

اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر شاخص های رشد و اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) تحت رژیم های خشکی

حسین گرگینی شبانکاره^۱، فرنوش صبوری^{۲*}، فریبا ساعدی^۲، براتعلی فاخری^۲

۱- دانشجوی دکتری گیاهان دارویی، ادویه ای و نوشابه ای، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گرگان، ایران

۲- کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، ادویه ای و نوشابه ای، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

۳- استاد گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: medicinalplantsabouri@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲۰ بهمن ۱۳۹۵، تاریخ بازنگری: ۱۲ اسفند ۱۳۹۵، تاریخ پذیرش: ۲۲ خرداد ۱۳۹۶

چکیده

امروزه به دلیل مشکلات زیست محیطی توجه بیشتری به کودهای بیولوژیک شده است. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارها شامل آبیاری در ۱۰۰ (شاهد)، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و محلول پاشی اسید هیومیک در سه سطح صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر در نظر گرفته شد. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه جانبی، قطر ساقه، وزن خشک و تر ریشه به ترتیب از آبیاری در حد ظرفیت زراعی (عدم تنش) و آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. درحالی که بیشترین درصد اسانس (۰/۳۱ درصد) از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و عملکرد اسانس از ۷۵ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. بیشترین مقدار ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، قطر ساقه، وزن خشک و تر ریشه در برهمکنش ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و آبیاری در حد ظرفیت زراعی (عدم تنش) حاصل شد. بالاترین درصد اسانس و عملکرد اسانس با کاربرد ۴۰۰ میلی گرم اسید هیومیک در شرایط ۵۰ درصد و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. برهمکنش تیمارها برای پارامتر تعداد شاخه جانبی اثر معنی دار نداشت. صفات رشد رویشی (ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه جانبی و قطر ساقه) با افزایش سطح تنش کاهش و با افزایش سطح اسید هیومیک افزایش یافتند. به طور کلی نتایج حاکی از آن بود که محلول پاشی با اسید هیومیک توانست خسارات ناشی از تأثیر تنش خشکی را بر گیاه بادرنبویه کاهش دهد.

کلمات کلیدی: تنش خشکی؛ عملکرد؛ کود آلی؛ گیاهان دارویی؛ نعنایان

مقدمه

با توجه به مشکلات زیست محیطی، اخیراً استفاده از انواع اسید آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Sabzevari et al., 2009). بنابراین استفاده از انواع کودهای طبیعی از جمله اسید هیومیک بدون اثر مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد می‌تواند مثمر ثمر واقع شود. از اسید هیومیک به‌عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نیز نام برده می‌شود (Samavat and Malakuti, 2005). مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از باقیمانده گیاهان و حیوانات حاصل می‌شوند (Liu and Cooper, 2000). اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ دالتن و اسید فولیک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتن به ترتیب سبب کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (Luin and Bergman, 1995). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات کنندگی عنصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغازش ریشه‌های جانبی می‌شود (Abedi and Pakniat, 2010).

در مطالعه‌ای کاربرد اسید هیومیک به میزان ۰/۵، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم خاک باعث افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان

عناصر غذایی گیاه فلفل (*Capsicum annum L.*) شد (Tan, 2003). محققین در یک آزمایش گلخانه‌ای اثر اسید هیومیک را بر وزن تر و خشک و عملکرد یولاف بررسی کردند و دریافتند که با کاربرد ۱۰۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای هر گلدان وزن تر و خشک گیاه به‌طور معنی داری افزایش یافت (Maccarthy, 2001). همچنین بررسی کاربرد کود آلی و محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه همیشه بهار نشان داد که کاربرد ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش ارتفاع، عملکرد تازه گل، تعداد گل در بوته، عملکرد دانه، عملکرد گلبرگ، وزن هزار دانه نسبت به شاهد گردید (Abedini et al., 2015). در طول فرآیندهای تکامل و تولید متابولیت‌های ثانویه، متابولیسم گیاه و متابولیت‌های حاصل از آن تحت تأثیر پاسخ و سازگاری تنش‌های محیطی متفاوت پیوسته به عوامل محیطی از جمله عوامل زنده و غیر زنده می‌باشند. شرایط محیطی تنش زا از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت است. عموماً خشک‌سالی مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد گیاه و تولید محصول در سراسر نقاط جهان است (Abedi and Pakniat, 2010). زمانی که از دست دادن آب به‌صورت تعرق بر میزان آب جذب شده از خاک پیشی می‌گیرد، تنش آب رخ می‌دهد. تنش طولانی مدت بر تمام فرآیندهای متابولیک گیاه اثر می‌گذارد و در نتیجه اغلب موجب کاهش تولید گیاه می‌شود (Movahedi Dehnavardi et al., 2004). بادرنگبویه و یا بادرنگبویه گیاهی معطر، علفی و چند ساله، خاستگاه اصلی آن شرق مدیترانه است و در بعضی از نقاط آذربایجان نیز یافت می‌شود. بادرنگبویه گیاهی است از خانواده نعنائیان و جنس *Melisa*. از این گیاه برای درمان بیماری‌های متعددی استفاده شده که از

این گونه مدیریت‌ها بر کمیت و کیفیت گیاهان دارویی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و لذا انجام تحقیقات مرتبط ضروری به نظر می‌رسد. به عبارت دیگر، می‌توان با مدیریت مصرف آب و سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای شرایط را به گونه‌ای فراهم نمود که حداکثر عملکرد کمی و کیفی را حاصل نماید. پژوهش حاضر، به منظور ارزیابی کاربرد کود اسید هیومیک در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار و تعیین تغذیه گیاه بادرنجبویه در شرایط تنش کم آبی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت گلدانی در اسفند سال زراعی ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه زابل اجرا شد. در این تحقیق اثرات دو عامل تنش کم آبی و اسید هیومیک به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار مطالعه گردید. تیمارهای اسید هیومیک در سه غلظت صفر، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر و تیمار آبیاری در سه سطح آبیاری در حد ظرفیت زراعی (عدم تنش)، ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت اعمال شد. از پودر اسید هیومیکس (حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک و ۲۰ درصد اسید فولیک) جهت اعمال تیمار اسید هیومیک استفاده گردید. بافت خاک مورد استفاده در گلدان‌ها لومی بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جمله آن‌ها می‌توان به آسم و برونشیت اشاره کرد (Soltanipour *et al.*, 2012). از میان زیرگونه‌های این جنس فقط زیرگونه *officinalis* دارای ارزش اقتصادی بوده و رایحه‌ای شبیه به لیموی تازه از خود متصاعد می‌کند (Bantyarca *et al.*, 2006). این گیاه از راسته لب گلی‌ها و تیره نعنائیان است. خواص درمانی آن آرام‌بخش اعصاب، ضد بیماری‌های قلب، معده و روده و مفرح و نشاط آور می‌باشد (Capecka *et al.*, 2005). در مطالعه‌ای بر روی بادرنجبویه مشخص شد که تنش کم آبی بر عملکرد اندام هوایی، عملکرد و بازده اسانس، ارتفاع، تعداد پنجه طول میانگره تأثیر می‌گذارد (Ardakani *et al.*, 2007). محققان اذعان داشتند که تنش خشکی ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی و وزن خشک اندام‌های رویشی آویشن را کاهش می‌دهد (Babai *et al.*, 2010). همچنین بررسی اثر اسید هیومیک و فولیک اسید بر گیاه آفتاب‌گردان تحت تنش خشکی نشان داد که خشکی سبب کاهش وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک گردید در حالی که با کاربرد اسید هیومیک و فولیک اسید وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق افزایش یافت (Poudineh *et al.*, 2015).

مدیریت مواد غذایی مورد نیاز گیاه و تعیین تأثیر بقایای کود به ویژه در شرایط تنش خشکی که مدیریت مصرف آب نیز مطرح می‌باشد و ارزیابی تأثیر

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical properties of soil

کلاس خاک Soil class	شن	رس	سیلت	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	شوری Salinity dS/m	
	Sand	Clay	Silt	Mn	Zn	Fe	K	P	N		
	درصد (%)				(mg/kg)					pH	
لومی Loam	41	32	27	3.1	4.8	2.2	185	12	6.3	7.1	1.8

رشد، هر روز کلیه گلدان ها با ترازوی حساس (با دقت ۰/۰۰۱) توزین و هر گلدان در وزن تیمار مربوطه ثابت نگه داشته شد و از مرحله ۶ تا ۸ برگی اعمال تیمارها برحسب تغییر رطوبت خاک انجام پذیرفت. درصد حجمی رطوبت در ظرفیت زراعی ۲۸/۵ درصد و نقطه پژمردگی ۱۲/۵ درصد بود. آبیاری برای شرایط نرمال در ظرفیت زراعی (۲۸/۵ درصد حجمی) و برای شرایط تنش به ترتیب در ۷۵ درصد ظرفیت زراعی (۲۱/۳۷ درصد حجمی) و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (۱۴/۲۵ درصد حجمی) صورت گرفت.

حدود ۸ هفته پس از شروع تیمارهای تنش (زمانی که ۵۰ درصد بوته ها در مرحله گلدهی کامل بودند) صفاتی نظیر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد شاخه جانبی، قطر ساقه، وزن تر و خشک ریشه، درصد و عملکرد اسانس برای هر گلدان اندازه گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ و مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

رشد رویشی

برهمکنش تیمارهای اسید هیومیک و تنش کمبود آب برای پارامترهای ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، قطر ساقه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود، در حالی که بر تعداد شاخه جانبی اثر متقابل اسید هیومیک و خشکی معنی دار نبود (جدول ۲). بیشترین مقدار برای وزن تر و وزن خشک بوته، تعداد شاخه جانبی، قطر ساقه و ارتفاع بوته، از کاربرد تیمار آبیاری در حد ظرفیت زراعی (شاهد) و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و کمترین

بذر گیاه مورد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد و تعدادی بذر در داخل هر کدام از گلدان ها (گلدان های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۳۰ سانتی متر) کشت گردید. در مجموع ۲۷ گلدان برای کشت استفاده شد. بعد از سبز شدن، بوته ها در طی چند مرحله تنک گردید و در نهایت داخل هر گلدان چهار بوته نگهداری شد. تا ۲۰ روز پس از کاشت (مرحله ۴ تا ۶ برگی شدن بوته ها)، گلدان ها به مقدار مساوی آبیاری گردیدند و از این مرحله به بعد، برای محاسبه میزان آب مورد نیاز هر گلدان از روش توزین گلدان ها و تعیین میانگین آن به عنوان آب مصرفی تیمارها، استفاده گردید (Daneshmandi and Azizi, 2009).

روش اعمال تیمارها به صورت وزنی بود. به منظور تعیین منحنی رطوبتی، سه نمونه از خاک مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد، نمونه های خاک اشباع روی صفحات اشباع شده دستگاه فشاری قرار داده شد. با ایجاد مکش توسط دستگاه صفحات فشاری، خاک تحت تنش قرار گرفت. بدین ترتیب در سه نمونه خاک، پتانسیل های آبی مد نظر ایجاد گردید. بعد از ۲۴ ساعت نمونه ها به دستگاه آون برده شد و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. بدین گونه در سه پتانسیل، درصد رطوبت وزنی خاک با استفاده از فرمول زیر تعیین شد.

درصد رطوبت وزنی =

$$100 \times \frac{\text{وزن خشک}}{\text{وزن خشک} - \text{وزن مرطوب}}$$

با این اندازه گیری ها مقدار رطوبت خاک و وزن هر گلدان در پتانسیل های مختلف بدست آمد. در یک دستگاه محور مختصات مقادیر رطوبت و پتانسیل نسبت به یکدیگر رسم و بدین ترتیب منحنی رطوبتی خاک ترسیم گردید (Alizadeh, 2006). در طول دوره

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اسید هیومیک بر شاخص‌های رشدی و اسانس گیاه بادرنجبویه تحت تنش خشکی
Table 2- Analysis of variance of humic acid on the growth and essential oil of lemon balm indices under drought stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن تر Fresh weight (gr)	وزن خشک Dry weight (gr)	تعداد شاخه Branch number	قطر ساقه Stem diameter (cm)	وزن تر ریشه Root fresh weight (gr)	وزن خشک ریشه Root dry weight	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Oil yield (ml/gr)	میانگین مربعات Mean of squares										
											تنش خشکی Drought	2	379.60**	536.87**	54.75**	36.81**	3.52**	26.54**	26.73**	0.02**	1/01**
اسید هیومیک Humic acid	2	232.21**	258.511**	20.67**	15.39**	1.07**	8.41**	4.15**	0.003**	4.58**											
خشکی×اسیدهیومیک Humic ×Drought acid	4	4.09**	11.29**	2.50**	0.07 ^{ns}	0.12**	0.84**	0.29*	0.001**	0.15**											
خطا Error	18	0.44	1.62	0.16	0.23	0.01	0.10	0.04	0.00008	0/02											
ضریب تغییرات (%)C.V	-	2.17	2.80	2.68	3.31	1.94	2.29	4.35	3.49	3.97											

*, ** and ^{ns}: significant at 5%, 1% and not significant respectively

*, ** و ^{ns}: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌دار بودن می‌باشد

آسیمیلاتی به سمت اندام‌های زایشی در اثر تنش کمبود آب سبب کاهش عملکرد اقتصادی گیاه از جمله سرشاخه‌های گلدار می‌گردد. به همین دلیل اولین اثر محسوس کم‌آبی بر گیاهان را می‌توان از روی اندازه کوچک‌تر برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان تشخیص داد، همچنین ارتفاع بوته، وزن تر و خشک سرشاخه‌های گل‌دار مانند هر اندام زایشی یا زایشی دیگر شدیداً تحت تأثیر دسترسی به عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرند (Dursun *et al.*, 2002).

اسید هیومیک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (Abedi and Pakniat, 2000). این مواد دارای خاصیت شبه هورمونی بوده که در گیاهان سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت طویل شدن ریشه‌ها و تسریع در رشد شاخه‌ها و طویل شدن نهال‌های جوان می‌شوند (Singer and Bissonnais, 1998). استفاده از اسید

مقدار آنها از تیمار آبی ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و عدم کاربرد اسیدهیومیک به دست آمد (جدول ۳). پارامترهای رشد رویشی با افزایش تنش خشکی کاهش یافتند. این اثر ممکن است حاکی از کمبود آب باشد. چرا که تنش خشکی موجب کاهش مقدار آب، آماس، پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد سلول‌ها و رشد رویشی می‌گردد. کمیت و کیفیت رشد رویشی گیاه بستگی به تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و تمایز دارد و کلیه این حوادث متأثر از تنش خشکی می‌باشند (Harper *et al.*, 2000).

از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش فشار آماس و در نتیجه کاهش رشد و توسعه سلول به ویژه در ساقه و برگ‌هاست. کاهش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها موجب کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز و اجزای رشد رویشی می‌گردد. به عبارت دیگر کاهش مواد فتوسنتزی تولیدی به علت کاهش سطح برگ و کاهش انتقال مواد

همچنین نتایج بررسی اثر اسید هیومیک بر روی فلفل نشان داد که وزن تر و خشک بوته با کاربرد اسید هیومیک افزایش می‌یابد (Gulser et al., 2010).

وزن تر و خشک ریشه

اثر متقابل کاربرد اسید هیومیک در شرایط تنش برای پارامتر وزن تر در سطح احتمال یک درصد و برای وزن خشک ریشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. به طوری که، بیشترین مقدار وزن تر و خشک ریشه از تیمار کاربرد ۴۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک و عدم وقوع تنش (شاهد) به دست آمد (جدول ۳).

گیاه در شرایط بدون تنش خشکی از وضعیت آماس سلولی مناسبی برخوردار است که در این شرایط، پتانسیل فشاری لازم برای توسعه سلول و تقسیم آن فراهم می‌باشد. لذا این شرایط باعث افزایش فعالیت متابولیسمی و رشد و سرعت توسعه ریشه می‌گردد.

هیومیک باعث رشد اندام‌های هوایی می‌شود، که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (Erkossa et al., 2002). همچنین پلیمرهای اسید هیومیک توانایی به هم چسباندن ذرات معدنی خاک را داشته و ضمن ایجاد گرانول‌های درشت‌تر، فضای مناسب برای موجودات میکروسکوپی و ماکروسکوپی، نفوذ بیشتر هوا، آب و ریشه فراهم می‌کند. در نتیجه این پلیمرها یک عامل کلیدی در اصلاح ساختار خاک هستند (Sebastiano et al., 2005). اسید هیومیک با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را در کل گیاه و به ویژه در ریشه‌ها افزایش می‌دهند (Bronick and Lai, 2005).

محققین کاربرد اسید هیومیک بر گونه *Panicum amarum* مورد بررسی قرار داده و نشان دادند اسید هیومیک می‌تواند بر رشد رویشی گیاه تأثیر مثبتی داشته باشد (Willis and Hester, 2008).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل خشکی و اسید هیومیک بر شاخص‌های رشدی و اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه

Table 3- Mean comparison the interaction of drought and humic acid on the growth parameters and essential oil of lemon balm

خشکی×اسید هیومیک Drought× humic acid	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن تر Fresh weight (g/plant)	وزن خشک Plant dry weight (g/plant)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	وزن تر ریشه Root fresh weight (g/plant)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g/plant)	درصد اسانس Essential oil (%)	عملکرد اسانس Oil yield (ml/g)
A1*B1	19.60f	31.37g	11.69g	5.34g	10.66g	2.22h	0.28c	3.11e
A1*B2	23.83e	37.50f	12.65f	5.48f	12.82f	3.21g	0.30b	3.87cd
A1*B3	28.74d	43.36e	13.82e	5.76e	13.70e	3.90f	0.35a	4.92a
A2*B1	24.60e	38.70f	12.34gf	5.87e	13.87e	4.42e	0.29bc	3.66d
A2*B2	31.80c	48.15d	15.23d	5.98d	14.60d	5.74d	0.28c	4.26b
A2*B3	36.03b	51.58bc	17.44bc	6.30bc	15.30bc	6.00cd	0.29bc	5.05a
A3*B1	32.87c	49.55cd	78.16c	6.16cd	15.14cd	6.15bc	0.18e	3.01e
A3*B2	35.69b	52.15b	17.52b	6.86b	15.77b	6.40b	0.22d	3.84cd
A3*B3	42.66e	56.73a	18.64a	7.29a	16.43a	6.92a	0.22d	4.10bc

اعدادی که حروف یکسانی دارند فاقد اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون دانکن).

The same letters indicate the no significant difference at the 0.05 level of probability (Duncan test)

A1 (۵۰ درصد ظرفیت زراعی)، A2 (۷۵ درصد ظرفیت زراعی)، A3 (عدم تنش)، B1 (عدم کاربرد اسید هیومیک)، B2 (۲۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک)، B3 (۴۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک). A1 (50 % field capacity), A2 (75% field capacity), A3 (lack of stress), B1 (No application of acid hiuimic), B2 (200mg acid hiuimic), B3 (400 mf acid hiuimic)

را می‌توان یک شاخص مطلوب در استفاده از منابع محدود محیطی در شرایط تنش توسط گیاه قلمداد کرد و به‌طور کلی می‌توان چنین استنباط کرد که با افزایش غلظت اسید هیومیک زیست‌توده ریشه افزایش معنی‌داری می‌یابد. طبق پژوهش‌های صورت گرفته اسید هیومیک می‌تواند تأثیر بسیار مثبتی بر فیزیولوژی گیاه داشته باشد و باعث توسعه ریشه و ریشه‌های جانبی گردند (Garcya *et al.*, 2012). یافته‌های این تحقیق با نتایج بسیاری از محققین در خصوص اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه مطابق است. در تحقیقی که روی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperata* L.) انجام گرفت مشاهده شد که اسید هیومیک بر صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد ماده تر و خشک افزایش معنی‌داری داشته است (Askari *et al.*, 2012). محققان در بررسی اثر اسید هیومیک روی گیاه بنت گراس دریافتند که اسید هیومیک به‌ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری وزن ریشه را افزایش داد (Liu *et al.*, 1995). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که هرگونه افزایش در وزن ریشه در دسترسی بهتر به عناصر خاک و بنابراین بالا بردن حاصلخیزی و باروری خاک نتیجه می‌دهد (Liu and Cooper, 2000). همچنین محققان دریافتند که غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌داری در رشد ریشه گیاه گل‌تاب (*Gerbera jamesonii* L.) رشد یافته در محلول غذایی شد (Nikbakht *et al.*, 2008). در پژوهش دیگری که روی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) برهم‌کنش سوپر جاذب و اسید هیومیک بر تعداد بذر در بوته، ارتفاع بوته، عملکرد ماده خشک و وزن بذر

به‌طوریکه با رشد ریشه جذب یون‌های غذایی بیشتر می‌شود و با تولید اندام‌های هوایی زیادتر، انرژی موجود از طریق فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد. ولی در شرایط تنش خشکی محدودیت‌های تغذیه‌ای که از طریق کاهش جذب فسفر، پتاسیم، نیتروژن و کلسیم ایجاد می‌شود، رشد و سرعت توسعه ریشه را کاهش داده و به تبع آن تولید اندام‌های هوایی کمتر و انرژی موجود از طریق فتوسنتز کاهش می‌یابد (Gregory, 2006). محققان دریافتند که تنش خشکی وزن خشک ریشه گیاه بو‌آی کنتاکی (*Kentuck bluegrass*) را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. چنین به نظر می‌رسد که در شرایط تنش و وضعیت نامناسب آماس سلولی، اختصاص مواد غذایی به ریشه نسبت به ساقه افزایش یافته و گیاه با درنجبویه فقدان کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد را فراهم کند (Jiang and Huang, 2000).

کاربرد اسید هیومیک توانست وزن تر و خشک ریشه را افزایش دهد. اسید هیومیک باعث افزایش رشد، افزایش متابولیسم، افزایش جذب عناصر، افزایش تولید ریشه، افزایش مقاومت به خشکی، افزایش تنفس و افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود (Rauthan and Schnitzer, 1981). مواد هیومیکی به‌صورت غیرمستقیم از طریق فراهم آوردن عناصر معدنی و اغلب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین عناصر کم‌مصرف برای ریشه، بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک از جمله میکروارگانیسم‌های مفید افزایش تبادل کاتیون (CEC) و توانایی بافر کردن pH بستر یا محلول غذایی و غیره باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند (Sharif *et al.*, 2002). افزایش وزن تر و خشک ریشه توسط اسید هیومیک

تأثیر معنی داری داشته است (Jahan et al., 2015).

درصد و عملکرد اسانس

اثر متقابل کاربرد اسید هیومیک در شرایط تنش برای پارامترهای درصد و عملکرد اسانس اختلاف معنی داری را در سطح یک درصد نشان داد به طوری که بیشترین میزان درصد اسانس (۰/۳۵ درصد) از تیمار کاربرد ۴۰۰ میلی گرم اسید هیومیک و رژیم آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد. درحالی که بیشترین مقدار عملکرد اسانس (۵/۰۵ میلی گرم در گیاه) از کاربرد ۴۰۰ میلی گرم اسید هیومیک و رژیم آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد (جدول ۳). استرس خشکی درصد اسانس های ضروری اکثر گیاهان دارویی را افزایش می دهد چون در موارد تنش زا در اکثر موارد متابولیت های بیشتری تولید شده که این مواد باعث جلوگیری عمل اکسیداسیون در سلول می شود (Aliabadi et al., 2009).

اگرچه مقدار متابولیت های ثانویه تحت کنترل ژن هاست، مقدار غلظت و تجمع آن ها تا حد زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی است (OmidBeigi, 2012). دلایل اثبات شده ای مبنی بر نحوه واکنش متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی به تنش خشکی وجود ندارد.

همچنین با نظر به افزایش میزان اسانس در اثر مصرف تیمارهای مختلف اسید هیومیک، می توان گفت از آنجا که اسانس ها، ترکیبات ترپنوئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آن ها (ایزوپرنوئیدها) نیازمند ATP و NADPH هستند و با توجه به این مطلب که حضور عناصری نظیر فسفر نقش مهمی در ساختار واحدهای سازنده اسانس ها یعنی ایزوپنتینیل پیروفسفات (IPP) و دی متیل آلایل پیروفسفات

(DMAPP) دارند (Sangwan et al., 2001). اسید هیومیک از طریق فراهم نمودن جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزاء تشکیل دهنده اسانس حضور دارند، موجب افزایش میزان اسانس پیکر رویشی می گردد. همچنین نیتروژن از طریق افزایش تعداد برگ و سطح و فراهم نمودن زمینه مناسب جهت دریافت انرژی نورانی خورشید و نیز شرکت در ساختار کلروفیل و آنزیم های درگیر در متابولیسم کربن فتوسنتزی، موجب افزایش بازده فتوسنتزی شده و نقش کلیدی در افزایش میزان اسانس دارد (Niakan and Khavarinezhad, 2003). در پژوهش دیگری، پس از بررسی اثر کودهای زیستی مختلف و سطوح سوپر جاذب بر عملکرد و کمیت اسانس ریحان گزارش شد که بیشترین عملکرد ماده خشک ریحان در تیمار (بیوسولفور + نیتروکسین + سوپر جاذب) به دست آمد (Shahhoseini et al., 2012).

نتیجه گیری

به طور کلی در گیاه بادنجبویه، با افزایش تخلیه رطوبت خاک، رشد اجزای رویشی گیاه کاهش یافت، درحالی که با کاربرد اسید هیومیک گیاه توانست تا حدی از بروز اثرات سوء تنش خشکی بر عملکرد تولیدی بکاهد. همچنین اسید هیومیک در شرایط وجود تنش منجر به دستیابی به بالاترین میزان درصد و عملکرد اسانس گردید. به طوری که کاربرد ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در شرایط وقوع تنش در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی بالاترین میزان برای درصد اسانس و در شرایط تخلیه تا ۲۵ درصد رطوبت خاک (۷۵ درصد ظرفیت زراعی) بالاترین عملکرد اسانس را موجب شد.

REFERENCES

- Abedi, T. and Pakniat, H.** 2000. Changes in antioxidant enzymes in response to the drought in ten varieties of Canola. *Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46:27- 34. (In Persian)
- Abedini, T., Moradi, P. and Hani, A.** 2015. Effect of organic fertilizer and foliar application of humic acid on some quantitative and qualitative yield of Pot marigold. *Journal of Novel Applied Sciences*, 10:1100-1103.
- Aliabadi, H.M., Leebaschi, H., Shiranir Rad, E. and Valdabadi, R.** 2009. Effect Of Glomus hoi, different levels of drought stress on physiological traits number of coriander (*Corianderum sativum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23:76-84.
- Alizadeh, A., Esfahani, M. and Azizi, M.** 2005. Effect of water stress with the use of natural zeolite on quality and quantity of medicinal plant Moldavain (*Dracocephalum moldavica* L.), *Research and Development on Natural Resource*, 73: 96-102. (In Persian)
- Antyarea Baghdad, R. and Cosge, B.** 2006. The essential oil of lemon balm *Melisa officinalis* L. its component and using fields. *Journal of FAC Agriculture*, 21:116-121.
- Ardakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashurabadi, A., Lebaschi, M.H. and Paknezhad, F.** 2007. The effect of water storage on the quality and quantity of *Melica officinalis* L. 2007. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research of Iran*, 23: 251-261. (In Persian)
- Asadi Rahmani, H., Asgaharzadeh, K., Khavasi, F. Rajabi, F. and Savaghebi, G.R.** 2007. Soil Biological Fertility: a key Strategy for Sustainable Use of Soil in Farming, *press (SID)*, Tehran, Iran. 328p. (In Persian)
- Askari, M., Habibi, D. and Naderi Brujerdi, G.** 2012. Effect of vermicompost, plant growth, porpmiting rhizobacteria and humic acid on grieth factor of *Mentha piperata* L. in central provience. *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, 4:41-54.
- Babai, K., Amini, M., Modares Sanavi, S.M. and Jabari, R.** 2010. Effect of drought stress on morphological traits, prolin and thymal (*Thymus vulgaris* L.) 2000. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research*, 26:251-259. (In Persian)
- Baricevic, D., Umek, A., Kreft, S., Maticic, B. and Zupancic, A.** 1999. Effect of water stress and nitrogen fertilization on the content of hyoscyaminand scopolamine in the roots of deadly nightshade (*Atropa bllandonna*). *Environmental and Experimental Botany*, 42: 17-24.
- Bronick, E.J. and Lai, R.** 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma*. 124, 3-22.
- Capecka.E. and Mareczek, A.** 2005. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chemistry*, 93:223-226.
- Daneshmandi, M,H. and Azizi, M.** 2009. Effect of mineral zeolite application on qualitative and quantitative characteristics basil cultivar hungarian, *Iranian Journal of Horticultueal Science*, 22: 123-129. (In Persian)
- Dursun, A., Guvenc, I. and Turan, M.** 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micro nutrient contents of tomato and egg plant. *Acta Agrobotanica*, 56:81-88.
- Erkossa, T., Stahr, K. and Tabor, G.** 2002. Integration of organic and inorganic fertilizers: effect on vegetable productivity. *Ethiopian Agricultural Research Organization, DebreZeit Agricultural Research Centre, Ethiopia*. 82:247-256.
- Gregory, P.J.** 2006. Plant Roots (Growth, Activity and Interaction with Soils), *Black well Publishing*, 35:150-173.
- Gulser, F., Sonmez, F. and Boysan, S.** 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seed ling growth under saline condition. *Journal of Environmental Biology*, 31:73-876.
- Harper, S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G. and Ostatek-Boczynski, Z.** 2000. Characterisation of fulvic and humic acids from leaves of *Eucalyptus camaldulensis* and from decomposed hay. *Soil Biology*,32:1331-1336.
- Hassani, A.** 2005. The effect of water stress induse by PEG on germination Basil (*Basilicum ocimum* L.), *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research*, 21:543-535. (In Persian)
- Jahan, M., Ghalenoi, SH., Khamoush, A. and Amiri, M.B.** 2015. Cheking agro ecological characteristics of Basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by the use of super absorbent, humic acid and water courses, *Journal of Horticultuatural Science*, 29: 240-254.

- Jiang, Y. and Huang, B.** 2000. Effect of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky Bluegrass. *Crop Science*, 40:1358-1362.
- Leinhose, V. and Bergman, H.** 1995. Changes in the yield lignin content and protein pattern of barley induced by drought stress. *Angewandte-Botanik*, 69:206-210.
- Liu, C., Cooper, R.J. and Bowman, D.C.** 1996. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science*, 36:471-482.
- Liu, C. and Cooper, R.J.** 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*, 12: 49-53.
- Maccarthy, P.** 2001. The principles of humic substances. *Soil Science*, 166:738-751.
- Movahedi Dehnavardi, M.F., Modares Sanavi, S., Soroushadeh, A.M. and Jalali, M.** 2003. Change in total soluble sugar, prolin, chlorophyll and colorophyll floresance safflower varieties under drought stress and spraying zins and manganes, *Desert*, 9:93-109. (In Persian)
- Naghavi Marammati, A., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H. and Salehi Gilani, S.** 2007. Effect of different type of organic and chemical fertilizer on yield varieties, *Tehran Conference of Soil Science. Tehran, Iran*, 8:766-767. (In Persian)
- Niakan, M., Khavarnezhad, R.A. and Rezaei, M.B.** 2003. The effect of different amounts of fertilizer NPK on fresh and dry weight, leaf and oil content of *Mentha piperitae* L. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research of Iran*, 20:131-148. (In Persian)
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A. and Etemadi, N.A.** 2008. Effect of humic acid on plant growth nutrient uptake, and post harvest life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31:2155-2167. (In Persian)
- Omid Beigi, R.** 2012. Processing of Medicinal Plant. *Astan Ghods Razavi*, 6:437.
- Poudineh, Z., Ghaffari, M. and Mirshekari, S.** 2015. Effects of humic acid and folic acid on sun flower under drought stress. *Biological Forum – An International Journal*, 7:451-454.
- Rauthan, B.S. and Schnitzer, M.** 1981. Effect of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil*, 63:491-495.
- Sabzevari, S., Khazai, H. and Kafi, M.,** 2009. The effect of humic acid on the growth roots and arial parts Sabalan sayvuns varieties of wheat (*Triticum astivum* L.), *Journal of Soil and Water (Agricultural Science and Technology)*, 94:23-87. (In Persian)
- Samavat, S. and Malakuti, M.** 2005. The Necessity of Using Organic Acid (Humic and Folic) to the Increase Thr Quality and Quantity of Agricultural Productes, *Technical publication, Tehran the Senate*, 463p. (In Persian)
- Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F. and Sangwan, R.S.** 2001. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, 34:3-21.
- Sebastiano, D., Roberto, T., Ersilio, D. and Arturo, A.** 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Journal of Agriculture Research*, 25:183-191.
- Shah Hoseini, R., Omid Beigi, R. and Kiani, D.** 2012. Evalution of effect of biosulfur and nitroxidant super absorbent polymer on growth, yield and quality of oil of *Ocimum basilicum* L. *Iranian Journal of Horticulture Science*, 26:246-254. (In Persian)
- Sharif, M., Khattak, R.A. and Sarir, M.S.** 2002. Effect of different levels of lignitic coal drived humic acid on growth of maize plants. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 33:3567-3580. (In Persian)
- Singer, M.J. and Bissonnais, L.Y.** 1998. Importance of surface sealing in the erosion of some soils from a Mediterranean climate. *Geomorphology*, 24:79-85.
- Soltanipour, M.M., Mohammadi, E., Rahnama, H. and Abbaszadeh, B.** 2012. Callusogenesis investigation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, 7:45-54.
- Willis, J. and Hester, M.** 2008. Evaluation of enhanced *panicum amarum* establishment through fragment plantings and humic acid amendment. *Journal of Coastal Research*, 2:263-268.

Effects of different levels of humic acid on growth indices and essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under different irrigation regimes

Hossein Gorgini Shabankareh¹, Farnoush Sabouri^{2*}, Fariba Saedi², Barat Ali Fakheri³

1- Ph.D Student in Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Gorgan, Iran

2- M.Sc. Student in Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran

3- Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran

*Corresponding Author Email: medicinalplantsabouri@gmail.com

Received: February 8, 2016; Revise: March 3, 2017; Accept: June 12, 2017

ABSTRACT

Due to increased environmental issues, more attention has been paid to biofertilizers. This experiment was conducted as factorial with completely randomized design with three replications. Treatments included irrigation at 100 (control), 75 and 50% FC and humic acid spraying at 0, 200 and 400 mg l⁻¹. The most and the least plant height, fresh and dry weight, number of lateral branches, stem diameter and root dry weight were observed for irrigation at 100% FC and 50% FC, respectively. Whilst, the highest essential oil percentage and essential oil yield was achieved for irrigation at 50% FC and 75% FC, respectively. Interaction of 400 mg l⁻¹ humic acid and irrigation at 100% FC had the most plant height, fresh and dry weight, stem diameter, and root dry weight. Meanwhile, application of 400 mg humic acid and irrigation at 50% FC and 75% FC had the highest essential oil percentage and essential oil yield, respectively. The interaction was not significant for number of lateral branches. Vegetative growth decreased with increasing drought stress and increased with increasing humic acid application. These results suggested that humic acid alleviated drought stress on lemon balm.

Keywords: Drought; Fertilizers; Lamiaceae; Medicinal plants; Yield

How to cite this article

Gorgini Shabankareh H, Sabouri F, Saedi F, Fakheri BA. Effects of Different Levels of Humic Acid on Growth Indices and Essential Oil of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) under Different Irrigation Regimes. *J Crop Sci Res Arid Reg*, 2017; 1(2):166-176. DOI: 10.22034/csrar.01.02.04

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the CSRAR Journal. The content of this article is distributed under CSRAR open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) License. For more information, please visit [http://cropscience.uoz.ac.ir/?lang=en](http://cropsscience.uoz.ac.ir/?lang=en).