

بررسی برهم‌کنش کود حاصل از کرم و تنش اسمزی بر رشد، پایداری غشاء و ترکیبات آنتی-

اکسیدانی گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill)

بیک خورمیزی، عبدالله^{۱*}؛ حسینی سرفین، سیاوش^۱؛ سرافراز اردکانی، محمدرضا^۲؛ مشتاقیون، سید محمد^۲ و موسوی کوهی،

سید موسی^۳

۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه

۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد

۳- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند

*پست الکترونیک نویسنده مسئول (abdollahbeyk@gmail.com)

چکیده:

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است که مورد استفاده انسان قرار گرفته است. رشد و نمو این گیاه مانند سایر گیاهان تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، کود کرمی (ورمی‌کمپوست) با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد خود می‌تواند سبب کاهش تاثیر نامطلوب تنش‌های محیطی بر گیاهان شود. بمنظور بررسی اثر متقابل تنش شوری با غلظت‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl و نسبت حجمی پنج درصد ورمی‌کمپوست بر چهار جمعیت رازیانه ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد، آزمایشی به صورت طراحی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. گیاهان در شرایط گلخانه‌ای کاشت شدند و برداشت از آن‌ها پس از پنج هفته انجام شد. سپس برخی از صفات مربوط به رشد، پایداری غشاء و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تنش شوری بصورت معنی‌داری سبب کاهش طول بخش‌های هوایی، سطح برگ و شاخص پایداری غشاء و افزایش میزان مالون‌دآلدهید، فنول کل و فعالیت آنزیم کاتالاز جمعیت‌های رازیانه شد. میزان کاروتنوئید نیز در مواجهه با تنش شوری در برخی از جمعیت‌ها افزایش و در برخی دیگر کاهش یافت. کاربرد ورمی‌کمپوست در هر دو شرایط تنش شوری و بدون تنش شوری، سبب بهبود طول بخش‌های هوایی، سطح برگ، شاخص پایداری غشاء، فنول کل و کاروتنوئیدهای اکثر جمعیت‌های مورد مطالعه شد. با این وجود، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در حضور ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آن با تنش شوری روند مشخصی نشان نداد. مطابق با نتایج، بنظر می‌رسد در بین جمعیت‌های رازیانه مورد بررسی، جمعیت رازیانه شیراز نسبت به تنش شوری متحمل‌تر است. هم‌چنین ورمی‌کمپوست با دارا بودن ظرفیت زیاد تهویه و نگه‌داری آب و وجود عناصر غذایی و تنظیم‌کننده‌های رشد، می‌تواند تاثیر نامطلوب تنش شوری را بر گیاه رازیانه محدود نماید.

واژگان کلیدی: تنش شوری، سطح برگ، کاتالاز، کاروتنوئید، مالون‌دآلدهید و ورمی‌کمپوست.

مقدمه

رازیانه گیاهی متعلق به خانواده چتریان است که از برگ‌های آن به عنوان سبزی، از دانه‌ها به عنوان ادویه و استخراج اسانس و از گل‌ها و برگ‌های آن جهت ساخت رنگ‌های زرد و قهوه‌ای استفاده می‌شود (Malhotra, 2012). تخمین زده می‌شود که ۲۰ درصد از کل زمین‌های زیر سطح کشت و ۳۳ درصد از اراضی کشاورزی فاریاب در سراسر جهان، تحت تاثیر شوری بالا قرار دارند (Jamil et al., 2011). کود کرمی یا ورمی‌کمپوست، یکی از انواع کودهای آلی حاصل از اکسیداسیون زیستی مواد آلی توسط کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌های خاک است و بعنوان یک فرآورده پایدار در شرایط محیطی شناخته می‌شود (Aira et al., 2002).

از آنجا که رازیانه یک گیاه دارویی با استفاده‌های فراوان می‌باشد و نظر به وسعت اراضی شور و حساس بودن گیاه رازیانه به تنش شوری، لذا تحقیق حاضر با هدف بررسی برهم‌کنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی، پایداری غشاء و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی چهار جمعیت رازیانه ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر متقابل ورمی‌کمپوست (نسبت ۵ درصد حجمی-حجمی با خاک لومی) و تنش شوری (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار NaCl) بر برخی از ویژگی‌های گیاه دارویی رازیانه (چهار جمعیت رازیانه ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. بذرهاي رازیانه در پنج قسمت از گلدان‌های دو کیلویی کاشت و بر حسب ظرفیت زراعی آبیاری شدند. گلدان‌ها به مدت سه هفته تا سبز شدن با آب مقطر و سپس مطابق تیمارهای آزمایشی (سطوح مختلف شوری) آبیاری شدند. پنج هفته پس از زمان کاشت، گیاهان برداشت شده و سطح برگ (با استفاده از دستگاه Leaf Area Meter)، ارتفاع بخش‌های هوایی، شاخص پایداری غشا سلول‌های برگ (Sairam and Saxena, 2000)، میزان مالون-دآلدئید (Heath and Packer, 1969)، محتوای کاروتنوئیدها (Lichtenthaler, 1987)، میزان فنول کل (Singleton and Rossi, 1965) و میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (Aebi, 1984) اندازه‌گیری شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstat-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد ($p \leq 0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار طول بخش‌های هوایی و سطح برگ جمعیت‌های رازیانه ارومیه، شیراز، بوشهر و مشهد شد، بطوری‌که در بالاترین سطح شوری سطح برگ جمعیت‌های ارومیه و مشهد بیش از دو برابر کاهش یافت. کم‌ترین اثر این سطح تنش بر سطح برگ جمعیت شیراز بود. کاربرد ورمی‌کمپوست به تنهایی و در برهم‌کنش با تنش شوری، سبب افزایش این صفات گردید (جدول ۱). Cucci و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که شوری ناشی از سدیم بر رشد گیاه رازیانه تاثیر می‌گذارد که احتمالاً بدلیل عوارض جانبی سدیم بر گیاه (سمیت و رقابت در جذب مواد غذایی) و هم‌چنین بر خاک (کاهش حاصل‌خیزی فیزیکی و شیمیایی) می‌باشد. Arancon و همکاران (۲۰۰۷)، گزارش کردند که اسید هیومیک و دیگر اسیدهای آلی موجود در ورمی‌کمپوست یا تولید شده توسط میکروارگانیسم‌ها، می‌تواند موجب تحریک رشد و عمل کرد گیاه شود.

نتایج نشان داد که در جمعیت‌های مختلف رازیانه، در مواجهه با سطوح شوری، شاخص پایداری غشاء کاهش و میزان مالون‌دآلدئید و سایر آلدئیدها افزایش یافت، اما کاربرد ورمی‌کمپوست در شرایط تنش شوری و بدون تنش سبب افزایش این صفات شد (جدول ۱). مطابق با این نتایج، Shirani Bidabadi و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که در تنش شوری، میزان مالون‌دآلدئید و نشت الکترولیت دو رقم انار افزایش یافت، در حالی‌که حضور شیرابه ورمی‌کمپوست در این شرایط سبب کاهش این صفات گردید. Kaya و همکاران (۲۰۰۲)، نشان دادند که میزان بالای کلرید سدیم، کمبود کلسیم را در توت‌فرنگی القا می‌کند و باعث کاهش پایداری غشاء سلولی می‌گردد. بنابراین احتمالاً ورمی‌کمپوست با دارا بودن مقادیر زیادی مواد معدنی از جمله کلسیم می‌تواند سبب کاهش پراکسیداسون لیپیدها و افزایش پایداری غشاء سلول‌های برگ رازیانه شود.

نتایج نشان داد که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و میزان فنول کل جمعیت‌های رازیانه در شرایط شور افزایش یافتند. میزان کاروتنوئید در مواجهه با شوری روند خاصی نداشت، بطوری‌که میزان این رنگدانه در تنش شوری، در جمعیت‌های ارومیه و مشهد

افزایش و در جمعیت‌های شیراز و بوشهر کاهش یافت. تیمار ورمی‌کمپوست در اکثر جمعیت‌های مورد مطالعه سبب افزایش کاروتنوئید و فنول کل در هر دو شرایط تنش و بدون تنش شد، اما میزان فعالیت کاتالاز با کاربرد ورمی‌کمپوست روند مشخصی را نشان نداد (جدول ۱). Kuk و همکاران (۲۰۰۳)، بیان کردند که بافت‌های گیاهان جهت مقابله با گونه‌های فعال اکسیژن سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی از جمله کاتالاز و سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی شامل آنتی‌اکسیدان‌هایی با وزن مولکولی پایین مانند ترکیبات فنولی و کاروتنوئیدها دارند. Connor و همکاران (۲۰۰۲) دسترسی به عناصر غذایی را یکی از عوامل مهم در تولید فنول کل دانستند. اعتقاد بر این است که میزان کلروفیل با مقدار کاروتنوئیدهای که از آن محافظت می‌کند، متناسب است (Ebrahimi et al. 2014). بنابراین ورمی‌کمپوست با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و زیستی و وجود عناصر ماکرو و میکرو می‌تواند میزان رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی و ترکیبات فنولی را افزایش دهد.

جدول ۱- مقایسه میانگین برهم‌کنش ورمی‌کمپوست و تنش شوری بر صفات رشدی، پایداری غشاء و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های مختلف رازیانه

جمعیت رازیانه	غلظت ورمی - کمپوست	غلظت شوری (میلی مولار کلرید سدیم)	طول بخش - هواپی (سانتی‌متر)	سطح برگ (میلی متر مربع)	شاخص پایداری غشاء سلولی (درصد)	مالون‌دآلدهید (نانو مولار بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر)	فنول کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)	فعالیت آنزیم کاتالاز (واحد بر پروتئین)
	0	0	7.111 i-k	80.16 cd	70.24 ef	40.60 h-o	0.4400 lm	0.070 t	0.057 k
		40	6.773 i-l	72.09 e-g	69.87 ef	70.51 d-h	0.3548 n	1.900 s	0.096 f
		80	6.220 k-n	64.11 i	47.80 lm	100.4 b-d	0.6744 e-g	4.500 k-m	0.108 d
		120	5.027 o	38.21 l-n	28.50 q	149.6 a	0.8710 ab	4.467 k-m	0.136 b
ارومیه	5%	0	13.89 a	94.24 b	80.07 a	8.547 p	0.5380 jk	2.367 q-s	0.039 r
		40	12.44 b	84.89 c	77.67 a-c	19.23 m-p	0.6693 e-g	3.400 n-p	0.088 g
		80	11.72 bc	79.41 cd	57.20 hi	36.32 i-p	0.5530 ij	9.000 c	0.047 n
		120	8.440 g	69.51 f-i	31.97 q	106.8 bc	0.4679 kl	14.600 a	0.106 e
	0	0	8.219 gh	84.76 c	73.83 c-e	23.50 k-p	0.7284 d-f	3.067 o-r	0.039 r
		40	7.610 g-i	75.15 d-f	67.00 fg	47.01 g-n	0.6552 e-g	3.833 m-o	0.108 d
		80	6.497 j-l	71.69 e-h	44.53 mn	74.79 d-g	0.5965 g-j	5.900 h-j	0.040 qr
		120	5.277 no	66.67 g-i	40.37 no	77.35 c-f	0.5506 ij	4.467 k-m	0.022 x
شیراز	5%	0	14.16 a	115.5 a	78.50 ab	8.547 p	0.8529 a-c	13.230 b	0.028 u
		40	12.44 b	84.88 c	69.97 ef	17.09 n-p	0.7336 de	8.367 cd	0.067 i
		80	11.81 bc	77.07 de	52.07 jk	32.05 j-p	0.6032 g-j	5.967 hi	0.045 o
		120	10.22 ef	74.68 d-f	42.03 no	49.14 f-m	0.5672 h-j	5.100 i-k	0.038 s
	0	0	7.333 h-j	52.09 jk	66.00 fg	49.15 f-m	0.6319 g-i	3.467 n-p	0.013 z
		40	6.860 i-l	48.02 k	64.20 g	64.10 e-i	0.4498 lm	6.667 f-h	0.079 h
		80	6.830 i-l	34.67 no	53.37 i-k	106.8 bc	0.2366 o	6.367 gh	0.015 y
		120	5.499 m-o	27.00 p	35.95 p	138.9 a	0.1009 p	6.500 f-h	0.013 z
بوشهر	5%	0	13.61 a	98.55 b	72.90 de	12.82 op	0.6441 gh	7.667 de	0.043 p
		40	11.67 bc	65.34 i	69.93 ef	21.37 l-p	0.5430 jk	7.467 d-f	0.051 m
		80	11.30 cd	79.95 cd	54.17 ij	53.42 f-k	0.5570 ij	7.167 e-g	0.022 w
		120	9.553 f	65.78 hi	39.93 op	87.61 b-e	0.1529 p	6.633 f-h	0.053 l
	0	0	6.333 k-m	48.57 jk	64.93 g	51.28 f-l	0.4238 l-n	2.133 rs	0.023 v
		40	5.943 l-o	40.74 lm	58.83 h	72.65 d-g	0.7758 cd	5.167 i-k	0.066 j
		80	5.333 no	35.00 m-o	41.97 no	76.92 c-g	0.8057 b-d	4.967 j-l	0.033 t
		120	3.887 p	20.59 q	29.92 q	111.1 b	0.3713 mn	3.300 n-q	0.088 g
مشهد	5%	0	11.08 c-e	54.18 j	75.43 b-d	32.05 j-p	0.6510 fg	2.533 p-s	0.040 q
		40	10.42 d-f	48.46 jk	75.13 b-d	57.69 e-j	0.8055 b-d	5.900 h-j	0.133 c
		80	8.420 g	41.91 l	49.87 kl	59.83 e-j	0.8986 a	5.833 h-j	0.043 p
		120	6.933 i-l	30.70 op	38.10 op	85.47 b-e	0.4004 l-n	4.067 l-n	0.176 a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند ($p \leq 0.05$).

منابع

- Aebi, H. (1984). Catalase in Vitro. Methods in Enzymology, 105: 121-126.
- Aira, M., Monroy, F., Dominguez, J. and Mato, S. (2002). How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure. European Journal Soil Biology, 38: 7- 10
- Arancon, N. Q., Edwards, C., Dick, R. and Dick, L. (2007). Vermicompost Tea Production and plant growth impacts. Biocycle, 48: 51-52.

- Connor, A. M., Luby, J. J., Tong, C. B. S., Finn, C. E. and Hancock, J. F. (2002). Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total Phenolic content, and Anthocyanin content among Blueberry cultivars. *American Society for Horticultural Science*, 127: 89-97.
- Cucci, G., Lacolla, G., Boari, F. and Cantore, V. (2014). Yield response of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) to irrigation with saline water. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science* 64(2): 129-134.
- Ebrahimi, M., Khajehpour, M. R., Naderi, A. and Majdenassiri, B. (2014). Physiological responses of sunflower to water stress under different levels of zinc fertilizer. *International Journal of Plant Production*, 8: 483-504.
- Heath, R. L. and Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125: 189-198.
- Jamil, A., Riaz, S., Ashraf, M. and Foolad, M. R. (2011). Gene expression profiling of plants under salt stress. *Critical Reviews in Plant Sciences*;30(5): 435-458.
- Kaya, C., Ak, B. E., Higgs, D. and Murillo-Amador, B. (2002). Influence of foliar-applied calcium nitrate on strawberry plants grown under salt-stressed conditions. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42: 631-636.
- Kuk, Y., Shin, J., Burgo, S., Hwang, R., Jung, O. and Guh, J. O. (2003). Antioxidative enzymes offer protection from chilling damage plants. *Crop Science*, 43: 2109-2117.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-382.
- Malhotra, S. K. (2012). Fennel and fennel seed. *Handbook of herbs and spices*. 14: 275-301.
- Sairam, R. K. and Saxena D. C. (2000). Oxidative Stress and Antioxidants in Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stress Tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184: 55-61.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Shirani Bidabadi, S., Dehghanipoodeh, S. and Wright, G.C. (2017). Vermicompost leachate reduces some negative effects of salt stress in pomegranate. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 6: 255-263.

Interaction of worm-produced fertilizer and osmotic stress on the plant growth, membrane stability and antioxidant compounds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill)

Beykhhormizi, Abdollah^{1*}; Hosseini Sarghein, Siavash¹; Sarafraz Ardakani, Mohammad Reza²; Moshtaghioun, Seyed Mohammad²; Mousavi Kouhi, Seyed Mousa³

¹Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia, Iran

²Department of Biology, Faculty of Science, Yazd University, Yazd, Iran

³Department of Biology, Faculty of Science, University of Birjand, Birjand, Iran

* Email of Corresponding Author: abdollahbeyk@gmail.com

Abstract

Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) is one of the oldest medicinal plants used by humans. Growth and development of this plant, like other plants, is affected by salinity stress. On the other hand, worm-produced fertilizer (vermicompost) can reduce the adverse effects of environmental stress on plants due to its unique properties. In order to investigate the interaction of salinity stress with concentrations of 40, 80 and 120 mM NaCl, and 5% volumetric ratio of vermicompost on four fennel landraces of Urmia, Shiraz, Bushehr and Mashhad, a factorial design based on the randomized complete block design with three replications was performed. Plants were cultivated in the greenhouse conditions and harvested after five weeks. Then, some traits related to growth, membrane stability and antioxidant activity were measured. The results showed that salinity stress significantly decreased the shoot length, leaf area, and membrane stability index and increased the content of malondialdehyde and total phenol, and catalase activity of fennel landraces. Carotenoid content was also increased under salt stress in some populations but decreased in others. Application of vermicompost in both saline and non-saline conditions improved shoot length, leaf area, membrane stability index, total phenolics and carotenoids of most studied landraces. However, catalase activity did not show a significant trend both in the presence of vermicompost and its interaction with salinity. According to the results, it seems that Shiraz landrace is more tolerant to salinity stress, among the studied fennel populations. Vermicompost with high capacity of water ventilation and storage and the presence of nutrients and growth regulators can limit the adverse effect of salinity on the fennel.

Key words: salinity stress, leaf area, catalase, carotenoid, malondialdehyde and vermicompost.