



دانشگاه گوارزی و منابع گیاهی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و یکم، شماره اول، ۱۳۹۳
<http://jopp.gau.ac.ir>

تأثیر تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی پر مصرف در گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.)

*مصطفی حیدری^۱ و آزاد مینایی^۲

^۱دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شاهرود، دانشجوی کارشناسی ارشد

گروه باغبانی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۷

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی پر مصرف در گیاه گاوزبان، آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خورده شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل اجرا شد. در این بررسی تیمار خشکی به عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل: آبیاری پس از رسیدن رطوبت در عمق پانزده سانتی‌متر خاک به ۹۰، ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه و محلول‌پاشی اسید هیومیک به عنوان عامل فرعی در چهار سطح صفر، ۱/۵، ۳، ۴/۵ لیتر در هزار لیتر آب که در طی دو مرحله رشد رویشی و اوایل گلدهی بر روی گیاهان محلول‌پاشی شدند، در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گل، عملکرد زیست‌توده، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه داشت. اعمال تنش خشکی تا سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه سبب افزایش عملکرد گل تولیدی، عملکرد زیست‌توده، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه شد، با بالا رفتن شدت تنش و رسیدن رطوبت خاک به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، مقادیر این صفات کاهش یافتند. تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر کلسیم، پتاسیم و فسفر

*مسئول مکاتبه: haydari2005@gmail.com

در اندام‌های برگ و گل گاوزبان داشت و تا سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه منجر به افزایش آن‌ها شد. اثر محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر عملکرد گل، عملکرد زیست‌توده، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه‌ها و نیز غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم در دو اندام گل و برگ معنی‌دار بود و سبب افزایش آن‌ها تنها تا سطح ۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب شد. براساس نتایج این آزمایش اعمال تنش خشکی تا سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه و یا کاهش ۳۰ درصد رطوبت خاک منجر به کاهش در عملکرد کمی و غلظت عناصر معدنی در دو بخش برگ و گل‌های گیاه گاوزبان نشد، بیشترین کارایی اسیدهیومیک در تمامی سطوح خشکی نیز از مصرف ۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب حاصل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدهیومیک، تنش خشکی، عملکرد گل، عناصر معدنی، گل گاوزبان

مقدمه

ایران از اقلیمی خشک و نیمه خشک برخوردار است. به طوری که تنش خشکی در آن از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید محصولات زراعی، باغی و دارویی به‌شمار می‌رود (بابائیان و همکاران، ۲۰۱۰). تنش خشکی از طریق عوامل روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای بر شدت فتوسنتز تأثیر می‌گذارد. از آن‌جایی که برای انجام فتوسنتز و تبادلات گازی باز بودن روزنه‌ها ضروری است، بنابراین در اثر کمبود آب و بسته شدن روزنه‌ها تبادلات گازی کاهش یافته، دی‌اکسیدکربن کمتری در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد و شدت فتوسنتز کاهش می‌یابد. کاهش فتوسنتز همراه با کاهش رشد و عملکرد تولیدی در گیاهان خواهد بود (ردی و همکاران، ۲۰۰۴).

گیاه گاوزبان یکی از گیاهان دارویی مهم کشور است. این گیاه از تیره گاوزبان، علفی، یکساله، به ارتفاع ۴۵ تا ۷۰ سانتی‌متر، رنگ گل‌های آن آبی و به ندرت سفید یا گلی است. زمان مناسب برای کشت این گیاه اوایل بهار بوده، همچنین با توجه به شرایط محیطی امکان کشت آن در پاییز و اواخر زمستان نیز وجود دارد. این گیاه امروزه در غالب نقاط دنیا به‌منظور استفاده‌های درمانی کشت و از گل و برگ این گیاه به‌عنوان یک ماده معرق، آرام کننده و تصفیه کننده خون استفاده می‌شود (زرگری، ۲۰۰۶).

لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۲۰۰۳) در بررسی تیمارهای مختلف آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰

درصد ظرفیت زراعی مزرعه بر روی گیاهان دارویی اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه‌بهار و بابونه گزارش کردند که با کاهش میزان قابلیت دسترسی به آب (تشدید تنش خشکی) از وزن اندام‌های هوایی، ارتفاع بوته‌ها و عملکرد دانه آن‌ها کاسته می‌شود. مشابه همین آزمایش، حسنی و همکاران (۲۰۰۳) با پژوهش روی گیاه دارویی ریحان اعلام کردند تنش خشکی منجر به کاهش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و طول شاخه‌های جانبی، عملکرد دانه و عملکرد اسانس می‌شود. کرمی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تنش کم آبی به صورت معنی‌داری از عملکرد گل و میزان سرشاخه‌های گلدار در گیاه گل‌گاوزبان می‌کاهد. بروز تنش خشکی و شوری باعث بالا رفتن غلظت املاح محلول در محیط ریشه و در نتیجه افزایش پتانسیل اسمزی خاک می‌شود که این امر باعث کاهش جذب عناصر غذایی تا حد زیادی می‌شود. با مصرف مقادیر مناسب عناصر غذایی از طریق خاک یا محلول‌پاشی می‌توان تا حدی شرایط رشد و نمو را بهبود بخشید و از بروز اثرات سوء تنش بر گیاهان کاست (گراتان و گریور، ۱۹۹۹).

اسیدهیومیک با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهند (ویقان و لین هان، ۱۹۷۶؛ تن، ۲۰۰۳). آزمایش‌ها نشان داده است که غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک سبب افزایش طولی شدن سلول‌های ریشه در گیاه نخود می‌شود (ویقان، ۱۹۷۴). نتایج برخی از آزمایش‌ها بیانگر افزایش عملکرد سبب‌زمینی و سویا در طی استفاده از اسیدهیومیک بوده است (فریمن، ۱۹۷۰). در مطالعه‌ای با کاربرد اسیدهیومیک به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک مشخص گردید که اسیدهیومیک سبب افزایش طولی شدن طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصر غذایی و عملکرد فلفل می‌شود (ترکمن و همکاران، ۲۰۰۵). اسیدهیومیک موجب زیاد شدن آلکالوئیدها در برگ‌های توتون می‌شود (تن، ۲۰۰۳). سیمیرین و ایلماز (۲۰۰۵) با مطالعه اسیدهیومیک و فسفر بر رشد و مقدار عناصر غذایی در کاهو اظهار داشتند که اسیدهیومیک و فسفر و ارتباط متقابل این دو مقدار نیتروژن کاهو را افزایش داده و موجب قابلیت دسترسی فسفر گردیده است. اما در این آزمایش کاربرد اسیدهیومیک موجب بهبود عملکرد کاهو نشد.

اگرچه تاکنون پژوهش‌های وسیعی در رابطه با تأثیر تنش خشکی روی گیاهان زراعی صورت گرفته اما رفتار اکثر گیاهان دارویی و معطر تحت شرایط کمبود آب به خوبی مطالعه نشده است. بنابراین برای شناسایی واکنش گیاهان دارویی در نواحی خشک، ارزیابی عملکرد آن‌ها تحت این

شرایط و مطالعه عکس‌العمل آن‌ها در مقابل مصرف کودهای آلی ضروری است. این آزمایش با هدف بررسی اثرات تنش خشکی و اسیدهیومیک بر عملکرد گل و غلظت عناصرغذایی پرمصرف در گیاه دارویی گاوزبان اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۷ متر از سطح دریا به صورت کرت‌های یک بار خرد شده و در قالب طرح‌های بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. منطقه زابل دارای متوسط بارندگی سالانه منطقه ۶۳ میلی‌متر است. متوسط حداقل و حداکثر دمای سالانه آن نیز به ترتیب ۱۶ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق گرم و خشک به‌شمار می‌رود. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری.

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	مواد آلی	فسفر	پتاسیم (درصد)	آهن	روی	منگنز لای	رس	شن	بافت خاک
۳/۱	۷/۸	۰/۳۱	۳/۶	۱۵۵	۱/۱۴	۱/۰۴	۰/۳۱	۲۷	۳۲	۴۱
								درصد (درصد)		لومی-شنی

در این پژوهش تیمار خشکی در سه سطح شامل آبیاری پس از رسیدن رطوبت در عمق پانزده سانتی‌متری خاک به $W_1=90$ ، $W_2=70$ و $W_3=50$ درصد ظرفیت زراعی مزرعه به‌عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی اسیدهیومیک در چهار سطح شامل: صفر (H_1)، $H_2=1/5$ ، $H_3=3$ ، $H_4=4/5$ لیتر در هزار لیتر آب که در طی دو مرحله رشد رویشی و اوایل گلدهی بر روی گیاهان محلول‌پاشی شدند، به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. میزان تخلیه رطوبت در سطح خشکی شاهد ۱۰، سطح W_2 برابر ۳۰ و در سطح W_3 معادل ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه بود که با استفاده از دستگاه TDR و در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک این مقادیر محاسبه شد.

در این آزمایش، رقم گاوزبان اروپایی و اسید هیومیک ۸۰ درصد با نام تجاری هیومکس استفاده گردید. مقدار موردنیاز اسیدهیومیک در این طرح برای هر کرت محاسبه و در طی دو مرحله رشد رویشی و اوایل گلدهی به‌صورت محلول‌پاشی روی گیاهان در کرت‌ها اعمال شد. در گیاهان باغی و

زراعی حداکثر سطح استفاده از اسیدهیومیک معادل ۵ لیتر در هکتار است (سالمان و همکاران، ۲۰۰۵). براین اساس تیمار اسیدهیومیک در این آزمایش برای گاوزیان نیز در فواصل بین این سطح تعیین شد. مزرعه آزمایشی توسط گاو آهن برگرداندار شخم و سپس برای نرم کردن کلوخه‌ها دوبار دیسک زده شد. عملیات کاشت در ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۰ انجام گرفت. ابعاد هر کرت ۲×۳ متر، فاصله روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۳۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند (اکبری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۶). قبل از کاشت مقادیر ۷۵ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به خاک اضافه گردید. ۷۵ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره به نسبت ۵۰ و ۵۰ درصد به ترتیب قبل از کاشت و بعد از اعمال تنش خشکی به خاک داده شد. بعد از کاشت آبیاری با استفاده از سیفون انجام گرفت. اعمال تنش خشکی در این آزمایش از ۲۰ روز بعد از سبز شدن گیاهان آغاز و تا انتهای دوره رشد ادامه یافت. جهت تعیین دور آبیاری در تیمارهای مختلف تنش از دستگاه TDR استفاده شد.

در این آزمایش جهت تعیین عملکرد گل، بعد از حذف حاشیه، گل بوته‌های واقع در یک مترمربع وسط هر کرت برداشت شدند. برداشت گل‌ها در سه نوبت انجام و در نهایت مجموع برداشت در سه مرحله به عنوان عملکرد گل لحاظ گردید. برای عملکرد سرشاخه‌ها و عملکرد زیست‌توده سرشاخه‌ها و وزن خشک کل بوته‌های موجود در یک مترمربع برداشت شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های جانبی در هر بوته، تعداد ۵ بوته از سطح هر کرت برداشت شد. جهت تعیین مقادیر عناصر کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر در دو بخش هوایی (برگ) و گل گیاهان از روش خاکستری خشک استفاده شد. مقادیر پتاسیم (ادوارد، ۱۹۹۹) با استفاده از دستگاه فلم‌فتمتر، کلسیم و منیزیم با دستگاه اتمیک ابزویشن و فسفر (جکسون، ۱۹۶۲) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند. در پایان داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت. برای رسم نمودارها و جداول از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد گل: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد تنش خشکی بر عملکرد گل تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت (جدول ۲). اعمال تنش خشکی تا سطح W_2 (۷۰ درصد ظرفیت زراعی

مزرعه) سبب افزایش عملکرد گل و با بالا رفتن سطح تنش به W_3 (۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه)، باعث کاهش عملکرد گل شد. این کاهش نسبت به تیمار W_2 معادل ۱۵/۳ درصد بود (جدول ۳). تنش خشکی به صورت‌های مختلفی سبب تغییراتی در عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی، باغی و دارویی می‌شود. بسته به گونه گیاهی، شدت و مدت تنش و نیز مرحله رشدی گیاه، میزان تأثیر خشکی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد آن‌ها متفاوت خواهد بود. آرزمجو و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی اثر تنش خشکی و سه نوع کود بر عملکرد گل تولیدی در گیاه بابونه گزارش کردند، تنش خشکی باعث کاهش عملکرد گل در گیاه بابونه می‌شود. مون و آلگر (۱۹۹۹) عوامل کاهش عملکرد در گیاه بادرنجبویه در اثر تنش خشکی را مربوط به بسته شدن روزنه‌ها، کاهش میزان رطوبت نسبی برگ‌ها و کم شدن جذب دی‌اکسیدکربن در برگ‌ها می‌دانند. لباسچی و شریفی عاشورآبادی (۲۰۰۳) در بررسی تیمارهای مختلف آبیاری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بر روی گیاهان دارویی اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه بهار و بابونه گزارش کردند که با کاهش میزان قابلیت دسترسی به آب (تشدید تنش خشکی) از وزن اندام هوایی، ارتفاع بوته‌ها و عملکرد دانه آن‌ها کاسته می‌شود.

اسیدهیومیک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گل در گیاه گاوزبان داشت، اما اثر متقابل تنش خشکی و اسیدهیومیک از تأثیر معنی‌داری برخوردار نبود (جدول ۲). بیشترین میزان تولید گل با مصرف و محلول‌پاشی ۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد از افزایشی معادل ۱۱/۹ درصد برخوردار بود. افزایش مصرف اسیدهیومیک باعث کاهش عملکرد گل شد، بیشترین این کاهش در تیمار H_4 حاصل شد (جدول ۳). براساس نظر لئو و همکاران (۱۹۹۸) اسیدهیومیک سبب افزایش سرعت فتوسنتز در برگ‌ها و بهبود محتوای عناصر غذایی در بخش‌های مختلف رویشی و ریشه گیاهان می‌شود. اما در این آزمایش و در مورد گیاه گاوزبان اسیدهیومیک تنها تا سطح H_2 از تأثیر مثبت بر عملکرد گل برخوردار بود (جدول ۳). نتایج بررسی پیتتون و همکاران (۱۹۹۹) نشان داد اسیدهیومیک جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATP آن را در غشاء پلاسمایی سلول‌های ریشه افزایش داد، همچنین به سبب افزایش فتوسنتز و جذب عناصر غذایی بر میزان عملکرد دانه در ذرت افزوده شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد کمی و غلظت عناصر غذایی در تیمارهای تنش خشکی و اسیدهیومیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد		غلظت عناصر غذایی		تعداد شاخه		ارتفاع		فسفر		پتاسیم		کلسیم		منیزیم		
		گل	زبست توده	سرشاخه	جانبی در تونه	تونه	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ
تکرار	۲	۳۰۷/۰ ^{NS}	۵۲۰/۰ ^{NS}	۱۷۱۱/۰ ^{NS}	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]	۵۰۱/۰ [*]
خشکی	۲	۲۸/۰ [*]	۳۰۰۵۰۱۱ ^{**}	۲۴۱۹۱ ^{**}	۸۷/۰ ^{**}	۲۲۸۱ ^{NS}	۸۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}	۳۰۰۰۰/۰ ^{NS}
خطای a	۴	۸۷۳	۳۳۸۱	۵۷۳۸	۱۱/۰۵	۴۰/۰۴	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰	۱۰۰۰/۰
اسید هیومیک	۳	۱۷۷/۰ [*]	۳۰۴۰۰ ^{**}	۱۳۹۹/۰ [*]	۲/۰۸	۱/۰۵	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}
خشکی x اسید هیومیک	۶	۹/۰۴ ^{NS}	۱۱۱۱۷۱ ^{**}	۱۷۱/۰ ^{NS}	۳/۰۸	۴/۰۴ ^{NS}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}	۳۰۰۰/۰ ^{**}
خطای b	۷	۶۳/۰۵	۳۰۰۰/۰۳	۳۰۰/۰۴	۳۸/۰۱	۵/۰۲	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]	۱۰۰۰/۰ [*]
ضرب تغییرات (درصد)	۱۷	۱۷۲/۰۴	۶۷/۰۶	۶۶/۰۱	۶/۰۱	۱۰/۰۱	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶	۸/۰۶

NS و *، ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

عملکرد زیست توده، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه: نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد به جز ارتفاع بوته، اعمال تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد زیست توده، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه در گیاه گاوزبان داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات در تیمارهای مختلف خشکی نشان داد بیشترین عملکرد زیست توده و عملکرد سرشاخه‌ها مربوط به تیمار ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (مزرعه) و بالاترین تعداد شاخه‌های جانبی مربوط به تیمار ۹۰ درصد ظرفیت زراعی (جدول ۳). تأثیر خشکی بر هر یک از بخش‌های رویشی و زايشی در نهایت می‌تواند منجر به تغییر در میزان عملکرد تولیدی در گیاهان شود. سریوالی و همکاران (۲۰۰۱) اظهار کردند که کاهش میزان عملکرد تولیدی در طی بروز تنش خشکی می‌تواند مربوط به کاهش ارتفاع گیاه، کاهش سطح برگ و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی باشد. صفی‌خانی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تنش خشکی ۴۰ درصد ظرفیت زراعی موجب کاهش ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، طول میانگره، عملکرد زیست توده و عملکرد اسانس در بادرشبو گردید. بابایی (۱۹۹۵) در بررسی تأثیر تنش خشکی بر سیاهدانه در شرایط مزرعه‌ای بیان کرد که حداکثر مقاومت این گیاه به خشکی در دور آبیاری ۲۰ روز است. تنش خشکی از ارتفاع بوته، طول برگ و تعداد برگ در این گیاه کاسته و سبب تسریع در مرحله گلدهی آن گردید.

محلول‌پاشی اسیدهیومیک در این آزمایش تأثیر معنی‌داری بر چهار صفت عملکرد زیست توده، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه‌ها داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ۳) بیشترین مقادیر چهار صفت فوق مربوط به تیمار اسیدهیومیک H_2 (۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب) و کمترین آن‌ها مربوط به تیمار H_4 (۴/۵ لیتر در هزار لیتر آب) است. اسید هیومیک تا سطح H_2 به سبب بهبود جذب عناصر غذایی منجر به بهبود اجزای عملکرد گل در گیاه گاوزبان گردید. در آزمایش مشابهی، ناردی و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که اسیدهیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاهان می‌شوند. آياس و گالسر (۲۰۰۵) اعلام کردند که اسیدهیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن برگ‌ها و حفظ ماندگاری برگ‌ها سبب بهبود رشد، افزایش زیست توده تولیدی و ارتفاع بوته می‌شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های تیمار تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد کمی و غلظت عناصر غذایی کلروژان

تیمار	منبرم		کاسیم		پانسیم		فسفر		ارتفاع بوته		تعداد شاخه		عملکرد سرنخاچه		عملکرد زیست توده		(گرم در مترمربع)										
	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل	برگ	گل											
W ₁	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۴ ^a	۰/۵۳ ^a	۰/۳۵ ^b	۱۳۰/۹ ^a	۲۲۷/۵ ^a	۰/۱۶۳ ^{ab}	۰/۲۰ ^b	۲۱/۰ ^a	۷/۵ ^a	۴۶/۸ ^b	۴۳۴/۳ ^{ab}	۱۸/۵۹ ^{ab}	W ₂	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۱ ^a	۰/۴۹ ^{ab}	۰/۳۸ ^b	۱۳۴/۸ ^a	۲۲۸/۹ ^a	۰/۱۵۳ ^b	۰/۲۴ ^a	۲۰/۵ ^a	۶/۳ ^a	۳۳۲/۴ ^a	۱۹/۵۹ ^a	
W ₃	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۳ ^a	۰/۴۷ ^b	۰/۳۹ ^a	۱۱۲/۹ ^b	۲۲۳/۳ ^a	۰/۱۵۷ ^{ab}	۰/۱۹ ^b	۱۸/۵ ^a	۵/۸ ^{ab}	۳۵/۸ ^b	۳۳۸/۶ ^a	۱۷/۶۱ ^b	W ₄	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۰ ^a	۰/۴۶ ^{bc}	۰/۳۸ ^b	۱۳۰/۱ ^a	۲۴۱/۰ ^{ab}	۰/۱۶۱ ^a	۰/۲۳ ^{ab}	۲۰/۹ ^{ab}	۶/۵ ^{ab}	۴۳/۳ ^b	۳۲۵/۸ ^b	۱۷/۸ ^{ab}
H ₁	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۳ ^a	۰/۴۶ ^{bc}	۰/۳۸ ^b	۱۳۰/۱ ^a	۲۴۱/۰ ^{ab}	۰/۱۶۱ ^a	۰/۲۳ ^{ab}	۲۰/۹ ^{ab}	۶/۵ ^{ab}	۴۳/۳ ^b	۳۲۵/۸ ^b	۱۷/۸ ^{ab}	H ₂	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۴ ^a	۰/۴۵ ^b	۰/۳۸ ^b	۱۲۰/۱ ^a	۲۴۶/۳ ^{ab}	۰/۱۵۸ ^b	۰/۲۳ ^{ab}	۲۳/۰ ^a	۷/۳ ^a	۶۵/۸ ^{ab}	۴۱۱/۸ ^a	۲۰/۱۳ ^a
H ₃	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۴ ^a	۰/۵۳ ^{ab}	۰/۳۹ ^a	۱۲۱/۸ ^a	۲۲۱/۸ ^{ab}	۰/۱۵۵ ^b	۰/۱۹ ^b	۱۸/۱ ^b	۶/۵ ^{ab}	۴۵/۵ ^b	۳۱۷/۴ ^b	۱۸/۵ ^{ab}	H ₄	۱/۶۶۳ ^a	۱/۵۰ ^a	۰/۵۴ ^a	۰/۳۴ ^{bc}	۱۳۲/۸ ^a	۱۹۷/۸ ^b	۰/۱۵۵ ^b	۰/۲۰ ^{bc}	۱۸/۱ ^b	۵/۸ ^b	۳۶/۹ ^b	۲۷۲/۳ ^b	۱۶/۸ ^b

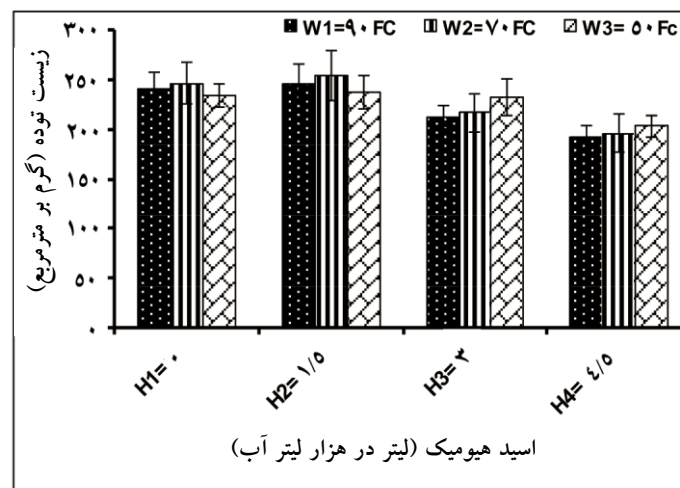
اسید هیومیک

در هر ستون و برای هر تیمار، دارای حداقل یک حرف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

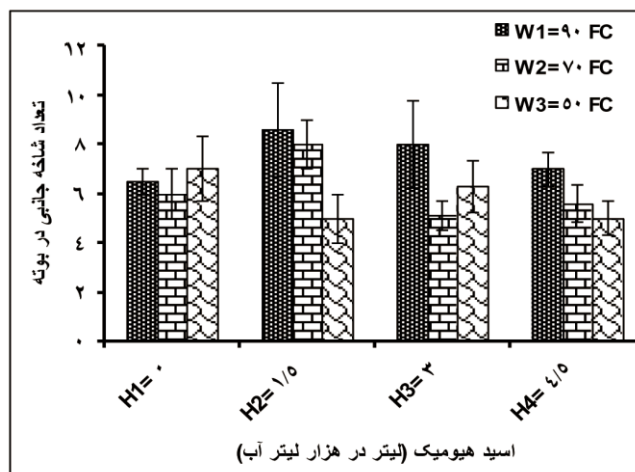
صفر (H₁), H₂=۱/۵, H₃=۳, H₄=۴/۵ لیتر هیومیک اسید در هزار آب

W₃=۵۰ و W₂=۷۰, W₁=۹۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه

اثر متقابل تنش خشکی و اسیدهیومیک در بین چهار صفت فوق تنها تأثیر معنی‌دار بر عملکرد زیست‌توده و تعداد شاخه‌های جانبی داشت (جدول ۲). در این بین بیشترین میزان عملکرد زیست‌توده در تیمار خشکی W_2 و با مصرف و محلول‌پاشی $1/5$ لیتر در هزار لیتر آب (W_2H_2) و تعداد شاخه‌های جانبی در تیمار W_1H_2 حاصل شد (شکل‌های ۱ و ۲). این نتایج نشان می‌دهد که گیاه گاوزبان تا حدی شرایط خشکی را تحمل می‌نماید و کاهش ۳۰ درصدی آب یا رسیدن رطوبت خاک به حد ۷۰ درصد ظرفیت زراعی خاک نه تنها منجر به کاهش عملکرد گل و عملکرد زیست‌توده نمی‌شود بلکه تفاوت زیادی نیز با تیمار شاهد ندارد. اکبری‌نیا و همکاران (۲۰۰۶) اعلام کردند که کارایی مصرف آب در گیاه گاوزبان به‌زاء افزایش میزان آب آبیاری تا ۳۰۰۰ مترمکعب آب روند صعودی دارد و سپس نزولی به خود می‌گیرد. تیمار ۳۰۰۰ مترمکعب (دور آبیاری ۱۴ روز) با میانگین افزایش کارایی $44/08$ گرم بر مترمکعب بیشترین میزان افزایش کارایی مصرف آب دارد و با دور آبیاری ۷ روز (افزایش $41/54$ گرم در مترمکعب) تفاوت معنی‌داری نشان نداد. در این آزمایش مشاهده گردید که کاهش ۳۰ درصدی رطوبت در عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک یا رسیدن رطوبت به ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه سبب کاهش عملکرد گل و عملکرد زیست‌توده گاوزبان اروپایی نشد. در این بین براساس نظر ناردی و همکاران (۲۰۰۲)، اسیدهیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم در درون سلول‌ها و همچنین بالا بردن میزان کلروفیل در برگ‌ها سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها شده، در نتیجه بر میزان عملکرد تولیدی و زیست‌توده تولیدی در گیاهان آلی افزوده می‌شود.



شکل ۱- اثر متقابل خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد زیست‌توده.



شکل ۲- اثر متقابل خشکی و اسید هیومیک بر تعداد شاخه جانبی در بوته.

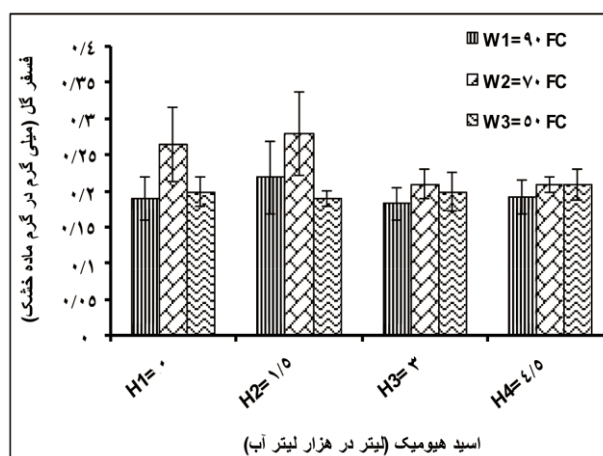
عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در دو بخش گل و برگ‌ها: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر غذایی پتاسیم، کلسیم و فسفر به‌جز غلظت منیزیم در دو بخش برگ و گل داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد، بیشترین مقادیر این عناصر به‌جز میزان فسفر و کلسیم برگ که در سطح خشکی شاهد (W_1) و کلسیم گل که در سطح خشکی W_3 حاصل شد در باقی موارد از تیمار خشکی W_2 (۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه) به‌دست آمد (جدول ۳).

گیاه گاو زبان دارای ریشه‌های عمیقی است و می‌تواند از اعماق خاک آب و عناصر غذایی مورد نیاز خود را جذب کند. لذا این گیاه تا حدی در برابر خشکی مقاوم است (نجفی، ۲۰۱۲). سامارچ و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در شرایط بروز تنش خشکی تا حدی بر میزان تجمع عناصر پتاسیم، فسفر، نیتروژن و کلسیم در دانه‌های سویا افزوده می‌شود. راهبردهای جذب و انتقال عناصر غذایی در گیاهان نظیر جریان توده‌ای، انتشار و یا جذب و انتقال به‌وسیله پدیده اسمز همگی، کم و بیش تابعی از مقدار رطوبت موجود در خاک و ریشه می‌باشند. در صورت نقصان رطوبت، شدت و مقدار جذب عناصر غذایی دستخوش تغییر و تحول می‌گردد. اگرچه بعضی از این سیستم‌های انتقالی عناصر نظیر انتشار به مقدار رطوبت کمتری جهت جذب عناصر غذایی نیازمند بوده و در این راستا، با کاهش رطوبت تا آستانه بحرانی باز هم روند جذب و انتقال بعضی از عناصر توسط ریشه

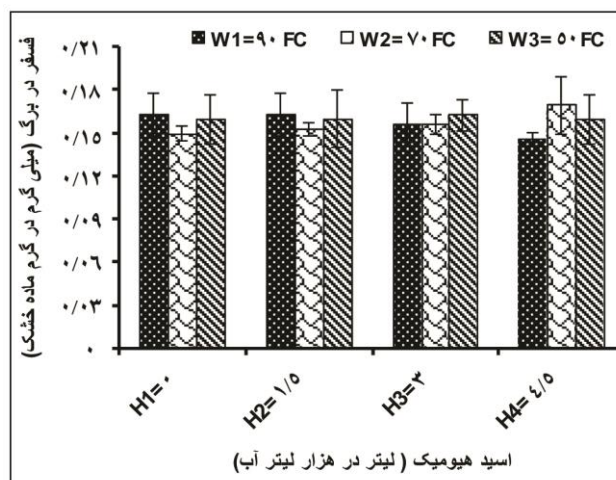
ادامه می‌یابد (زوحو و همکاران، ۱۹۹۷).

استفاده از اسیدهیومیک به‌جز در مورد میزان منیزیم در بخش گل و پتاسیم در برگ‌ها، در سایر موارد از تأثیر معنی‌داری در دو بخش برگ و گل گیاه گاوزبان برخوردار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها در سطوح مختلف هیومیک‌اسید نشان داد بیشترین مقدار پتاسیم و فسفر از تیمار H_2 و کلسیم در بخش گل از تیمار H_3 و کلسیم و منیزیم در برگ از تیمار H_4 حاصل گردید (جدول ۳). رایتان و اسپنزر (۱۹۸۱) در طی تحقیقات خود بر روی گیاه خیار گزارش کردند که اسیدهیومیک سبب افزایش جذب عناصر پتاسیم، فسفر، آهن، روی، و منگنز می‌شود. همچنین آدانی و همکاران (۱۹۹۸) عنوان کردند ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک تجاری (CP-B) موجب افزایش میزان فسفر در گوجه‌فرنگی شد.

در این پژوهش اثر متقابل تیمار تنش خشکی و اسیدهیومیک تنها در مورد میزان عنصر فسفر در هر دو بخش گل و برگ معنی‌دار و در مورد سایر عناصر، معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین میزان فسفر در گل از تیمار W_2H_2 و در برگ از تیمار W_2H_4 حاصل شد (شکل‌های ۳ و ۴). وانگ و همکاران (۱۹۹۵) میزان جذب فسفر ۳۲ را به‌عنوان یک عامل مؤثر در توسعه سیستم ریشه در سلول‌های ریشه گندم زمستانه در حضور اسیدهیومیک بررسی کردند و دریافتند که غلظت‌های ۵ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک سبب افزایش معنی‌داری در جذب فسفر می‌شود. افزایش جذب فسفر می‌تواند در توسعه ریشه به اعماق خاک و جذب بیشتر آب به گیاه در شرایط نامساعد محیطی کمک کند. در این آزمایش نیز یکی از دلایل اثر بخش اسیدهیومیک در بهبود عملکرد گل، اجزای عملکرد و نیز غلظت عناصر معدنی در دو بخش برگ و گل گیاه گاوزبان در طی بروز تنش خشکی می‌تواند مربوط به این امر باشد.



شکل ۳- اثر متقابل خشکی و اسیدهیومیک بر غلظت فسفر در گل.



شکل ۴- اثر متقابل خشکی و اسید هیومیک بر غلظت فسفر در برگ.

نتیجه‌گیری

از نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گیاه گاوزبان (گونه اروپایی) می‌تواند شرایط کاهش آب قابل دسترس در محیط ریشه را تا حدی تحمل کند. به طوری که کاهش ۳۰ درصدی رطوبت در عمق پانزده سانتی‌متری خاک و یا به عبارت دیگر رسیدن رطوبت خاک از ۱۰۰ درصد به ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، نه تنها تأثیری کاهشی بر عملکرد گل و غلظت عناصر معدنی در دو بخش برگ و گل‌های آن ندارد بلکه سبب افزایش آن‌ها نیز شد. با بالا رفتن شدت تنش و رسیدن به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، کاهش عملکرد کمی و جذب عناصر غذایی پر مصرف در دو بخش هوایی و گل گیاه گاوزبان رخ داد. در این بین تیمار اسید هیومیک تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد گل، عملکرد زیست‌توده، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد سرشاخه‌ها داشت، در نهایت با بهبود جذب عناصر غذایی و توسعه بخش‌های رویشی و زایشی سبب افزایش عملکرد گل گردید. بیشترین تأثیر تیمار اسید هیومیک در طی بروز تنش خشکی در گیاه گاوزبان گونه اروپایی، مربوط به سطح ۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب بود.

منابع

- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., and Zocchi, G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *J. Plant Nutri.* 21(3): 561- 575.

2. Akbarinia, A., Karamaty Toroghi, M., and Hadi Tavtori, M.H. 2006. Effect of irrigation intervals on flower yield of *Achium amoenum* Mey and Fisch. Pajohesh and Sazandegi. 76:122-128. (In Persian)
3. Arazmjo, A., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2010. Effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian, J. Medicin. Arom. Plant. 25(4):482-489. (In Persian)
4. Ayas, H., and Gulser, F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. J. Biol. Sci. 5(6):801-804.
5. Babaei, A. 1995. Effects of water stress at different growth stages on the quantity and of essential oil and oil content of *Nigella Sativa*. M.Sc Thesis of Plant Sci. Azad University, North Branch of Tehran.
6. Babaeian, M., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2010. Effect of water stress and foliar micronutrient application on physiological parameters and nutrient uptake in sunflower (*Heliantus annus* L.). Iranian J. Crop Sci. 12(4):377-391. (In Persian)
7. Cimrin, M.K., and Yilmaz, I. 2005. Humic acid application to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. Acta Agri. Scandinavica, Sec. B-Plant Soil Sci. 55(1):58-63.
8. Edward, A.H. 1999. Handbook of reference method for plant analysis. Soil and Plant Analysis Council, Inc.
9. Freeman, P.S. 1970. The Use of Lignite Products as Plant Growth Stimulants. U.S. Bureau of Mines, Grand Forks, ND.
10. Grattan, S.R., and Grieve, C.M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Horti. 78:127-157.
11. Hassani, A., Omydbygy, R., and Heidari Sharief Abad, H. 2003. Effect of different soil moisture levels on growth, yield and metabolite adaptate accumulation in Basil. J. Soil. Water Sci. 17(2):67-76. (In Persian)
12. Jackson, M.L. 1962. Soil chemical analysis. Prentice Hall of India, New Delhi.
13. Karami, A., Sphere, A., Hamzehi, J., and Salimi, G. 2011. Effects of biological nitrogen and phosphorus fertilizers on quality and quantative in borage (*Borago officinalis* L.) under water deficit. J. Plant Prod. Technol. 1(11): 27-35.
14. Lebaschy, M., and Sharifi Ashorabadi, A. 2003. Growth index of medical plants in different condition of water stress. Iranian J. Medicin. Arom. Plant. 20(3): 249-261. (In Persian)
15. Liu, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. Amer. Soc. Horti. Sci. 33(6): 1023-1025.
16. Munne, S., and Alegre. L. 1999. Role of dew on the recovery of water stressed *Melissa officinalis* L. plants. J. Plant Physiol. 154(5-6): 756-766.
17. Najafi, S. 2012. Medical Plants, identification and User. Publication Marandiz, Mashhad. 244 p. (In Persian)
18. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological

- effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Bioch.* 34:1527–1536.
19. Pinton, R., Cesco, S., Lacoletti, G., Astolfi, S., and Varanini, Z. 1999. Modulation of NO_3^- -uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H^+ ATPase. *Plant Soil.* 215:155-161.
20. Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol.* 161:1189-1202.
21. Rauthan, B.S., and Schnitzer, M. 1981. Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil.* 63: 491-495.
22. Safi khani, F., Heidari Sharif Abad, H., Siadat, A., Sharifi Ashorabadi, Seyednejad, M., and Abaszadeh, B. 2005. Effects of water stress on yield and morphological characteristics of medicinal plant *Deracocephalum moldavica* L. *Iranian J. Medici. Arom. Plant.* 23(2): 183-194. (In Persian)
23. Salman, S.R., Abou-Hussein, S.D., Abdel-Mawgoud, A.M.R., and El-Nemr, M.A. 2005. Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. *J. Appl. Sci. Res.* 1(1):51-58.
24. Samarah, N., Mullen, R., and Cianzio, S. 2004. Size distribution and mineral nutrients of Soybean seed in response to drought stress. *J. Plant Nutrit.* 27(5): 815-835.
25. Sebahattin, A., and Necdet, C. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). *Agro. J.* 4:130-133.
26. Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashekara, R., and Kuikkarni, R. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in Petriwinkle. *J. Medici. Arom. Plant. Sci.* 22: 356-358.
27. Tan, K.H. 2003. *Humic Matter in Soil and the Environment.* Marcel Dekker, New York. 408 p.1.
28. Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S., and Dursun, A. 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *J. Bio. Sci.* 5(5):565-574.
29. Vaughan, D. 1974. A possible mechanism for humic acid action on cell elongation in root segments of *Pisum sativum* aseptic condition. *Soil Biol. Bioch.* 6: 241-247.
30. Vaughan, D., and Linehan, D. 1976. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. *Plant Soil.* 44: 445-449.
31. Wang, X.J., Wang, Z.Q., and Li, S.Q. 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphours fertilizers in alkaline soils. *Soil Use Manage.* 11:99-102.
32. Zargari, A. 2006. *Medicinal Plants.* University of Tehran Press. 951. (In Persian)
33. Zhou, X.M., Madramootoo, G.A., Mackenzie, A.F., and Smith, D.L. 1997. Biomass production and nitrogen uptake in corn-rayegrass systems. *Agron. J.* 89:749-756.



Effects of drought stress and humic acid application on flower yield and content of macro-elements in medical plant borage (*Borago officinalis* L.)

***M. Heidari¹ and A. Minaei²**

¹Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Shahrood,

²M.Sc. Student, Dept. of Horticulture, University of Zabol

Received: 2013-4-23 ; Accepted: 2014-1-17

Abstract

In order to evaluate effects of drought stress and humic acid foliar application on flower yield and concentration of macronutrient elements in borage, an experiment was conducted as a split plots design with three replications in 2012 at Agricultural Research Station of Zabol University. Drought stress treatments after reaching the soil moisture at fifteen centimeters depth to 90, 70 and 50 percent field capacity were used as main plots and humic acid treatment including: 0 or without any humic acid application, 1.5, 3 and 4.5 liter at 1000 L water were used as sub plots. Four foliar application of humic acid used at vegetative and early reproductive stages. Results showed that drought stress had significant effect on flower yield, biological yield, number of branches per plant and the shoot yield respectively. Drought stress increased flower yield until W₂ treatment, but by increasing drought stress and rich it to 50 percent field capacity (W₃), the flower yield, biological yield, number of branches per plant and shoot yield in borage plants were decreased. Drought stress had significant effect on phosphorus, potassium and calcium concentration in leaves and flower tissues. By increasing drought stress from 90 (control) to 70 percent field capacity, the content of these elements in leaves and flower tissues were increased. Humic acid application had positive effect on flower yield, biological yield, number of branches per plant, shoot yield, plant high and then the phosphorus, potassium and calcium in leaves and flower, and increased them until 1.5 liter of humic acid per thousand liter of water treatment. Based on the results of this study, drought stress until 70 percent field capacity or 30 percent decreasing in soil moisture, had not reduced flower yield and the concentration of nutrient elements in leaves and flower of borage plant. Maximum efficiency of humic acid at all levels of drought stress, obtained by application 1.5 liter of humic acid per thousand liter of water.

Keywords: Borag, Drought stress, Humic acid, Flower yield, Nutrient uptake

*Corresponding author; haydari2005@gmail.com