



اثر اسیدهای آلی بر ویژگی‌های رویشی گیاه منداب در آبیاری با آب

مریم محمدی^۱، محمد حشمتی رفسنجانی^{۲*}، امان الله جوانشاه^۳

۲۹) به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۳ استادیار مرکز تحقیقات پسته، رفسنجان، ایران

* ایمل، نویسنده مسئول: mheshmati2000@yahoo.com

چکیدہ

به منظور بررسی اثرات اسیدهای آلی بر رشد گیاه منداب در شرایط آبیاری با آب شور، این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۱۲ تیمار و در ۴ تکرار در ۴۸ واحد آزمایشی انجام شد. فاکتورها شامل ترکیب اسیدهای آلی (فولویک اسید و سیتریک اسید به نسبت یک به سه) در چهار سطح ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر آب آبیاری و فاکتور شوری آب آبیاری در سه سطح ۰/۸ (آب شهر)، پنج و ۱۰ دسی زیمنس بر متر بودند. پس از استقرار بوته‌ها، تعداد پنج بوته در گلدان نگهداری و از هفته‌ی سوم (سه تا چهار برگه شدن نهال‌ها) تیمارها اعمال شدند. ترکیب اسیدهای آلی همراه با آب آبیاری هر پنج روز یکبار طی هشت هفته، به گلدان‌ها داده شد. نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر معنی‌دار فاکتورهای شوری و غلظت اسیدهای آلی در آب آبیاری بر روی ارتفاع بوته، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و مقدار کلروفیل برگ را نشان داد و در مورد میزان کاروتنوئید فقط اثر متقابل دو فاکتور معنی‌دار بود. با افزایش شوری تمامی ویژگیهای رشدی مورد مطالعه کاهش و با مصرف اسیدهای آلی بهبود پارامترهای رشدی مشاهده گردید. نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد اسیدهای آلی سبب افزایش وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع بوته گیاه منداب شد. در شرایط شور بیش‌ترین عملکرد ریشه و اندام هوایی در سطح ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهای آلی مشاهده گردید اما مقدار کلروفیل بین سطح ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهای آلی تفاوت معنی‌داری نداشت و بیشترین میزان کاروتنوئید در شوری آب آبیاری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در سطح ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهای آلی بود.

مقدمه

شوری پس از خشکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش‌های محیطی در سطح جهان و ایران است. اثرات مضر شوری بر رشد گیاه از دو جنبه افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش آب قابل دسترس و همچنین اثرات خاص برخی از عناصر موجود در غلظت‌های بالا اهمیت دارد. منداب، *Eruca sativa Mill.* گیاهی یک ساله از خانواده Brassicaceae است که در ایران در محدوده وسیعی از بلوچستان تا کناره‌های دریای خزر می‌روید. این گیاه در بعضی مناطق به عنوان یک علف هرز شناخته شده، ولی به دلیل کاربردهای گوناگون مانند استفاده‌های مختلف دارویی و علوفه‌ای و همچنین داشتن صفات با ارزش مانند رشد رویشی سریع، مقاومت عالی در برابر تنش زنده و غیر زنده و تنوع ژنتیکی، به‌ویژه در سال‌های اخیر، مورد توجه قرار گرفته‌است (نژادحسن و همکاران، ۱۳۹۶). استفاده از اسید فولیک در خاک‌های شور یک راهکار مناسب برای اصلاح آن است و در خاک با عناصر ضروری از جمله آهن، روی و کلسیم به آسانی کمپلکس شده و انتقال آنان را از محلول خاک به سمت ریشه افزایش می‌دهد. از طرفی با گسترش سیستم ریشه‌ای گیاه و رشد آن، جذب عناصر غذایی توسط گیاه را بهبود بخشیده و افزایش عملکرد گیاه را منجر می‌شود (Moradi et al., 2017). اسید سیتریک نیز یک اسید آلی مهم برای رشد گیاه است، که با افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش فلزات سنگین در ارتباط است.

مواد و روش ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر اسیدهای آلی فولویک و سیتریک بر روی رشد گیاه منداب در شرایط آب شور، در شرایط گلخانه، در رفسنجان انجام گردید. این طرح به صورت فاکتوریل کاملاً تصادفی شامل ۱۲ تیمار و در چهار تکرار انجام شد. فاکتورها شامل ترکیب اسیدهای آلی فولویک و سیتریک به نسبت یک به سه در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر و فاکتور قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری، در سه سطح ۰/۸ (آب شهر)، پنج و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر بودند. تیمارهای هدایت الکتریکی پنج و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر آب آبیاری، با استفاده از آب شور یک چاه آب آبیاری منطقه و رقیق‌سازی با آب شهر تهیه شدند. هر گلدان محتوی پنج کیلوگرم خاک بود که برای متعادل شدن وضعیت عناصر غذایی از ترکیب مشابه هوگلند همراه با آب آبیاری استفاده شد. دو روز بعد از آبیاری و استقرار خاک در گلدان‌ها، در هر گلدان تعداد ۱۲ عدد بذر منداب کشت و طی دو هفته آبیاری گلدان‌ها با آب شهر، با قابلیت هدایت الکتریکی برابر با ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر، آبیاری شدند. در این مرحله که بوته‌ها سه تا چهار برگه شده بودند اقدام به تنک کردن بوته‌ها کرده و در هر گلدان ۵ بوته منداب باقی گذاشته شد، سپس گلدان‌ها را به‌صورت تصادفی در گلخانه قرار داده و به مدت هشت هفته، تیمارها اعمال شدند. در اعمال تیمارها، از صفر، پنج، ۱۰ و ۲۰ میلی‌لیتر محلول یک در هزار ترکیب اسیدها، در حجم نهایی یک لیتر آب آبیاری، استفاده گردید. آبیاری هر ۵ روز یک نوبت با ۵۰۰ میلی‌لیتر طی هشت هفته انجام شد، بدین ترتیب در سطوح مختلف اسیدهای آلی، گلدان‌ها به ترتیب مقادیر صفر، ۲۷/۵، ۵۵ و ۱۱۰ میلی‌گرم از ترکیب اسیدهای آلی دریافت کردند. رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ و تجزیه‌ی آماری با نرم افزار SAS نسخه ۱/۹ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس تأثیر معنی‌دار شوری آب آبیاری، کاربرد اسیدهای آلی و برهم‌کنش معنی‌دار این دو فاکتور را در سطح یک درصد آماری بر روی ماده‌ی خشک ریشه و اندام هوایی، ارتفاع بوته و مقدار کلروفیل برگ نشان داد و در مورد کارتنوئید برگ فقط برهم‌کنش بین دو فاکتور در سطح یک درصد آماری معنی‌دار بود.

ارتفاع بوته: نتایج مقایسه میانگین ارتفاع بوته گیاه منداب (جدول ۱) نشان داد که تغییرات معنی‌دار ارتفاع بوته با افزایش غلظت اسیدهای آلی در آب آبیاری بستگی به مقدار هدایت الکتریکی آب آبیاری داشته و روند تغییرات در سطوح شوری مختلف، متفاوت بود به طوری که در غلظت پنج میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی ارتفاع بوته در شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر از دو سطح قبلی اسید به طور معنی‌داری بیشتر بود ولی در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در این سطح کمترین ارتفاع بوته مشاهده شد که با غلظت صفر و ۲۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی، اختلاف معنی‌دار داشت. برهمکنش کاربرد اسیدهای آلی و شوری آب بر ارتفاع بوته گیاه منداب نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع بوته با کاربرد تیمار ۲۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمده است که در مقایسه با تیمار شاهد (صفر میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر) ۶۵ درصد افزایش معنی‌دار داشت و با تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی در شوری ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین ارتفاع بوته نیز با کاربرد تیمار ۱۰ میلی گرم بر لیتر ترکیب اسیدهای آلی در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که در مقایسه با تیمار شاهد ۵۳ درصد کاهش معنی‌دار داشت و با برخی دیگر از

تیمارها تفاوت معنی داری نداشت.

وزن خشک ریشه و اندام هوایی: بر اساس نتایج (جدول ۲) بیشترین وزن خشک ریشه، ۷/۸۵ گرم در گلدان، در تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری ۰/۸ دسی زیمنس بر متر به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (صفر میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری ۰/۸ دسی زیمنس بر متر) ۵۵ درصد افزایش معنی دار نشان داد. هرچند با تیمارهای ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی در شوری ۵ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی داری نداشت. کمترین وزن خشک ریشه، ۳/۵۸ گرم، نیز در سطح ۳ اسیدهای آلی (۱۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی) و سطح ۳ شوری (۱۰ دسی زیمنس بر متر) به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۳۶ درصد کاهش نشان داد و با برخی دیگر از تیمارها تفاوت معنی داری نداشت. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر ترکیب اسیدهای آلی و شوری ۰/۸ دسی زیمنس بر متر به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد (صفر میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری ۰/۸ دسی زیمنس بر متر) ۹۶ درصد افزایش معنی دار داشت (جدول ۲). کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی نیز در تیمار ۵ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری ۵ دسی زیمنس بر متر به دست آمد که با تیمار شاهد و برخی دیگر از تیمارها، تفاوت معنی داری نداشت. مطالعات نشان داده اند که اسیدهای آلی، از جمله اسید فولویک، با بهبود وضعیت تغذیه ای، رشد و نمو گیاهان را افزایش می دهند. اسید فولویک هم چنین می تواند جذب برخی از یون های فلزات سمی را کاهش دهد (Mindari, et al., 2014). براساس نتایج یک پژوهش، مصرف اسید هیومیک موجب افزایش سطح برگ، تعداد برگ، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه و ساقه ای گیاه *Dactylis glomerata* گردید (رهی و همکاران، ۱۳۹۱) که بیانگر نقش مثبت اسیدهای آلی در تغذیه و بهبود عوامل مؤثر بر رشد گیاه است و بر اساس نتایج این پژوهش ترکیب دو اسید آلی فولیک و سیتریک نیز می تواند نقش مشابهی در شرایط آبیاری با آب شور، داشته باشد.

جدول ۱ - مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته منداب (سانتی‌متر) در تیمارهای مختلف اسیدهای آلی و شوری آب آبیاری

	قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی ژیمنس بر متر)			اسیدهای آلی (میلی گرم بر لیتر)
	۱۰	۵	۰/۸	
۴/۴۰ ^C	۳/۸۵ de	۴/۳۳ de	۵/۰۵ cd	۰
۴/۹۳ ^{BC}	۳/۶۵ de	۳/۱۷ e	۷/۸۵ a	۵
۵/۴۵ ^{AB}	۳/۲۵ e	۶/۷۵ ab	۶/۳۵ ^{bc}	۱۰
۵/۷۸ ^A	۶/۰۷ ^{bc}	۶/۹۵ ab	۴/۳۱ de	۲۰
۴/۲۰ ^B	۵/۳۰ ^A	۵/۹۰ ^A		

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

کلروفیل و کارتنوئید: بیش‌ترین میزان کلروفیل در تیمار پنج میلی‌گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد که ضمن اختلاف ناچیز با تیمار ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهای آلی و شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر با تیمارهای با سطح بالاتر اسیدهای آلی در همان شوری، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). کمترین میزان کلروفیل نیز در تیمار عدم کاربرد اسیدهای آلی و شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۲۱ درصد کاهش معنادار نشان داد و با تیمار پنج میلی‌گرم بر لیتر ترکیب اسیدهای آلی و شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر، تفاوت معنی‌داری نداشت. نیتروژن ساختار اصلی تمامی آمینواسیدها در پروتئین‌ها و چربی‌ها می‌باشد که به عنوان ترکیبات ساختاری کلروپلاست فعالیت می‌کنند که در نهایت باعث افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه می‌گردد. نتایج تحقیقات نشان داده است که کاربرد اسید فولویک باعث افزایش غلظت کلروفیل برگ زیره سبز می‌گردد (Khan et al., 2012).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های وزن خشک اندام هوایی منداب (گرم برگلدان) در تیمارهای مختلف اسیدهای آل و و شوری آب

اسیدهای آلی (میلی گرم بر لیتر)	قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی زیمنس بر متر)		
	۱۰	۵	۰/۸
۰	۱۹/۴۷ d	۱۸/۰۰ e	۲۳/۷۳ b
۵	۲۴/۷۳ a	۱۸/۵۴ e	۲۱/۱۵ c
۱۰	۲۴/۰۵ a	۲۴/۳۱ a	۱۹/۷۱ d
۲۰	۲۳/۹۰ a	۲۴/۷۲ a	۲۱/۷۰ c
	۲۳/۰۴ A	۲۱/۴۰ B	۲۱/۳۳ B

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری با آزمون دانکن در سطح پنج درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج نشان داد بیشترین میزان کارتونوئید در تیمار شاهد (صفر میلی گرم بر لیتر ترکیب اسیدهای آلی و شوری ۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر) دیده‌شده که با تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی، در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و تیمارهای ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی، در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان کارتونوئید نیز در تیمار بدون کاربرد اسیدهای آلی و شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۲۳ درصد کاهش معنی‌دار داشت. کاربرد اسیدهای آلی، در آب آبیاری با شوری پنج و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، میزان کارتونوئید را به طور معنی‌داری افزایش داد اما بیشترین تأثیر بسته به سطح شوری آب مربوط به کاربرد ۱۰ یا ۲۰ میلی گرم بر لیتر اسیدهای آلی بود. کارتونوئیدها به عنوان آنتی اکسیدان عمل کرده و از کلروفیل‌های موجود در گیاهان محافظت می‌کنند بنابراین می‌توان گفت کاربرد اسیدهای آلی در آب آبیاری شور، می‌تواند تا حد زیادی اثرات منفی شوری بر کلروفیل را کاهش داده و با افزایش عمر بافت‌های گیاهی موثر در برآورد فتوسنتز، بهبود عملکرد گیاه را سبب شود. این نتیجه با گزارش سوفی و همکاران (۲۰۱۸) در خصوص تأثیرات مثبت کاربرد سید هیومیک در افزایش کلروفیل a, b و کارتونوئید و تأمین آب و عناصر غذایی در گیاه تحت تنش شوری، همخوانی دارد.

منابع

رهی، ع، داوودی فرد، م، غزیری، ف، حبیبی، د. ۱۳۹۱. بررسی تأثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی های پاسخ در گونه *Dactylis glomerata*. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۸، شماره ۳۸: ۱۵-۲۸.

Khan, A., Guramni, A. R., Khan, M. Z., Hussain, F., Akhtar, M. E., and Khan, S., 2012. Effect of humic acid on growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L.). Journal of Chemical Society of Pakistan, 6:56-63.

Mindari, W., Kusuma, Z., Aini, N., and Syekhfani. 2014. Effects of humic acid-based buffer + cation on chemical characteristics of saline soils and maize growth. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 2(1): 259-268.

Moradi, P., Pasari, B., and Fayyaz, F. 2017. The effects of fulvic acid application on seed and oil yield of safflower cultivars. *Journal of Central European Agriculture*, 18(3): 584-597.

Sofi, A., Ebrahimi, M., and Shirmohammadi, E. 2018. Effect of humic acid on germination, growth, and photosynthetic pigments of *Medicago sativa* L. under salt stress. ECOPERSIA, 6(1): 21-30.