بررسی زمان و کاربرد محرک زیستی کیتوزان بر روی خصوصیات مرفوفیزیولوژیکی و عملکرد زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) در شرایط تنش خشکی

ساره خواجه حسینی*[۱]، فرزاد فنودی[۲]، سید علی طباطبایی[۳]، رستم یزدانی بیوکی[۴]، جعفر مسعود سینکی[۵]

[*۱] دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان ، ایران.

[۲] گروه کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان ، دامغان، ایران.

[۳] بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد ، ایران.

[۴] استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

[۵] گروه کشاورزی ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان ، دامغان، ایران.

[#] نویسنده مسئول: *sarehkhajahhosseini@gmail.com*

چکیده

به منظور ارزیابی اثر محرک زیستی کیتوزان و زمان کاربرد آن بر روی خصوصیات مرفوفیزیولوژیکی و عملکردی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) در شرایط تنش خشکی آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش خشکی در سه سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ درصد تخلیه آب قابل دسترس گیاه از خاک، به ترتیب شاهد، تنش متوسط، تنش شدید به عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی در دو سطح آب (شاهد) و کیتوزان (۰/۴ گرم در لیتر) و همچنین زمان محلول‌پاشی (گلدهی، رویشی و گلدهی) به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد سطوح مختلف تنش خشکی، کیتوزان، زمان محلول پاشی و اثرات متقابل آنها بر صفات ارزیابی موثر بودند. تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ (۸۹/۳۱ درصد)، وزن خشک برگ (۱۴/۳۲درصد)، عملکرد وزن خشک کل (۴۴/۹۳ درصد)، کاروتنوئید (۱۵/۲۰ درصد) و کلروفیل کل (۱۴/۳۵ درصد)، نسبت به شاهد گردید. محلول‌پاشی کیتوزان با تاثیر روی صفات وزن خشک برگ و عملکرد وزن خشک کل توانست تا حدودی باعث تعدیل تنش وکاهش خسارت ناشی ازتنش خشکی در گیاه شود.

کلمات کلیدی: تعدیل تنش، کلروفیل، محلول پاشی، وزن خشک برگ

مقدمه

زوفا با نام علمی (*Hyssopus officinalis* L.) به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) تعلق دارد، گیاهی خشبی، چند ساله، به صورت درختچه با ساقه‌های چهار گوش کوتاه به ارتفاع ۵۰ تا ۷۰ سانتی متر است (امید بیگی، ۱۳۷۹). از سرشاخه‌های گل‌دار گیاه به عنوان محرک، بادشکن، نرم کنندهٔ سینه و برای ناراحتی‌های ریوی و سرماخوردگی استفاده می‌شود (میرحیدر، ۱۳۷۵)

تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات زراعی در ایران است (Keyvan, 2010). تنش خشکی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تأثیر می‌گذارد که شدت خسارت خشکی بستگی به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است. این تنش باعث کاهش فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، زیست توده، رشد و در نهایت کاهش عملکرد گیاه می‌شود (Abdul Jaleel *et al*., 2009). در گیاه زوفا تشدید کمبود آب، کاهش وزن برگ، کاهش وزن ساقه و اندام هوایی را سبب گردید (رستمی، ۱۳۹۵). تنش کم‌آبی باعث کاهش وزن خشک، سطح برگ و همچنین رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه ترخون گردید (آقائی و همکاران، ۱۳۹۵)

استفاده از محرک‌های زیستی یکی از راهکارهای کاهش اثرات تنش‌های زیستی و غیر زیستی و افزایش عملکرد و کیفیت محصول است.کیتوزان، از ترکیبات اصلی دیواره سلولی بسیاری ازگونه‌های قارچی، یکی از محرک‌های زیستی است که

IrHC2019

به منظورکاهش اثرات منفی تنش خشکی و افزایش عملکرد وکیفیت محصول کاربرد دارد (Gornik *et al*., 2008). کیتوزان با فرمول شیمیایی $(C_6H_{11}O_4N)n$ از پلی ساکاریدهای نیتروژن دار است که با واکنش استیل زدای کیتین به صورت طبیعی ایجاد می‌شود (Pariser and Lombardi. 1988). محلول پاشی کیتوزان باعث افزایش معنی‌دار برخی صفات مورفولوژیکی از جمله سطح برگ، همچنین وزن تر و خشک کل در گیاه ریحان گردید (Malekpoor *et al*., 2017). با توجه به بررسی و ارزیابی نقش کیتوزان به‌عنوان راهبردی برای کاهش اثر منفی تنش در سایر گیاهان نیز از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده و ضرورت انجام مطالعه پیش رو را مشخص می‌کند، بنابراین تحقیق حاضر با هدف ارزیابی اثر محلول پاشی کیتوزان و زمان کاربرد آن بر روی خصوصیات مرفوفیزیولوژیکی و عملکردی گیاه دارویی زوفا در شرایط تنش خشکی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد و با بافت خاک شنی لومی، PH =۷/۶۷ ، ۰/۲۲۱ درصد ماده آلی به اجرا درآمد.

فاکتورهای آزمایش در سه سطح تنش خشکی شاهد (۲۵ درصد تخلیه آب قابل دسترس گیاه از خاک)، تنش متوسط (۵۰ درصد تخلیه آب قابل دسترس گیاه از خاک)، تنش شدید (۷۵ درصد تخلیه آب قابل دسترس گیاه از خاک) به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی در دو سطح آب (شاهد) و کیتوزان (۰/۴ گرم در لیتر) و همچنین زمان محلول پاشی (گلدهی، رویشی و گلدهی) به عنوان عامل فرعی بودند. ابعاد هر یک از کرت‌های اصلی ۴×۳ متر و به تعداد شش ردیف که فاصله ی بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی بین بوته ها روی ردیف ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. فواصل بین کرت‌های اصلی و بین بلوک‌های آزمایش به ترتیب ۱/۵ متر و ۳ متر بود. کشت به صورت مستقیم درکرت‌های اصلی انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی تا استقرار کامل گیاه ۴ روز یکبار انجام گرفت. تنش آبی پس از استقرار کامل گیاه به وسیله‌ی افزایش فاصله‌ی دور آبیاری (۷، ۹، ۱۱) و انجام آن بر اساس ثبت رطوبت خاک به وسیله دستگاه TDR انجام شد. گیاهان در زمان رویشی (۶۰ روز پس از کاشت) و گلدهی (۱۲۰ روز پس از کاشت) و همچنین در زمان گلدهی (۱۲۰ روز پس از کاشت) محلول‌پاشی شدند. برداشت با در نظر گرفتن اثرات حاشیه در زمان گلدهی کامل انجام گردید. صفات سطح برگ، وزن خشک برگ، عملکرد وزن خشک کل، کلروفیل کل، کاروتنوئید مورد بررسی قرار گرفتند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام گردید.

سطح برگ و وزن خشک برگ

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که با افزایش میزان تنش خشکی از تیمار شاهد، به تنش متوسط و شدید سطح برگ به ترتیب ۷۳/۲۸ و ۸۹/۳۱ درصد و وزن خشک برگ به ترتیب ۸/۱۹ و ۱۴/۳۲درصد کاهش داشته است (جدول ۱). بطور کلی گیاهان وقتی در معرض تنش های محیطی مانند کمبود آب قرار می‌گیرند آسیب‌های بیولوژیکی داخلی در نهایت منجر به کاهش تقسیم و گسترش سلول‌ها در آن‌ها خواهد شد. به اعتقاد برخی از محققین این کاهش اندازه و کاهش سطح برگ و به دنبال آن کاهش زیست توده تولیدی یک راهکار حفاظتی برای گیاه به حساب می‌آید. گیاه با کاهش سطح برگ شدت نیاز آب را کم کرده و کمبود آب موجود را تعدیل می‌کند (Herralde *et al*., 1998). بر اساس مقایسات میانگین اثرات دوگانه بیشترین میزان سطح برگ (۴۵۶۹ سانتی‌متر مربع) در تیمار شاهد تنش و محلول‌پاشی با آب بدست آمد که دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی کیتوزان نداشت (جدول ۲). با توجه به وجود نیتروژن درکیتوزان و نقش ساختاری این عنصر در حلقه‌های تتراپیرولی کلروفیل (Heng *et al*., 2012)، اثرپذیری کیتوزان توجیه پذیر می‌باشد. همچنین بر همکنش تیمار شاهد تنش در زمان گلدهی نیز بیشترین میزان سطح برگ (۴۷۲۶/۲ سانتی‌متر مربع) را دارا بود (جدول ۳). بیشترین میزان وزن خشک برگ در بر همکنش تیمارهای شاهد تنش و محلول پاشی با آب (۸۱/۳۳۳ گرم در بوته)، (جدول ۲)، تیمار تنش شاهد و زمان گلدهی (۶۵/۱۶۷ گرم در بوته) (جدول ۳) و همچنین در تیمار محلول پاشی شاهد در زمان گلدهی (۵۱/۳۳۳ گرم در بوته) (جدول ۴) بدست آمد.

IrHC2019

جدول ۱- نتایج مقایسات میانگین صفات مورد ارزیابی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) تحت سطوح مختلف تنش خشکی، نوع محلول‌پاشی و زمان کاربرد آن

	تیمارها	سطح برگ (سانتی متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	عملکرد وزن خشک کل (گرم در متر مربع)	کاروتنوئید (میلی در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تر)
تنش خشکی	شاهد	۴۵۰۸/۳ a	۰/۲۶۱۰ a	۱۳۳/۳۳ a	۵۹/۹۶۷ a	۲۰۴/۴۱۷ a
	تنش متوسط	۱۲۰۴/۳ b	۰/۲۳۹۶ ab	۹۶/۹۲ b	۵۹/۵۸۳ a	۱۹۶/۳۳۳ a
	تنش شدید	۴۸۱/۷ b	۰/۲۲۳۶ b	۷۳/۴۲ b	۵۰/۸۵۰ b	۱۷۵/۰۸۳ b
	LSD (0.05)	۷۸۴/۵۸	۰/۰۲۸۷	۳۰/۷۷۳	۶/۸۲۹۵	۱۲/۳۰۱
زمان محلول پاشی	گلدهی	۲۱۰۹/۵۶ a	۰/۲۳۱۱ b	۹۴/۹۴ b	۵۶/۱۸۹ a	۱۸۸/۲۷۸ a
	رویشی و گلدهی	۲۰۲۰/۰۰ a	۰/۲۵۱۸ a	۱۰۷/۵۰a	۵۷/۴۱۱ a	۱۹۶/۲۷۸ a
	LSD (0.05)	۱۹۶/۲۷	۰/۰۱۷۶	۷/۶۶	۲/۸۵	۹/۳۶
نوع محلول پاشی	شاهد (آب)	۲۰۶۹/۷۸ a	۰/۲۴۸۸ a	۱۰۲/۸۳ a	۵۹/۳۷ a	۲۰۳/۱۷ a
	کیتوزان	۲۰۵۹/۷۸ a	۰/۲۳۴۱ a	۹۹/۶۱ a	۵۴/۲۳ b	۱۸۰/۷۲ b
	LSD (0.05)	۱۹۶/۲۷	۰/۰۱۷۶	۷/۶۶	۲/۸۵	۹/۳۶

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل دوگانه تنش خشکی و نوع محلول‌پاشی روی صفات مورد ارزیابی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)

تنش خشکی	نوع محلول‌پاشی	سطح برگ (گرم در متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	عملکرد وزن خشک کل (گرم در متر مربع)	کاروتنوئید (میلی در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تر)
شاهد	شاهد (آب)	۴۵۶۹/۰ a	۸۱/۳۳۳ a	۱۴۰/۵۰۰ a	۶۰/۴۶۷ b	۲۱۳/۶۶۷ a
	کیتوزان	۴۴۴۷/۷ a	۴۵/۶۶۷ b	۱۲۶/۱۶۷ b	۵۹/۴۶۷ b	۱۹۵/۱۶۷ b
تنش متوسط	شاهد (آب)	۱۱۹۵/۷ b	۳۹/۶۶۷ bc	۱۰۰/۵۰۰ c	۶۵/۸۶۷ a	۲۱۳/۳۳۳ a
	کیتوزان	۱۲۱۳/۰ b	۳۹/۵۰۰ cd	۹۳/۳۳۳ c	۵۳/۳۰۰ b	۱۷۹/۳۳۳ bc
تنش شدید	شاهد (آب)	۴۴۴/۷ c	۳۲/۶۶۷ d	۶۷/۵۰۰ d	۵۱/۷۶۷ b	۱۸۲/۵۰۰ bc
	کیتوزان	۵۱۸/۷ c	۳۱/۱۶۷ d	۷۹/۳۳۳ d	۴۹/۹۴۳ b	۱۶۷/۶۶۷ c
	LSD (0.05)	۳۳۹/۹۵	۶/۲۶۸	۱۳/۲۶۹	۴/۹۳۴	۱۶/۲۲

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

عملکرد وزن خشک کل

نتایج مقایسات میانگین اثرات ساده نشان داد که با افزایش میزان تنش خشکی از تیمار شاهد، به تنش متوسط و شدید عملکرد وزن خشک کل به ترتیب ۲۷/۳۰ و ۴۴/۹۳ درصد کاهش داشته است. بیشترین مقدار (۱۰۷/۵۰ گرم در بوته) عملکرد وزن خشک را محلول پاشی در زمان گلدهی دارا بود (جدول ۱). بطور کلی در جریان تنش خشکی جذب مواد غذایی از طریق ریشه، به دلیل کاهش حجم آب خاک و همچنین کاهش توزیع عناصر غذایی در بافت خاک کاهش می‌یابد. علاوه بر این انتقال مواد غذایی از ریشه‌ها به شاخه کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک اندام هوایی کاهش پیدا می‌کند (Taiz and Ziger,2006). بر اساس مقایسات میانگین اثرات دوگانه بیشترین میزان عملکرد وزن خشک در بر همکنش تیمارهای شاهد تنش و محلول پاشی با آب (۱۴۰/۵۰۰ گرم در مترمربع)، (جدول ۲)، تیمار شاهد تنش و زمان رویشی، گلدهی (۱۴۱/۶۶۷ گرم در بوته) (جدول ۳) و همچنین در تیمار محلول پاشی کیتوزان در زمان رویشی و گلدهی (۱۱۱ گرم در بوته) بدست آمد (جدول ۴).

IrHC2019

اثر کیتوزان در افزایش رشد و عملکرد گیاه را می‌توان به تولید هورمون‌های گیاهی نسبت داد. احتمال می‌رود کیتوزان تولید هورمون‌هایی مثل جیبرلیک اسید را در گیاه تحریک می‌کند (Malekpoor *et al*., 2017).

کاروتنوئید و کلروفیل کل

نتایج مقایسات میانگین نشان داد که با افزایش میزان تنش خشکی از تیمار شاهد، به تنش متوسط و شدید میزان کاروتنوئید به ترتیب ۰/۶۴ و ۱۵/۲۰ درصد و کلروفیل کل به ترتیب ۳/۹۵ و ۱۴/۳۵درصد کاهش داشته است (جدول ۱). محققان گزارش کردند کاهش کارآیی استفاده از کربن و افزایش تولید اتانول و لاکتات در جریان تنش خشکی سبب کاهش سنتز کاروتنوئیدها و کلروفیل ها می‌شود (Oliviera-Neto *et al*., 2017). بر اساس مقایسات میانگین اثرات دوگانه بیشترین میزان کاروتنوئید (۶۵/۸۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار تنش متوسط و محلول‌پاشی با آب (جدول ۲)، تیمار شاهد تنش و زمان گلدهی (۶۰/۵۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر) (جدول ۳) و همچنین تیمار محلول‌پاشی با آب در زمان گلدهی (۶۰/۲۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر) (جدول ۴)، بدست آمد.

بیشترین میزان کلروفیل کل نیز در بر همکنش تیمارهای شاهد تنش و محلول پاشی با آب (۲۱۳/۶۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، (جدول ۲)، تیمار تنش شاهد و زمان رویشی و گلدهی (۲۰۶/۳۳۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، (جدول ۳) و همچنین در تیمار محلول‌پاشی آب در زمان رویشی و گلدهی (۲۰۴/۳۳۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) بدست آمد (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل دوگانه تنش خشکی و زمان محلول‌پاشی روی صفات مورد ارزیابی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)

تیمارها		سطح برگ (گرم در متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	عملکرد وزن خشک کل (گرم در متر مربع)	کاروتنوئید (میلی در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تر)
تنش خشکی	زمان محلول‌پاشی					
شاهد	گلدهی	۴۷۲۶/۲ a	۶۵/۱۶۷ a	۱۲۵/۰ b	۶۰/۰۵۰ a	۲۰۲/۵۰۰ a
	رویشی و گلدهی	۴۲۹۰/۵ b	۶۱/۸۳۳ a	۱۴۱/۶۶۷ a	۵۹/۸۸۳ a	۲۰۶/۳۳۳ a
تنش متوسط	گلدهی	۱۱۱۸/۳ c	۳۹/۳۳۳ b	۸۵/۸۳۳ d	۵۹/۵۶۷ a	۱۹۲/۰ ab
	رویشی و گلدهی	۱۲۹۰/۳ c	۳۶/۸۳۳ cb	۱۰۸/۰ c	۵۹/۶۰۰ a	۲۰۰/۶۶۷ a
تنش شدید	گلدهی	۴۸۴/۲ d	۳۳/۰ c	۷۴/۰ d	۴۸/۹۵۰ b	۱۷۰/۳۳۳ c
	رویشی و گلدهی	۴۷۹/۲ d	۳۰/۸۳۳ c	۷۲/۸۳۳ d	۴۸/۹۵۰ b	۱۷۹/۸۳۳ cb
LSD (0.05)		۳۳۹/۹۵	۶/۲۶۸	۱۳/۲۶۹	۴/۹۳۴	۱۶/۲۲

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول۴- نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل دوگانه نوع محلول پاشی و زمان محلول‌پاشی روی صفات مورد ارزیابی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)

تیمارها		وزن خشک برگ (گرم در بوته)	عملکرد وزن خشک کل (گرم در متر مربع)	کاروتنوئید (میلی در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی گرم در گرم وزن تر)
نوع محلول‌پاشی	زمان محلول‌پاشی				
گلدهی	شاهد (آب)	a۵۱/۳۳۳	a۱۰۱/۶۶۷	a۶۰/۰۲۲	a۲۰۱/۶۶۷
	کیتوزان	b۴۰/۳۳۳	b۸۸/۲۲۲	b۵۲/۳۵۶	b۱۷۴/۸۸۹
رویشی و گلدهی	شاهد (آب)	a۵۱/۱۱۱	a۱۰۴/۰	a۵۸/۷۱۱	a۲۰۴/۶۶۷
	کیتوزان	b۳۵/۲۲۲	a۱۱۱/۰	ab۵۶/۱۱۱	b۱۸۶/۵۵۶
LSD (0.05)		۵/۱۲	۱۰/۸۳	۴/۰۳	۱۳/۲۴

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این بررسی، تنش خشکی سبب کاهش صفات مرفوفیزیولوژیکی و عملکردی در گیاه دارویی زوفا گردید. محلول پاشی با محرک زیستی کیتوزان با افزایش صفات مرفولوژیکی و عملکردی توانست تا حدودی اثرات منفی تنش خشکی را جبران نماید. با توجه به اثرات سودمند این ماده و ظرفیت قابل قبولی که در بهبود وضعیت رویشی و عملکردی گیاه در

IrHC2019

شرایط نامساعد محیطی دارد می‌تواند به عنوان راه‌حل‌های موثر جهت افزایش میزان تولید گیاهان و کاهش اثرات تنش‌های محیطی در مناطق خشک و نیمه خشک مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

آقائی، ک.، برزلی، م.، جعفریان، و.، شکاری،ف. ۱۳۹۶. بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus*) به تنش کم‌آبی، فرآیند و کارکرد گیاهی، ۶ (۹): ۲۴-۱۵.

امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی ج. ۳، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.

رستمی، م. ۱۳۹۵. واکنش صفات مورفولوژیک گیاه دارویی زوفا به شرایط کم آبیاری در شرایط گلخانه. فصل‌نامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی، ۱۲(۲): ۲۴-۱۹.

میرحیدر، ح. ۱۳۷۵. معارف گیاهی، ج. ۲ و ۶. انتشارات دفتر نشر فرهنگ اسلامی، تهران.

Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq., Somasundaram, R., Panneerselvam. 2009. Drought stress in plants. A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology. 11: 100-105.

Gornik, k., M. Grzesik, and B R, Duda. 2008. The Effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 16: 333-343.

Heng, Y., C. Xavier, F. Lars, P. Christensen, and G. Kai. 2012. Chitosan Oligosaccharides Promote the Content of Polyphenols in Greek Oregano (*Origanum vulgare* ssp. hirtum. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60:136−143.

Herralde, F. D., Bile, C., Sava, R., Morales, M. A. Alarcon, J. J. and Sanchez-Blanco, M. J. 1998. Effect of Water and salt stresses on the growth gas exchange and water relation. Plant Science, 139: 9-17.

Keyvan, S. 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. Journal of Animal and Plant Sciences. 8(3): 1051-1060.

Malekpoor, F., Salimi, A, and Ghasemi Pirbalouti. 2017. Effect of bioelicitor of chitosan on physiological and morphological properties in purpule basil (Ocimum basilicum L.) under water deficit. Journal of Plant Ecophysiology. 8(27): 56-71.

Oliviera-Neto C.F., Silva-Lobato A.K., Goncalves-Vidigal M.C., Costa R.C.L., Santos.Filho B.G., Alves G.A.R., Silva-Maia W.J.M., Cruz F.J.R., Neres H.K.B. and Santos Lopes M.J. 2009. Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. Science and Technology, 7: 588-593.

Pariser ER and Lombardi DP. 1988. A guide to the research literature chitin, Source book. Plenum Press. New York, U.S.A, p: 560.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2006) Plant physiology. 4th ed. Sinauer Associates, Sunderland.

IrHC2019

Investigation time and application of chitosan ellisitor on Morphophysiological Characteristics and yield hyssop (*Hyssopus officinalis* L.)in Drought Stress

Sarah Khajeh Hosseini,[1]*, Farzad Fanoodi [2], S. Ali Tabatabaee [3], Rostam Yazdani Biouki [4], Jafar Masoud Sinaki [5]

[1*] Ph.D. scholar, Department of Agriculture, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran
[2] Department of Agriculture, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran
[3] Seed and Plant Improvement Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resource and Education Center, AREEO, Yazd, Iran
[4] Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
[5] Department of Agriculture, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Iran
[*] *sarehkhajahhosseini@gmail.com*

Abstract

In order to investigate the time and application of chitosan ellisitor on morphophysiological characteristics and yield hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) in drought stress, a factorial split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the research field of Yazd Agricultural and Natural Resources Center in 2016-2017. The experimental treatments included drought stress at three levels (25, 50, 75 % of the available water discharge from the soil , so as control, middle strees, intense stress As main treatments and spraying treatments in two levels of water (control) and chitosan (0.4 g/l) and time of spraying (vegetative and flowering, just flowering) were considered as sub plots. The results showed that different levels of drought stress, spraying time, chitosan and their interactions were effective on traits studied. Drought stress reduced leaf area (89.31%), leaf dry weight (14.32%), total dry weight yield (44.93%), carotenoids (15.20%) and total chlorophyll (14.35%), compared with control. Chitosan application with effect on leaf dry weight and total dry weight yield could partly moderate stress and decrease the damage caused by drought stress in the plant.

***Keywords*:** stress modification, chlorophyll, spraying, leaf dry weight.

IrHC2019