان را تحت‌تأثیر قرار داده، تولید محصول را در گیاهان محدود نمایند (نادری و همکاران، ۱۳۹۶). شکل ظاهری و مواد مؤثره گیاهان دارویی از نظر کمی و کیفی، تحت‌تأثیر تغییرات شرایط اقلیمی به شدت دستخوش تغییر می‌شوند. تنش آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش در قابلیت هدایت روزنه‌ها، کاهش در آب‌گیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم که به نحوی کارایی فتوسنتز را کاهش می‌دهند، منجر به کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل و لذا تقلیل فرآیند فتوسنتز می‌گردد (Tamburino *et al.*, 2017; Kulak, 2020; Sasani *et al.*, 2021). در تنش خشکی، مقادیر مواد مؤثره گیاهان دارویی رفتار مختلفی دارند. چنانچه در زمان رسیدگی و بروز تنش خشکی میزان ماده آلفاپینن در گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) کاهش ولی در اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia* L.) افزایش یافت. ترکیبات مؤثره آلفاپینن، لیمونن و اوکالیپتول در مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) کاهش یافت درحالی‌که این ترکیبات در ریحان (*Ocimum basilicum* L.) افزایش یافتند (Kulak, 2020). تنش خشکی منجر به افزایش مواد مؤثره گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) گردید لیکن عملکرد اسانس کاهش یافت (Mumivand *et al.*, 2021). اثرات تنش آبی منجر به کاهش صفات مورفولوژیکی از جمله وزن تر و خشک و کاهش صفات فیزیولوژیکی از جمله فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان کلروفیل در مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) (مهدی شاهیوند، ۱۳۹۱) و چای (*Camellia sinensis* L.) (Hrishikesh *et al.*, 2011) شده است. از سوی دیگر تغذیه گیاهی، نقش بسیار مهمی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارد. عنصر مس، عنصری کم‌مصرف و ضروری برای همه گیاهان عالی است. نقش مهم مس به‌عنوان عنصر غذایی به‌دلیل شرکت آن در ساختمان آنزیم‌های مهم و مشارکت در نقل‌وانتقال الکترون‌ها در واکنش‌های اکسیداسیون-احیا است. مس با تأثیر بر تنظیم و تعدیل اکسین بر ارتفاع ساقه مؤثر است و بواسطه اثرگذاری بر متابولیسم نیتروژن و درنتیجه با تولید اسیدآمینه تریپتوفان و تولید اکسین باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. این عنصر به‌عنوان کوفاکتور برخی از آنزیم‌ها و پروتئین‌ها از قبیل سوپراکسید دیسموتازها، سیتوکروم اکسیداز، گیرنده اتیلن، آسکوربات اکسیداز و دی‌آمین اکسیداز است (Marschner, 1995). عنصر منگنز یکی دیگر از عناصر ضروری در تغذیه گیاهان محسوب شده و به‌دلیل تبدیل حالت‌های اکسیداسیون آن به یکدیگر، در واکنش‌های اکسایش و احیاء نقش مهمی دارد و کمبود آن کارایی فتوسنتز را به‌شدت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

کاهش می‌دهد (Hrishikesh *et al.*, 2012). استفاده از عناصر کم‌مصرف منجر به افزایش صفات مورفوفیزیولوژیکی در آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.)، همیشه‌بهار (*Calendulla officinalis* L.)، گاوزبان (*Borago officinalis* L.) (Yadegari, 2015; 2017b)، بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) (Yadegari, 2017a; Yadegari, 2016)، و مرزه (*Satureja hortensis* L.) (نصیری و همکاران، ۱۳۹۹) گردیده است. با توجه به این‌که استان اصفهان یکی از مناطق دارای پتانسیل فراوان در تولید گیاهان دارویی است؛ و از سوی دیگر با تحقیق در سایت‌های علمی معتبر داخل و خارج از کشور مشخص شد که تاکنون روی عناصر کم‌مصرف مس و منگنز بر روی این گیاه دارویی تحقیقی نشده است؛ این مطالعه به‌منظور دستیابی به بهترین ترکیب میزان محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف مس و منگنز، نوع گونه و دور آبیاری با توجه به میزان تخلیه رطوبتی خاک، در اصفهان و گلپایگان به اجراء در آمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل با چهار عامل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در بهار و تابستان سال ۱۳۹۹ در دو منطقه اصفهان و گلپایگان انجام شد (جداول ۱ و ۲). دور آبیاری (A) در سه سطح (A3 – A1) (۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی) عناصر کم‌مصرف شامل مس (B3 – B1) و منگنز (C3 – C1) در سه سطح (صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) (Yadegari, 2015, 2017a, b) و گونه‌ها (D) شامل *mutica*، *bachtiarica* و *khuzistanica* بود. برای تأمین مس از کود سولفات مس ($CuSO_4$-$5H_2O$) که دارای ۲۴ درصد مس و ۱۳ درصد گوگرد بود و برای تأمین منگنز از کود سولفات منگنز ($MnSO_4$-H_2O) که شامل ۳۲ درصد منگنز و ۲۰ درصد گوگرد بود، به‌صورت محلول‌پاشی استفاده گردید. صفات مورد برآورد مورفولوژیکی، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اصلی و تعداد میان‌گره و شاخص‌های فیزیولوژیکی، عملکرد ماده خشک، کلروفیل کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان اسیدآمینه پرولین، میزان عناصر کم‌مصرف مس و منگنز در اندام هوایی گیاه و محتوای نسبی آب برگ بود. کاشت نشاءهای ۶–۸ برگه از ارقام مرزه تهیه‌شده از شرکت پاکان بذر اصفهان بطور جداگانه بر روی ردیف‌هایی به طول ۶ متر، فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر با فاصله روی ردیف ۱۵ سانتیمتر در تاریخ ۱۴ اردیبهشت سال ۱۳۹۹ انجام شد و بلافاصله آبیاری اولیه انجام گردید. باتوجه به نوع طرح و شکل آن ۸۱ کرت (سه دور آبیاری × سه گونه × سه غلظت مس × سه غلظت منگنز) برای هر تکرار در هر منطقه که هر کدام به مساحت تقریبی ۲۰ متر مربع بود، در نظر گرفته شد. جهت خنثی نمودن اثرات حاشیه، فاصله هر کرت از کرت دیگر دو متر در نظر گرفته شد. در طی داشت گیاهان، عملیاتی مانند وجین علف‌های هرز و کنترل آفات انجام شد. دورهای آبیاری طبق نقشه طرح و پس از استقرار گیاهان، انجام شد. محلول‌پاشی‌ها با فاصله دو هفته یکبار در ابتدای صبح و تا قبل از گلدهی گیاهان در هر دو منطقه، پس از استقرار گیاهان در مرحله ۱۲–۸ برگی صورت پذیرفت. در زمان برداشت هر کرت، یک ردیف به‌عنوان اثر حاشیه، جهت محاسبات در نظر گرفته نشد.

کلروفیل کل با استفاده از روابط ارائه‌شده در منابع علمی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر Varian، مدل CARY-100 به شرح ذیل محاسبه گردید که در این روابط، A663 و A645 به‌ترتیب، میزان خوانده‌شده جذب نور در طول‌موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر است:

$$\text{Chl total (mg/L)} = (20.21 \times A645) + (8.02 \times A663)$$

نهایتاً غلظت رنگیزه‌ها در نمونه‌های برگ به کمک رابطه زیر و برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ محاسبه شد (Dere *et al.*, 1998):

$$\text{رنگیزه برگ} = Cx \times Ve \times D/Ws \times 1000$$

Cx غلظت محاسبه‌شده رنگیزه (میلی‌گرم در لیتر)، Ve حجم کل عصاره (میلی‌لیتر)، D فاکتور رقت و Ws وزن تر نمونه برگ (گرم) است.

پرولین نمونه‌های برگ براساس میکرومول در گرم وزن تر، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۱۵ نانومتر و با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی مناطق

منطقه	مختصات جغرافیایی	ارتفاع	متوسط دما	میانگین‌حداکثردما	میانگین‌حداقل‌دما	متوسط بارش	رطوبت نسبی
		متر	درجه‌سانتی‌گراد			میلی‌متر	درصد
اصفهان	$51^{0}48^{0}$ E-32 $^{0}40^{0}$N	۱۵۵۵	۱۶/۱	۲۱/۲	۲/۱	۱۲۰/۲	۴۱
گلپایگان	$55^{0}32^{0}$ E-33 $^{0}26^{0}$N	۱۸۱۸	۱۲/۲	۱۵/۱	۱/۴	۲۳۳/۱	۵۸

جدول ۲- خصوصیات خاکشناسی مناطق

منطقه	هدایت الکتریکی	اسیدیته	کربن آلی	کل مواد خنثی	نیتروژن	پتاسیم در دسترس	فسفر در دسترس	بافت
	دسی‌زیمنس‌برمتر		(درصد)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		
اصفهان	۰/۹۵	۷/۷۴	۰/۵۵	۱۶/۵	۰/۰۴	۱۲۳	۴/۶	رسی
گلپایگان	۰/۶۵	۷/۴	۰/۷۶	۲۰/۲	۰/۰۸	۱۴۵	۴/۸	لوم رسی

ادامه جدول ۲- خصوصیات خاکشناسی مناطق

منطقه	روی	منگنز	آهن	مس	بور	سرب	کروم	نیکل
	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)							
اصفهان	۰/۶۱	۳/۱	۲/۲	۱/۱	۱/۳۲	۱/۱۵	۰/۸۹	۰/۰۰۱
گلپایگان	۰/۵۵	۲/۲	۱/۱	۱/۲	۰/۹	۰/۸۷	۰/۴۳	--

استفاده از تولوئن به‌عنوان محلول مرجع، محاسبه شد (Bates *et al.*, 1973). عدد ۱۱۵/۵ وزن مولکولی پرولین است.

پرولین = [۱۱۵/۵ (میکروگرم در میکرومول) / حجم عصاره (میلی‌لیتر)× پرولین عصاره (میکروگرم در میلی‌لیتر) [ ]×وزن نمونه (گرم)/۵] برای اندازه‌گیری مس و منگنز اندام هوایی گیاه از روش جذب اتمی شعله‌ای استفاده شد (Perkin Elmer, 1982). سنجش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی از طریق برآورد پتانسیل مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH (1,1-Di Phenyl-2-Picryl Hydrazyl) عصاره گیاه در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر انجام شد (Stojicevic *et al.*, 2008). محتوای نسبی آب برگ با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید که در این فرمول FW وزن برگ کاملاً توسعه-یافته، TW وزن اشباع برگ،DW وزن خشک برگ است (Arnon, 1975):

$$\% R.W.C = (FW-DW) / (TW-DW)$$

تجزیه داده‌های بدست‌آمده با نرم‌افزار SAS ver.9، انجام شد. با استفاده از آزمون Kolmogronov-Smirnov از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج برآمده از سه آزمایش جداگانه در مورد سه نوع گونه مرزه نشان‌دهنده آن است که تیمارهای آزمایشی بر صفات مورد ارزیابی تأثیر معنی‌داری داشتند (جداول آورده نشده است).

ارتفاع گیاه: در صفات مورفولوژیکی، بیشترین ارتفاع گیاه (۱/۱±۵۷/۵ سانتی‌متر) در مرزه خوزستانی تحت تیمار A1B2C2 (آبیاری سه روز یکبار× مس۲۰ میلی‌گرم در لیتر× منگنز۲۰ میلی‌گرم در لیتر) در منطقه اصفهان بدست آمد که هم‌گروه با همین تیمار، مرزه بختیاری (۱/۱±۵۵/۵ سانتی‌متر) در منطقه گلپایگان بود و کمترین میزان توسط گونه جنگلی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

جدول ۳- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه گونه بختیاری (*Saturjea bachtiarica*) در منطقه اصفهان ± خطای استاندارد.*

صفات	A1B1C1	A1B1C2	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C2	A1B2C3	A1B3C1	A1B3C2	A1B3C3
ارتفاع‌بوته	۲۰/۴±۱/۲	۳۴/۲±۱/۲	۳۳/۱±۱/۱	۳۵/۴±۱/۲	۵۰/۵±۱/۱	۲۷/۸±۱/۲	۲۴/۵±۱/۵	۲۴/۱±۱/۵	۲۴/۸±۱/۶
تعدادشاخه‌اصلی	۷/۲±۱/۳	۱۲/۱±۱/۲	۱۰/۳±۱/۷	۱۱/۴±۱/۲	۱۷/۲±۱/۷	۱۵/۸±۱/۲	۱۵/۸±۱/۷	۱۵/۵±۱/۲	۱۳/۵±۱/۷
تعداد میان‌گره	۱۷/۹±۰/۷	۲۱/۲±۰/۷	۲۲/۳±۰/۶	۲۵/۲±۰/۶	۲۴/۲±۰/۲	۲۴/۱±۰/۲	۲۴/۱±۰/۷	۲۳/۱±۰/۷	۲۲/۳±۰/۳
عملکرد	۲۰۵/۵±۱۱/۲	۳۰۴/۵±۱۱/۷	۳۰۳/۴±۹/۳	۳۸۴/۹±۸/۷	۴۲۵/۴±۸/۸	۴۱۲/۷±۷/۳	۳۸۵/۹±۹/۷	۳۸۳/۸±۴/۳	۳۰۴/۶±۶/۷
کلروفیل‌کل	۱/۱۱±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۲	۱/۱±۰/۰۱	۱/۱±۰/۰۲	۱/۳±۰/۰۴	۱/۲±۰/۰۱	۱/۲±۰/۰۱	۱/۲±۰/۰۲	۱/۱۵±۰/۰۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۵±۱/۲	۵۶±۱/۷	۵۷/۴±۱/۷	۵۹/۵±۱/۴	۶۵±۰/۹	۶۳/۱±۰/۹	۶۱/۵±۰/۹	۶۲/۲±۰/۸	۶۲/۸±۰/۸
پرولین	۶/۱۱±۰/۷	۶/۱±۰/۲	۶/۱±۰/۲	۶/۱±۰/۳	۶/۲±۰/۳	۶/۲±۰/۲	۶/۱±۰/۲	۶/۴±۰/۷	۶/۷±۰/۷
مس‌اندام‌هوایی	۲۴/۲±۱/۷	۲۴/۵±۱/۱	۲۳/۷±۱/۲	۲۵/۸±۱/۷	۲۶/۳±۱/۳	۲۵/۴±۱/۵	۲۵/۵±۱/۱	۲۵/۸±۲/۱	۲۵/۳±۱/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۳/۲±۰/۲	۲۵/۶±۰/۷	۲۳/۷±۰/۷	۲۴/۹±۰/۸	۲۴/۱±۰/۸	۲۲/۴±۰/۸	۲۲/۳±۰/۹	۲۲/۶±۰/۹	۲۲/۲±۰/۹
(RWC)	۵۸/۵±۲/۷	۵۹/۷±۱/۲	۶۰/۸±۱/۲	۶۱/۵±۱/۷	۶۲/۵±۱/۷	۶۲/۴±۱/۲	۶۲/۲±۱/۷	۶۲/۱±۲/۲	۶۱/۹±۳/۲

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

ادامه جدول ۳-

صفات	A2B1C1	A2B1C2	A2B1C3	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C3	A2B3C1	A2B3C2	A2B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۹/۴±۱/۵	۳۰/۲±۱/۷	۳۰/۱±۱/۵	۳۱/۴±۱/۲	۴۰/۵±۱/۱	۱۸/۴±۱/۲	۱۹/۲±۱/۷	۲۱/۱±۱/۳	۲۲/۴±۱/۷
تعدادشاخه‌اصلی	۷/۱±۱/۲	۱۱/۱±۱/۷	۹/۳±۱/۲	۱۲/۴±۱/۱	۱۴/۲±۱/۲	۱۰/۱±۰/۷	۱۱/۱±۰/۷	۱۱/۳±۰/۷	۱۱/۴±۰/۷
تعداد میان‌گره	۲۰/۱±۰/۳	۲۰/۲±۰/۷	۲۰/۹±۰/۳	۲۱/۵±۰/۱	۲۱/۴±۰/۱	۱۷/۱±۰/۲	۱۷/۲±۰/۷	۱۶/۴±۰/۷	۱۶/۳±۰/۷
عملکرد	۳۰۵/۸±۷/۳	۲۹۴/۵±۷/۷	۳۲۲/۵±۶/۳	۲۸۱/۵±۵/۷	۳۱۵/۶±۶/۱	۳۳۵/۷±۹/۲	۳۲۶/۷±۹/۷	۲۶۱/۵±۹/۷	۲۵۵/۶±۹/۷
کلروفیل‌کل	۱/۱±۰/۰۲	۱/۱±۰/۰۱	۱/۱±۰/۰۱	۱/۱۴±۰/۰۲	۱/۱۸±۰/۰۱	۱/۱±۰/۰۷	۱/۰۳±۰/۰۶	۱/۰۲±۰/۰۳	۱/۰۱±۰/۰۶
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۶۲/۷±۰/۷	۶۲/۱±۰/۷	۶۳/۵±۰/۸	۶۲/۷±۰/۶	۶۳/۲±۰/۶	۵۴/۹±۰/۷	۵۴/۱±۰/۷	۵۳/۲±۰/۳	۵۲/۲±۰/۷
پرولین	۷/۲±۰/۲	۷/۶±۰/۲	۷/۸±۰/۲	۷/۸±۰/۳	۷/۹±۰/۳	۸/۰۱±۰/۰۲	۸/۰۲±۰/۰۷	۸/۰۳±۰/۰۱	۸/۰۵±۰/۰۲
مس‌اندام‌هوایی	۲۴/۳±۲/۳	۲۴/۵±۱/۱	۲۳/۷±۱/۱	۲۴/۸±۱/۱	۲۳/۹±۲/۱	۲۳/۹±۰/۷	۲۳/۸±۰/۷	۲۳/۷±۰/۳	۲۳/۶±۰/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۳/۷±۰/۷	۲۲/۱±۰/۷	۲۲/۹±۰/۹	۲۲/۸±۰/۲	۲۲/۹±۰/۹	۲۲/۷±۰/۲	۲۱/۷±۰/۷	۲۱/۶±۰/۷	۲۲/۳±۰/۷
(RWC)	۴۴/۸±۱/۷	۴۳/۶±۱/۲	۴۰/۵±۲/۲	۴۰/۶±۱/۲	۳۹/۴±۲/۱	۳۹/۳±۰/۷	۳۸/۲±۰/۷	۳۸/۵±۰/۳	۳۲/۵±۰/۷

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

(موتیکا) در گلپایگان (۸/۱±۱/۲ سانتی‌متر) تحت تیمار A3B3C2 بدست آمد (جداول ۳-۸). عزیزی و همکاران (۱۳۹۷) نیز با بررسی تأثیر اقلیم و تراکم بر جمعیت‌های مختلف گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) گزارش کردند که اقلیم تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع گیاه داشت. اقلیم بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه کنگر صحرایی (*Cirsium arvense* L.) (Amiri *et al.*, 2018)، درمنه (*Artemisia sieberi* Besser) (امیری و همکاران، ۱۳۹۸)،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

ادامه جدول ۳-

صفات	A3B1C1	A3B1C2	A3B1C3	A3B2C1	A3B2C2	A3B2C3	A3B3C1	A3B3C2	A3B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۴/۵±۱/۴	۱۴/۳±۱/۵	۱۴/۵±۰/۷	۱۳/۱±۱/۶	۱۳/۸±۱/۷	۱۳/۴±۰/۹۹	۱۲/۲±۱/۷	۱۲/۱±۱/۲	۱۱/۴±۰/۵۵
تعدادشاخه‌اصلی	۸/۲±۰/۷	۷/۸±۰/۷	۷/۸±۰/۷	۷/۵±۰/۷	۶/۱±۰/۷	۵/۱±۰/۸	۵/۱±۰/۷	۵/۳±۰/۷	۵/۴±۰/۳
تعداد میان‌گره	۱۴/۲±۰/۴	۱۵/۹±۰/۵	۱۵/۵±۰/۷	۱۵/۱±۰/۶	۱۶/۱±۰/۷	۱۵/۱±۰/۸	۱۵/۲±۰/۷	۱۵/۴±۰/۷	۱۴/۳±۰/۷
عملکرد	۱۷۵/۵±۹/۴	۱۸۴/۸±۹/۷	۱۸۲/۵±۹/۷	۱۹۱/۷±۸/۷	۱۹۵/۹±۷/۷	۱۹۵/۸±۶/۷	۱۹۶/۴±۶/۷	۱۸۱/۸±۵/۷	۱۸۵/۶±۵/۷
کلروفیل‌کل	۰/۹۷±۰/۰۷	۱/۰۱±۰/۰۵	۱/۰۱±۰/۰۵	۱/۰۱±۰/۰۷	۰/۹۹±۰/۰۶	۰/۹۹±۰/۰۱	۰/۹۹±۰/۰۲	۰/۹۹±۰/۰۳	۰/۹۹±۰/۰۴
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۴۹/۷±۰/۷	۵۱/۱±۰/۵	۵۲/۹±۰/۷	۵۱/۷±۰/۷	۴۹/۲±۰/۷	۴۹/۹±۰/۷	۵۱/۱±۰/۷	۵۱/۲±۰/۷	۴۹/۲±۰/۷
پرولین	۱۰/۹۸±۰/۰۳	۱۱/۸۹±۰/۰۴	۱۲/۹۱±۰/۰۲	۱۱/۹۲±۰/۰۵	۱۰/۹۳±۰/۰۳	۱۱/۹۵±۰/۰۸	۱۲/۹۷±۰/۰۲	۱۳/۷±۰/۰۷	۱۳/۶±۰/۱
مس‌اندام‌هوایی	۱۸/۲±۰/۷	۲۲/۴±۰/۵	۲۲/۶±۰/۷	۲۲/۷±۰/۷	۲۲/۸±۰/۷	۲۲/۷±۰/۸	۲۳/۶±۰/۷	۲۳/۵±۰/۲	۱۸/۳±۰/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۰/۷±۰/۴	۲۱/۱±۰/۷	۲۱/۹±۰/۷	۲۱/۸±۰/۶	۲۱/۹±۰/۷	۲۱/۶±۰/۷	۲۱/۵±۰/۷	۲۱/۴±۰/۲	۲۱/۹±۰/۳
(RWC)	۲۱/۲±۰/۴	۲۴/۱±۰/۵	۲۴/۴±۰/۷	۲۳/۶±۰/۶	۲۳/۲±۰/۷	۲۳/۱±۰/۸	۲۲/۸±۰/۷	۲۲/۵±۰/۲	۲۱/۵±۰/۷

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

جدول ۴- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه گونه خوزستانی (*Saturjea khuzistanica*) در منطقه اصفهان ± خطای استاندارد.

صفات	A1B1C1	A1B1C2	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C2	A1B2C3	A1B3C1	A1B3C2	A1B3C3
ارتفاع‌بوته	۲۶/۴±۱/۲	۴۱/۲±۱/۲	۳۹/۱±۱/۱	۴۱/۴±۱/۲	۵۷/۵±۱/۱	۳۳/۸±۱/۲	۳۱/۵±۱/۵	۳۱/۱±۱/۵	۲۹/۸±۱/۶
تعدادشاخه‌اصلی	۱۱/۲±۱/۳	۱۵/۱±۱/۲	۱۳/۳±۱/۷	۱۴/۴±۱/۲	۲۲/۲±۱/۷	۱۹/۸±۱/۲	۱۸/۸±۱/۷	۱۷/۵±۱/۲	۱۶/۵±۱/۷
تعداد میان‌گره	۲۰/۹±۰/۷	۲۲/۲±۰/۷	۲۴/۳±۰/۶	۲۴/۵±۰/۹	۲۶/۲±۰/۹	۲۴/۹±۰/۹	۲۶/۵±۰/۷	۲۴/۱±۰/۷	۲۳/۳±۰/۳
عملکرد	۲۷۵/۵±۱۱/۲	۴۱۴/۵±۱۱/۷	۳۶۳/۴±۹/۳	۴۵۴/۹±۸/۷	۵۲۵/۴±۸/۸	۴۷۲/۷±۷/۳	۴۷۵/۹±۹/۷	۴۴۳/۸±۴/۳	۴۱۴/۶±۶/۷
کلروفیل‌کل	۱/۲۴±۰/۰۳	۱/۲۳±۰/۰۲	۱/۲۶±۰/۰۱	۱/۳۳±۰/۰۲	۱/۵۷±۰/۰۴	۱/۴۵±۰/۰۱	۱/۳۹±۰/۰۱	۱/۳۳±۰/۰۲	۱/۳۲±۰/۰۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۶۰/۱±۱/۲	۶۱/۲±۱/۷	۶۵/۴±۱/۷	۶۹/۵±۱/۴	۷۵/۲±۰/۹	۷۱/۱±۰/۹	۶۹/۷±۰/۹	۶۹/۳±۰/۸	۶۸/۹±۰/۸
پرولین	۶/۲۲±۰/۷	۶/۴۵±۰/۲	۶/۵۳±۰/۲	۶/۵۹±۰/۳	۶/۸۱±۰/۳	۶/۸±۰/۲	۶/۸±۰/۲	۶/۹±۰/۷	۶/۹۱±۰/۷
مس‌اندام‌هوایی	۳۰/۵±۱/۷	۳۰/۱±۱/۱	۳۰/۷±۱/۲	۲۹/۸±۱/۷	۳۱/۷±۱/۳	۳۰/۴±۱/۵	۳۱/۱±۱/۱	۳۰/۵±۲/۱	۳۲/۳±۱/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۶/۲±۰/۲	۲۶/۶±۰/۷	۲۸/۷±۰/۷	۲۶/۹±۰/۸	۲۷/۹±۰/۸	۲۸/۴±۰/۸	۲۸/۳±۰/۹	۲۸/۶±۰/۹	۲۸/۲±۰/۹
(RWC)	۶۱/۸±۲/۷	۶۳/۹±۱/۲	۶۴/۶±۱/۲	۶۵/۵±۱/۷	۶۷/۵±۱/۷	۶۵/۴±۱/۲	۶۵/۲±۱/۷	۶۵/۱±۲/۲	۶۵/۹±۳/۲

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

چویل (*Ferulago angulate* Boiss Schltdl.) (Safari *et al.*, 2019)، چای کوهی (*Stachys* L.) (Alimohammadi *et al.*, 2017)، کنگر فرنگی (*Cynara scolymus*) (Yousefi and Yadegari, 2016) و دو گونه مریم‌نخودی (*Teucrium polium* L. و *Teucrium orientale* L.) (Reaisi *et al.*, 2019) اثرگذار بوده است. به‌نظر می‌رسد در عرض جغرافیایی بالاتر به‌دلیل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

ادامه جدول ۴-

صفات	A2B1C1	A2B1C2	A2B1C3	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C3	A2B3C1	A2B3C2	A2B3C3
ارتفاع‌بوته	۲۸/۴±۱/۵	۳۷/۲±۱/۷	۳۶/۱±۱/۵	۳۸/۴±۱/۲	۴۹/۵±۱/۱	۲۵/۱±۱/۲	۳۹/۴±۱/۷	۳۶/۲±۱/۳	۲۵/۴±۱/۷
تعدادشاخه‌اصلی	۱۰/۱±۱/۲	۱۴/۱±۱/۷	۱۲/۳±۱/۲	۱۳/۴±۱/۱	۱۷/۲±۱/۲	۱۱/۱±۰/۷	۱۴/۱±۰/۷	۱۲/۳±۰/۷	۱۳/۴±۰/۷
تعداد میان‌گره	۲۵/۱±۰/۳	۲۴/۲±۰/۷	۲۳/۹±۰/۳	۲۳/۱±۰/۱	۲۲/۱±۰/۱	۲۳/۵±۰/۲	۲۵/۵±۰/۷	۲۲/۳±۰/۷	۲۲/۴±۰/۷
عملکرد	۴۰۵/۸±۷/۳	۴۵۴/۵±۷/۷	۴۳۲/۵±۶/۳	۴۶۱/۵±۵/۷	۴۶۵/۶±۶/۱	۴۴۵/۷±۹/۲	۴۲۶/۷±۹/۷	۴۱۱/۵±۹/۷	۳۷۵/۶±۹/۷
کلروفیل‌کل	۱/۳±۰/۰۲	۱/۳۲±۰/۰۱	۱/۳۳±۰/۰۱	۱/۳۳±۰/۰۲	۱/۳۹±۰/۰۱	۱/۳۶±۰/۱	۱/۳۸±۰/۲	۱/۳±۰/۴	۱/۲۶±۰/۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۶۸/۸±۰/۷	۶۹/۶±۰/۷	۶۸/۷±۰/۸	۶۸/۸±۰/۶	۷۰/۶±۰/۶	۶۸/۵±۰/۵	۶۴/۱±۰/۵	۶۲/۲±۰/۱	۶۰/۲±۰/۷
پرولین	۷/۲۱±۰/۲	۷/۴۵±۰/۲	۷/۷۲±۰/۲	۷/۷۳±۰/۳	۷/۷۹±۰/۳	۷/۶۵±۰/۰۲	۷/۷۷±۰/۰۷	۷/۸۱±۰/۰۱	۷/۸۲±۰/۰۲
مس‌اندام‌هوایی	۲۸/۳±۲/۳	۲۹/۵±۱/۱	۲۸/۷±۱/۱	۲۹/۸±۱/۱	۲۸/۹±۲/۱	۲۸/۷±۰/۲	۲۸/۹±۰/۲	۲۸/۷±۰/۱	۲۸/۵±۰/۱
منگنزاندام‌هوایی	۲۷/۷±۰/۷	۲۸/۱±۰/۷	۲۷/۱±۰/۹	۲۷/۱±۰/۲	۲۷/۱±۰/۹	۲۷/۶±۰/۲	۲۷/۹±۰/۷	۲۷/۶±۰/۷	۲۷/۱±۰/۷
(RWC)	۵۵/۸±۱/۷	۴۷/۶±۱/۲	۴۷/۵±۲/۲	۴۷/۶±۱/۲	۴۵/۴±۲/۱	۴۴/۷±۰/۷	۴۲/۷±۰/۷	۴۱/۸±۰/۳	۴۱/۸±۰/۷

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

ادامه جدول ۴-

صفات	A3B1C1	A3B1C2	A3B1C3	A3B2C1	A3B2C2	A3B2C3	A3B3C1	A3B3C2	A3B3C3
ارتفاع‌بوته	۲۰/۱±۱/۴	۲۰/۸±۱/۵	۲۲/۵±۰/۷	۲۲/۱±۱/۶	۲۲/۸±۱/۷	۲۲/۴±۱/۸	۲۲/۲±۱/۷	۲۳/۱±۱/۲	۲۱/۲±۱/۳
تعدادشاخه‌اصلی	۹/۲±۰/۷	۱۵/۸±۰/۷	۱۶/۸±۰/۷	۱۶/۵±۰/۷	۱۶/۱±۰/۷	۱۴/۱±۰/۸	۱۲/۱±۰/۷	۱۱/۳±۰/۷	۱۰/۴±۰/۳
تعداد میان‌گره	۲۰/۱±۰/۴	۲۰/۹±۰/۵	۲۱/۵±۰/۷	۲۰/۱±۰/۶	۲۱/۱±۰/۷	۱۹/۱±۰/۸	۱۹/۲±۰/۷	۱۸/۴±۰/۷	۱۸/۶±۰/۷
عملکرد	۲۳۱/۵±۹/۴	۲۹۴/۸±۹/۷	۲۸۲/۵±۹/۷	۲۸۱/۷±۸/۷	۲۸۵/۹±۷/۷	۲۵۵/۸±۶/۷	۲۶۶/۴±۶/۷	۲۳۱/۸±۵/۷	۲۲۱/۶±۵/۷
کلروفیل‌کل	۱/۲۳±۰/۱	۱/۲۲±۰/۰۵	۱/۲۳±۰/۰۵	۱/۲۱±۰/۰۷	۱/۲۱±۰/۰۶	۱/۲۱±۰/۰۱	۱/۲۳±۰/۱	۱/۲۲±۰/۱	۱/۲±۰/۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۷/۷±۰/۷	۵۸/۱±۰/۵	۵۸/۹±۰/۷	۵۹/۷±۰/۷	۶۰/۲±۰/۷	۵۹/۹±۰/۷	۶۰/۱±۰/۷	۵۷/۱±۰/۷	۵۷/۳±۰/۷
پرولین	۱۰/۹۱±۰/۰۳	۱۱/۹۱±۰/۰۴	۱۱/۹۲±۰/۰۲	۱۱/۹۲±۰/۰۵	۱۲/۹۳±۰/۰۳	۱۲/۹۵±۰/۰۸	۱۲/۹۷±۰/۰۲	۱۲/۹۴±۰/۰۷	۱۳/۹۹±۰/۱
مس‌اندام‌هوایی	۲۵/۱±۰/۱	۲۷/۶±۰/۵	۲۶/۷±۰/۷	۲۶/۹±۰/۷	۲۵/۹±۰/۷	۲۵/۹±۰/۸	۲۵/۷±۰/۷	۲۶/۸±۰/۲	۲۷/۵±۰/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۴/۱±۰/۴	۲۶/۱±۰/۷	۲۵/۹±۰/۷	۲۷/۸±۰/۶	۲۷/۱±۰/۷	۲۷/۱±۰/۷	۲۷/۱±۰/۷	۲۷/۱±۰/۲	۲۶/۱±۰/۳
(RWC)	۲۶/۱±۰/۴	۲۶/۲±۰/۵	۲۴/۴±۰/۷	۲۴/۶±۰/۶	۲۴/۲±۰/۷	۲۴/۱±۰/۸	۲۳/۸±۰/۷	۲۴/۵±۰/۲	۲۴/۵±۰/۷

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

وجود نور ماوراءبنفش بیشتر، گیاهان ارتفاع کوتاه‌تر و درنتیجه تعداد میان‌گره کمتری دارند. علاوه بر آن شرایط اکولوژیکی و تغذیه‌ای، بر میزان عملکرد و مواد مؤثره گیاهان دارویی حائز اهمیت است (Yousefi and Yadegari, 2016; Yadegari, 2017a, b).

تعداد شاخه اصلی و میان‌گره: بیشترین تعداد شاخه اصلی (۲۲/۲±۱/۷) در مرزه خوزستانی در منطقه اصفهان در تیمار A1B2C2 تولید شد که هم‌گروه با میزان تولیدی (۲۰/۸±۱/۲)

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

جدول ۵- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه گونه جنگلی (*Saturjea mutica*) در منطقه اصفهان ± خطای استاندارد.

صفات	A1B1C1	A1B1C2	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C2	A1B2C3	A1B3C1	A1B3C2	A1B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۸/۴±۱/۲	۳۰/۲±۱/۲	۳۰/۱±۱/۱	۳۲/۴±۱/۲	۴۵/۵±۱/۱	۲۵/۸±۱/۲	۲۲/۵±۱/۵	۲۲/۱±۱/۵	۲۲/۸±۱/۶
تعدادشاخه‌اصلی	۶/۲±۱/۳	۷/۱±۱/۲	۸/۳±۱/۷	۹/۴±۱/۲	۱۱/۲±۱/۷	۱۰/۸±۱/۲	۱۰/۸±۱/۷	۱۰/۵±۱/۲	۹/۵±۱/۷
تعداد میان‌گره	۱۷/۱±۰/۷	۱۹/۱±۰/۷	۲۰/۱±۰/۶	۲۵/۱±۰/۶	۲۴/۴±۰/۲	۲۳/۵±۰/۲	۲۳/۱±۰/۷	۲۳/۱±۰/۷	۲۲/۳±۰/۳
عملکرد	۱۸۵/۵±۱۱/۲	۲۸۴/۵±۱۱/۷	۲۸۳/۴±۹/۳	۳۵۴/۹±۸/۷	۴۰۵/۴±۸/۸	۳۸۲/۷±۷/۳	۳۸۵/۹±۹/۷	۳۸۳/۸±۴/۳	۳۰۴/۶±۶/۷
کلروفیل‌کل	۱/۰۲±۰/۰۳	۱/۰۳±۰/۰۲	۱/۰۱±۰/۰۱	۱/۰۱±۰/۰۲	۱/۱±۰/۰۴	۱/۰۵±۰/۰۱	۱/۰۲±۰/۰۱	۱/۰۲±۰/۰۲	۰/۹۹±۰/۰۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۳/۳±۱/۱	۵۴/۵±۱/۱	۵۶/۴±۱/۱	۵۸/۵±۱/۲	۶۳/۸±۰/۸	۶۳/۱±۰/۹	۶۱/۵±۰/۹	۶۱/۲±۰/۸	۶۱/۸±۰/۸
پرولین	۶/۱±۰/۱	۶/۱±۰/۴	۶/۱±۰/۳	۶/۲±۰/۳	۶/۳±۰/۳	۶/۳±۰/۲	۶/۳±۰/۲	۶/۲±۰/۱	۶/۷±۰/۷
مس‌اندام‌هوایی	۲۵/۲±۱/۱	۲۵/۵±۱/۲	۲۵/۷±۱/۱	۲۵/۸±۱/۷	۲۶/۵±۱/۳	۲۵/۴±۱/۲	۲۵/۵±۱/۱	۲۵/۹±۲/۱	۲۵/۹±۱/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۴/۲±۰/۸	۲۴/۶±۰/۶	۲۴/۷±۰/۶	۲۴/۹±۰/۸	۲۵/۱±۰/۸	۲۳/۴±۰/۸	۲۳/۳±۰/۷	۲۲/۶±۰/۷	۲۲/۲±۰/۹
(RWC)	۵۹/۵±۱/۵	۵۹/۹±۱/۲	۶۰/۹±۱/۲	۶۲/۵±۱/۷	۶۳/۵±۱/۷	۶۲/۴±۱/۲	۶۲/۲±۱/۷	۶۱/۱±۲/۲	۶۱/۵±۳/۲

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

ادامه جدول ۵-

صفات	A2B1C1	A2B1C2	A2B1C3	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C3	A2B3C1	A2B3C2	A2B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۷/۴±۱/۵	۱۷/۲±۱/۷	۱۸/۱±۱/۵	۱۹/۴±۱/۲	۱۸/۵±۱/۱	۱۸/۱±۱/۱	۱۸/۱±۱/۲	۱۹/۱±۱/۳	۲۰/۴±۱/۷
تعدادشاخه‌اصلی	۶/۱±۱/۲	۷/۱±۱/۷	۸/۳±۱/۲	۹/۴±۱/۱	۱۱/۲±۱/۲	۱۱/۱±۰/۱	۱۲/۱±۰/۷	۱۲/۳±۰/۷	۱۲/۴±۰/۷
تعداد میان‌گره	۲۰/۱±۰/۳	۲۰/۲±۰/۷	۲۰/۹±۰/۳	۲۰/۱±۰/۱	۱۹/۱±۰/۱	۱۶/۱±۰/۱	۱۶/۲±۰/۷	۱۶/۴±۰/۷	۱۶/۳±۰/۷
عملکرد	۲۹۵/۸±۷/۳	۲۹۴/۵±۷/۷	۲۹۲/۵±۶/۳	۲۷۱/۵±۵/۷	۲۸۵/۶±۶/۱	۳۲۵/۷±۱۰/۱	۲۸۶/۷±۸/۱	۲۵۱/۵±۹/۷	۲۰۵/۶±۸/۱
کلروفیل‌کل	۰/۹۸±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۱	۰/۹۷±۰/۱	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۸۸±۰/۰۱	۱/۰۱±۰/۰۴	۱/۰۳±۰/۰۱	۱/۰۲±۰/۰۳	۱/۰۴±۰/۰۶
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۶۰/۷±۰/۷	۶۰/۱±۰/۷	۶۰/۵±۰/۸	۵۹/۷±۰/۶	۵۹/۲±۰/۶	۵۴/۱±۰/۱	۵۲/۱±۰/۲	۵۲/۲±۰/۱	۵۱/۲±۰/۲
پرولین	۷/۲±۰/۲	۷/۶±۰/۲	۷/۹±۰/۲	۷/۹±۰/۳	۷/۹±۰/۱	۸/۱۱±۰/۰۵	۸/۱۲±۰/۱	۸/۱۴±۰/۱	۸/۱۷±۰/۲
مس‌اندام‌هوایی	۲۴/۳±۲/۱	۲۴/۵±۱/۱	۲۳/۷±۱/۲	۲۴/۱±۱/۱	۲۳/۷±۱/۳	۲۳/۵±۰/۵	۲۴/۱±۰/۹	۲۴/۷±۰/۳	۲۴/۶±۰/۹
منگنزاندام‌هوایی	۲۳/۷±۰/۵	۲۲/۱±۰/۵	۲۲/۹±۰/۶	۲۲/۵±۰/۲	۲۲/۵±۰/۲	۲۲/۵±۰/۳	۲۲/۷±۰/۲	۲۲/۶±۰/۴	۲۳/۳±۰/۵
(RWC)	۴۴/۵±۱/۵	۴۲/۶±۱/۲	۴۰/۵±۲/۲	۴۰/۶±۱/۲	۳۸/۱±۲/۱	۳۹/۱±۰/۱	۳۸/۱±۰/۱	۳۷/۱±۰/۳	۳۲/۱±۰/۴

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

در منطقه گلپایگان توسط مرزه بختیاری تحت تیمار A1B2C2 بود. کمترین تعداد (۵/۱±۱/۷) بواسطه تیمار A3B3C1 در مرزه بختیاری در منطقه اصفهان مشاهده گردید. بیشترین تعداد میان‌گره در منطقه گلپایگان توسط تیمار A1B2C3 در گونه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

ادامه جدول ۵-

صفات	A3B1C1	A3B1C2	A3B1C3	A3B2C1	A3B2C2	A3B2C3	A3B3C1	A3B3C2	A3B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۴/۹±۱/۴	۱۴/۸±۱/۵	۱۴/۵±۰/۷	۱۳/۱±۱/۶	۱۳/۸±۱/۷	۱۳/۴±۱/۸	۱۲/۲±۱/۷	۱۱/۱±۱/۲	۱۰/۹±۱/۳
تعدادشاخه‌اصلی	۹/۲±۰/۷	۸/۸±۰/۷	۸/۸±۰/۷	۸/۵±۰/۷	۸/۱±۰/۷	۸/۱±۰/۸	۸/۱±۰/۷	۸/۳±۰/۷	۷/۹±۰/۳
تعداد میان‌گره	۱۳/۲±۰/۴	۱۲/۹±۰/۵	۱۲/۵±۰/۷	۱۲/۱±۰/۶	۱۲/۱±۰/۷	۱۱/۱±۰/۸	۱۱/۲±۰/۷	۱۰/۴±۰/۷	۱۰/۳±۰/۷
عملکرد	۱۵۵/۵±۹/۴	۱۴۴/۸±۹/۷	۱۴۲/۵±۹/۷	۱۴۱/۷±۸/۷	۱۴۵/۹±۷/۷	۱۴۵/۸±۶/۷	۱۴۶/۴±۶/۷	۱۳۱/۸±۵/۷	۱۳۵/۶±۵/۷
کلروفیل‌کل	۰/۹۷±۰/۰۷	۰/۹۷±۰/۰۶	۰/۹۷±۰/۰۵	۰/۹۶±۰/۰۷	۰/۹۵±۰/۰۶	۰/۹۵±۰/۰۱	۰/۹۴±۰/۰۲	۰/۹۳±۰/۰۳	۰/۹۳±۰/۰۳
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۴۸/۷±۰/۵	۴۷/۱±۰/۵	۴۷/۹±۰/۷	۴۶/۷±۰/۷	۴۵/۲±۰/۷	۴۵/۹±۰/۷	۴۵/۱±۰/۷	۴۴/۲±۰/۷	۴۴/۲±۰/۷
پرولین	۹/۱±۰/۲	۹/۱±۰/۰۴	۹/۲±۰/۰۲	۹/۳±۰/۰۵	۹/۴۱±۰/۰۳	۹/۴۲±۰/۰۸	۹/۴۳±۰/۰۲	۹/۴۴±۰/۰۷	۹/۴۵±۰/۱
مس‌اندام‌هوایی	۲۳/۲±۰/۵	۲۲/۱±۰/۵	۲۲/۶±۰/۳	۲۲/۷±۰/۲	۲۱/۱±۰/۲	۲۱/۷±۰/۲	۲۰/۶±۰/۷	۲۰/۵±۰/۲	۲۰/۳±۰/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۰/۵±۰/۱	۱۹/۱±۰/۷	۱۹/۹±۰/۷	۱۹/۸±۰/۶	۱۸/۹±۰/۷	۱۸/۶±۰/۷	۱۸/۵±۰/۷	۱۸/۴±۰/۲	۱۸/۱±۰/۳
(RWC)	۲۰/۲±۰/۴	۱۹/۱±۰/۵	۱۹/۴±۰/۷	۱۹/۶±۰/۶	۱۸/۲±۰/۷	۱۸/۱±۰/۸	۱۸/۸±۰/۷	۱۷/۵±۰/۲	۱۷/۱±۰/۷

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

جدول ۶- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه گونه بختیاری (*Saturjea bachtiarica*) در منطقه گلپایگان ± خطای استاندارد.

صفات	A1B1C1	A1B1C2	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C2	A1B2C3	A1B3C1	A1B3C2	A1B3C3
ارتفاع‌بوته	۲۵/۴±۱/۲	۳۹/۲±۱/۲	۳۸/۱±۱/۱	۴۰/۴±۱/۲	۵۵/۵±۱/۱	۳۲/۸±۱/۲	۲۹/۵±۱/۵	۲۹/۱±۱/۵	۲۷/۸±۱/۶
تعدادشاخه‌اصلی	۱۰/۲±۱/۳	۱۵/۱±۱/۲	۱۳/۳±۱/۷	۱۴/۴±۱/۲	۲۰/۲±۱/۷	۲۰/۸±۱/۲	۱۸/۸±۱/۷	۱۷/۵±۱/۲	۱۶/۵±۱/۷
تعداد میان‌گره	۱۹/۹±۰/۷	۲۲/۲±۰/۷	۲۳/۳±۰/۶	۲۴/۲±۰/۶	۲۵/۲±۰/۲	۲۷/۹±۰/۲	۲۴/۵±۰/۷	۲۴/۱±۰/۷	۲۳/۳±۰/۳
عملکرد	۲۵۵/۵±۱۱/۲	۴۰۴/۵±۱۱/۷	۳۵۳/۴±۹/۳	۴۴۴/۹±۸/۷	۵۰۵/۴±۸/۸	۴۶۲/۷±۷/۳	۴۵۵/۹±۹/۷	۴۳۳/۸±۴/۳	۴۰۴/۶±۶/۷
کلروفیل‌کل	۱/۲۱±۰/۰۳	۱/۲۲±۰/۰۲	۱/۲۵±۰/۰۱	۱/۳۲±۰/۰۲	۱/۵±۰/۰۴	۱/۴۴±۰/۰۱	۱/۳۸±۰/۰۱	۱/۳۲±۰/۰۲	۱/۳±۰/۰۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۹±۱/۲	۶۱±۱/۷	۶۴/۴±۱/۷	۶۸/۵±۱/۴	۷۵±۰/۹	۷۰/۱±۰/۹	۶۹/۵±۰/۹	۶۹/۲±۰/۸	۶۸/۸±۰/۸
پرولین	۶/۱۵±۰/۷	۶/۳۳±۰/۲	۶/۴۵±۰/۲	۶/۵۶±۰/۳	۶/۷۶±۰/۳	۶/۸±۰/۲	۶/۷۶±۰/۲	۶/۸۲±۰/۷	۶/۸۵±۰/۷
مس‌اندام‌هوایی	۲۹/۲±۱/۷	۲۹/۵±۱/۱	۲۹/۷±۱/۲	۲۹/۸±۱/۷	۳۱/۳±۱/۳	۳۱/۴±۱/۵	۳۱/۵±۱/۱	۳۱/۸±۲/۱	۳۲/۳±۱/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۵/۲±۰/۲	۲۵/۶±۰/۷	۲۵/۷±۰/۷	۲۵/۹±۰/۸	۲۷/۱±۰/۸	۲۷/۴±۰/۸	۲۷/۳±۰/۹	۲۷/۶±۰/۹	۲۸/۲±۰/۹
(RWC)	۶۱/۵±۲/۷	۶۳/۷±۱/۲	۶۴/۸±۱/۲	۶۳/۵±۱/۷	۶۵/۵±۱/۷	۶۴/۴±۱/۲	۶۴/۲±۱/۷	۶۴/۱±۲/۲	۶۳/۹±۳/۲

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

بختیاری (۲۷/۹±۰/۲) و کمترین میزان تعداد میان‌گره در مرزه جنگلی (۹/۱±۰/۷) توسط تیمار A3B3C1 برآورد گردید که با میزان تولیدی در همین گونه و در منطقه اصفهان (۱۰/۳±۰/۷) توسط تیمار A3B3C3 در یک گروه آماری قرار گرفت (جداول ۳-۸). در تحقیقات قبلی بیان شده است که با افزایش صفات مورفولوژیکی و درنهایت وزن خشک، میزان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

ادامه جدول ۶-

صفات	A2B1C1	A2B1C2	A2B1C3	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C3	A2B3C1	A2B3C2	A2B3C3
ارتفاع‌بوته	۲۴/۴±۱/۵	۳۶/۲±۱/۷	۳۵/۱±۱/۵	۳۷/۴±۱/۲	۵۰/۵±۱/۱	۲۴/۴±۱/۲	۳۸/۲±۱/۷	۳۵/۱±۱/۳	۲۲/۴±۱/۷
تعدادشاخه‌اصلی	۱۰/۱±۱/۲	۱۴/۱±۱/۷	۱۲/۳±۱/۲	۱۳/۴±۱/۱	۱۷/۲±۱/۲	۱۰/۱±۰/۷	۱۴/۱±۰/۷	۱۲/۳±۰/۷	۱۳/۴±۰/۷
تعداد میان‌گره	۲۳/۱±۰/۳	۲۴/۲±۰/۷	۲۳/۹±۰/۳	۲۳/۵±۰/۱	۲۴/۱±۰/۱	۲۲/۱±۰/۲	۲۴/۲±۰/۷	۲۱/۴±۰/۷	۲۱/۳±۰/۷
عملکرد	۳۹۵/۸±۷/۳	۴۴۴/۵±۷/۷	۴۲۲/۵±۶/۳	۴۴۱/۵±۵/۷	۴۵۵/۶±۶/۱	۴۹۵/۷±۹/۲	۵۰۶/۷±۹/۷	۴۰۱/۵±۹/۷	۳۳۵/۶±۹/۷
کلروفیل‌کل	۱/۲۹±۰/۰۲	۱/۳۱±۰/۰۱	۱/۳۱±۰/۰۱	۱/۳۲±۰/۰۲	۱/۳۸±۰/۰۱	۱/۳۵±۰/۰۷	۱/۳۷±۰/۰۶	۱/۳±۰/۰۳	۱/۲۵±۰/۰۶
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۶۸/۷±۰/۷	۶۹/۱±۰/۷	۶۸/۵±۰/۸	۶۸/۷±۰/۶	۷۰/۲±۰/۶	۶۹/۹±۰/۷	۶۵/۱±۰/۷	۶۳/۲±۰/۳	۶۱/۲±۰/۷
پرولین	۷/۱±۰/۲	۷/۵±۰/۲	۷/۶±۰/۲	۷/۷±۰/۳	۷/۷۶±۰/۳	۷/۷۲±۰/۰۲	۷/۷۵±۰/۰۷	۷/۷۷±۰/۰۱	۷/۷۹±۰/۰۲
مس‌اندام‌هوایی	۲۹/۳±۲/۳	۲۹/۵±۱/۱	۲۹/۷±۱/۱	۲۹/۸±۱/۱	۲۹/۹±۲/۱	۲۸/۹±۰/۷	۲۸/۸±۰/۷	۲۸/۷±۰/۳	۲۸/۶±۰/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۷/۷±۰/۷	۲۸/۱±۰/۷	۲۷/۹±۰/۹	۲۷/۸±۰/۲	۲۷/۹±۰/۹	۲۷/۷±۰/۲	۲۷/۷±۰/۷	۲۷/۶±۰/۷	۲۷/۳±۰/۷
(RWC)	۴۸/۸±۱/۷	۴۶/۶±۱/۲	۴۵/۵±۲/۲	۴۶/۶±۱/۲	۴۴/۴±۲/۱	۴۴/۳±۰/۷	۴۲/۲±۰/۷	۴۱/۵±۰/۳	۴۰/۵±۰/۷

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

ادامه جدول ۶-

صفات	A3B1C1	A3B1C2	A3B1C3	A3B2C1	A3B2C2	A3B2C3	A3B3C1	A3B3C2	A3B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۹/۵±۱/۴	۱۹/۸±۱/۵	۲۱/۵±۰/۷	۲۲/۱±۱/۶	۲۲/۸±۱/۷	۲۲/۴±۱/۸	۲۱/۲±۱/۷	۲۰/۱±۱/۲	۲۰/۴±۱/۳
تعدادشاخه‌اصلی	۹/۲±۰/۷	۱۵/۸±۰/۷	۱۶/۸±۰/۷	۱۶/۵±۰/۷	۱۶/۱±۰/۷	۱۴/۱±۰/۸	۱۲/۱±۰/۷	۱۱/۳±۰/۷	۱۰/۴±۰/۳
تعداد میان‌گره	۱۹/۲±۰/۴	۱۹/۹±۰/۵	۲۰/۵±۰/۷	۲۰/۱±۰/۶	۲۱/۱±۰/۷	۲۰/۱±۰/۸	۲۲/۲±۰/۷	۱۹/۴±۰/۷	۱۹/۳±۰/۷
عملکرد	۲۴۵/۵±۹/۴	۳۰۴/۸±۹/۷	۴۲۲/۵±۹/۷	۴۸۱/۷±۸/۷	۴۸۵/۹±۷/۷	۴۵۵/۸±۶/۷	۴۶۶/۴±۶/۷	۳۲۱/۸±۵/۷	۲۵۵/۶±۵/۷
کلروفیل‌کل	۱/۱±۰/۰۱	۱/۲۲±۰/۰۵	۱/۲۵±۰/۰۵	۱/۲۷±۰/۰۷	۱/۲۹±۰/۰۶	۱/۲۶±۰/۰۱	۱/۲۷±۰/۰۲	۱/۲۱±۰/۰۳	۱/۲±۰/۰۴
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۸/۷±۰/۷	۵۹/۱±۰/۵	۵۸/۹±۰/۷	۵۹/۷±۰/۷	۶۰/۲±۰/۷	۵۹/۹±۰/۷	۶۰/۱±۰/۷	۵۹/۲±۰/۷	۵۸/۲±۰/۷
پرولین	۸/۸۵±۰/۰۳	۸/۸۹±۰/۰۴	۸/۹۱±۰/۰۲	۸/۹۲±۰/۰۵	۸/۹۳±۰/۰۳	۸/۹۵±۰/۰۸	۸/۹۷±۰/۰۲	۸/۹۹±۰/۰۷	۹/۱۲±۰/۱
مس‌اندام‌هوایی	۲۸/۲±۰/۷	۲۸/۴±۰/۵	۲۸/۶±۰/۷	۲۸/۷±۰/۷	۲۸/۸±۰/۷	۲۸/۷±۰/۸	۲۸/۶±۰/۷	۲۸/۵±۰/۲	۲۸/۳±۰/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۵/۷±۰/۴	۲۶/۱±۰/۷	۲۵/۹±۰/۷	۲۷/۸±۰/۶	۲۷/۹±۰/۷	۲۷/۶±۰/۷	۲۷/۵±۰/۷	۲۷/۴±۰/۲	۲۶/۹±۰/۳
(RWC)	۲۵/۲±۰/۴	۲۵/۱±۰/۵	۲۴/۴±۰/۷	۲۴/۶±۰/۶	۲۴/۲±۰/۷	۲۴/۱±۰/۸	۲۳/۸±۰/۷	۲۳/۵±۰/۲	۲۲/۵±۰/۷

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

مواد مؤثره افزایش یافته است. این تحقیق نشان داد، وجود مس در کنار منگنز، می‌تواند تا حد غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، دارای اثر تقویتی و ماهیت سینرژیستی و افزایش‌دهنده صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی باشد (جداول ۳-۸). افزایش صفات مورفولوژیکی در اثر کاربرد کودهای کم‌مصرف را می‌توان به افزایش تولید فیتوهورمون‌ها به‌خصوص ایندول

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

جدول ۷- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه گونه خوزستانی (*Saturjea khuzistanica*) در منطقه گلپایگان ± خطای استاندارد.

صفات	A1B1C1	A1B1C2	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C2	A1B2C3	A1B3C1	A1B3C2	A1B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۹/۱±۱/۱	۳۲/۲±۱/۴	۳۳/۱±۱/۱	۳۴/۴±۱/۲	۴۷/۵±۱/۱	۲۸/۸±۱/۲	۲۵/۵±۱/۵	۲۶/۱±۱/۵	۲۸/۸±۱/۶
تعدادشاخه‌اصلی	۷/۲±۰/۹۵	۷/۸±۱/۲	۹/۳±۱/۷	۱۰/۴±۱/۲	۱۲/۲±۱/۷	۱۱/۸±۱/۲	۱۱/۸±۱/۷	۱۱/۵±۱/۲	۹/۵±۱/۷
تعداد میان‌گره	۱۹/۱±۰/۵	۲۰/۱±۰/۷	۲۰/۱±۰/۵	۲۲/۱±۰/۵	۲۵/۴±۰/۲	۲۷/۵±۰/۲	۲۴/۱±۰/۱	۲۳/۱±۰/۱	۲۲/۳±۰/۳
عملکرد	۱۹۱/۵±۱۱/۲	۳۰۴/۵±۱۱/۷	۳۱۳/۴±۹/۳	۳۵۴/۹±۸/۷	۵۰۱/۴±۸/۸	۳۸۲/۷±۷/۳	۳۹۵/۹±۹/۷	۳۸۳/۸±۴/۳	۳۲۴/۶±۶/۷
کلروفیل‌کل	۱/۱±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۲	۱/۲±۰/۰۱	۱/۲±۰/۰۲	۱/۳±۰/۰۴	۱/۲۴±۰/۰۱	۱/۲۵±۰/۰۱	۱/۲±۰/۰۲	۱/۱±۰/۰۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۵/۳±۱/۴	۵۴/۵±۱/۳	۵۵/۴±۱/۲	۵۹/۵±۱/۱	۶۵/۸±۰/۷	۶۶/۱±۰/۳	۶۳/۵±۰/۳	۶۲/۲±۰/۴	۶۱/۸±۰/۸
پرولین	۶/۰۲±۰/۲	۶/۲±۰/۲	۶/۲±۰/۱	۶/۲±۰/۳	۶/۲±۰/۱	۶/۳±۰/۲	۶/۳±۰/۲	۶/۵±۰/۱	۶/۷±۰/۷
مس‌اندام‌هوایی	۲۷/۲±۱/۱	۲۷/۵±۱/۲	۲۸/۷±۱/۱	۲۸/۸±۱/۷	۲۹/۵±۱/۳	۲۷/۴±۱/۲	۲۷/۵±۱/۱	۲۶/۹±۲/۱	۲۶/۵±۱/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۵/۲±۰/۴	۲۵/۶±۰/۴	۲۵/۷±۰/۶	۲۵/۹±۰/۸	۲۶/۱±۰/۸	۲۵/۴±۰/۸	۲۴/۳±۰/۷	۲۴/۶±۰/۷	۲۲/۲±۰/۹
(RWC)	۶۱/۵±۱/۵	۶۱/۹±۱/۲	۶۲/۹±۱/۲	۶۵/۵±۱/۷	۶۷/۵±۱/۷	۶۵/۴±۱/۲	۶۳/۲±۱/۱	۶۳/۱±۲/۲	۶۱/۵±۳/۲

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

ادامه جدول ۷-

صفات	A2B1C1	A2B1C2	A2B1C3	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C3	A2B3C1	A2B3C2	A2B3C3
ارتفاع‌بوته	۲۰/۴±۱/۵	۲۱/۲±۱/۷	۲۰/۱±۱/۵	۲۱/۴±۱/۲	۲۰/۵±۱/۱	۱۹/۱±۱/۱	۱۹/۱±۱/۲	۲۰/۱±۱/۳	۲۱/۴±۱/۷
تعدادشاخه‌اصلی	۷/۱±۱/۲	۷/۱±۱/۷	۸/۳±۱/۲	۸/۴±۱/۱	۱۲/۲±۱/۲	۱۲/۱±۰/۱	۱۴/۱±۰/۷	۱۴/۳±۰/۷	۱۳/۴±۰/۷
تعداد میان‌گره	۲۱/۱±۰/۳	۲۰/۲±۰/۷	۲۱/۱±۰/۳	۲۱/۱±۰/۱	۲۰/۱±۰/۱	۱۷/۱±۰/۲	۱۷/۲±۰/۷	۱۷/۴±۰/۷	۱۸/۳±۰/۷
عملکرد	۳۰۵/۸±۷/۳	۳۰۴/۵±۷/۷	۳۰۲/۵±۶/۳	۲۹۱/۵±۵/۷	۳۰۵/۶±۶/۱	۳۵۵/۷±۱۰/۱	۳۰۶/۷±۸/۱	۳۰۱/۵±۹/۷	۲۸۵/۶±۸/۱
کلروفیل‌کل	۰/۹۹±۰/۰۲	۰/۹۹±۰/۰۱	۰/۹۸±۰/۱	۰/۹۸±۰/۰۲	۰/۹۲±۰/۰۱	۱/۱۲±۰/۰۴	۱/۱۳±۰/۰۱	۱/۱۴±۰/۰۳	۱/۱۵±۰/۰۶
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۶۱/۷±۰/۷	۶۰/۹±۰/۷	۶۰/۵±۰/۸	۵۹/۵±۰/۵	۵۹/۱±۰/۱	۵۴/۵±۰/۵	۵۴/۱±۰/۲	۵۳/۲±۰/۱	۵۲/۲±۰/۲
پرولین	۷/۵±۰/۲	۷/۶±۰/۲	۷/۹±۰/۲	۷/۹±۰/۴	۸/۱۹±۰/۲	۸/۱۵±۰/۱	۸/۱۷±۰/۳	۸/۲۱±۰/۳	۸/۲۲±۰/۴
مس‌اندام‌هوایی	۲۵/۳±۲/۱	۲۴/۵±۱/۱	۲۳/۷±۱/۲	۲۳/۱±۱/۱	۲۲/۹±۱/۱	۲۵/۵±۰/۷	۲۶/۱±۰/۸	۲۶/۷±۰/۳	۲۶/۶±۰/۹
منگنزاندام‌هوایی	۲۲/۷±۰/۵	۲۲/۱±۰/۵	۲۲/۹±۰/۶	۲۲/۱±۰/۲	۲۱/۱±۰/۲	۲۴/۵±۰/۳	۲۴/۷±۰/۲	۲۳/۶±۰/۴	۲۳/۳±۰/۵
(RWC)	۴۵/۵±۱/۱	۴۳/۶±۱/۲	۴۱/۵±۲/۱	۴۰/۶±۱/۲	۳۹/۱±۱/۱	۴۰/۲±۰/۲	۳۹/۱±۰/۱	۳۹/۱±۰/۳	۳۵/۱±۰/۴

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

استیک اسید نسبت داد (Wibowo, 2007).

عملکرد اندام هوایی: بیشترین میزان عملکرد اندام هوایی (۵۲۵/۴±۸/۸ کیلوگرم در هکتار) در منطقه اصفهان، در مرزه خوزستانی توسط تیمار A1B2C2 تولید شد که با میزان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

ادامه جدول ۷-

صفات	A3B1C1	A3B1C2	A3B1C3	A3B2C1	A3B2C2	A3B2C3	A3B3C1	A3B3C2	A3B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۶/۹±۱/۴	۱۶/۸±۱/۵	۱۶/۵±۰/۷	۱۵/۱±۱/۲	۱۴/۸±۱/۲	۱۳/۴±۱/۱	۱۲/۲±۱/۷	۱۲/۱±۱/۲	۱۱/۲±۱/۳
تعدادشاخه‌اصلی	۱۱/۲±۰/۷	۱۰/۸±۰/۷	۹/۸±۰/۷	۹/۵±۰/۷	۹/۴±۰/۷	۹/۳±۰/۸	۹/۱±۰/۷	۸/۳±۰/۷	۸/۵±۰/۳
تعداد میان‌گره	۱۵/۲±۰/۴	۱۴/۹±۰/۵	۱۴/۵±۰/۷	۱۴/۱±۰/۶	۱۳/۱±۰/۷	۱۲/۱±۰/۸	۱۱/۲±۰/۷	۱۱/۱±۰/۷	۱۱/۳±۰/۷
عملکرد	۲۱۵/۵±۹/۴	۲۰۴/۸±۹/۷	۱۹۲/۵±۹/۷	۱۸۱/۷±۸/۷	۱۵۵/۹±۷/۷	۱۴۵/۸±۶/۷	۱۳۶/۴±۶/۷	۱۳۱/۸±۵/۷	۱۲۹/۶±۳/۷
کلروفیل‌کل	۱/۰۶±۰/۰۷	۰/۹۹±۰/۰۶	۰/۹۹±۰/۰۵	۰/۹۷±۰/۰۷	۰/۹۷±۰/۰۶	۰/۹۶±۰/۰۱	۰/۹۵±۰/۰۲	۰/۹۵±۰/۰۳	۰/۹۵±۰/۰۳
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۴۹/۷±۰/۵	۴۸/۱±۰/۵	۴۷/۹±۰/۱	۴۷/۷±۰/۱	۴۶/۲±۰/۱	۴۵/۸±۰/۷	۴۵/۵±۰/۷	۴۴/۹±۰/۹	۴۴/۸±۰/۹
پرولین	۹/۵±۰/۵	۹/۴±۰/۱	۹/۴±۰/۱	۹/۳±۰/۱	۹/۲±۰/۲	۹/۲±۰/۳	۹/۲±۰/۰۲	۹/۲۱±۰/۱	۹/۷±۰/۱
مس‌اندام‌هوایی	۲۵/۲±۰/۵	۲۴/۱±۰/۵	۲۴/۶±۰/۳	۲۳/۷±۰/۵	۲۲/۱±۰/۵	۲۱/۷±۰/۵	۲۱/۶±۰/۷	۲۰/۵±۰/۲	۲۱/۳±۰/۵
منگنزاندام‌هوایی	۲۲/۵±۰/۱	۲۰/۱±۰/۴	۲۰/۹±۰/۵	۱۹/۸±۰/۳	۱۸/۶±۰/۷	۱۸/۴±۰/۷	۱۸/۳±۰/۷	۱۸/۱±۰/۲	۱۸/۱±۰/۶
(RWC)	۲۸/۲±۰/۱	۲۵/۱±۰/۵	۲۲/۴±۰/۷	۲۲/۶±۰/۶	۲۱/۲±۰/۷	۲۱/۱±۰/۸	۲۰/۸±۰/۷	۲۰/۵±۰/۲	۱۹/۱±۰/۵

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

جدول ۸- مقایسات میانگین صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرزه گونه جنگلی (*Saturjea mutica*) در منطقه گلپایگان ± خطای استاندارد.

صفات	A1B1C1	A1B1C2	A1B1C3	A1B2C1	A1B2C2	A1B2C3	A1B3C1	A1B3C2	A1B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۵/۱±۱/۲	۲۵/۲±۱/۲	۲۶/۱±۱/۲	۲۷/۴±۱/۲	۳۹/۵±۱/۱	۳۱/۸±۱/۲	۲۷/۵±۱/۵	۲۵/۱±۱/۵	۲۳/۸±۱/۶
تعدادشاخه‌اصلی	۵/۲±۰/۹۵	۵/۸±۱/۲	۶/۳±۱/۷	۷/۴±۱/۲	۹/۲±۱/۷	۹/۸±۱/۲	۸/۸±۱/۷	۸/۵±۱/۲	۷/۵±۱/۷
تعداد میان‌گره	۱۵/۱±۰/۵	۱۶/۱±۰/۷	۱۶/۱±۰/۵	۱۸/۱±۰/۵	۲۱/۴±۰/۲	۲۲/۵±۰/۲	۲۰/۱±۰/۱	۱۹/۱±۰/۱	۱۸/۳±۰/۳
عملکرد	۱۵۱/۵±۱۱/۲	۲۱۴/۵±۱۱/۷	۲۲۳/۴±۹/۳	۲۵۴/۹±۸/۷	۳۷۱/۴±۸/۸	۳۵۲/۷±۷/۳	۳۹۵/۹±۹/۷	۳۰۳/۸±۴/۳	۲۷۴/۶±۶/۷
کلروفیل‌کل	۰/۹۸±۰/۰۳	۰/۹۹±۰/۰۲	۱/۰۲±۰/۰۱	۱/۰۳±۰/۰۲	۱/۱±۰/۰۴	۱/۰۷±۰/۰۱	۱/۰۶±۰/۰۱	۱/۰۶±۰/۰۲	۱/۰۱±۰/۰۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۰/۳±۱/۱	۴۹/۵±۱/۲	۴۹/۴±۱/۱	۵۵/۵±۱/۱	۶۱/۸±۰/۷	۵۸/۱±۰/۳	۵۲/۵±۰/۳	۵۳/۲±۰/۴	۵۵/۸±۰/۸
پرولین	۶/۱±۰/۲	۶/۲±۰/۲	۶/۳±۰/۱	۶/۳±۰/۳	۶/۳±۰/۱	۶/۳±۰/۲	۶/۳±۰/۲	۶/۴±۰/۱	۶/۵±۰/۷
مس‌اندام‌هوایی	۲۵/۲±۱/۱	۲۵/۵±۱/۱	۲۶/۷±۰/۹	۲۶/۸±۱/۳	۲۸/۵±۱/۳	۲۷/۶±۱/۲	۲۷/۸±۱/۱	۲۷/۲±۲/۱	۲۷/۱±۱/۷
منگنزاندام‌هوایی	۲۴/۲±۰/۲	۲۴/۶±۰/۴	۲۳/۷±۰/۶	۲۴/۹±۰/۸	۲۵/۱±۰/۸	۲۴/۴±۰/۸	۲۳/۳±۰/۷	۲۳/۶±۰/۷	۲۳/۲±۰/۹
(RWC)	۵۸/۵±۱/۲	۵۸/۹±۱/۲	۶۰/۹±۱/۳	۶۲/۵±۱/۷	۶۴/۵±۱/۲	۶۱/۴±۱/۲	۵۹/۲±۱/۱	۵۸/۱±۱/۲	۵۸/۵±۳/۲

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

تولیدی در مرزه بختیاری (۸/۸±۵۰۵/۴ کیلوگرم در هکتار) در منطقه گلپایگان توسط همین تیمار در یک گروه قرار گرفت. کمترین میزان (۳/۷±۸۹/۶ کیلوگرم در هکتار) در گونه جنگلی تحت تیمار A3B3C3 در منطقه گلپایگان بدست آمد. در مجموع دو ناحیه، عملکرد بدست آمده توسط گونه بختیاری بیشتر بود (جداول ۳-۸). می‌توان علت این امر را به تفاوت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

ادامه جدول ۸-

صفات	A2B1C1	A2B1C2	A2B1C3	A2B2C1	A2B2C2	A2B2C3	A2B3C1	A2B3C2	A2B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۹/۴±۱/۵	۱۷/۲±۱/۷	۱۶/۱±۱/۳	۱۵/۴±۱/۳	۱۴/۵±۱/۳	۱۷/۱±۱/۱	۱۷/۱±۱/۲	۱۸/۱±۱/۳	۱۹/۴±۱/۷
تعدادشاخه‌اصلی	۶/۱±۱/۲	۵/۱±۱/۷	۶/۳±۱/۲	۵/۴±۱/۱	۶/۲±۱/۲	۱۰/۱±۰/۹	۱۰/۱±۰/۹	۱۱/۳±۰/۷	۱۰/۴±۰/۷
تعداد میان‌گره	۱۷/۱±۰/۳	۱۶/۲±۰/۷	۱۶/۱±۰/۳	۱۶/۱±۰/۱	۱۶/۱±۰/۱	۱۵/۱±۰/۵	۱۵/۲±۰/۷	۱۵/۴±۰/۷	۱۵/۳±۰/۷
عملکرد	۲۶۵/۸±۷/۳	۲۵۴/۵±۷/۷	۲۵۲/۵±۶/۳	۲۴۱/۵±۵/۷	۲۳۵/۶±۶/۱	۲۹۵/۷±۸/۱	۲۵۶/۷±۸/۱	۲۵۱/۵±۹/۷	۲۴۵/۶±۸/۱
کلروفیل‌کل	۰/۹۵±۰/۰۲	۰/۹۴±۰/۰۱	۰/۹۳±۰/۱	۰/۹۲±۰/۰۲	۰/۸۵±۰/۰۱	۱/۱±۰/۰۱	۱/۰۱±۰/۰۱	۱/۰۱±۰/۰۳	۰/۹۹±۰/۰۶
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۵۴/۷±۰/۷	۵۵/۹±۰/۷	۵۵/۵±۰/۳	۵۴/۵±۰/۳	۵۴/۱±۰/۲	۵۱/۵±۰/۳	۴۹/۱±۰/۲	۵۰/۲±۰/۱	۴۹/۲±۰/۲
پرولین	۷/۷±۰/۲	۷/۷±۰/۲	۷/۹±۰/۲	۸/۰۱±۰/۴	۸/۰۴±۰/۲	۸/۷±۰/۲	۸/۷۲±۰/۳	۸/۷۷±۰/۳	۸/۹۲±۰/۴
مس‌اندام‌هوایی	۲۶/۷±۲/۱	۲۴/۹±۱/۱	۲۴/۷±۱/۲	۲۴/۱±۱/۱	۲۳/۹±۱/۱	۲۴/۵±۰/۱	۲۵/۱±۰/۸	۲۵/۷±۰/۳	۲۴/۶±۰/۹
منگنزاندام‌هوایی	۲۲/۵±۰/۵	۲۲/۱±۰/۵	۲۲/۱±۰/۱	۲۱/۱±۰/۱	۲۱/۱±۰/۲	۲۲/۵±۰/۱	۲۲/۷±۰/۲	۲۱/۶±۰/۴	۲۱/۳±۰/۵
(RWC)	۵۲/۵±۱/۱	۴۵/۶±۱/۲	۴۱/۳±۲/۱	۳۸/۶±۱/۲	۳۶/۱±۱/۳	۳۸/۲±۰/۱	۳۷/۱±۰/۱	۳۷/۱±۰/۳	۳۳/۱±۰/۴

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

ادامه جدول ۸-

صفات	A3B1C1	A3B1C2	A3B1C3	A3B2C1	A3B2C2	A3B2C3	A3B3C1	A3B3C2	A3B3C3
ارتفاع‌بوته	۱۴/۹±۱/۴	۱۴/۸±۱/۵	۱۴/۵±۰/۷	۱۳/۱±۱/۲	۱۲/۸±۱/۲	۱۲/۴±۱/۱	۱۰/۲±۱/۷	۸/۱±۱/۲	۸/۸±۱/۳
تعدادشاخه‌اصلی	۹/۲±۰/۷	۸/۸±۰/۷	۸/۸±۰/۷	۷/۵±۰/۷	۷/۴±۰/۷	۷/۳±۰/۸	۷/۱±۰/۷	۷/۷±۰/۷	۶/۵±۰/۳
تعداد میان‌گره	۱۳/۲±۰/۴	۱۲/۹±۰/۵	۱۲/۵±۰/۷	۱۲/۱±۰/۶	۱۱/۱±۰/۷	۱۰/۱±۰/۸	۹/۱±۰/۷	۹/۴±۰/۷	۹/۳±۰/۷
عملکرد	۱۷۵/۵±۹/۴	۱۵۴/۸±۹/۷	۱۴۲/۵±۹/۷	۱۳۱/۷±۸/۷	۱۰۵/۹±۷/۷	۱۰۵/۸±۶/۷	۱۰۶/۴±۶/۷	۹۱/۸±۵/۷	۸۹/۶±۳/۷
کلروفیل‌کل	۰/۹۴±۰/۰۷	۰/۹۳±۰/۰۶	۰/۹۴±۰/۰۵	۰/۹۳±۰/۰۷	۰/۹۳±۰/۰۶	۰/۹۲±۰/۰۱	۰/۹۲±۰/۰۲	۰/۹۱±۰/۰۱	۰/۹۱±۰/۰۱
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۴۸/۷±۰/۵	۴۵/۱±۰/۵	۴۳/۹±۰/۱	۴۲/۷±۰/۱	۴۳/۲±۰/۱	۴۲/۸±۰/۷	۴۲/۵±۰/۷	۴۱/۹±۰/۸	۴۱/۸±۰/۲
پرولین	۹/۷±۰/۵	۹/۸±۰/۱	۹/۸±۰/۱	۹/۸±۰/۱	۹/۸±۰/۲	۹/۸±۰/۳	۹/۹±۰/۰۲	۹/۹±۰/۱	۹/۹۵±۰/۲
مس‌اندام‌هوایی	۲۳/۲±۰/۵	۲۲/۱±۰/۵	۲۱/۶±۰/۳	۱۹/۷±۰/۵	۱۹/۱±۰/۵	۱۸/۷±۰/۵	۱۸/۶±۰/۷	۱۷/۵±۰/۲	۱۷/۳±۰/۱
منگنزاندام‌هوایی	۲۰/۵±۰/۱	۱۸/۱±۰/۴	۱۸/۹±۰/۵	۱۷/۸±۰/۳	۱۶/۶±۰/۷	۱۶/۴±۰/۷	۱۶/۳±۰/۷	۱۶/۱±۰/۲	۱۶/۱۲±۰/۱
(RWC)	۲۵/۲±۰/۱	۲۳/۱±۰/۵	۱۹/۴±۰/۷	۱۹/۶±۰/۶	۱۹/۲±۰/۷	۱۹/۱±۰/۸	۱۸/۸±۰/۷	۱۸/۵±۰/۲	۱۷/۱±۰/۱

*** A1 – A3: دور آبیاری در سه سطح ۳، ۶ و ۹ روز یکبار به‌ترتیب برابر با ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی. B1 – B3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف مس در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر. C1 – C3: محلول‌پاشی عنصر کم‌مصرف منگنز در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر.**

عوامل محیطی منطقه گلپایگان همچون تغییر در مقدار بارش، تابش خورشید، اثرات باد، اختلاف دمای روز و شب، ابر و رطوبت، کاهش تبخیر و کاهش میانگین دما و کوتاه‌شدن دوره رشد رویشی با افزایش ارتفاع بیان نمود. این علل در تحقیقات قبلی به اثبات رسیده است (Yousefi and Yadegari, 2016; Amiri *et al.*, 2018; Safari *et al.*, 2019). استفاده از کودهای

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

شیمیایی موجب افزایش عملکرد گیاه و بازده اسانس گیاه مرزه می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۴۰۰). انتقال مواد فتوسنتزی تحت‌تأثیر تنش آب قرار می‌گیرد و موجب اشباع برگ‌ها از این مواد می‌شود که ممکن است فتوسنتز را محدود نماید. بدیهی است که با محدودشدن کمبود آب، رشد گیاه و نهایتاً عملکرد آن دچار نقصان می‌شود و توقف رشد، افزایش سطوح پرولین و اسید آبسیزیک و نیز کاهش جنین‌زایی بوجود می‌آید (Tamburino *et al*., 2017; Kulak, 2020; Sasani *et al*., 2021).

کلروفیل کل: بیشترین میزان کلروفیل کل (۱/۵۷±۰/۰۴ میلی‌گرم در لیتر) در تیمار A1B2C2 در مرزه خوزستانی در منطقه اصفهان و کمترین میزان (۰/۸۸±۰/۰۱ میلی‌گرم لیتر) بواسطه تیمار A2B2C2 تحت منطقه اصفهان در مرزه جنگلی تولید شد. با توجه به این‌که عمده‌ترین عامل مؤثر بر رشد و تولید گیاهان، میزان جذب نور توسط برگ‌ها و تبدیل آن به مواد فتوسنتزی است، افزایش میزان سطح برگ، باعث افزایش میزان جذب نور می‌شود که به افزایش عملکرد منجر می‌شود (Wibowo, 2007; Marschner, 1995). تحقیقات سایر محققین در مورد گیاهان دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)، گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.)، قدومه (*Alyssum desertorum* L.)، همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) و آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) (Yadegari, 2017a, b) و نعناع فلفلی (Figurera *et al*., 2014) نیز به نقش کم‌مصرف‌ها تأکید گردیده است. کاربرد محلول غذایی از طریق افزایش سطح برگ و فراهم‌نمودن زمینه مناسب جهت دریافت انرژی و نیز شرکت در ساختار کلروفیل و آنزیم‌های درگیر در متابولیسم کربن فتوسنتزی موجب افزایش بازده فتوسنتزی می‌شود. تنش آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته‌شدن روزنه‌ها، کاهش در قابلیت هدایت روزنه‌ها، کاهش در آب‌گیری کلروپلاست و سایر بخش‌های پروتوپلاسم، کاهش سنتز پروتئین و کلروفیل سبب تقلیل فرآیند فتوسنتز می‌گردد. تنش آب بطور مستقیم می‌تواند بر فرآیندهای بیوشیمیایی مربوط به فتوسنتز اثر گذاشته و بطور غیرمستقیم ورود دی‌اکسید کربن به داخل روزنه‌ها را که به‌علت شرایط کم‌آبی بسته‌اند کاهش می‌دهد و نهایتاً منجر به کاهش کلروفیل گیاهی می‌شود (Esch *et al*., 2019). با افزایش تنش آبی میزان وزن گیاه بارهنگ (*Plantago ovate* L.) و سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) (Bannayan *et al*., 2008) و مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) (Bettaieb *et al*., 2009) کاهش یافت.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در منطقه اصفهان در مرزه خوزستانی (۷۵/۲±۰/۹) توسط تیمار A1B2C2 بدست آمد که هم‌گروه با میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی ایجادشده توسط مرزه بختیاری (۷۵±۰/۹) توسط تیمار A1B2C3 در منطقه گلپایگان بود. کمترین میزان (۴۱/۸±۰/۲) در گونه جنگلی در منطقه گلپایگان بواسطه تیمار A3B3C3 بوجود آمد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی مرزه به‌دلیل بازداشتن و یا ایجاد تأخیر در اکسیداسیون مولکول‌ها با مهار ایجاد و تکثیر فعالیت‌های زنجیره اکسیداسیون است (Momtaz and Abdollahi, 2008).

مس و منگنز اندام هوایی: بیشترین مقدار مس اندام هوایی (۳۲/۳±۱/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در مرزه بختیاری در منطقه گلپایگان توسط تیمار A1B3C3 تولید شد که با مقدار تولیدی مرزه خوزستانی (۳۱/۷±۱/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در اصفهان تحت تیمار A1B1C2 در یک گروه آماری قرار گرفت. کمترین مقدار (۱۸/۲±۰/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در مرزه بختیاری و در اصفهان تحت تیمار A3B1C1 بدست آمد. بیشترین میزان منگنز اندام هوایی (۲۸/۲±۰/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در گلپایگان توسط تیمار A1B3C3 در گونه مرزه بختیاری بدست آمد. کمترین مقدار (۱۶/۱±۰/۲میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) در همین منطقه توسط گونه جنگلی تحت تیمار A3B3C2 بدست آمد (جداول ۳–۸). مس با تأثیر بر تنظیم و تعدیل اکسین بر صفات مورفولوژیکی گیاهان از جمله طول ساقه مؤثر بوده و با تأثیر بر متابولیسم نیتروژن و تولید اسیدآمینه تریپتوفان باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف از جمله مس در گیاه، باعث افزایش وزن، تعداد میان‌گره و طول میان‌گره می‌شود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

(یوسف‌زایی و همکاران، ۱۳۹۴). گزارش گردیده که مس در غلظت‌های زیاد (۶۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) عملکرد و ارتفاع گیاه شوید (*Anetum gravolens* L.) را کاهش می‌دهد و تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر مس، به ظهور علایم سمیت و بازدارندگی رشد می‌شود (Zheljazkov *et al*., 2006). کمبود عناصر کم‌مصرف به‌علت تأثیر سوء بر بیوسنتز اکسین می‌تواند منجر به کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود (Kohnaward *et al*., 2012). کمبود مس به‌عنوان یک نارسایی تغذیه‌ای در گیاهان مناطق خشک و نیمه‌خشک و در خاک‌های قلیایی متداول است. این عنصر همچنین به‌عنوان یک کم‌مصرف ضروری برای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر سوپراکسید دیسموتاز (SOD) عمل می‌کند. علاوه بر این، مس نقش کلیدی در سنتز متابولیت‌های ثانویه از جمله ترکیبات فنلی داشته، کمبود آن می‌تواند باعث کاهش سطح ترکیبات فنلی در گیاهان شود (Dicko *et al*., 2006). با مصرف مس و منگنز در سطوح کم به‌دلیل تأمین نیازهای تغذیه‌ای، کارآیی جذب سایر عناصر غذایی کم‌مصرف و فعال‌سازی آنزیم‌های مرتبط با تکثیر و طویل‌شدگی سلول‌ها، فعالیت فتوسنتزی و توسعه پوشش گیاهی افزایش می‌یابد. با توجه به تأثیر عناصر مس و منگنز بر رشدونمو گیاه، می‌توان یکی از دلایل افزایش فعالیت فتوسنتزی را مرتبط با مهم‌ترین بخش فتوسنتزکننده در گیاه یعنی برگ‌ها دانست. بطوریکه استفاده از عناصر غذایی باعث افزایش سطح برگ می‌شود (Kulak, 2020). در گیاه شیرین بیان (*Glycirizia glabra* L.) میزان قندهای احیاکننده در غلظت ۱۰ میکرومولار اکسید روی کاهش یافت، درحالیکه میزان پرولین و گلیسیریزین درگیاهچه‌های تحت تیمارهای ۱ و ۱۰ میکرومولار اکسید مس و ۱ میکرومولار اکسید روی نسبت به گیاه شاهد افزایش یافت. فلز مس با تحریک بیان ژن‌های درگیر در تولید متابولیت‌های ثانویه به افزایش تولید ترکیبات فنلی در گیاهان منجر شده است (سلطانی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲).

اسیدآمینه پرولین: میزان اسیدآمینه پرولین شاخصی از تحمل گیاه نسبت به تنش خشکی است. این ماده در دور آبیاری طولانی‌تر، بیشتر گردید و به ۱۳/۹۹ میکروگرم بر گرم وزن تر در تیمار A3B3C3 در گونه مرزه خوزستانی در منطقه اصفهان رسید که نشان داد علاوه بر دور آبیاری طولانی‌تر، غلظت‌های بیشتر عناصر غذایی، موجب تشدید در میزان پرولین شدند. ضمن آن‌که با توجه به مقادیر پرولین مورد برآورد در سایر ارقام و مناطق مختلف، چنین استنباط می‌شود که گونه مرزه خوزستانی توانست تا حد بیشتری نسبت به تنش خشکی تحمل نماید. کمترین میزان این ماده در گیاهان در دور آبیاری سه روز یکبار در هر دو منطقه اصفهان و گلپایگان به میزان ۶/۰۲ میکروگرم بر گرم وزن ماده تر در تیمار A1B1C1 در گونه مرزه خوزستانی و همچنین تحت همین تیمار در سایر ارقام مرزه بدست آمد. در گیاه مرزه، میزان پروتئین و قند گیاه تحت تنش خشکی کاهش یافته و میزان پرولین و لیپید اکسید شده افزایش می‌یابد. مکانیسم‌های محافظتی تحت تنش خشکی زیاد می‌شوند و تخریب پروتئین تحت تنش خشکی بیشتر می‌شود. پرولین طی واکنش‌های کاهشی از گلوتامات سنتز می‌شود. پرولین-۵-کربوکسیلات (P5C) و پرولین به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های متابولیک شناخته شده‌اند و همانند جفت ردوکس عمل می‌کنند. کاهش P5C در سیتوزول، افزایش NADP+ را فراهم می‌کند که به فعال‌شدن چرخه پنتوزفسفات اکسیداتیو منجر می‌شود. رابطه محکمی بین چرخه پنتوزفسفات اکسیداتیو با سنتز قند و پرولین در گیاهان وجود دارد (Yazdanpanah *et al*., 2011). افزایش تنش خشکی در گیاهان منجر به افزایش اسیدآمینه پرولین گردیده و میزان ذخیره آن در سیتوپلاسم سلولی بیشتر می‌شود. این اسیدآمینه در حفاظت سلولی نقش دارد و می‌تواند تا اندازه‌ای موجب ادامه جذب آب از محیط ریشه شود لیکن اتکای گیاه به این ترکیبات آلی برای تنظیم اسمزی هزینه‌بر بوده و گیاه از طریق کاهش عملکرد این هزینه را جبران می‌نماید. تنش خشکی منجر به کاهش میزان کلروفیل کل گیاه گردیده و از این طریق منجر به کاهش عملکرد می‌شود (Esch *et al*., 2019).

محتوای نسبی آب برگ (RWC): محتوای نسبی آب برگ روندی معکوس با میزان پرولین اندام گیاهی داشت چنانچه بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ (۱/۷±۶۷/۵ درصد) در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

گونه خوزستانی در منطقه اصفهان توسط تیمار A1B2C2 و در منطقه گلپایگان توسط تیمار A1B2C2 بدست آمد. کمترین مقدار (۱۷/۱±۰/۱ درصد) توسط گونه جنگلی در منطقه اصفهان توسط تیمار A2B3C3 و در منطقه گلپایگان توسط تیمار A3B3C3 بدست آمد. هر چند در تیمار A3B1C1 کاهش چشمگیری بواسطه افزایش طول دوره آبیاری در صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دیده شد، لیکن بعد از آن بواسطه محلول‌پاشی‌ها تا اندازه‌ای مقادیر بیشتر شد که در تیمار A3B3C3 به کمترین میزان خود رسید. صفات مورد برآورد هر سه گونه، تحت دور آبی ۹ روز یکبار در هر دو منطقه کاهش محسوسی داشتند. غلظت‌های بیشتر عناصر (۴۰ میلی‌گرم در لیتر) منجر به تشدید کاهش صفات مختلف مورد ارزیابی گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در مجموع، کمترین مقادیر صفات مورد ارزیابی در گیاهان تحت تیمار شاهد و در دور آبیاری ۹ روز یکبار بدست آمد. بنابراین گیاهان مرزه قابلیت تحمل به دور آبیاری با فواصل بیشتر را ندارند. با توجه به نتایج بدست آمده چنین مشاهده گردید که محلول‌پاشی در حد ۲۰ میلی‌گرم در لیتر از عناصر مس و منگنز منجر به ایجاد بیشترین صفات مورفوفیزیولوژیکی نسبت به سایر غلظت‌ها گردید و در این خصوص دور آبیاری سه روز یکبار منجر به بهبود در این روند گردید.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشانگر اثرگذاری معنی‌دار کاربرد سطوح مختلف عناصر کم‌مصرف مس و منگنز بر صفات مورفوفیزیولوژیکی سه گونه مرزه بختیاری، جنگلی (موتیکا) و خوزستانی تحت تنش آبی در دو منطقه اصفهان و گلپایگان بود. در اکثر صفات مورد برآورد، بیشترین مقادیر در گونه خوزستانی تحت منطقه اصفهان و پایین‌ترین مقادیر در گونه جنگلی بدست آمد. ضمن آن‌که تیمار ۹ روز یکبار آبیاری در تمام ارقام و در هر دو منطقه منجر به ایجاد کمترین مقادیر صفات گردید که در این خصوص محلول‌پاشی عناصر در غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر این اثر را تشدید نمود.

منابع

امیری، م.، ترکش، م. و جعفری، ر. (۱۳۹۸) پیش‌بینی پراکنش گونه *Artemisia sieberi* Besser تحت‌تأثیر اقلیم در مراتع استپی و نیمه استپی ایران–تورانی. مجله مدیریت بیابان ۷: ۴۸–۲۹.

سلطانی‌نژاد، ر.، رضوی‌زاده، ر. و علومی، ح. (۱۳۹۲) میزان برخی متابولیت‌های گیاهچه شیرین‌بیان در تیمار اکسید مس و اکسید روی. زیست‌شناسی گیاهی ایران ۵: ۸۰–۶۷.

عزیزی، خ.، نظری عالم، ج.، فیضیان، م. و حیدری، ر. (۱۳۹۷) تأثیر اقلیم و تراکم بر جمعیت‌های مختلف گیاه داوریی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.). علوم گیاهان زراعی ایران ۴۹: ۷۵–۶۵.

محمدی، م.، سفیدکن، ف.، اسدی‌صنم، س. و کلاته جاری، س. (۱۴۰۰) تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای بر ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد اسانس مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۷: ۲۱۳–۱۹۳.

مهدی شاهیوند، ز. (۱۳۹۱) تأثیر تراکم بوته و دور آبیاری بر درصد و ترکیب اسانس مرزه بختیاری. مجله علمی پژوهشی دانشگاه ایلام ۴: ۲۶–۱۴.

نادری، م.، چوبینه، م. و شایان، س. (۱۳۹۶) جغرافیای ایران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

نصیری، ی.، شکاری، ف. و اسدی، م. (۱۳۹۹) اثر کاربرد کودهای زیستی و سولفات روی بر بعضی صفات مورفولوژیکی، عملکرد و محتوای اسانس مرزه (*Satureja hortensis* L.). نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۶: ۵۴۱–۵۲۳.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

یادگاری، م. (۱۴۰۰) اثرات کودهای آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه. فرآیند و کارکرد گیاهی ۱۰: ۳۲۹-۳۱۵.

یوسف‌زایی، ف.، پوراکبر، ل.، فرهادی، خ. و مولایی، ر. (۱۳۹۴) تأثیر نانوذرات مس و محلول کلرید مس بر جوانه‌زنی و برخی فاکتورهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی ۳۰: ۲۳۱-۲۲۱.

Alimohammadi, M., Yadegari, M. and Shirmardi, H. A. (2017) Effect of elevation and phenological stages on essential oil composition of *Stachys*. Turkish Journal of Biochemistry 42: 647-656.

Amiri, N., Yadegari, M. and Hamedi, B. (2018) Essential oil composition of *Cirsium arvense* L. produced in different climate and soil properties. Records of Natural Products 12: 251-262.

Arnon, D. I. (1975) Physiological principles of dry land crop production. In: Physiological Aspects of Dry Land Farming (ed. Gupta, U. S.) Pp. 3-14. Oxford Press.

Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. (2008) Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Industrial Crops and Products 27: 11-16.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

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.

Dere, S., Gunes, T. and Sivaci, R. (1998) Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany 22: 13-18.

Dicko, H. M., Gruppen, H., Traore, A. S., Voragen, A. G. J. and Berkel, W. J. H. (2006) Phenolic compounds and related enzymes as determinants of Sorghum for food use. Biotechnology and Molecular Biology Review 1: 21-38.

Elzaawely, A., Xuan, T. and Tawata, S. (2007) Changes in essential oil, kava pyrones and total phenolics of *Alpinia zerumbet* (Pers.) BL Burtt. and RM Sm. leaves exposed to copper sulphate. Environmental and Experimental Botany 59: 347-353.

Esch, E. H., Lipson, D. A. and Cleland, E. E. (2019) Invasion and drought alter phenological sensitivity and synergistically lower ecosystem production. Ecology 100: 34-45.

Figurera, P., Marely, G., Rocha, N. E. and Reynosa, R. (2014) Effect of chemical fertilizers on Pipper-mint (*Mentha piperita* L.) plants and their impact on the metabolite profil and antioxidant capacity of resulting infusion. Food Chemistry 156: 273-278.

Hrishikesh, U., Dutta, B., Sahoo, L. and Panda, S. (2012) Comparative effect of Ca, K, Mn, and B on post-drought stress recovery in Tea (*Camellia sinensis* L). American Journal of Plant Sciences 3: 443-460.

Kulak, M. (2020) Recurrent drought stress effects on essential oil profile of Lamiaceae plants: An approach regarding stress memory. Industrial Crops and Products 154: 1-17.

Kohnaward, P., Jalilian, J. and Pirzad, A. (2012) Effect of foliar application of micro-nutrients on some agronomic characteristics of the safflower under conventional and ecological cropping systems. Journal of Agronomy Sciences 3: 15-25.

Marschner, H. (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed. Academic Prees, London.

Momtaz, S. and Abdollahi, M. (2008) A systematic review of the biological activities of *Satureja* L. species. Pharmacology Online 2: 34-54.

Mozaffarian, V. (2008) A Pictorial Dictionary of Botanical Taxonomy Latin-English-French-Germany-Persian. Germany: Koeltz Scientific Books.

Mumivand, H., Ebrahimi, A., Morshedloo, M. R. and Shayganfar, A. (2021) Water deficit stress changes in drug yield, antioxidant enzymes activity and essential oil quality and quantity of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.). Industrial Crops and Products 164: 113381.

Perkin, E. (1982) Analytical Methods for Atomic Absorbtion Spectrophotometry. Elmer, Norwalk, CT. Poley, WE, AL Moxon and KW Franke.

Reaisi, Z., Yadegari, M. and Shirmardi, H. A. (2019) Effects of phenological stage and elevation on phytochemical characteristics of essential oil of *Teucrium polium* L. and *Teucrium orientale* L. International Journal of Horticultural Science and Technology 6: 89-99.

Safari, Kh., Yadegari, M. and Hamedi, B. (2019) Effects of climate and soil properties on phytochemical characteristics of *Ferulago angulate* (Schltdl.) Boiss. Iranian Journal of Plant Physiology 9: 2719-2726.

Sasani, N., Paques, L. E., Boulanger, G. and Singh, A. P. (2021) Physiological and anatomical responses to drought stress differ between two larch species and their hybrid. Trees 35: 1467-1484.

Stojicevic, S. S., Stanisavljevic, I. T., Velickovic, D. T., Veljkovic, V. B. and Lazic, M. L. (2008) Comparative screening of the antioxidant and antimicrobial activities of *Sempervivum marmoreum* L. extracts obtained by various extraction techniques. Journal Serbian Chemistry Society 73: 597-607.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

Tamburino, R., Vitale, M., Ruggiero, A., Sassi, M. and Sannino, L. (2017) Chloroplast proteome response to drought stress and recovery in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). BMC Plant Biology 17: 1-14.

Wibowo, S. T. (2007) Kandungan Hormone IAA, Serpan Hara, Dan Pertumbuhan Beberapa Tanaman Budidaya Sebagia Respon Terhadap Aplikasi Pupuk Biologi Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Yadegari, M. (2015) Foliar application of micronutrients on essential oils of borago, thyme and marigold. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 15: 949-964.

Yadegari, M. (2016) Effect of micronutrients foliar application and biofertilizeres on essential oils of *Lemon balm*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 16: 702-715.

Yadegari, M. (2017a) Effects of Zn, Fe, Mn and Cu foliar application on essential oils and morpho-physiological traits of Lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Journal of Essential Oil Bearing Plants 20: 485-495.

Yadegari, M. (2017b) Irrigation periods and Fe, Zn foliar application on agronomic characters of *Borago officinalis*, *Calendula officinalis*, *Thymus vulgaris* and *Alyssum desertorum*. Communication in Soil Science and Plant Analysis 48: 307-315.

Yazdanpanah, S., Baghizadeh, A. and Abbassi, F. (2011) The interaction between drought stress and salicylic and ascorbic acids on some biochemical characteristics of *Satureja hortensis*. African Journal of Agricultural Research 6: 798-807.

Yousefi, S. and Yadegari, M. (2016) Effects of environmental conditions on morphological and physiological characters of *Cynara scolymus*. Bangladesh Journal of Botany 45: 605-610.

Zheljazkov, V. D., Craker, L. E. B. and Xing, B. (2006) Effects of Cd, Pb and Cu on growth and essential oil contents in dill, peppermint and basil. Environmental and Experimental Botany 58: 9-16.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]

Effect of irrigation regimes and foliar application of manganese and copper on morphophysiological traits of three species of *Saturjea* sp. in Isfahan and Golpayegan regions

Alireza Bani Taba[1], Mehrab Yadegari*[2], Mohammad Reza Naderi Darfaghshahi[3]

[1] Department of Agronomy and Medicinal Plants, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
[2] Medicinal, Spicy and Aromatic Plants Research Center, Islamic Azad University, Shahrekord Branch, Shahrekord, Iran
[3] Department of Agronomy, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
(Received: 09/11/2021, Accepted: 05/04/2022)

Abstract
The aim of this study was to investigate the effects of climate, irrigation regimes and micronutrients foliar application on morphophysiological characters of three medicinal species of *Satureja*. This research was carried out in a completely randomized design with in factorial layout and 4 replications. Factors included 2 climatic regiones (Isfahan and Golpayegan), 3 species (*mutica*, *bachtiarica* and *khuzistanica*), 3 concentrations of Cu (0, 20, 40 ppm) and Mn (0, 20 and 40 ppm). The results of study showed that among the morphological traits, the highest plant height (57.5±1.1cm), stem number (22.2±1.7) and total chlorophyll (1.57±1.1 $mg.l^{-1}$) in species of *khuzistanica* under Isfahan region made by concentration of 20 ppm of Cu and Mn with irrigation period every 3 days and the greatest amount of Proline (13.99±0.1 $mcg.grfw^{-1}$) obtained in species of *khuzistanica* under Isfahan region was obtained by concentration of 40 ppm of Cu and Mn with irrigation period every 9 days . The lowest amounts of characters were often obtained by species of mutica under Isfahan region by concentration of 40 ppm of Cu and Mn with irrigation period every 9 days. It seemed, better condition in Isfahan region by subtropical climate for species of *khuzistanica* made the most morpho-physiological characters with irrigation period every 3 days.

Keywords:, Chlorophyll, Climate, Golpayegan, Isfahan, Medicinal plant.

Corresponding author, Email: mehrabyadegari@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.48.9.0]