Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 52, No 3, Autumn 2021 (677-688)
DOI: 10.22059/ijhs.2020.302257.1801

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰ (ص ۶۸۸-۶۷۷)

نشریه پژوهشی:

بررسی برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی جعفری (*Petroselinum hortense*) تحت تنش کم‌آبیاری و شوری در شرایط گلخانه‌ای

خیره النساء دمرچلی[۱]، راهله ابراهیمی[۲*] و مهدی سرائی تبریزی[۳]

۱. کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۰)

چکیده

به منظور بررسی تاثیر میزان کم‌آبیاری و سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر برخی شاخص های مورفوفیزیولوژیکی جعفری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در گلخانه انجام شد. عامل اول میزان آب آبیاری در سه سطح (۶۰ و ۸۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) و عامل دوم شوری آب آبیاری در سه سطح (۰/۵، ۲، ٤ دسی‌زیمنس بر متر) بود. نتایج نشان داد کاهش میزان آب آبیاری و افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، محتوای نسبی آب برگ و محتوای کلروفیل شد. با افزایش شوری به ٤ دسی‌زیمنس بر متر میزان نشت یونی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز افزایش یافت و با افزایش میزان آبیاری کاهش چشمگیری در این صفات مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز، محتوی نسبی آب برگ، نشت یونی.

Investigation some morphophysilological traits of parsley (*Petroselinum hortense*) under deficit irrigation and salinity stress in greenhouse conditions

Khaironessa Damercheli[1], Raheleh Ebrahimi[2*] and Mehdi Saraei Tabrizi[3]

1. M. Sc., Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Department of Water Science and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: May 05, 2020 - Accepted: Jul. 31, 2020)

ABSTRACT

In order to investigate amount of deficit irrigation and different levels of water salinity on some morphophysiological traits of parsley, an factorial experiment based on completely block design in three replicates was carried in greenhouse condition. The first factor include irrigation amount at three levels (60, 80 and 100% of field capacity) and the second factor include water salinity at three levels (0.5, 2 and 4 dS/m). Results showed that decreasing irrigation and increasing water salinity cause deacreasing plant height, leaf number per plant, aerial fresh and dry weight, root fresh and dry weight, relative water content and chlorophile content. With increasing salinity to 4 dS/m ion leakage and activity of catalase and ascorbate peroxidase increased and with increasing amount of irrigation these traits reduced significantly.

Keywords: Ascorbate peroxidase, catalase, ion leakage, leaf relative water content.

* Corresponding author E-mail: rebrahimi@srbiau.ac.ir

مقدمه

جعفری (*Petroselinum hortens* Mill.) متعلق به تیره چتریان، گیاهی است دو ساله که در سال اول اندام خوراکی (برگ) تولید می کند (Hassandokht, 2012). جعفری یک منبع بسیار خوب ویتامین A، ویتامین C و ویتامین K می‌باشد. به علاوه جعفری سرشار از آهن و اسیدفولیک است. این گیاه دارای دو جزء مهم شامل روغن‌های فرار و فلاوونوئیدها در ترکیب خود می‌باشد که موجب شده این سبزی نقشی بی‌همتا در سلامت انسان داشته باشد. جعفری یکی از سبزی‌های که به‌طور گسترده در ایران مصرف می‌شود. اطلاعات کمی در زمینه تحقیقات بر روی تنش شوری در سبزی‌ها موجود است (Shannon & Grieve, 1999). تمام گیاهان نسبت به شوری واکنش یکسانی نداشته و برخی از آن‌ها نسبت به این عامل مقاوم ترند. محققان گزارش کردند که تنوع قابل توجهی از تحمل به شوری در بین برخی گونه‌ها و رقم‌های مختلف سبزی‌ها وجود دارد (Maiti *et al.,* 2010). ازآنجایی‌که یکی از مشکلات کشت محصولات گلخانه‌ای، پایین‌بودن کارایی مصرف آب به ویژه در خاک و آب‌های شور است، استفاده از راهکارهای مختلفی مانند معرفی رقم‌های مقاوم و مدیریت آبیاری برای افزایش تولید به وسیله متخصصین کشاورزی مورد انتظار است.

در مطالعه‌ای اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) بررسی شد. نتایج نشان داد افزایش شوری سبب کاهش خصوصیات جوانه زنی از قبیل سرعت و درصد جوانه زنی، طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه و غلظت کلروفیل برگ‌ها شد (Setayeshmehr & Esmaeilzadeh Bahabadi, 2013).

در پژوهش با هدف بررسی تاثیر سطوح شوری آب آبیاری (dSm^{1-} ۰/۵، ۳ و ۶ ناشی از کلرید سدیم) و سطوح آب آبیاری (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ نیاز آبی) بر جذب عناصر غذایی و رشد اسفناج آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در گلدان اجرا شد. براساس نتایج، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، شاخص سطح برگ و کلروفیل به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر میزان شوری و میزان آب قرار گرفتند، به‌گونه‌ای‌که با افزایش مقدار نمک در آب آبیاری و کاهش مصرف آب، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه و تعداد برگ در گیاه کاهش یافت (Alinezhdian Bidabadi *et al.*, 2018).

با توجه به موقعیت کشور ایران و وجود بحران آب، استفاده از روش‌هایی نظیر کم‌آبیاری، استفاده از منابع آب با کیفیت پایین (شور و لب شور) و استفاده از گیاهان خشک زیست و شورزیست در تولید محصولات کشاورزی، راهبردی مدیریتی جهت تعدیل وضعیت خشکسالی و بحران آب قلمداد شده و از اولویت خاصی برخوردار است. به منظور بهره برداری از اراضی شور دو راه وجود دارد، یکی کاهش محتوای شوری خاک‌ها که در سطح وسیع مقرون به صرفه نیست و دیگری استفاده از گیاهانی که قادر به تحمل شوری باشند، به‌طوری که میزان تولید آن‌ها اقتصادی باشد. با توجه به اهمیت ارزش غذایی و دارویی جعفری در تغذیه انسان و محدودیت منابع آبی مناسب کشور، وسعت و پراکنش خاک‌های شور در ایران، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر میزان آب ابیاری و سطوح شوری آب آبیاری با کلرید سدیم بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی جعفری به صورت گلدانی و در شرایط گلخانه ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو عامل میزان آب آبیاری در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصدظرفیت زراعی) و شوری آب آبیاری ناشی از نمک کلرید سدیم در سه سطح (۰/۵، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر) در گلخانه در سه تکرار انجام شد. برای تهیه آب با شوری‌های مختلف، از طریق حل‌کردن میزان نمک کلرید سدیم مورد نیاز در آب مقطر و اندازه‌گیری مدوام شوری با هدایت سنج الکتریکی تهیه گردید. جهت تهیه بستر کشت جعفری در گلدان از مخلوط یک قسمت خاک زراعی، یک قسمت ماسه بادی و یک قسمت خاکبرگ استفاده شد. بستر تهیه شده در گلدان های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و دارای زهکش، ریخته شد. در هر گلدان ۵ عدد بذر جعفری کاشته شد و پس از رشد و استقرار گیاه (دو تا سه برگی شدن بوته)، بوته ای که نسبت به بقیه قوی تر

بود، نگهداشته شد و بقیه از گلدان‌ها حذف شدند. سپس تیمارهای شوری و آبیاری موردنظر اعمال گردید. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تیمارهای آزمایش تا رسیدن رطوبت خاک به ظرفیت زراعی انجام شد و سایر تیمارها با توجه به درصد ظرفیت زراعی صورت گرفت. برای تعیین ظرفیت زراعی از روش وزنی استفاده شد بدین ترتیب که، وزن گلدان ها قبل از آبیاری تعیین شد و آبیاری کامل گلدان انجام شد و پس از خروج کامل آب زهکشی، مجددا گلدان توزین شد. تفاوت وزن اولیه و ثانویه به عنوان ظرفیت زراعی در نظر گرفته شد. پس از اعمال تیمارها در مدت زمان رشد گیاه (حدود ۷۰ روز پس از کاشت)، صفات موردنظر شامل تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه،کلروفیل a، b و کل (De Herralde *et al.*, 1998) محتوای نسبی آب برگ، نشت الکترولیت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (Borochov-Neori *et al.*, 2009)، فنل کل (McDonald, 2001)، کربوهیدرات محلول (Erigon *et al.*, 1992)، میزان آنزیم‌های کاتالاز (Kang and Saltiveit, 2001) و آسکوربات پراکسیداز (Nakano and Asada, 1981) اندازه گیری شد. برای تجزیه شیمیایی گیاه، اندام هوایی و ریشه گیاه پس از خشک شدن در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد با آسیاب برقی به صورت پودر درآمد. ارتفاع گیاه به وسیله خط کش از ناحیه طوقه در سطح خاک تا انتهای قسمت هوایی گیاه بر حسب سانتی‌متر اندازه گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار ام اس تت سی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و گراف‌ها با نرم‌افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر ارتفاع بوته جعفری در سطح پنج درصد معنی‌دارشد، ولی اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر ارتفاع بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، ارتفاع بوته افزایش پیدا کرد. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین ارتفاع بوته متعلق به تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود (شکل ۱). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطح شوری آب آبیاری، ارتفاع بوته کاهش یافت. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار شوری آب آبیاری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین ارتفاع بوته در تیمار شوری آب ابیاری ۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (شکل ۲). طبق گزارش بسیاری از پژوهشگران شوری باعث کاهش ارتفاع نخود (Zare Mehrjerdi *et al.*, 2011)، آمارانتوس (Kamali *et al.*, 2012) و شوید (Najafi & Sarhangzadeh, 2012) شد. Taymouri & Jafari (2018) به این نتیجه دست یافتند افزایش شوری باعث کاهش جذب و انتقال مواد از ریشه به برگ و منجر به کاهش رشد و ارتفاع گیاه می گردد. همچنین، کاهش ارتفاع گیاهان در شرایط تنش شوری به دلیل کاهش فتوسنتز می باشد (Salami *et al.*, 2006).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر تعداد برگ در بوته جعفری در سطح پنج درصد معنی‌دارشد، ولی اثر متقابل میزان آبیاری و شوری بر تعداد برگ در بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، تعداد برگ در بوته افزایش پیدا کرد. بیشترین تعداد برگ در بوته در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین تعداد برگ در بوته متعلق به تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود (شکل ۳). با افزایش تنش رطوبتی، تعداد برگ‌ها کاهش پیدا می کند. علت کاهش محتوای نسبی آب، کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه ها در شرایط خشک می باشد. طبیعتا در شرایط تنش آبی گیاه با کاهش تعداد و کوچک شدن برگ، سطح فتوسنتزکننده ی خود را کاهش می دهد و به دنبال کاهش سطح برگ، ظرفیت فتوسنتزی گیاه کاهش می یابد. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطح شوری آب آبیاری، تعداد برگ در بوته کاهش پیدا کرد. بیشترین تعداد برگ در بوته در تیمار شوری آب آبیاری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین تعداد برگ در بوته در تیمار شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد (شکل ۴).

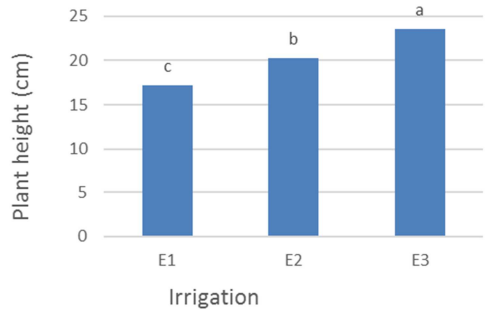
جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر آبیاری و شوری آب آبیاری بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه جعفری.

Table 1. Results of variance analysis of irrigation and water salinity on some morphophysiologic traits of parsley.

Source of variance	d.f.	Mean of squares						
		Plant height	Leaf no. per plant	Aerial fresh weight	Aerial dry weight	Root fresh weight	Root dry weight	Relative water content
Irrigation	2	91.560	11.28	9.54	0.12	0.034	0.003	24.66
Water salinity	2	32.490	43.91	5.92	0.053	0.031	0.005	92.46
Irrigation × Water salinity	4	0.023	0.15	0.52	0.002	0.00025	0.000008	0.23
Error	18	4.99	1.11	0.77	0.006	0.006	0.000333	6.33
C.V.	-	17.76	18.84	30.58	31.42	28.36	36.84	5.93

* و ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و نبود تفاوت معنی‌دار

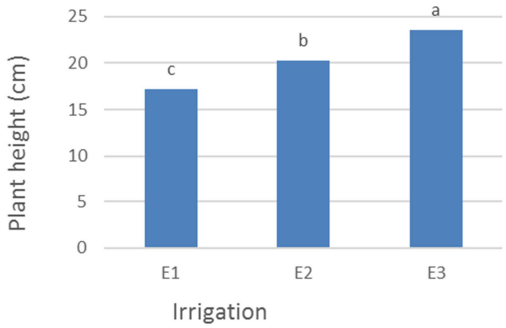
*, ns: Significantly difference at 5% level and non significantly difference, respectively.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر آبیاری بر ارتفاع بوته جعفری.

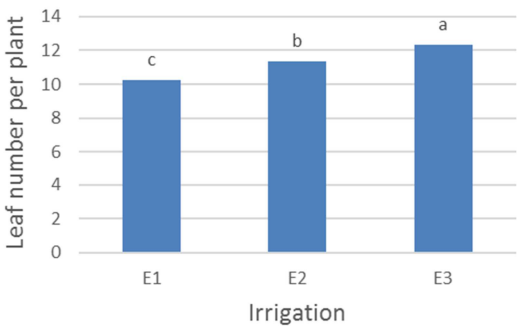
(حروف E3, E2, E1 نشان‌دهنده آبیاری در ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی است).

Figure 1. Mean comparison effect of irrigation on parsley plant height
(E1, E2 and E3 show irrigation at 60, 80 and 100% of field capacity).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر ارتفاع بوته جعفری (حرف S1، S2 و S3 به ترتیب نشان‌دهنده شوری آب آبیاری در ۰/۵، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم است).

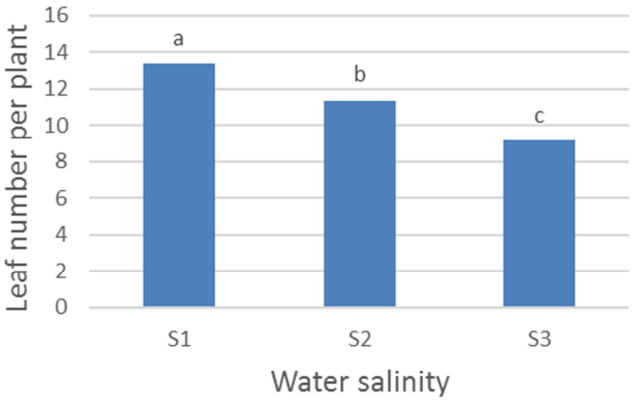
Figure 2. Mean comparison effect of water salinity on parsley plant height (S1, S2 and S3 show water salinity at 0.5, 2 and 4 dS/m from NaCl source)



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر آبیاری بر تعداد برگ در بوته جعفری

(حروف E3, E2, E1 نشان‌دهنده عامل آبیاری در ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی است).

Figure 3. Mean comparison effect of irrigation on parsley leaf number per plant
(E1, E2 and E3 show irrigation at 60, 80 and 100% of field capacity).



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر تعداد برگ در بوته جعفری (حرف S1، S2 و S3 به ترتیب نشان‌دهنده شوری آب آبیاری در ۰/۵، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم است).

Figure 4. Mean comparison effect of water salinity on parsley leaf number per plant (S1, S2 and S3 show water salinity at 0.5, 2 and 4 dS/m from NaCl source).

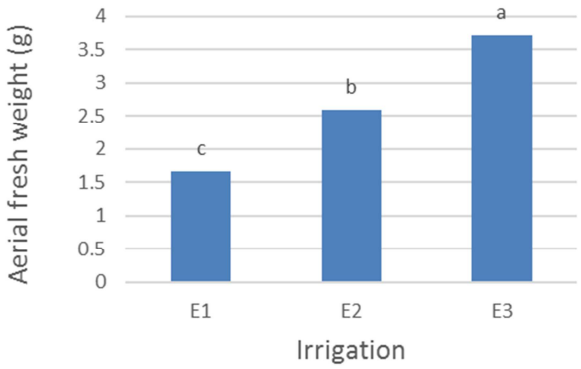
بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر وزن تر اندام هوایی در سطح پنج درصد معنی‌دارشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، وزن تر اندام هوایی در بوته افزایش پیدا کرد. بیشترین وزن تر اندام هوایی در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان وزن تر اندام هوایی متعلق به تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود (شکل ۵). با اعمال کم‌آبیاری پتانسیل آب خاک کاهش پیدا کرده و جذب آب با مشکل مواجه می شود و به دنبال آن رشد اندام هوایی کاهش می‌یابد (Alinezhadian Bidabadi *et al.*, 2018).

با افزایش شوری آب آبیاری، وزن تر اندام هوایی در بوته کاهش پیدا کرد. بیشترین وزن تر اندام هوایی در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین وزن تر اندام هوایی در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود (شکل ۶). در واقع در اثر شوری آب آبیاری مساحت برگ به عنوان یک مکانیزم اولیه کاهش می یابد در نتیجه آن میزان تولید مواد فتوسنتزی کاسته می شود که نتیجه آن کاهش رشد در قسمت اندام هوایی گیاه است. نتایج این تحقیق با پژوهش Naderi Darbaghshahi et al. (2005) بر روی گیاه گلرنگ و Alinezhadian Bidabadi *et al.* (2018) بر روی گیاه اسفناج، مطابقت دارد.

اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر وزن خشک اندام هوایی در سطح پنج درصد معنی‌دارشد، ولی اثر متقابل میزان آبیاری و شوری بر وزن خشک اندام هوایی در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، وزن خشک اندام هوایی افزایش پیدا کرد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد.

با افزایش سطح شوری آب آبیاری، وزن خشک اندام هوایی کاهش پیدا کرد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار شوری آب آبیاری ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. تحت شرایط تنش شوری و آبی، نفوذ ریشه به اعماق خاک کاهش یافته و در نتیجه وزن خشک گیاه نیز کم می شود (Yildrim *& Taylor,* 2005). نتایج این پژوهش با تحقیق Alinezhadian Bidabadi *et al.* (2018) در گیاه اسفناج مطابقت دارد.

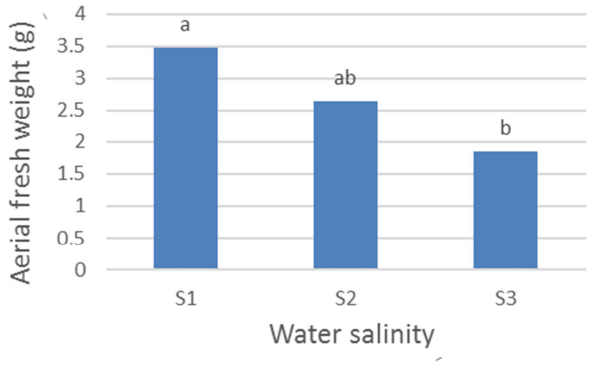
بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر وزن تر و خشک ریشه جعفری در سطح پنج درصد معنی‌دارشد، ولی اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر وزن تر و خشک ریشه در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، وزن تر و خشک ریشه افزایش پیدا کرد. بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آن متعلق به تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر آبیاری بر وزن تر اندام هوایی جعفری

(حروف E3, E2, E1 نشان‌دهنده عامل آبیاری در ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی است).

Figure 5. Mean comparison effect of irrigation on parsley aerial fresh weight
(E1, E2 and E3 show irrigation at 60, 80 and 100% of field capacity).



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر وزن تر اندام هوایی جعفری

(حرف S1، S2 و S3 به ترتیب نشان‌دهنده شوری آب آبیاری در ۰/۵، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم است).

Figure 6. Mean comparison effect of water salinity on parsley aerial fresh weight
(S1, S2 and S3 show water salinity at 0.5, 2 and 4 dS/m from NaCl source).

با افزایش سطح شوری آب آبیاری ، وزن تر و خشک ریشه کاهش پیدا کرد. بیشترین وزن تر و خشک ریشه در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین آن در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. با اعمال تنش آبی پتانسیل آب خاک کاهش پیدا کرده و جذب آب با مشکل مواجه می شود. به دنبال آن رشد اندام هوایی و ریشه و در نتیجه وزن خشک و تر ریشه هم کاهش می یابد. کمبود آب و تنش شوری به خصوص در دوره رشد رویشی، توسعه ریشه را کاهش می دهد که این امر دلایل اصلی تفاوت در وزن تر و خشک ریشه در تیمارهای مختلف می باشد. نتایج این تحقیق با پژوهش Alinezhadian Bidabadi *et al.* (2018) در گیاه اسفناج، همخوانی دارد.

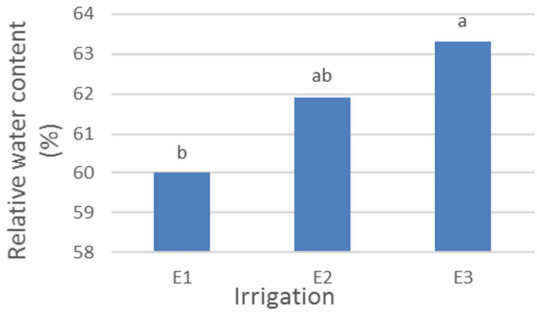
نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر درصد محتوای نسبی آب برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، درصد محتوای نسبی آب برگ افزایش پیدا کرد. بیشترین و کمترین درصد محتوای نسبی آب برگ به ترتیب در تیمار ۱۰۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی (شکل ۷) مشاهده شد. با افزایش شوری آب آبیاری، درصد محتوای نسبی آب برگ کاهش پیدا کرد. بیشترین و کمترین درصد محتوای نسبی آب برگ به ترتیب در تیمار ۰/۵ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد (شکل ۸).

با توجه به اینکه یکی از آثار تنش شوری جلوگیری از جذب آب و ایجاد تنش خشکی (تنش اسمزی) است، احتمالا می توان علت کاهش محتوای رطوبت نسبی را کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش

جذب آب از ریشه‌ها در شرایط خشک دانست (Colom & Vazana, 2003). همچنین علت کاهش پتانسیل آب منطقه ریشه را می توان میزان بالای سدیم در آب شور دانست که در نتیجه آن، نفوذ پذیری آب به داخل بافت های گیاهی کاهش پیدا می کند (Tiz & Zeiger, 2002) در نتیجه کاهش محتوای نسبی آب برگ مشاهده می شود.

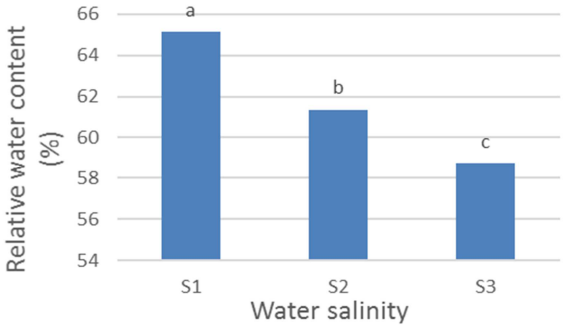
در شرایط تنش شوری، بالا بودن محتوای نسبی آب برگ به معنای توانایی برگ در حفظ مقادیر بیشتر آب می باشد. در این پژوهش افزایش غلظت نمک در آب آبیاری، با کاهش میزان یون پتاسیم در گیاه (به دلیل رقابت با یون های سدیم) همراه بود. با افزایش شوری، غلظت پتاسیم یاخته‌های روزنه کاهش یافته در نتیجه روزنه‌ها بسته شده تا تعرق برگ‌ها کاهش یافته و تا حدودی میزان محتوای نسبی آب برگ حفظ شود (Marcshener, 1995). بنابراین با افزایش شوری، غلظت پتاسیم یاخته های روزنه کاهش یافته در نتیجه روزنه‌ها بسته شده تا تعرق برگ‌ها کاهش یافته و تا حدودی میزان محتوای نسبی آب برگ حفظ شود (Jabbarzadeh, 2014). در این پژوهش کاهش محتوای نسبی آب برگ با افزایش شوری، با نتایج (Kaya *et al*., 2007) در گیاه طالبی مطابقت دارد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر کلروفیل a، b و کل در سطح پنج درصد معنی‌دارشد، ولی اثر متقابل میزان آبیاری و شوری بر کلروفیل a، b و کل جعفری در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a، b و کل در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین آنها در تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد. همچنین بیشترین و کمترین مقدار کلروفیل a، b و کل به ترتیب متعلق به تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر و ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر آبیاری بر محتوی آب نسبی برگ جعفری (حروف E3,E2,E1 نشان‌دهنده عامل آبیاری در ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی است).

Figure 7. Mean comparison effect of irrigation on parsley leaf relative water content (E1, E2 and E3 show irrigation at 60, 80 and 100% of field capacity).



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر محتوی نسبی آب برگ جعفری (حرف S1، S2 و S3 به ترتیب نشان‌دهنده شوری آب آبیاری در ۰/۵، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم است).

Figure 8. Mean comparison effect of water salinity on parsley leaf relative water content (S1, S2 and S3 show water salinity at 0.5, 2 and 4 dS/m from NaCl source).

کمبود آب سبب تغییر وضعیت آب و محتوای کلروفیل می شود که با شروع ساز و کارهای حفاظتی در گیاهان ارتباط دارد (Blum & Ebercon, 1981). کاهش محتوای کلروفیل تحت تنش آبی یک پدیده شایع است که در گیاهان مختلف متفاوت است. محتوای کلروفیل در اثر خشکی گیاه *Populus przewalskii* به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (Lei *et al*., 2007). کاهش مقدار کلروفیل ممکن است به دلیل افزایش فعالیت کلروفیلاز تحت تنش آبی باشد.

غلظت کلروفیل برگ شاخص مستقیم سلامتی گیاه و وضعیت رشد آن است و می تواند شاخصی از فعالیت فتوسنتزی گیاه باشد. با افزایش سطح شوری آب آبیاری، میزان کلروفیل کاهش چشمگیری یافت. تنش شوری، از طریق اعمال اثرات منفی اسمزی و یونی، میزان فتوسنتز و رنگدانه های فتوسنتزی گیاهان را تحت تاثیر قرار می دهد (Molassiotis *et al*., 2006).

به نظر می رسد در اثر عدم تعادل یونی حاصل از شوری و افزایش یون سمی سدیم در بافت برگ، کلروفیل تخریب شده و در نتیجه محتوای آن کاهش می یابد. همچنین ممکن است به دلیل کاهش جذب منیزیم در اثر شوری، سنتز کلروفیل مختل شده باشد و سپس میزان محتوای آن کاهش پیدا کند. بسیاری از محققین نیز علت کاهش محتوای کلروفیل در اثر شوری را عدم تعادل یونی ذکرکرده اند (Giri & Mukerji, 2004). با افزایش بیش از حد شوری و اثرات سوء آن بر ساختار و در نتیجه تخریب کلروپلاست‌ها، میزان کلروفیل کاهش می‌یابد (Cramer, 2002).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر شوری آب آبیاری بر فنل کل در سطح پنج درصد معنی‌دارشد، ولی اثرمیزان آبیاری و همچنین اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر فنل کل در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطح شوری آب آبیاری، میزان فنل افزایش پیدا کرد. بیشترین مقدار آن در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین مقدار آن در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد.

ترکیبات فنلی از اجزا سیستم دفاعی غیر آنزیمی و آنتی‌اکسیدانی سلول های گیاهی می باشند که مهار اتوکسیداسیون لیپیدها، تجزیه رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیدها را به عهده دارند (Ksouri *et al*., 2007) و ساختارهای سیتوپلاسمی و کاروپلاستی را از تاثیرات منفی شوری محافظت می‌کنند (Amel *et al*., 2008). نتایج این پژوهش با نتایج (Setayeshmehr & Esmaeilzadeh Bahabadi, 2013) در گیاه گشنیز مطابقت دارد.

اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش پیدا کرد. بیشترین و کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در تیمار ۱۰۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد. همچنین با افزایش شوری آب آبیاری، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش پیدا کرد. بیشترین درصد آن در تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد.

Kafi *et al.* (2012) نشان دادند فعالیت مهار رادیکال DPPH با افزایش شوری در ژنوتیپ های نخود افزایش پیدا کرد، البته در بین ژنوتیپ ها، تنوع زیادی از نظر فعالیت مهار رادیکال DPPH مشاهده شد، به‌طوریکه در بعضی ژنوتیپ ها با افزایش شوری در ابتدا افزایش فعالیت مهار رادیکال DPPH و در شوری شدید، کاهش فعالیت مهار رادیکال DPPH دیده شد.

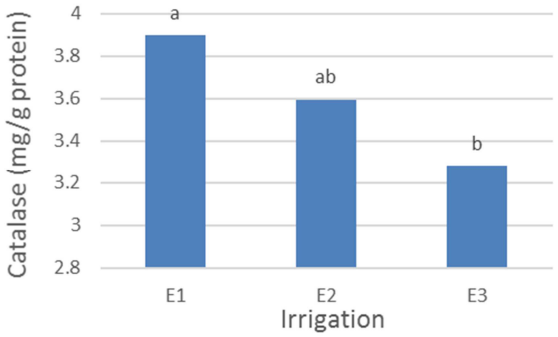
محققان نشان دادند تنش شوری در گیاه مریم گلی سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه شد، ولی تنش شوری شدید از میزان درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه کاست. علت این امر می تواند به این دلیل باشد که تنش شوری بالا، اثر منفی بر ویژگی های آنتی‌اکسیدانی گیاهان داشته و باعث کاهش ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می شود (Sidsel Fiskaa *et al.,* 2009; Valifard *et al.,* 2014).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در سطح پنج درصد معنی‌دارشد، ولی اثر متقابل میزان آبیاری و شوری بر آنها در سطح پنج

درصد معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز کاهش پیدا کردند. بیشترین میزان آن‌ها در تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و کمترین میزان این آنزیم‌ها در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد (شکل ۹). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها با افزایش سطح شوری آب آبیاری، میزان آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز افزایش پیدا کرد. بیشترین و کمترین میزان این آنزیم‌ها به ترتیب در تیمار ۴ و ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (شکل ۱۰).

آنزیم کاتالاز آنزیمی است که در گیاهان باعث می شود ترکیباتی مانند آب اکسیژنه و CO_2 به آب و اکسیژن تجزیه شود. آب اکسیژنه اگر در شرایط عادی قرار گیرد تولید اکسیژن آزاد می کند که مضر است (Neumann, 1997). کاتالاز یک آنزیم تبدیل کننده هیدروژن پراکسید به آب و اکسیژن مولکولی است که در نتیجه تنش شوری، میزان آن در برگ‌ها و ریشه افزایش می یابد . آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از قبیل کاتالاز سهم زیادی در مقاومت گیاهان به تنش شوری از طریق حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارا می باشند.

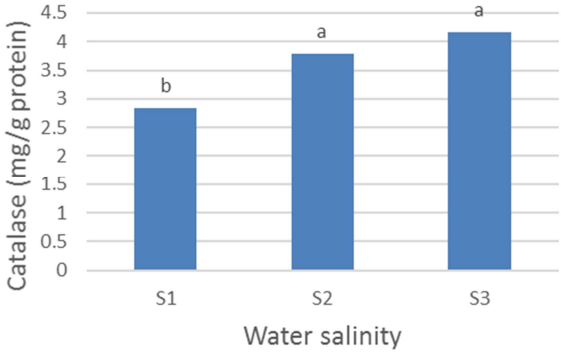
نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر درصد نشت یونی معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش میزان آبیاری، درصد نشت یونی کاهش پیدا کرد. بیشترین و کمترین درصد نشت یونی به ترتیب در تیمارهای ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. با افزایش شوری آب آبیاری، درصد نشت یونی نیز افزایش پیدا کرد. بیشترین مقدار آن متعلق به تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین مقدار آن در تیمار ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد.



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر آبیاری بر فعالیت کاتالاز جعفری

(حروف E3, E2, E1 نشان‌دهنده عامل آبیاری در ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی است).

Figure 9. Mean comparison effect of irrigation on parsley catalase activity (E1, E2 and E3 show irrigation at 60, 80 and 100% of field capacity).



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر شوری آب آبیاری بر فعالیت کاتالاز جعفری (حرف S1، S2 و S3 به ترتیب نشان‌دهنده شوری آب آبیاری در ۰/۵، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر از منبع کلرید سدیم است).

Figure 10. Mean comparison effect of water salinity on parsley catalase activity (S1, S2 and S3 show water salinity at 0.5, 2 and 4 dS/m from NaCl source).

یکی از اثرات منفی شوری بر گیاهان، تنش اکسیداتیو می باشد که میزان نشت یونی، برای بیان میزان تنش اکسیداتیو شوری کاربرد دارد (Soliman & Elshaieny, 2014) و این عامل برای اندازه گیری میزان آسیب ناشی از شوری بر نفوذپذیری غشای سلولی سنجیده می شود (Neghadalimoradi & Manochehri Kalantari, 2018). در غلظت های بالای شوری، نفوذپذیری غشای یاخته‌ای افزایش یافته و در نتیجه پایداری غشا کاهش می‌یابد و در نهایت منجر به نشت یونی می گردد (Kaya *et al*., 2007; Wu *et al*., 1998) اظهار داشتند با افزایش شوری غلظت زیاد یون های سدیم موجب تخریب غشای سلول می شود، به‌طوری که میزان استرول ها و فسفولیپیدهای غشای سلولی با افزایش شوری به شدت کاهش می یابد. همچنین تنش های محیطی به ویژه شوری، از طریق ایجاد رادیکال های آزاد اکسیژن در داخل سلول، موجب کاهش پایداری غشا و افزایش نشت مواد سیتوپلاسمی از آن خواهد شد (Azari *et al*., 2012).

اثر میزان آبیاری بر مقدار کربوهیدارت محلول جعفری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، ولی اثر شوری و همچنین اثر متقابل میزان آبیاری و شوری آب آبیاری بر مقدار کربوهیدارت محلول در سطح پنج درصد معنی‌دار نبود. با افزایش میزان آبیاری، مقدار کربوهیدارت محلول افزایش پیدا کرد. بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۰/۱۳۲ میلی گرم بر گرم وزن تر و کمترین میزان آن در تیمار ۶۰ درصد ظرفیت زراعی با میانگین ۰/۰۸۸ میلی گرم بر گرم وزن تر مشاهده شد.

بسیاری از شرایط تنش زای محیطی بر متابولیسم قندها و توزیع مواد فتوسنتزی در گیاهان در حال رشد اثر می گذارند. افزایش مقدار قندهای محلول تحت شرایط شوری، غرقابی و سرما گزارش شده است (Soltani *et al*., 2006). همچنین محققان همبستگی بالایی را بین تجمع قندهای محلول (ساکارز، گلوکز و فروکتور) و میزان تحمل به خشکی در گیاهان گزارش کرده اند (Hoekstra & Buitink, 2001).

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از بررسی تاثیر کم‌آبیاری نشان داد اغلب صفات مورد ارزیابی کاملا تحت تاثیر کمبود آب قرار گرفتند و به‌طور محسوسی کاهش پیدا کردند. نتایج پژوهش نشان داد کم‌آبیاری و افزایش شوری آب آبیاری باعث کاهش معنی‌دار کلروفیل ها شد. با افزایش شوری آب آبیاری تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر تمام خصوصیات مورد ارزیابی جعفری کاهش یافت. با افزایش شوری به ۴ دسی‌زیمنس بر متر میزان نشت یونی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز افزایش یافت و با افزایش میزان آبیاری کاهش چشمگیری در این صفات مشاهده شد.

REFERENCES

1. Alinezhdian Bidabadi, A., Hassani, M. & Maleki, A. (2018). Effect of water salinity on soil salinity, growth and mineral concentration of spinach in pot. *Research of Water and Soil* 3, 641-651.
2. Amel, A., Mohamed, A. & Amina, A.A. (2008). Alterations of some secondary metabolites and enzymes activity by using exogenous antioxidant compound in onion plants grown under seawater salt stress. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 3(2): 139-146.
3. Azari, A., Modares Sanavi, S.A.M., Askari, H., Ghanati, F., Naji, A. & Alizadeh, B. (2012). Effect of salinity stress on physiological and morphological traits of *Brassica napus and B. rapa. Iranian Journal of Agronomy* 2(14), 121-135. (In Farsi).
4. Blum, A. & Ebercon, A. (1981). Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Science*, 21(1), 43-47.
5. Borochov- Neori, H., Judeinstein, S., Tripler, E., Harari, M., Greenberg, A., Shomer, I. & Holand, D. (2009). Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis,* 22(3), 189-195.
6. Colom, M. R. & C. Vazana. (2003). Photosynthesis and PSII functionality of drought – resistant and drought–sensitive weeping love grass plants. *Environmental Experiment Botany*, 49, 135-144 .
7. Cramer, G.R. (2002). Response of abscisic acid mutant of *Arabidopsis* to salinity. *Functional Plant Biology*, 29, 561-567.

8. De Herralde, F., Biel, C., Save, R., Morales, M.A., Torrecillas, A., Alarcon, J.J. & Sanchez-Blanco M.J. (1998). Effect of water and salt stresses on the growth, gas exchange and water relations in *Argyranthemum coronopifolium* plants. *Plant Science,* 139, 9-17.
9. Giri, M. & Mukerji, K.G. (2004). Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandi flora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza*, 14:307–312.
10. Hassandokht, M.R. (2012). *Technology of vegetable production*. Selseleh Publication, 576pp. (in Farsi).
11. Hoekstra, F. A. & Bulink, J. (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends in Plant Science*, 8, 431-438.
12. Jabbarzadeh, M. (2014). *Physiological and morphological response of amaranthus and calendula to nitric oxide in salinity stress*. Msc. Thesis, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran. (In Farsi).
13. Kafi, M., Barouee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. & Nabati, J. (2012). *Physiology of environmental stress on plants*. Jihade Daneshgahi Publication, Mashhah. (In Farsi).
14. Kamali, M., Shour, M., Selahvarzi, Y., Goldani, M. & Tehranifar, A. (2012). Effect of CO_2 inrichment on morphophysiological traits of ornamental amaranthus in salinity condition. *Journal of Horticultural Science (Agricultural Science and Industries)*, 26(2), 178-188.
15. Kaya, C., Tuna, A.L., Ashraf, M. & Altunlu, H. (2007). Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany,* 60, 397-403.
16. Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, M., Grignon, C. & Abdelly, C. (2007). Salinity effect on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45, 244-248.
17. Lei, Y., Korpelainen, H. & Li, C. (2007). Physiological and biochemical responses to high Mn concentrations in two contrasting *Populus cathayana* populations. *Chemosphere*, 68(4), 686-694.
18. Marcshner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London. 889p.
19. Maiti, R.K., Vidyasagar, P., Umashankar, P., Gupta, A., Rajkumar, D. & Gonzalez Rodriguez, H. (2010). Genotypic variability in salinity tolerance of some vegetable crop species at germination and seedling stage. *Plant Stress Management,* 1(3), 204-209.
20. McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M. & Robards, K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry,* 73, 73-84.
21. Molassiotis, A.N., Sotiropolos, T., Tanou, G., Kofidis, G., Diamantidis, G. & Therios, I. (2006). Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM106 treated with NaCl, KCl, manitol or sorbitol. *Biologia Plantarum*, 50, 61- 68.
22. Naderi Darbaghshahi, M., Nourmohammadi, Gh. Majidi, E., Darvish, F., Shirani Rad, A. & Dani, H. (2005). Response of summer safflower to different drought stress in Esfahan region. *Iranian Journal of Agronomy,* 7, 212-225. (In Farsi).
23. Najafi, N. & Sarhangzadeh, A. (2012). Effect of NaCl salinity and soil water flooding on growth traits of maize in greenhouse condition. *Science and Technology of Greenhouse Cultivation,* 10(3), 1-14. (In Farsi).
24. Neghadalimoradi, H. & Manochehri Kalantari, Kh. (2018). Effect of ultraviolet C pretreatment on seed germination and some biochemical traits of two wheat cultivars under salinity condition. *Journal of Basic Science,* 35(6), 89-107. (In Farsi).
25. Neumann, P. (1997). Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant Cell and Environment,* 20, 1193-1198.
26. Salami, M., Safar Neghad, A. & Hamidi, H. (2006). Effect of salinity stress on morphological traits of *Cummimum cymimum* and *Valeriana offivinalis. Pazhohesh and Sazandegi in Natural Resources* 2(3), 77-83. (in Farsi).
27. Setayeshmehr, Z. & Esmaelzadeh Bahabadi, S. (2013). Effect of salinity stress on some physiological and biochemical traits of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Journal of Plant Production,* 2(3), 111-128.
28. Shannon, M.C. & Grieve, C.M. (1999). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae,* 78, 5-38.
29. Sidsel Fiskaa, H., Grethe, I., Borge, A., Knut, A. & Gunnar, B. (2009). Effect of cold storage and harvest data on bioactive compound in curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). *Potharvest Biology and Technology*, 51, 36-42.
30. Soliman, W.S. & El-Shaieny, A.H. (2014). Effect of saline water on germination and early growth stage of five Apiaceae species. *African Journal of Agricultural Research*, 9(7), 713-719.

31. Soltani, F., Ghorbani, M. & Manouchehri Kalantari, Kh. (2006). Effect of cadmium on photosynthetic pigments, sugars and malondealdeid of canola. *Iranian Journal of Biology*, 3(4), 136-145. (in Farsi).
32. Taiz, L. & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
33. Taymouri, A. & Jafari, M. (2018). Effect of salinity on some morphology and anatomy of three *Salsola* species. *Iranian Journal of Research on Pasture and Desert* 17(1): 21-34. (in Farsi).
34. Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B. & Rowshan, V. (2014). Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of *Salvia mirzayanii*. *South African Journal of Botany*, 93, 92-97.
35. Wu, G., Wilson, L.T. & McClung, A.M. (1998). Contribution of rice tillers to dry matter accumulation and yield. *Agronomy Journal*, 90, 317-323.
36. Yildirim, E. & Taylor, A. G. (2005). Effect of biological treatments on growth of bean plants under salt stress. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 48, 176-177.
37. Zare Mehrjerdi, M., Nabati, J., Masoumi, A., Baghery, A. & Hamidi, H. (2006). Investigation of tolerance to salinity in roots and shoots of 11 check pea tolerant and sensitive to drought in hydroponic condition. *Research of Pulse Crops,* 2(2), 86-96.