

بررسی پارامترهای رشد و تغییرات درصد اسانس گیاه دارویی مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) تحت تأثیر ۲۸-هموبراسینولید و تنش خشکی

مهدی اسکندری*

*- نویسنده مسئول، کارشناس، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان
پست الکترونیک: khyal_sabz@yahoo.com

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۹

چکیده

تنش‌های محیطی و به‌ویژه تنش کم‌آبی یکی از موانع اصلی در تولید محصولات زراعی و باغی در بسیاری از نقاط دنیا به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون ایران محسوب می‌شوند. براسینواستروئیدها ترکیب‌های استروئیدی گیاهی با فعالیت گسترده بیولوژیکی هستند که توانایی افزایش عملکرد گیاهان را از طریق تغییرات متابولیسمی گیاه و حفاظت آنها در برابر تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش خشکی را دارند. در یک پژوهش گلخانه‌ای در مرکز فنی و حرفه‌ای شهرستان ارسنجان، تأثیر سه سطح آبیاری در ظرفیت زراعی، تنش ملایم و تنش شدید و چهار غلظت ماده تنظیم‌کننده رشد گیاهی ۲۸-هموبراسینولید، صفر، 10^{-10} ، 10^{-8} و 10^{-6} مولار بر برخی صفات گیاه دارویی مرزه گونه بختیاری (*Satureja bachtiarica* Bunge) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست‌آمده نشان داد که کاهش آبیاری تأثیر معنی‌داری در کاهش پارامترهای رشد شامل وزن خشک و طول ریشه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع گیاه و عملکرد کل اندام هوایی داشت. استفاده از غلظت 10^{-8} مولار ۲۸-هموبراسینولید موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع گیاه و عملکرد کل مرزه شد. درصد اسانس با کاهش آبیاری، افزایش معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان داد، به طوری که مقدار اسانس از ۰/۳۶٪ در تیمار آبیاری کامل، به ۰/۸۷٪ در تنش شدید و استفاده از 10^{-8} مولار هورمون رسید. به‌طور کلی نتایج حاصل از آزمایش نشان می‌دهد که استفاده از ۲۸-هموبراسینولید از طریق تحریک و افزایش پارامترهای رشد، باعث افزایش عملکرد ماده خشک این گیاه شده و راهکار مناسبی برای مقابله با شرایط تنش آبی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، براسینواستروئید، درصد اسانس، عملکرد اندام هوایی، *Satureja Bachtiarica* Bunge.

مقدمه

ایران می‌باشد (مظفریان، ۱۳۷۵). مرزه بختیاری گیاهیست یکساله با شاخه‌های نازک به رنگ سبز مایل به کبود و مخلوط با قرمز و دارای برگ‌های متقابل، دارای ساقه منشعب به طول ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر که به سهولت بر اثر دارا بودن ظاهری به رنگ سبز خاک آلود یا مایل به

گیاه داورویی مرزه با نام علمی *Satureja hortensis* L. از گیاهان تیره نعناع (Labiates) می‌باشد. این جنس حدود ۳۰ گونه داشته که ۱۲ گونه از این جنس در ایران وجود دارند که حدود ۸ گونه آن بومی و منحصر به کشور

(Protein) بوده که نشانگر افزایش رونوشت ژن‌های مسئول پاسخ به استرس برای بالا بردن تحمل به استرس در درون گیاهان تیمار شده به وسیله براسینواستروئید بوده است (Clouse *et al.*, 1992). رشد و تولید روغن‌های اسانسی گیاهان دارویی می‌تواند تحت تأثیر استفاده از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی قرار بگیرد. Swamy و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که با کاربرد ۲۸-هوموبراسینولید، رشد به‌طور معنی‌داری افزایش یافته و با کاربرد ۳ میکروگرم از این هورمون محتوای روغن اسانسی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

Tarraf و Ibrahim (۱۹۹۹) دریافتند که میزان روغن‌های اسانسی رزماری با کاربرد براسینولید افزایش معنی‌داری را داشته‌است. از آنجایی که هورمون‌های مختلف گیاهی می‌توانند فرایندهای مشابه بیولوژیکی را کنترل کنند و تداخل بین هورمون‌های مختلف می‌تواند در مراحل بیوسنتز هورمونی اتفاق بیفتد، انتقال سیگنال یا بیان ژن می‌تواند بیانگر تنظیم پاسخ به استرس در گیاهان به وسیله براسینواستروئیدها با مشارکت با دیگر هورمون‌ها باشد (Nemhauser *et al.*, 2006).

از آنجایی که تنش‌های محیطی و به‌ویژه تنش کم‌آبی یکی از موانع اصلی در تولید محصولات زراعی و باغی در بسیاری از نقاط دنیا به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون ایران محسوب می‌شوند و در حال حاضر استفاده از گیاهان و ارقام مقاوم به کم‌آبی یکی از مهمترین روش‌های مؤثر در بهره‌برداری و افزایش عملکرد هکتاری در این مناطق است، بنابراین شناسایی گونه‌های مقاوم و نیمه‌مقاوم به خشکی با انجام آزمایش‌های مربوطه و کاربرد مواد مؤثر در کاهش اثرهای سوء تنش‌ها برای حصول آستانه‌های اقتصادی عملکرد گیاهان زراعی و

خاکستری از گونه‌های مجاور تشخیص داده می‌شود و وزن هزاردانه‌اش ۰/۴ تا ۰/۶ گرم است.

عوامل محیطی باعث تغییراتی در رشد گیاهان دارویی، نیز در مقدار و کیفیت مواد مؤثره آنها (نظیر الکلونیدها، گلیکوزیدها، استروئیدها، روغن‌های فرار (اسانس‌ها) می‌گردد (امیدبگی، ۱۳۸۸). محصول زراعی یک گیاه دارویی وقتی مقرون به‌صرفه است که مقدار متابولیت‌های اولیه و ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. با انتخاب عوامل محیطی و ارقام گیاهی مناسب می‌توان به حداکثر محصول دست یافت (جعفرنیا و همکاران، ۱۳۸۶). استرس خشکی درصد روغن‌های اسانسی بیشتر گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد، چون در موارد استرس متابولیت‌های بیشتری تولید شده و این مواد باعث جلوگیری از عمل اکسیداسیون در سلول می‌شوند (Farahani *et al.*, 2009). فاکرباهر و همکاران (۱۳۸۰) تأثیر تنش آبی را بر ارتفاع گیاه، شاخساره و عملکرد اسانس مرزه بررسی کردند. آنها نشان دادند که اگرچه بالاترین سطح تنش آبی، ارتفاع بوته، وزن تازه و خشک مرزه را کاهش داد، اما میزان اسانس در مرحله گلدهی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Baher *et al.*, 2002).

براسینواستروئید باعث افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های گوناگون غیرزنده می‌شود. این مواد در سطح مولکولی موجب تغییر بیان ژن و تغییر متابولیسم و بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها می‌شوند (Khripach *et al.*, 1999). گیاهان را در محدوده وسیعی از استرس‌های محیطی از قبیل: خشکی، شوری، سرما و گرما افزایش داده‌اند و این افزایش عموماً وابسته به تولید و رونوشت ژن‌های ضدتنش از جمله پروتئین شوک گرمایی (Heat Shock

همچنین در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده گردید. در آزمایش از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر، ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر به ظرفیت ۶ کیلوگرم خاک و دارای ۳ عدد سوراخ در ته گلدان برای زهکش استفاده شد. در این آزمایش از مرزه رقم بختیاریکا (*S. bakhtiarica*) استفاده گردید. قبل از شروع تیمار تنش، همه گیاهان به طور منظم در حد ظرفیت مزرعه‌ای آبیاری شدند.

برای محاسبه میزان آب مورد نیاز هر گلدان از روش توزین گلدان‌ها و تعیین میانگین آن به‌عنوان آب مصرفی تیمارها، استفاده گردید (دانشمندی و عزیز، ۱۳۸۸). در طول دوره رشد، هر روزه کلیه گلدان‌ها با ترازوی حساس توزین و هر گلدان در وزن تیمار مربوطه ثابت نگه داشته شد و از مرحله ۶ تا ۸ شاخه فرعی اعمال تیمارها برحسب تغییر رطوبت خاک انجام گردید. در تاریخ ۹ فروردین ماه ۱۳۸۹ و در آغاز گلدهی مرزه، گیاهان را به همراه ریشه‌ها، به‌دقت از گلدان خارج کرده و صفات مورد نظر شامل: ارتفاع گیاه، قطر ساقه، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، تعداد شاخه فرعی و همچنین وزن خشک تولیدی در هکتار اندازه‌گیری و محاسبه گردید. برای تعیین میزان اسانس، ۱۰ گرم از بخش هوایی خشک شده گیاه کاملاً خرد شده و در بالن ۲۵۰cc ریخته و به آن میزان ۱۵۰cc آب مقطر اضافه گردید. بعد از چهار ساعت میزان اسانس نمونه‌ها از روی لوله مدرج دستگاه تعیین شد (امیدبگی، ۱۳۸۸). داده‌های بدست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام گردید. رسم شکل‌ها به‌وسیله نرم‌افزار Excel انجام شد.

دارویی مهم به‌نظر می‌رسد. در این رابطه استفاده از تنظیم‌کننده‌ی رشد گیاهی براسینواستروئید، در بهبود آثار کم‌آبی در گیاهان بسیار سودمند می‌باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (درصد وزن خشک)	۲۴/۶٪
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۳
هدایت الکتریکی $EC (S/m^2)$	۱/۱
pH خاک	۷/۶۲
بافت خاک	لومی-رسی

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۸۸-۸۹ در مرکز فنی حرفه‌ای شهرستان ارسنجان و در گلخانه‌ای به مساحت ۱۲۰ مترمربع اجرا گردید. پیش از انجام آزمایش، خاک محل مورد نظر برای تعیین عناصر غذایی مورد نیاز و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، نمونه‌گیری و در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۱۲ تیمار انجام شد. تیمار اول شامل فاکتور خشکی (S) در ۳ سطح آبیاری بر حسب مقادیر ظرفیت زراعی (FC)، تنش ملایم (۲/۳) ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۱/۳) ظرفیت زراعی) بود که در مرحله ۶ تا ۸ شاخه فرعی اعمال تیمار خشکی انجام گردید و تیمار دوم شامل فاکتور هورمون استروئیدی که از ماده ۲۸-هموبراسینولید در چهار سطح، شاهد (صفر)، 10^{-10} ، 10^{-8} و 10^{-6} به صورت محلول‌پاشی بر برگ‌ها، که در مرحله ۳ تا ۵ برگی و قبل از اعمال تنش خشکی این تیمار انجام شد. تیمار هورمون در یک مرحله و در ابتدای صبح به‌صورت محلول بر برگ‌ها اعمال شد،

نتایج

ارتفاع ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای مختلف آبیاری و تیمار هورمون بر ارتفاع گیاه، در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد، اما اثر متقابل این دو تیمار بر ارتفاع ساقه تأثیر معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲ و ۳). مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن (۵٪) نشان داد که آبیاری در ظرفیت مزرعه (FC) و آبیاری در ۲/۳ ظرفیت مزرعه‌ای بیشترین ارتفاع گیاه را ایجاد کرده‌اند که با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و فقط آبیاری در سطح ۱/۳ ظرفیت زراعی یا تنش شدید موجب کاهش ارتفاع گیاه گردیده‌است. (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار H3 (کاربرد ۱۰^{-۸} مولار ماده ۲۸-هموبراسینولید) با میزان ۵۴/۰۰ و کمترین میزان ارتفاع گیاه مربوط به تیمار H4 (کاربرد ۱۰^{-۶} مولار ماده ۲۸-هموبراسینولید) با میزان ۴۹/۰۸ می‌باشد. تیمارهای هورمونی H1 (کاربرد صفر مولار ماده ۲۸-هموبراسینولید) و H2 (کاربرد ۱۰^{-۱۰} مولار ماده ۲۸-هموبراسینولید) به ترتیب با ۵۲/۴۲ و ۵۰ سانتی‌متر نیز به ترتیب در مکان دوم و سوم قرار گرفتند. در ارتباط با اثر متقابل تنش خشکی و استفاده از هورمون مشاهده شد که بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به تیمار IIH1 (آبیاری در حد ظرفیت زراعی (FC) + کاربرد صفر مولار ماده ۲۸-هموبراسینولید) با میزان ۵۸/۲۵ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع گیاه با میزان ۴۵ مربوط به تیمار I3H2 (آبیاری در ۱/۳ ظرفیت مزرعه (HS) + کاربرد ۱۰^{-۱۰} مولار ماده ۲۸-هموبراسینولید) می‌باشد.

وزن خشک ریشه

آبیاری در ۲/۳ و ۱/۳ ظرفیت مزرعه‌ای کاهش معنی‌داری را در سطح ۱٪ بر وزن خشک ریشه نشان داد (جدول‌های ۲ و ۳) و با کاهش رطوبت، رشد ریشه شدیداً کاهش یافت. وزن خشک ریشه در نتیجه استفاده از ۱۰^{-۸} مولار ۲۸-هموبراسینولید افزایش یافت که این تفاوت در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). تأثیر متقابل تیمار ۲۸-هموبراسینولید و آبیاری بر وزن خشک ریشه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳)، به طوری که بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار آبیاری کامل و کاربرد ۱۰^{-۸} مولار ۲۸-هموبراسینولید بود که باعث افزایش ۲۹٪ نسبت به گیاهان شاهد گردید. البته استفاده از ۲۸-هموبراسینولید در شرایط کاهش آبیاری، باعث بهبود معنی‌دار وزن خشک ریشه شد.

قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی

کاربرد ۲۸-هموبراسینولید باعث افزایش معنی‌دار (۱٪) قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی مرزه گردید. به طوری که به ترتیب بیشترین قطر ساقه در تیمارهای ۱۰^{-۱۰}، ۱۰^{-۸} و بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار ۱۰^{-۸} مولار ۲۸-هموبراسینولید ثبت گردید (جدول ۲ و ۳). در نتیجه افزایش تنش خشکی، قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی کاهش معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان می‌دهند (جدول‌های ۲ و ۳). اثر متقابل تیمار هورمونی و آبیاری بر قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی در سطح ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۳). به نحوی که بیشترین تعداد شاخه فرعی و قطر ساقه به طور مشابه در تیمارهای آبیاری کامل و عدم استفاده از هورمون (IIH1) به همراه تیمار ۱۰^{-۸} مولار ۲۸-هموبراسینولید (IIH3) در همین تیمار آبیاری ثبت شد.

جدول ۲- برخی ویژگی‌های مرزه در سطوح مختلف آبیاری و غلظت‌های متفاوت ۲۸-هموبراسینولید

درصد اسانس	وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (mm)	ارتفاع گیاه (cm)	وزن خشک ریشه (g)	سطوح خشکی	غلظت‌های ۲۸-هموبراسینولید
۰/۳۶۵ c	۱۵/۸۸ c	۱۷/۹۹ a	۴/۳۳۸ a	۵۸/۲۵ a	۲/۶۱ b	I1 FC	H1 صفر مولار
۰/۴۷۵ bc	۱۶/۸۶ b	۱۶ c	۲/۸۳۸ d	۵۱/۰۰ bcd	۱/۲۱ f	I2 2/3FC	
۰/۷۸۰ a	۲۲/۰۹ a	۱۱/۸۳ e	۲/۱۲۲ e	۴۸ cde	۰/۶۸ g	I3 1/3FC	
۰/۴۵۰ bc	۱۳/۵۵ e	۱۶/۶۶ bc	۴/۱۶۲ ab	۵۲/۷۵ abc	۲/۴۱ b	I1 FC	H2 ۱۰ ^{-۱} مولار
۰/۵۱۰ b	۹/۰۰ g	۱۶/۰۰ c	۳/۸۴۷ ab	۵۲/۲۵ bcd	۱/۸۴ cde	I2 2/3FC	
۰/۸۲۰ a	۱۵/۰۱ d	۱۴/۷۹ d	۲/۹۲۰ d	۴۵ e	۱/۵۷ e	I3 1/3FC	
۰/۴۱۷۵ bc	۱۴/۵۹ d	۱۷/۹۱ a	۴/۲۹۸ a	۵۶/۷۵ ab	۳/۳۸ a	I1 FC	H3 ۱۰ ^{-۸} مولار
۰/۵۲۷۵ b	۱۰/۶۶ f	۱۶/۹۹ abc	۳/۶۹۷ bc	۵۶/۷۵ ab	۱/۶۹ de	I2 2/3FC	
۰/۸۷۷۵ a	۳/۵۱ i	۱۴/۴۱ d	۲/۷۳ d	۴۸/۵ cde	۱/۲۷ f	I3 1/3FC	
۰/۴۱۲۵ bc	۸/۷۶ g	۱۷/۳۳ ab	۳/۶۸ bc	۴۸/۵ cde	۲/۰۸ c	I1 FC	H4 ۱۰ ^{-۶} مولار
۰/۴۱۵۰ bc	۸/۶۵ g	۱۶/۳۳ bc	۳/۲۱۵ cd	۵۲/۲۵ bcd	۱/۹۴ cd	I2 2/3FC	
۰/۸۴۲۵ a	۷/۱۸ h	۱۲/۱۶ e	۲/۷۰۵ d	۴۶/۵ de	۰/۷۶۹ g	I3 1/3FC	

حروف مشترک نشانه عدم معنی‌داری اعداد در سطح ۵٪ است.

جدول ۳- میانگین مربعات اثرهای اصلی و برهم‌کنش سطوح آبیاری و غلظت‌های متفاوت ۲۸-هموبراسینولید

میانگین مربعات (Mean Squares)							منابع تغییرات
درصد اسانس	وزن خشک اندام هوایی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	وزن خشک ریشه	درجات آزادی	
۰/۸۰۴ **	۱/۰۰۶ **	۲۳۳/۶۸ **	۷۴/۴۶۰ **	۹/۰۰۵ **	۱/۰۰۶ **	۲	فاکتور آبیاری (I)
۰/۰۱۲ ns	۰/۲۵۵ **	۶۰/۴۷۲ **	۳/۷۰۶ **	۰/۸۷۵ **	۰/۲۵۵ **	۳	فاکتور هورمون (H)
۰/۰۰۵ ns	۰/۱۰۰ *	۲۵/۸۲۶ ns	۳/۹۶۴ **	۰/۴۱۰ **	۰/۱۰۰ *	۶	آبیاری × هورمون (IH)
۰/۰۰۴	۰/۰۳۳	۱۳/۰۴۲	۰/۶۱۵	۰/۱۰۸	۰/۰۳۳	۳۳	خطای آزمایش

وزن خشک اندام هوایی

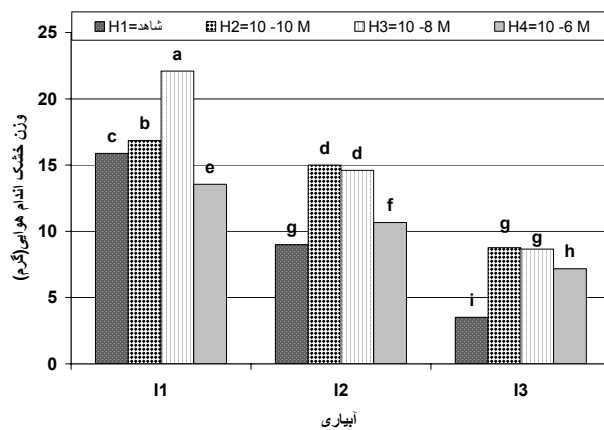
نگردید (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد وزن خشک اندام هوایی نشان می‌دهد که تیمار آبیاری کامل (FC) باعث تولید بیشترین عملکرد وزن خشک اندام هوایی با ۱۶/۸۵ گرم در گلدان شده و کاهش آبیاری باعث افت معنی‌دار این صفت، به ترتیب با کاهش ۲۸ و

نتایج نشان دادند که اثر سطوح مختلف آبیاری و همچنین غلظت‌های مختلف ۲۸-هموبراسینولید بر وزن خشک اندام هوایی در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده و اثر متقابل این دو تیمار بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار

کامل و غلظت 10^{-8} مولار ۲۸-هموبراسینولید با میزان ۲۲/۰۹ گرم در گلدان می‌باشد که این مقدار ۳۹٪ بیشتر از گیاهان شاهد بود (جدول ۲). همان‌طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود استفاده از هورمون در شرایط تنش ملایم و شدید باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد تحت تنش گردید.

۶۰ درصدی نسبت به شاهد گردید. مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی در غلظت‌های مختلف ۲۸-هموبراسینولید نشان می‌دهد که در تیمار 10^{-8} مولار از این ماده، بالاترین وزن خشک اندام هوایی مرزه با میزان ۱۴/۶۰ گرم در گلدان ثبت شد که این افزایش ۶۸ درصدی نسبت به شاهد را نشان داد (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و هورمون نیز نشان داد که بیشترین وزن خشک کل مربوط به آبیاری



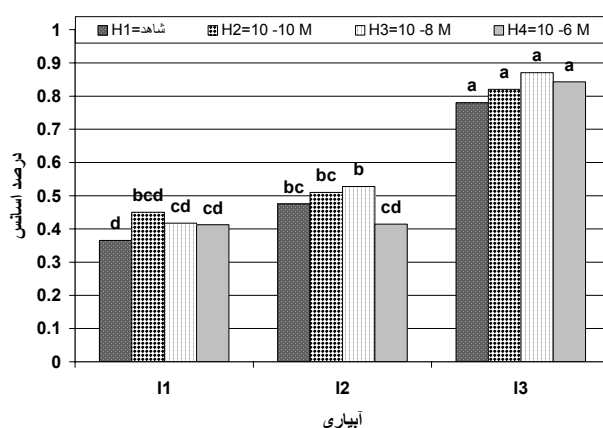
شکل ۱- اثرهای متقابل سطوح آبیاری و غلظت‌های مختلف ۲۸-هموبراسینولید بر وزن خشک کل مرزه

I1=آبیاری در حد ظرفیت زراعی (FC)، I2=آبیاری در ۲/۳ ظرفیت مزرعه (LS)، I3=آبیاری در ۱/۳ ظرفیت مزرعه (HS)

همچنین استفاده از غلظت‌های مختلف ۲۸-هموبراسینولید بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج نشان داد که اثرهای متقابل آبیاری و هورمون بر درصد اسانس در گروه‌های متفاوت آماری قرار گرفتند، به‌طوری‌که آبیاری در ۱/۳ ظرفیت زراعی و استفاده از هر غلظتی از هورمون بیشترین درصد اسانس را به خود اختصاص داد.

درصد اسانس

درصد اسانس مرزه با کاهش آبیاری، افزایش معنی‌داری را (۱٪) نشان داد، به‌طوری‌که با کاهش آبیاری به ۲/۳ و ۱/۳ ظرفیت زراعی به ترتیب افزایش ۱۷ و ۱۰۱ درصدی در درصد اسانس نسبت به تیمار شاهد ثبت شد. سطوح مختلف هورمون بر درصد اسانس تأثیر معنی‌داری را نشان نداد. همچنین اثر متقابل ۲۸-هموبراسینولید و آبیاری بر درصد اسانس و



شکل ۲- اثر متقابل آبیاری و کاربرد سطوح مختلف هورمون در درصد اسانس مرزه

I1= آبیاری در حد ظرفیت زراعی (FC)، I2= آبیاری در ۲/۳ ظرفیت مزرعه (LS)، I3= آبیاری در ۱/۳ ظرفیت مزرعه (HS)

بحث

استرس اکسیداتیو می‌گردد (Sofa *et al.*, 2005). در این آزمایش تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار پارامترهای رشد شامل طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع گیاه، و نهایتاً وزن تر و خشک اندام هوایی مرزه گردید. در ارتباط با اثر تنش خشکی بر گیاهان دارویی گزارش شده که در ریحان، تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (حسینی، ۱۳۸۴). اگرچه کل رشد گیاه در خلال تنش آبی کاهش می‌یابد، اما ریشه در مقایسه با رشد اندام‌های هوایی در این شرایط از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار است. توسعه ریشه‌های گیاه علاوه بر اینکه یک صفت ژنتیکی می‌باشد، به وضعیت محیطی که در آن رشد می‌کند نیز وابسته است (علیزاده، ۱۳۷۴). افزایش بیوماس ریشه در نتیجه استفاده از براسینواستروئیدها، مربوط به افزایش فعالیت اینورتاز اسید (آنزیمی که باعث تبدیل ساکارز به گلوکز و فروکتوز می‌شود) در برگ‌های جوان بوده، که این باعث فراهم کردن اسیمیلایون بیشتر در گیاهان و در نتیجه اندازه بزرگتر ریشه گیاهان می‌شود (Schiling *et al.*, 1991). توانایی پلی‌امین‌ها در تحریک

در این آزمایش، برای اولین بار در ایران اثر ۲۸-هموبراسینولید بر پارامترهای رشد، درصد و عملکرد اسانس مرزه بررسی شد و اثر متقابل کاربرد این هورمون همراه با تنش خشکی در تغییر درصد و عملکرد اسانس این گیاه مورد مطالعه قرار گرفت. از نتایج آزمایش معلوم گردید که کاهش آبیاری به ۲/۳ و ۱/۳ ظرفیت زراعی باعث کاهش معنی‌دار ماده خشک تولیدی مرزه شد. یکی از علل اصلی کاهش در وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه در طول تنش، به تولید گونه‌های فعال اکسیژن یا ROS مربوط می‌باشد. در طول استرس خشکی، گونه‌های فعال اکسیژن افزایش یافته که موجب اختلال در سیستم انتقال الکترون شده و باعث ایجاد فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در کلروپلاست، میتوکندری و میکروبادی‌ها می‌شوند (Sofa *et al.*, 2005). گیاهان تولید ROS را در شرایط عادی از طریق تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مهار می‌کنند (Inze & Montagu, 2001). در حالی که در طول تنش سخت آبی تولید گونه‌های ROS از حد ظرفیت سیستم آنتی‌اکسیدانی برای حذف این گونه‌ها تجاوز می‌کند که باعث بروز

تشکیل ریشه به خوبی روشن شده و در مطالعه بر روی گیاه حسن یوسف، نقش براسینواستروئیدها در تحریک ریشه‌زایی به اثبات رسیده است. همچنین Behnamnia و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی نشان دادند که کاربرد براسینولید باعث ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی، شامل افزایش حجم ریشه، محتوی آنتی‌اکسیدانی (اسکوربات و کارتنوئیدها) و محتوی پرولین آزاد به علاوه افزایش فعالیت SOD، CAT، POD و APX می‌شود. در مقابل در تیمارهای براسینواستروئید محتوی MDA و H₂O₂ به طور معنی‌داری کاهش یافته بود. نحوه اثر براسینواستروئیدها در کاهش اثر تنش شدید نیاز به بررسی بیشتری دارد. به هر حال، نتایج نشان می‌دهد که تیمار به وسیله براسینواستروئید می‌تواند اثر استرس آبی را در گیاه مرزه کاهش دهد. بنابراین این روش می‌تواند به عنوان یک ابزار مدیریتی در بهبود عملکرد در مناطق خشک و نیمه خشک باشد.

از مهمترین دلایل کاهش در وزن گیاه در طول دوره تنش را می‌توان به اثر سوء تنش بر رشد و فیزیولوژی گیاه شامل رشد رویشی، سیستم فتوسنتزی، جذب عناصر غذایی و متابولیسم نیتروژن دانست. رشد و نمو یک گیاه به تقسیم سلولی، رشد و تمایز سلول‌ها وابسته است. رشد سلولی یکی از حساسترین واکنش‌های گیاهی در برابر تنش خشکی می‌باشد. نتیجه کاهش اندازه سلول در رابطه با الگوی رشد گیاه به زمان وقوع کمبود آب از نظر فنولوژی گیاه بستگی دارد. اگر تنش آبی در ابتدای چرخه رشد گیاه اتفاق بیفتد، سطح برگ کاهش یافته و در نتیجه تثبیت کربن در فصل رشد کاهش خواهد یافت. دیگر اثر ثانویه حاصل از کاهش سطح برگ شامل تغییر در الگوی

مصرف آب و نیتروژن می‌باشد (میری، ۱۳۸۷). فاکر باهر و همکاران (۱۳۸۰) بیان کردند که گلدهی در نمونه‌های تنش یافته مرزه زودتر از بقیه به وقوع می‌پیوندد و تنش باعث کاهش وزن تر و خشک ریشه، ساقه و نیز ارتفاع ساقه در نمونه‌های تنش یافته می‌گردد. Abd و Krma (۲۰۰۴) بیان کردند که استفاده از اسپیریمیدین و استیگماسترول باعث افزایش و بهبود پارامترهای رشد گیاه بابونه (شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن تازه و خشک) در طول مرحله رویشی می‌شود. استفاده از غلظت‌های 10^{-8} و 10^{-10} مولار هورمون در شرایط کاهش آبیاری باعث افزایش معنی‌دار قطر ساقه و تعداد شاخه فرعی در گیاهان تحت تنش نسبت به شاهد گردید.

Rao و Swamy (۲۰۰۹) نشان دادند که افزایش رشد در گیاه *Pelargonium graveolens* در نتیجه کاربرد ۲۴-آپی‌براسینولید باعث افزایش سرعت فتوسنتز برگ‌ها و نهایتاً افزایش تجمع بیوماس اندام هوایی می‌شود. افزایش سرعت فتوسنتز مربوط به افزایش محتوی کلروفیل برگ‌ها، در نتیجه استفاده از هورمون بود.

فاکر باهر و همکاران (۱۳۸۰) در آزمایشی که بر روی تغییرات کمی و کیفی اسانس مرزه در طی تنش خشکی در مزرعه انجام دادند، نشان دادند که مقادیر اسانس در سرشاخه‌های گلدار با افزایش تنش، افزایش یافته و در بالاترین سطح تنش (HS) این مقدار، بالاترین میزان را دارا بود؛ به طوری که درصد اسانس از ۱/۷٪ در تیمار آبیاری کامل در حد ظرفیت مزرعه به ۲/۳۵٪ در تیمار تنش شدید (HS) افزایش یافت. تحقیقات نشان داده که اعمال استرس خشکی در دو گونه ریحان شیرین و آمریکایی، درصد روغن اسانسی و ترکیب‌های آن را افزایش می‌دهد. استرس خشکی درصد روغن‌های اسانسی

داد (Ingram & Bartels, 1996). یکی از این ترکیب‌هایی که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارد براسینواستروئیدها هستند (Haubrick & Assmann, 2006). در این آزمایش معلوم شد که استفاده از ۲۸-هموبراسینولید در غلظت‌های 10^{-8} و 10^{-10} مولار از طریق کاهش اثر تنش خشکی باعث بهبود و افزایش معنی‌دار پارامترهای رشد و عملکرد ماده خشک تولیدی در شرایط آبیاری کامل و کاهش اثر تنش در شرایط تنش ملایم و شدید می‌گردد (شکل ۲). نتایج حاصل از این آزمایش اثبات می‌کند که در شرایط تنش ملایم و شدید استفاده از این ماده باعث افزایش معنی‌دار تولید عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد می‌گردد (شکل ۱) که نشان‌دهنده تولید ماده خشک در شرایط تنش با استفاده از این ماده می‌باشد. در این شرایط بازدهی مصرف آب و مدیریت آبیاری قابل توجه بوده و کلید موفقیت در تنش خشکی می‌باشد.

سپاسگزاری

وظیفه می‌دانم که از زحمات استادان محترم جناب آقای دکتر محمدسعید تدین و دکتر حمیدرضا ابراهیمی، همچنین جناب آقای دکتر میری و مهندس علی اسکندری که در انجام این پروژه اینجانب را یاری کردند تشکر و قدردانی نمایم.

منابع مورد استفاده

- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۸. رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات فکر روز، تهران، ۲۸۳ صفحه.
- جعفرنیا، س.، خسروشاهی، س. و قاسمی، م.، ۱۳۸۶. راهنمای جامع و مصور خواص و کاربرد گیاهان دارویی. انتشارات سخن گستر، مشهد، ۲۰۴ صفحه.

بیشتر گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد، چون در موارد استرس متابولیت‌های بیشتری تولید شده و این مواد باعث جلوگیری از عمل اکسیداسیون در سلول می‌شوند (Farahani et al., 2009).

کاهش سطح آبیاری از ظرفیت کامل مزرعه‌ای به ۱/۳ ظرفیت مزرعه‌ای باعث افزایش درصد اسانس از ۰/۴۱ به ۰/۸۳ شد (جدول ۲ و ۳)، که یکی از جنبه‌های مثبت تنش خشکی در گیاهان دارویی می‌باشد. در رابطه با تأثیر متقابل آبیاری و هورمون بر عملکرد اسانس مرزه معلوم گردید که استرس خشکی هرچند که درصد روغن‌های اسانسی بیشتر گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد، اما محتوی روغن اسانسی تحت شرایط تنش خشکی را کاهش می‌دهد، زیرا برهم‌کنش بین مقدار درصد روغن اسانسی و عملکرد اندام گیاه دو مؤلفه مهم و تعیین‌کننده مقدار روغن اسانسی می‌باشد. با افزایش استرس هرچند درصد اسانس افزایش یافته اما همراه با استرس عملکرد اندام هوایی کاهش یافته و به نوبه خود باعث کاهش در محتوی روغن اسانسی می‌گردد (Farahani et al., 2009).

از نظر کشاورزی، مدیریت آب و استفاده بهینه از آن برای تولید عملکرد اقتصادی به اندازه‌ای مهم است که در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده‌است، بنابراین کاهش استفاده از آب تا زمانی که از آستانه عملکرد اقتصادی گیاه کاسته نشود ضروریست. در شرایط کمبود آب، کاهش معنی‌دار در ماده خشک تولیدی گیاه مرزه انکارناپذیر بوده و حصول اقتصادی عملکرد در حضور تنش آبی ناممکن است. در این شرایط باید بوسیله یک سیستم مولکولی داخلی و یا استفاده بیرونی از ترکیب‌ها، خسارت استرس را کاهش

- Farahani, H.A., Valadabadi, A. and Rahmani, N., 2008. Effects of nitrogen on oil yield and its component of *Calendula* (*Calendula officinalis* L.) in drought stress conditions. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative medicines*, Abstracts of the World Congress on Medicinal and Aromatic Plants, Cape Town November, 364p.
- Haubrick, L.L and Assmann, S.M., 2006. Brassinosteroids and plant function: some clues, more puzzles. *Plant, Cell and Environment*, 29: 446-457.
- Ingram, J. and Bartels, D., 1996. The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*, 47: 377-403.
- Inze, D. and Montagu, M.V., 2001. *Oxidative Stress in Plants*. Taylor & Francis, 336p.
- Khripach, V.A., Zhabinski, V.N. and de Groot, A.E., 1999. Brassinosteroids: A New Class of Plant Hormones. Academic Press publication, 456p.
- Nemhauser, J.L., Hong, F. and Chory, J., 2006. Different plant hormones regulate similar processes through largely nonoverlapping transcriptional responses. *Cell*, 126(3): 467-475.
- Schilling, G., Schiller, C. and Otto, S., 1991. Influence of brassinosteroids on organ relations and enzyme activities of sugar-beet plants. *ACS Symposium series - American Chemical Society*, 474: 208-219.
- Sofo, A., Tuzio, A.C., Dichio, B. and Xiloyannis, C., 2005. Influence of water deficit and rewatering on the components of the ascorbate-gluta-thione cycle in four interspecific *Prunus* hybrids. *Plant Science*, 169(2): 403-412.
- Swamy, K.N. and Rao, S.S.R., 2008. Influence of 28-homobrassinolide on growth, photosynthesis metabolite and essential oil of geranium. *American Journal of Plant Physiology*, 3(4): 173-179.
- Swamy, K.N. and Rao, S.S.R., 2009. Effect of 24-epibrassinolide on growth, photosynthesis, and essential oil content of *Pelargonium graveolens* (L.) Herit. *Russian Journal of Plant Physiology*, 56(5): 616-620.
- Tarraf, S. and Ibrahim, M.E., 1999. Physiological response of rosemary, *Rosmarinus officinalis* L. plant to brassinosteroid and uniconazole. *Egyptian Journal of Horticulture*, 26(3): 405-419.
- حسینی، ع.، ۱۳۸۴. اثر تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر خصوصیات جوانه زنی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۱(۴): ۵۴۳-۵۳۵.
- دانشمندی، م.ش. و عزیززی، م.، ۱۳۸۸. بررسی اثر تنش خشکی و کاربرد ژئولایت معدنی بر خصوصیات کمی و کیفی ریحان، رقم اصلاح شده مجارستانی (*Ocimum basilicum* L. var keshkeny levelu). ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، رشت، ۲۵-۲۲ تیر: ۱۲۹-۱۲۳.
- علیزاده، ا.، ۱۳۷۴. رابطه آب خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۷۳۵ صفحه.
- فاکر باهر، ز.، رضایی، م.ب.، میرزا، م. و عباسزاده، ب.، ۱۳۸۰. بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس مرزه (*Satureja hortensis* L.) در طی تنش خشکی در مزرعه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر، ۱۱: ۵۱-۳۷.
- مظفریان، و.، ۱۳۷۵. فرهنگ نامهای گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران، ۷۴۰ صفحه.
- میری، ح.ر.، ۱۳۸۷. بیولوژی کارایی مصرف آب در گیاه (ترجمه). انتشارات دانشگاه آزاد ارسنجان، ۵۳۴ صفحه.
- Abd, E.W. and Krma, M.G.E.D., 2004. Stimulation of growth, flowering, biochemical constituents and essential oil of chamomile plant (*Chamomilla recutita* L., rausch) with spermidine and stigmasterol application. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30(1-2): 89-102.
- Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbanli, M. and Rezaii, M.B., 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(4): 275-277.
- Behnamnia, M., Kalantari, K.M. and Rezanejad, F., 2009. Exogenous application of brassinosteroid alleviates drought-induced oxidativestress in *Lycopersicon esculentum* L. *General and Applied Plant Physiology*, 35(1-2): 22-34.
- Clouse, S.D., Zurek, D.M., McMorris, T.C. and Baker, M.E., 1992. Effect of brassinolide on gene expression in elongating soybean epicotyls. *Plant Physiology*, 100(3): 1377-1383.

Changes in growth parameters and essential oil content of *Satureja bachtiarica* Bunge under the effects of 28-Homobrassinolid and drought stress

M. Eskandari^{1*}

^{1*}- Corresponding author, Young Researchers Club, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran
E-mail: khyal_sabz@yahoo.com

Received: January 2011

Revised: July 2011

Accepted: July 2011

Abstract

Environmental stresses, particularly drought stress, are considered as one of the major obstacles in the production of horticultural crops in many parts of the world, especially in arid and semiarid regions like Iran. Brassinosteroids are of plant steroidal compounds with broad biological activities that are able to increase plant performance through changes in plant metabolism and protecting them against environmental stresses especially drought stress. In a greenhouse study, the impact of three levels of irrigation at field capacity (FC), mild stress (FC2/3) and severe stress (FC1/3) and four concentrations of plant growth regulators of Article 28-Homobrassinolid including zero, 10^{-10} M, 10^{-8} M and 10^{-6} M were investigated on some traits of *Satureja Bachtiarica* Bunge. The results showed that reducing irrigation had a significant effect on the reduction of growth parameters, including root length, root dry weight, stem diameter, branch number, plant height, shoot yield and total yield. Concentration of 10^{-8} M 28-Homobrassinolid significantly increased root dry weight, stem diameter, branch number, plant height, and total yield. Oil percentage showed a significant increase at 1% level of probability by reducing irrigation as it increased from 0.36% in full irrigation upto 0.87% in severe stress and use of 10^{-8} M hormone. Generally, our results showed that the use of 28-Homobrassinolid could increase dry matter yield through stimulating growth parameters and it was considered as a good strategy to deal with water stress conditions.

Key words: Drought stress, Brassinosteroids, essential oil percentage, shoot yield, *Satureja bachtiarica* Bunge.