



تأثیر تنش شوری کلرید سدیم بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی (*Salvia nemorosa* L.)

زهرا حیدری^۱، حسینعلی اسدی قارنه^{۲*}، جمشید رزمجو^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان

۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان

۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۸

چکیده

شوری آب آبیاری در بسیاری از نقاط جهان به‌عنوان عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان به‌شمار می‌آید. گونه‌های مختلف مریم‌گلی دارای خواص متعدد دارویی و درمانی هستند. به‌منظور ارزیابی اثر تنش شوری بر صفات مورفوفیزیولوژیک گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی (*Salvia nemorosa* L.)، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۴ تیمار شوری شامل شاهد (۱۲ میلی‌مولار)، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار محلول کلرید سدیم و در ۵ تکرار در مرکز تحقیقات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر اصفهان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد شوری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول و عرض برگ، طول گل‌آذین، تعداد گل‌آذین در هر بوته، تعداد گل در هر گل‌آذین، تعداد بذر در گل‌آذین، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، میزان کلروفیل a، b و کل دارد. صفات مذکور در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار به ترتیب ۲۰/۵۶، ۶۸/۹۵، ۵۴/۴۱، ۲۷/۹۷، ۹/۱۹، ۸۲/۸۵، ۴۱/۴۵، ۶۲/۳۱، ۶۰/۴۷، ۵۳/۸۴، ۲۳/۱۳، ۳۴/۰۹، ۶۶/۶۶، ۶۲/۵ و ۶۴/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان دادند. شوری بر میزان پرولین و فنول کل نیز تأثیر معنی‌داری داشت و میزان پرولین و فنول کل در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۶۲/۵ و ۹۶/۱۷ درصد افزایش نشان داد. با توجه به این‌که اعمال شوری بالاتر از ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم منجر به کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی گردید و علائم زردی و سوختگی در نمونه‌های گیاهی مشاهده شد، می‌توان نتیجه گرفت که گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی سطوح شوری تا ۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم را می‌تواند تحمل کند و نسبت به سطوح بالاتر شوری حساسیت نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: پرولین، تنش غیر زیستی، فنول کل، صفات مورفولوژیک.

مقدمه

دارند و در طب سنتی جهت درمان سرماخوردگی، گلودرد، برونشیت، ناراحتی‌های گوارشی، آگزما و سل مورد استفاده قرار می‌گیرند (Kamatou et al., 2008; Li et al., 2013; Russo et al., 2013). بحران آب یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های پیش روی جهان امروز است. در شرایط کمبود آب استفاده از آب‌های شور جهت تولید گیاهان زراعی غیرقابل اجتناب است. با افزایش شوری آب آبیاری بر شوری

مریم‌گلی مزرعه‌روی با نام علمی *Salvia nemorosa* L. گیاهی است بوته‌ای، پایا و همیشه‌سبز متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) با ارتفاع ۷۰-۳۰ سانتی‌متر که فصل گل‌دهی آن از اردیبهشت تا تیرماه است (Sadeghzadeh et al., 2009). گونه‌های مختلف مریم‌گلی به دلیل داشتن خواص ضد باکتری، ضد قارچی، ضد توموری، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهای کاربردهای مختلفی در صنایع دارویی و درمانی

در ۵ تکرار انجام شد. با توجه به این‌که شوری آب آبیاری مورد استفاده در گلخانه‌های سازمان پارک‌ها معادل ۱۲ میلی‌مولار بود، این تیمار به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. بذر گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی (*Salvia nemorosa* L.) از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری و در اسفندماه سال ۱۳۹۶ در سینی‌های نشاء با محیط کشت کوکوپیت و پیت ماس کشت شدند. نشاءها در مرحله ۴ برگی به گلدهی پلاستیکی با قطر دهانه ۲۵ و ارتفاع ۲۸ سانتی‌متر و گنجایش ۱۰ کیلوگرم خاک لومی رسی منتقل شدند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. گلدهی در گلخانه با دمای ۲۸-۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵-۷۰ درصد قرار گرفتند. آب مورد استفاده جهت آبیاری گلدهی از چاه تأمین گردید که خصوصیات شیمیایی آن در جدول ۳ نشان داده شده است. بعد از استقرار کامل نشاءها در مرحله ۶ برگی، تیمارهای شوری با استفاده از محلول کلرید سدیم به فاصله زمانی ۵ روز یک‌بار و ۱۲ نوبت آبیاری اعمال گردید. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک در مرحله تمام گل، تعداد ۵ بوته به‌طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و طول و عرض برگ، ارتفاع گیاه و طول گل‌آذین با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. تعداد برگ و گل‌آذین در هر بوته، تعداد گل و بذر در هر گل‌آذین نیز به‌صورت دستی شمارش گردید. وزن تر اندام هوایی با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه، بعد از جداسازی ریشه‌ها از خاک و شستشو با آب مقطر توزین گردید. سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک نمونه‌ها به‌طور جداگانه در فویل آلومینیومی پیچیده و به مدت ۴۸ ساعت در آون، در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (Chekovari and Gasemov, 2015). سنجش کلروفیل a، b و کل با استفاده از نمونه‌های برگی گرفته‌شده از گره سوم و چهارم انتهایی گیاهان و به روش لی و همکاران

خاک نیز افزوده می‌گردد که بر مشکلات شوری خواهد افزود (Ashraf et al., 2004). شوری یکی از تنش‌های غیرزنده محیطی است که رشد و تولید محصولات کشاورزی را به شدت محدود می‌کند (Neocleous and Vasilakakis, 2007). کشت گیاهان متحمل به شوری جهت دستیابی به عملکرد قابل قبول اقتصادی ضروری است. نتایج آزمایش بر روی گونه‌ای گیاه مریم‌گلی (*Salvia miltiorrhiza* L.) نشان داد شوری بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری ندارد، اما به‌طور معنی‌داری کلروفیل‌های a، b و کل، وزن تر و خشک گیاه را کاهش می‌دهد. بی‌تأثیر بودن تنش شوری بر روی خصوصیات رشدی این گونه مریم‌گلی، نشان‌دهنده متحمل بودن آن به میزان مشخصی از شوری است (Zhao et al., 2014). همچنین در پژوهشی دیگر نشان داده شد که شوری در نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) به‌طور معنی‌داری ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی، کلروفیل برگ و میزان پرولین را تحت تأثیر قرار داد و بالاترین مقادیر ویژگی‌های رشدی در شرایط بدون تنش شوری مشاهده گردید (Soori and Moosavi, 2016). در آزمایشی اثر تنش شوری بر گونه‌ای مریم‌گلی (*Salvia mirzayanii* Rech.F. & Esfand) نشان داده شد که شوری اثر معنی‌داری بر محتوای فنول کل دارد و با افزایش سطح شوری فنول کل نیز افزایش می‌یابد (Valifard et al., 2014). با توجه به ارزش دارویی گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی، در این پژوهش اثر تیمار شوری بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک این گیاه مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و به‌صورت گلخانه‌ای در گلخانه مرکز تحقیقات شماره یک سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری اصفهان در سال ۱۳۹۷ با ۴ سطح شوری (۱۲ (شاهد)، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم،

جدول ۱. مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی خاک مورد استفاده در این پژوهش

Table 1. Main physical properties of used soil in this research

هدایت الکتریکی EC dS.m ⁻¹	اسیدیته خاک pH	آهک TNV	کربن آلی Organic carbon	شن Sand	سیلت Silt	درصد رس Clay	بافت خاک Soil texture
4	8.00	40	2.87	31	37	32	لوم رسی Clay loam

جدول ۲. مشخصات شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

Table 2. Chemical properties of used soil in pots

کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نسبت جذب سدیم	سدیم قابل تبادل	ظرفیت تبادل کاتیونی	درصد سدیم تبدالی
Ca	Mg	Na	K	SAR	EX. Na	CEC	(ESP)
meq.L ⁻¹				meq/100gr soil			%
19.0	14.0	34.7	6.2	8.5	1.56	17.3	9.02

جدول ۳. خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در آبیاری

Table 3. Chemical properties of water used in irrigation

کلسیم	منیزیم	سدیم	پتاسیم	نسبت جذب سدیمی	ازت نیترا ته	نیترات	هدایت الکتریکی	اسیدیته
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SAR	N-NO ₃	NO ₃ ⁻	EC	pH
meq.L ⁻¹							(dS.m ⁻¹)	
44.7	10.1	5.4	4.6	11.9	4.4	5.4	1.6	8.10

خشک جدید شده و رشد گیاه را کاهش می‌دهد. کاهش وزن تر اندام هوایی تحت تنش شوری می‌تواند به دلیل تجمع یون‌های مضر مانند کلرید سدیم باشد که باعث اختلال در متابولیسم مواد غذایی می‌شود. از سوی دیگر ریزش برگ‌ها برای دفع نمک باعث کاهش اندام هوایی می‌شود (Hunt, 1990). در سطح شوری بالاتر از ۵۰ میلی‌مولار، علائم سوختگی، کلروزه شدن و ریزش برگ‌ها در این گیاه مشاهده شد.

اثر تنش شوری بر میزان کلروفیل a و b و کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۶) نشان می‌دهد، شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد روی کلروفیل a، b و کلروفیل کل داشت. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۷) نشان می‌دهد بیشترین میزان کلروفیل a، b و کل در تیمار شاهد و کم‌ترین آن در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری به دست آمد و در سطوح مختلف شوری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد.

افزایش سطح شوری روند کاهشی بر میزان کلروفیل برگ‌های گیاه نشان داد. این موضوع باعث ناکارآمدی برگ‌ها در انجام فتوسنتز و تشدید آسیب‌های ناشی از تنش می‌شود. این مورد در نتایج تحقیقات دیگر بر روی گیاه نعنای فلفلی (Soori and Moosavi, 2016) و اسطوخودوس (Khorasaninejad et al., 2016) گزارش شده است. محتوای کلروفیل برگ شاخص سلامت گیاه است که با افزایش غلظت شوری میزان کلروفیل در گیاه به‌طور

(Li et al., 2009)، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پرولین برگ از روش بیس و همکاران (Bates et al., 1973) و فنول کل با استفاده از روش فولین سیوکالتیو (Vakili-Shahrbabaki, 2016) اندازه‌گیری شد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تنش شوری بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که اثر شوری بر وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی معنی‌دار بود. با افزایش سطح شوری، وزن تر و خشک نمونه‌ها کاهش یافت. در نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) مشخص شد، بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری بود.

نتیجه این آزمایش با نتایج تحقیق بر دو گونه مریم‌گلی *S. viridis* (Aghai et al., 2014) و *S. spinose* (Safari Safari-Mohamadiyeh et al., 2015) سبز مطابقت دارد. با توجه به این‌که وزن خشک معیار مناسبی از عملکرد فتوسنتزی و رشد در گیاهان است، کاهش وزن خشک بخش‌های هوایی و ریشه گیاه با افزایش تنش شوری نشان‌دهنده کاهش میزان فتوسنتز و کاهش رشد در این گیاه تحت تنش شوری است (Abdul et al., 2007). کاهش سطح برگ منجر به کاهش جذب نور و کاهش تولید ماده

جدول ۴. تجزیه واریانس برخی صفات رشدی مریم‌گلی مزرعه‌روی تحت سطوح مختلف تنش شوری

Table 4. Analysis of variance of some growth characteristics on *Salvia nemorosa* L. under different salt stress levels

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	وزن تر	وزن خشک	وزن تر ریشه	وزن خشک	ارتفاع گیاه	تعداد برگ
			اندام هوایی	اندام هوایی	Fresh weight of root	ریشه		
			Fresh weight of aerial parts	Dry weight of aerial parts	weight of root	Dry weight of root	Plant height	Leaf number
Replication	تکرار	4	21.1	0.53	0.14	0.08	6.00**	17.83
Salinity	شوری	3	40.101**	4.29**	5.23*	1.65**	12.36**	1695.5**
Error	خطا	12	68.0	0.25	1.26	0.16	0.64	12.06
CV%	ضریب تغییرات (%)		7.81	18.25	12.19	13.72	5.43	9.88

Table 4. Continued

جدول ۴. ادامه

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	طول برگ	عرض برگ	تعداد گل آذین	طول گل آذین	تعداد گل هر گل آذین	تعداد بذر در هر گل آذین
			Leaf length	Leaf width	Inflorescent number	Inflorescent length	Flower number in inflorescence	Seed number in inflorescence
Replication	تکرار	4	0.27	0.05	1.95	4.11	57.63	77.30*
Salinity	شوری	3	13.2**	0.82**	128.98**	29.75**	2000.9**	2628.85**
Error	خطا	12	0.36	0.11	0.65	6.50	51.89	16.93
CV%	ضریب تغییرات (%)		13.57	14.86	12.12	16.52	11.81	8.16

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** are significant at levels of 5% and 1%, respectively.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر صفات رشدی مریم‌گلی مزرعه‌روی

Table 5. Mean comparison of salinity stress on growth parameters of *Salvia nemorosa* L.

سطوح شوری Salinity level (mM)	وزن تر	وزن خشک	وزن خشک	ارتفاع گیاه	تعداد برگ
	اندام هوایی Fresh weight of aerial parts	اندام هوایی Dry weight of aerial parts	وزن تر ریشه Fresh weight of root	ریشه Dry weight of root	Plant height Leaf number
	(g)			(cm)	
control	16.95 ^a	4.03 ^a	10.16 ^a	3.52 ^a	17.02 ^a 61.20 ^a
50	10.35 ^b	2.62 ^b	9.73 ^a	3.21 ^a	14.30 ^b 34.00 ^b
75	8.31 ^c	2.38 ^{bc}	9.18 ^{ab}	2.48 ^b	14.00 ^b 26.40 ^c
100	6.7 ^d	1.86 ^c	7.81 ^b	2.32 ^b	13.52 ^b 19.00 ^d

Table 5. Continued

جدول ۵. ادامه

سطوح شوری Salinity level (mM)	طول برگ	عرض برگ	تعداد گل آذین	طول گل آذین	تعداد گل در هر گل آذین	تعداد بذر در هر گل آذین
	Leaf length	Leaf width	Inflorescence number	Inflorescence length	Flower number in each inflorescence	Seed number in each inflorescence
	(cm)					
control	6.80 ^a	2.86 ^a	14.00 ^a	17.40 ^a	89.80 ^a	82.80 ^a
50	3.90 ^b	2.24 ^b	5.60 ^b	16.60 ^a	57.60 ^b	50.00 ^b
75	3.90 ^b	2.06 ^b	4.60 ^b	15.80 ^a	52.60 ^{bc}	37.80 ^c
100	3.10 ^b	1.96 ^b	2.40 ^c	11.90 ^b	44.00 ^c	31.20 ^d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means followed with at least one similar letter(s) don't have significant differences based on LSD test.

کلروفیل در اثر فعالیت آنزیم کلروفیلاز و پراکسیداز از جمله عوامل مؤثر در کاهش رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی است. شاید بتوان پایداری رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی تحت شرایط تنش را به‌عنوان معیاری برای مقاومت گیاه به تنش شوری بیان کرد (Sevengor et al., 2011). کاهش غلظت کلروفیل از عوامل مهم تأثیرگذار بر کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه به شمار می‌رود و با افزایش سطوح شوری از کارآیی فتوسنتزی برگ‌ها کاسته شده و این امر موجب تشدید صدمات ناشی از تنش می‌شود (Sirousmeher et al., 2015)

معنی‌داری کاهش می‌یابد. برخی از محققین بر این باورند که کاهش غلظت کلروفیل برگ‌ها در اثر تنش شوری می‌تواند در ارتباط با افزایش فعالیت آنزیم تجزیه‌کننده کلروفیل باشد (Rao and Rao, 1981). دلیل دیگر کاهش کلروفیل برگ، تغییر متابولیسم نیتروژن و استفاده بیشتر از گلوتامات (ماده اولیه سنتز پرولین و فتوسنتز) در مسیر سنتز پرولین است (Rosa- Ibara and Maiti, 1995). واکنش گیاهان در مواجهه با پتانسیل اسمزی و اثر آن بر کاهش رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی متفاوت است. تخریب کلروپلاست و تجزیه

جدول ۶. تجزیه واریانس برخی صفات بیوشیمیایی مریم‌گلی مزرعه‌روی تحت سطوح مختلف تنش شوری

Table 6. Analysis of variance of some biochemical characteristics on *Salvia nemorosa* L. under different salt stress levels

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	پرولین	فنول کل
			Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll	Proline	Total phenol
Replication	تکرار	4	0.0001	0.0002	0.0007	741.5	49.67
Salinity	شوری	3	0.015**	0.008**	0.044**	1422429.3**	2987466.7**
Error	خطا	12	0.0001	0.0002	0.0004	1577.3	85.89
C.V (%)	ضریب تغییرات (%)		8.11	12.06	9.40	2.78	0.78

** معنی‌دار شدن در سطح احتمال ۱ درصد.

** Significant at 1% probability level.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف تنش شوری بر میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل، پرولین و فنول کل مریم‌گلی مزرعه‌روی

Table 7. Mean comparison of different salt stress on amount of Chlorophyll a, b and total chlorophyll, proline and total Phenol in *Salvia nemorosa* L.

شوری Salinity (mM)	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg.g ⁻¹)	پرولین Proline	فنول کل Total phenol
control	0.18 ^a	0.16 ^a	0.34 ^a	849.0 ^c	84.00 ^d
50	0.14 ^b	0.12 ^b	0.26 ^b	1283.0 ^b	1214.0 ^c
75	0.08 ^c	0.10 ^c	0.17 ^c	1320.0 ^b	1284.0 ^b
100	0.06 ^d	0.06 ^d	0.12 ^d	2264.0 ^a	2194.0 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, means followed with at least one similar letter(s) don't have significant differences based on LSD test.

مختلف شوری تفاوت معنی‌داری در ابعاد برگ‌ها و ارتفاع گیاه نداشت، اما بیشترین تعداد و ابعاد برگ و ارتفاع بوته در تیمار شاهد و کم‌ترین تعداد برگ در تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم مشاهده گردید. محققان دیگری نیز اثر کاهشی تنش شوری بر طول و عرض برگ در آویشن باغی (Hosseini et al., 2017) دو گونه مریم‌گلی *S. viridis* و *S. spinose*

اثر تنش شوری بر تعداد، طول و عرض برگ و ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان داد، اثر شوری بر تعداد برگ، طول و عرض برگ و ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. در مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) مشخص گردید، افزایش سطح شوری اثر معنی‌داری بر تعداد برگ داشت، ولی سطوح

اثر شوری بر تعداد گل آذین، تعداد گل در هر گل آذین، طول گل آذین و تعداد بذر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان داد شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد گل آذین، تعداد گل در هر گل آذین، طول گل آذین و تعداد بذر داشت. بیشترین میزان صفات مذکور مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌مولار شوری بود. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد سطوح پائین و متوسط شوری (۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار کلرید سدیم) تفاوت معنی‌داری در تعداد گل آذین، طول گل آذین نداشت، ولی سطح بالای شوری (۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) باعث کاهش معنی‌دار این صفات شد. در آزمایش بر روی گل‌گاوزبان (Makkizadeh et al., 2008) و گوجه‌فرنگی (Poursoltan Hojagan et al., 2017) نیز تنش شوری به‌طور معنی‌داری باعث کاهش تعداد گل آذین هر بوته شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. کاهش تعداد گل آذین را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به‌واسطه تنش شوری و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه نسبت داد که در نهایت سبب عدم دستیابی به پتانسیل ژنتیکی از نظر تعداد گل آذین می‌گردد (Ebrahim, 2005). همچنین در مورد کاهش ارتفاع گل آذین نتایج این آزمایش با نتایج تحقیقات بر روی گیاه سلوی زینتی (Karimian et al., 2016) و نعنای سبز (Safari Safari- Safari, 2015) مطابقت داشت. نتایج تحقیقات دیگر بر روی بومادران هزار برگ (Dehghan and Baniasadi et al., 2018) و گل همیشه‌بهار (Rahimmalek, 2018) نیز حاکی از کاهش تعداد گل با افزایش سطح شوری است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تعداد گل هر گل آذین به طول گل آذین و میزان رشد رویشی گیاه بستگی دارد و کاهش رشد رویشی منجر به کاهش تعداد گل می‌گردد. همچنین کاهش تعداد گل در اثر عدم تلقیح گل‌های تشکیل‌شده و افزایش ریزش آن‌ها در تنش شوری است. احتمالاً کاهش تعداد گل به کاهش فتوسنتز و رشد گیاه وابسته است (Grieve et al., 1992). نتایج این پژوهش نشان داد شوری اثر کاهشی بر تعداد بذر داشت. این مورد با نتایج آزمایش بر روی گیاه زنیان (Ramezani et al., 2018) مطابقت دارد که می‌تواند به دلیل کاهش تعداد گل و طول گل آذین در اثر تنش شوری و به‌وجود آمدن بذرهای تلقیح نشده در سطوح بالای شوری باشد (Lovelli et al., 2013).

(Aghai et al., 2014)، و نعنای فلفلی (Soori and Moosavi, 2016) گزارش کرده‌اند. کاهش سطح برگ اولین واکنش گیاهان در برابر تنش شوری است (Khorsandi et al., 2010). تنش شوری از طریق کاهش جذب عناصر غذایی، کمبود آب قابل‌استفاده در گیاه و سمیت عناصر، قدرت رشد سلولی را کاهش داده و باعث کاهش سطح برگ می‌شود (Azari et al., 2012). کاهش سطح برگ نشان‌دهنده این است که سلول‌های برگ در تنش شوری به حداکثر رشد خود نمی‌رسند (Sairam et al., 2002) که می‌تواند در اثر افزایش آبسزیک اسید باشد (Papp et al., 1983). یکی از سازگاری‌های گیاهان به شوری این است که نمک را در بیرون سلول‌های خود نگه می‌دارند و این موضوع باعث حرکت آب به بیرون سلول‌های برگ و کاهش سطح آن می‌شود (Volkmar and Steppuha, 1998). محدود شدن سطح برگ را شاید بتوان به‌عنوان یک مکانیسم دفاعی برای کاهش تعرق و اجتناب از شوری در گیاه در نظر گرفت. کاهش معنی‌دار تعداد برگ گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی در اثر تنش شوری با نتایج آزمایش محققین دیگر بر روی گیاه استویا (Ghavampoor et al., 2016) و گشنیز (Setayeshmehr and Esmaeizadeh, 2013) مطابقت دارد. افزایش سطوح شوری باعث تشدید ریزش برگ و یا کاهش تولید برگ‌های جدید در شرایط شوری می‌گردد (Zeng et al., 2013; Pandey and Chikara, 2014). در گیاهان با مقادیر بالای جذب نمک ممکن است تعدادی از برگ‌ها بمیرند. سوختگی برگ‌ها در اثر تجمع بیش از حد کلر که با کلروز حاشیه برگ‌ها توأم است رخ می‌دهد و گاهی ۵۰ درصد برگ دچار کلروز می‌گردد که منجر به کاهش شدید فتوسنتز می‌شود. همچنین نمک موجب کاهش تعداد آغازهای برگ و در نهایت کاهش تعداد برگ می‌شود (Maleki et al., 2016). نتیجه این آزمایش در خصوص کاهش ارتفاع گیاه با نتایج تحقیقات دیگر بر روی اسطوخودوس (Khorasaninejad et al., 2016)، گل‌گاوزبان (Makkizadeh et al., 2008) و مریم‌گلی گونه *S. officinalis* L. (Hendawy and Khalid, 2005) مطابقت دارد. کاهش رشد گیاه می‌تواند یک واکنش تطبیقی با شرایط تنش باشد که گیاه با کاهش رشد خود در شرایط نامساعد اجازه می‌دهد انرژی لازم برای ادامه حیات ذخیره شود. افزایش شوری باعث کاهش و کمبود عناصر کلسیم و پتاسیم می‌شود که در نهایت موجب کاهش رشد می‌گردد (Greenway and Munns, 1980; Yeo et al., 1991).

شوری خاک در برخی گیاهان سبب افزایش آنتی‌اکسیدان‌ها و فنول در گیاه می‌شود که در گیاهان دارویی به‌عنوان حسن محسوب می‌شود (Marwa Rezgui et al., 2017).

در چند گیاه دارویی دیگر از جمله نعنای (Timperio et al., 2008)، بابونه (Baghalian et al., 2008) و مریم‌گلی گونه limbata (Gholami et al., 2014) میزان پرولین افزایش یافت که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تجمع زیاد پرولین باعث می‌شود گیاه تنش اسموتیک ناشی از شوری را تا حدودی برطرف نماید (Sudhakar, 1993). در یک پژوهش نشان داده شد گیاه رزماری تحت تنش شوری از تجمع پرولین برای حفظ فشار اسمزی و کاهش زیان در برابر شوری استفاده می‌کند (Bandehhagh et al., 2008).

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان چنین استنباط نمود که مکانیسم مقابله با تنش شوری در گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی تنظیم اسمزی به‌واسطه افزایش اسیدآمینو پرولین است و با بالا بردن میزان فنول کل با تنش اکسیداتیو ناشی از شوری مقابله می‌کند. با توجه به کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی در سطح شوری بالاتر از ۵۰ میلی مولار کلرید سدیم می‌توان نتیجه گرفت حد آستانه تحمل شوری در این گیاه ۵۰ میلی مولار (معادل ۶/۵ دسی زیمنس بر متر) است و سطوح شوری بالاتر از ۵۰ میلی مولار منجر به کاهش شدید ویژگی‌های رشدی آن می‌گردد.

اثر تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی اثر تنش شوری بر میزان پرولین و فنول کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۶) نشان داد که شوری اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان پرولین و فنول کل برگ مریم‌گلی مزرعه‌روی داشت. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۷) نشان می‌دهد بیشترین میزان پرولین و فنول کل مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد بود، بین تیمار ۵۰ و ۷۵ میلی مولار شوری اختلاف معنی‌داری در میزان پرولین وجود نداشت، لیکن برای میزان فنول کل اختلاف معنی‌دار بود. در گیاهی مانند گشنیز نیز میزان فنول کل با افزایش سطوح شوری افزایش یافته است (Setayeshmehr and Esmaezadeh, 2013) که با نتیجه این آزمایش مطابقت دارد، ولی با پژوهش انجام‌شده بر روی گیاه نعنای سبز (Safari-Mohamadiyeh et al., 2015) هم‌خوانی ندارد. علت عدم افزایش فنول کل با افزایش سطح شوری در گیاه نعنای سبز به این دلیل است که این گیاه نتوانسته میزان فنول کل را در شرایط شوری افزایش دهد و به این وسیله با شوری مقابله نماید و نشان‌دهنده حساسیت بیشتر گیاه نعنای سبز نسبت به گیاه مریم‌گلی مزرعه‌روی در شرایط شوری است. ترکیبات فنولی از اجزاء سیستم‌های دفاعی غیرآنزیمی و آنتی‌اکسیدان‌های سلول‌های گیاهی می‌باشند که مهار رادیکال‌های آزاد را به عهده دارند (Momeni et al., 2013).

منابع

- Abdul, J., Gopisankar, R.B., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Sridharan, R., Panneerselvam, R., 2007. Studies on germination, seedling vigor, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedling under salt stress. *Journal of Botany*. 73, 190-195.
- Aghai, K., Talai, N., Kanani, M., Yazdani, M., 2014. Effect of salt stress on some physiological and biochemical parameters of two *Salvia* species. *Journal of Plant and Function*. 3, 85-96. [In Persian with English summary].
- Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S., Rha, E.S., 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*. 42, 543-550.
- Azari, A., ModaresSanavi, S.A.M., Askari, H., Ghanati, F., Naji, A.M., Alizadeh, B., 2012. Effect of salt stress on morphological and physiological traits of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. rapa*). *Iranian Journal of Crop Sciences*. 14, 121-135. [In Persian with English summary].
- Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M.R., Mohammadi, A., 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulture*. 116, 437-441.

- Bandehhagh, A., Toorchi, M., Mohammadi, A., Chaparzadeh, N., Hosseinisalekdeh, G., Kazemian, H., 2008. Growth and osmotic adjustment of canola genotypes in response to salinity. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 6, 201-208.
- Baniasadi, F., Saffari, V., Maghsoodi, M.A., 2015. Effect of putrescine and salinity on morphological and biochemical traits and pigment content of marigold plant (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center*. 6, 125-134. [In Persian with English summary].
- Bates, L., Waldren, R.P., Tear, I.P., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. 39, 205-207.
- Chekovari, Z., Gasemov, N., 2015. Study of some microelements, proline and protein of *Brago officinalis* L. under draught stress. *Journal of Crop Biotechnology*. 4, 65-75. [In Persian with English summary].
- Dehghan, A., Rahimmalek, M., 2018. The effect of salt stress on morphological traits and essential oil content of Iranian and foreign yarrow (*Achillea millefolium* L.) genotypes. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center*. 9, 23-38. [In Persian with English summary].
- Ebrahim, M., 2005. Amelioration of sucrose metabolism and yield changes, in storage roots of NaCl-stressed sugar beet by ascorbic acid. *Agrochimica*. 49, 93-103.
- Ghavampoor, S., gerami, M., Rameeh, V., Ghasemionran, V., 2016. Effects of salinity on some morphological characteristics of stevia plant (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in vitro condition. *Journal of Crop Ecophysiology*. 8, 65-76 [In Persian with English summary].
- Gholami, R., Kashefi, B., Saeidisar, S., 2014. Effect salicylic acid on alleviation of salt stress on growth traits of *Salvia limbata* L. *Journal of Plant Ecophysiology*. 5, 63-73 [In Persian with English summary].
- Greenway, H., Munns, R., 1980. Mechanism of salt tolerance in non- halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*. 31, 141-190.
- Grieve, C., Lesch, S.M., Mass, E.V., 1992. Analysis of main spike yield components in salt stressed wheat. *Crop Science*. 32, 697-703.
- Hendawy, S.F., Khalid, A., 2005. Response of sage (*Salvia Officinalis* L.) plants to zinc application under different salinity levels. *Journal of Applied Sciences Research*. 1, 147-155.
- Hosseini, H., Moosavifard, S., Fatehi, F., Ghaderi, A., 2017. Changes in Phytochemical and Morpho-physiological Traits of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) under Different Salinity Levels. *Journal of Medicinal Plants*. 1, 22-33 [In Persian with English summary].
- Hunt, R.H., 1990. *Plant Growth Analysis*. Unwin-Hyman, London, 112 p.
- Kamatou, G.P.P., Makunga, N.P., Ramogola, W.P.N., Viljoen, A.M., 2008. South African *Salvia* species. A review of biological activities and phytochemistry. *Journal of Ethnopharmacology*. 11, 664-672.
- Karimian, Z., Samiei, L., Nabati, J., 2016. Investigation of Flowering in Ornamental Sage (*Salvia splendens*) under Salt Stress with Humic Acid Application, 1st International and 2nd National Congress of Ornamentals plants. 23-25 August 2018, Mashhad, Iran. [In Persian].
- Khorasaninejad, S., Soltanloo, H., Hadian, J., Atashi, S., 2016. The Effect of Salinity Stress on the Growth, quantity and quality of Essential oil of Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller), *Journal of Horticulture Science*. 30, 209-216. [In Persian with English summary].
- Khorsandi, O., Hassani, A., Sefidkon, F., Shirzad, H., Khorsandi, A., 2010. Effect of salinity (NaCl) on growth, yield, essential oil content and composition of *Agastache foeniculum* kuntz. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 26, 438-451. [In Persian with English summary].
- Li, G., Wan, Sh., Zhou, J., Yang, Zh., Qin, P., 2009. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress levels. *Industrial Crops and Products*. 31, 13-19.
- Li, M., Li, Q., Zhang, C., Zhang, N., Cui, Z., Huang, L., Xiao, P., 2013. An ethnopharmacological investigation of medicinal *Salvia* plants (Lamiaceae) in China. *Acta Pharmaceutica Sinica*. 3, 273-280.
- Lovelli, S., Sofo, A., Perniola, M., Scopa, A., 2013. Abscisic acid and biomass partitioning on

- tomato under salinity. In: Parviz, A., Azooz, M. M., Prasad, M.N.V. (Eds.), *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*. Springer Press, pp. 267-282.
- Makkizadeh-Tafti, M., Tavakol-Afshari, R., Majnoonhosseini, N., Naghdibadi, H.A., 2008. Evaluation of salinity tolerance and absorption of salt by Borage (*Borago officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24, 253-262. [In Persian with English summary].
- Maleki, A., Kiani, M., Alinejadian, A., 2016. The effect of salt on yield and some physical and biochemical characteristics of leafy beet under greenhouse condition. P. 1-10. 24-26 August. Second National Congress of Irrigation and Drainage in Iran, Isfahan University of Technology. [In Persian].
- Marwa Rezugui, R., Nessorine, M., Sofiene, B., Brahim, M., Houda, G., Maria Eduarda, M., Araujo, L., Bettaieb, B., 2017. How salt stress represses the biosynthesis of marrubiin and disturbs the antioxidant activity of *Marrubium vulgare* L. *Polish Journal of Environmental Studies*. 26, 267-277.
- Momeni, N., Arvin, M.J., Khagoeinegad, G., Keramat, B., 2013. Effects sodium chloride and salicylic acid on some photosynthetic parameters and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) plants. *Journal of Scientific Information Database*. 5, 15-29. [In Persian with English summary].
- Neocleous, D., Vasilakakis, M., 2007. Effect of NaCl stress on red raspberry. *Scientia Horticulturae*. 112, 282-289.
- Pandey, M., Chikara, S.K., 2014. In vitro regeneration and effect of abiotic stress on physiology and biochemical content of Stevia. *Journal of Plant Science and Research*. 1, 113-117.
- Papp, J.C., Ball, M.C., Terry, N., 1983. A comparative study of the effects of NaCl salinity on respiration, photosynthesis and leaf extension growth in *Beta vulgaris* Plant. *Cell and Environment*. 6, 675-677.
- Poursoltan Hojagan, M., Arouiee, H., Tabatabaei, S.J., Neamati, S.H., 2017. Effect of amino acids foliar spraying on growth and physiological indices of tomato under salt stress conditions. *Agroecology Journal*. 13, 41-50. [In Persian with English summary].
- Ramezani, M.R., Seghatoleslami, M.J., Sayyari, M.H., Moosavi, S.G., 2018. Effect of salinity and foliar application of Zn and Fe on yield and morphological and quality traits of Carum copticum. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 10, 595-604. [In Persian with English summary].
- Rao, G.G., Rao, G.R., 1981. Pigment composition and chlorophyllase activity in Pigeon Pea and gingerly under NaCl Salinity. *Indian Journal of Experimental Biology*. 19, 768- 770.
- Rosa- Ibara, M.D. L., Maiti, R.K., 1995. Biochemical mechanism in glossy sorghum lines for resistance to salinity stress. *Journal of Plant physiology*. 146, 515-519.
- Russo, A., Formisano, C., Rigano, D., Senatore, F., Delfine, S., Cardile, V., Rosselli, S., Bruno, M., 2013. Chemical composition and anticancer activity of essential oils of Mediterranean sage (*Salvia officinalis* L.) grown in different environmental conditions. *Food and Chemical Toxicology*. 55, 42-47 .
- Sadeghzadeh, F., Eidi, A., Mazooji, A., 2009. Hypoglycemic effect of alcoholic extract of *Salvia nemorosa* in normal and diabetic male rats. *Journal of Research in Medical Sciences*. 3, 233-238. [In Persian with English summary].
- Safari-Mohamadiyeh, Moghaddam, Z., Abedy, M., Samiei, B., 2015. Effects of salinity stress on some yield parameters and morphological characteristics of spearmint (*Mentha spicata* L.) in hydroponic conditions. 23, 97-107. [In Persian with English summary].
- Sairam, R.K., Veerrabhadra, K., Srivastava, G.C., 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, Antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science*. 163, 1037-1046.
- Setayeshmehr, Z., Esmaeizadeh Bahabadi, S., 2013. Effect of salt stress on some phological and biochemical characteristics in *Coriandrum sativum* L. *Journal of Plant Production Research*. 20, 111-128. [In Persian with English summary].
- Sevengor, S., Kusvuran S., Elliaitoglu, S., 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and ntioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*. 6, 4920-4924.

- Sirousmeher, A., Berdel, J., Mohammadi, M., 2015. Changes of germination properties, photosynthetic pigments and antioxidant enzymes activity of safflower as affected by drought and salinity stress. *Journal of Crop Ecophysiology*. 8, 517-533. [In Persian with English summary].
- Soori, N., Moosavi, S.F., 2016. Effect of Salinity stress induced by NaCl on the Quantitative and qualitative characteristics of Peppermint (*Mentha piperita* L.). 1St National Conference of the Role of Medicinal Herbs in Resistive Economy. April 27-28, 2016, Payam Noor University, FereidoonShahr, Iran. [In Persian].
- Sudhakar, P.R., Reddy, M.P. Veeranjanyulu, K., 1993. Effect of salt stress on the enzymes of proline synthesis and oxidation in Green gram seedling. *Journal Plant Physiology*. 141, 621-623.
- Timperio, A.M., Egidi, M.G., Zolla, L., 2008. Proteomics applied on plant abiotic stresses: role of heat shock proteins (HSP). *Journal of Proteomics*. 71, 391-411.
- Vakili-Shahrbabaki, S.M., 2016. Essential oil composition and antioxidant activity of *Salvia officinalis* L. and *Achillea millefolium* L. from Kerman province. *Ecophytochemical Journal of Medicinal Plant*. 4, 33-43. [In Persian].
- 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
- Volkmar, K., Steppuha, H., 1998. Physiological responses of Plants to salinity: a review. *Canadian Journal of Plant Science*. 78, 19- 72.
- Yeo, A.R., Lee, K.S., Izard, P., Bousier, P.J., Flowers, T.J., 1991. Short and long- term effects of salinity on leaf growth in rice. *Journal of Experimental Botany*. 42, 881- 889.
- Zeng, J., Chen, A., Li, D., Yi, B., Wu, W., 2013. Effects of salt stress on the growth, physiological responses and glycoside contents of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 60, 2751-2756.
- Zhao, G., Shi, Q., Han, Y.U., Li, S.H., Wang, C.H., 2014. The Physiological and biochemical responses of a medicinal plant (*Salvia miltiorrhiza* L.) to stress caused by various concentrations of NaCl. Available online February 25, 2014, from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089624>.



Original article

Effect of different levels of salinity on morpho-physiological characteristics of wood Sage (*Salvia nemorosa* L.)

Z. Heidary¹, H.A. Asadi-Gharneh^{1*}, J. Razmjoo²

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2. Department of Agricultural and Plant Breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Received 15 January 2019; Accepted 9 March 2019

Abstract

Irrigation water salinity in so many parts of the world is considered as a limiting factor in growth and yield of plants. Different species of salvia have numerous medicinal and therapeutic properties. In order to evaluate the effect of salinity stress on morpho-physiological traits on wood sage (*Salvia nemorosa* L.), an experiment was conducted based on randomized complete block design with 4 salinity treatments including: 12 (control), 50, 75, and 100 mM of NaCl and in 5 replications were carried out in research center of Parks Organization in Isfahan in 2018. The analyses of variance indicated that, salinity has significant effect on plant height, leaf number, leaf's length and width, inflorescence's length, number of inflorescences in each plant, number of flower in each inflorescence, number of seeds in each inflorescence, wet and dry weight of aerial parts, wet and dry weight of root, level of a and b chlorophyll and the total chlorophyll, and mentioned traits in 100 mM salinity level decreased, compared to control treatment by 20.56, 68.95, 54.42, 27.97, 9.19, 82.85, 41.45, 62.31, 60.47, 53.84, 23.13, 34.09, 66.66, 62.5, 64.7, respectively. Salinity had significant effect on proline and phenol content and the amount of proline and total phenol content at the highest level of salinity showed 62.5, 96.17% increase, respectively. Considering the fact that the treatment of salinity level above 50mM causes significant decrease of wet and dry weight of root and the weight of aerial parts, symptoms of necrosis and burning in plants samples were observed. So it can be concluded that wood sage can tolerate to 50 mM salinity and show sensitivity to higher salinity levels.

Keywords: Abiotic stress, Morphological traits, Proline, Total phenol.

*Correspondent author: Hossein Ali Asadi-Gharneh; E-Mail: h.asadi@khuisf.ac.ir.