

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۲۹-۴۲

امکان‌سنجی استفاده از آب دریای خزر جهت آبیاری گیاه تره ایرانی (*Allium persicum* L.)

صابر جمالی^۱، حسین شریفان^{۲*}، فراست سجادی^۱

۱. کارشناسی‌ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲. دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۱۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۶

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت هم‌گام با معضل بحران جهانی منابع آب شیرین، استفاده از منابع آب نامتعارف در بخش کشاورزی را ضروری می‌سازد، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان آب شیرین محسوب می‌شوند. به‌منظور بررسی اثر آبیاری با روش تلفیق آب دریای خزر و آب شیرین بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه تره ایرانی، آزمایشی در قالب طرحی کاملاً تصادفی با چهار تیمار (اختلاط آب دریای خزر با آب شهری، آبیاری یک در میان با آب دریا و آب شهری، آبیاری نیم در میان آب دریا و آب شهری، آب شهری) تحت شرایط گلخانه‌ای در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سه تکرار در سال ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. نتایج نشان داد که رژیم‌های آبیاری بر صفات کلروفیل، وزن تر اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک ریشه در سطح ۱ درصد و بر وزن خشک اندام هوایی و طول ریشه در سطح ۵ درصد معنادار بود. تیمار متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان و اختلاط آب شور دریا به کاهش ۱۲/۱، ۲۴/۹ و ۳۳/۷ درصدی عملکرد انجامید. تیمار آبیاری نیم در میان به دلیل اعمال شوری خاک کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب معمولی در لایه سطحی، بهترین عملکرد را در مقایسه با تیمارهای شوری مورد بررسی داشت.

کلیدواژه‌ها: آب نامتعارف، اختلاط، تره، کلروفیل، متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان.

مقدمه

در استفاده از آب شور مدیریت‌های مختلفی قابل اجراست. از مدیریت‌های اعمالی می‌توان به کاربرد آب شیرین در آخر یا مقطعی از فصل زراعی، آبیاری مکرر با دوره کم به منظور کاهش تنش‌های وارد به گیاه، آبیاری قبل از کشت به منظور فراهم آوردن رطوبت کافی برای عملیات زراعی و منتقل کردن نمک‌ها به پایین منطقه ریشه، همچنین به کاربرد تلفیقی آب شور و معمولی اشاره کرد. تلفیق آب شور و معمولی در حال حاضر به دو صورت انجام می‌گیرد: در حالت نخست، معمولاً از آب معمولی در مراحل اولیه رشد و از آب شور در مراحل بعدی رشد استفاده می‌شود یا در برخی موارد دو آب با کیفیت متفاوت به صورت یک در میان (متناوب) به گیاه داده می‌شود. در حالت دوم، آب شور و معمولی قبل از آبیاری و به منظور تهیه آب با غلظت نمک کمتر، با هم مخلوط می‌شود (۸). مطالعات گسترده در مورد کاربرد آب شور در آبیاری نشان می‌دهد که گیاهان طی مراحل اولیه رشد نسبت به آب شور بسیار حساس‌اند، ولی در مراحل رسیدن فیزیولوژیکی مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند (۲۶ و ۳۱).

در تحقیقی، اثر تلفیق آب‌های شور (زیرزمینی) و شیرین (آب‌های سطحی) در اراضی شور با مدیریت‌های مختلف روی خاک و گیاه بررسی شد. نتایج این مطالعات نشان داد که تلفیق آب‌های شور و شیرین (مخلوط، متناوب دوره‌ای و متناوب یک در میان) علاوه بر اصلاح اراضی، باعث افزایش تراکم بوته‌ها و عملکرد محصول شد (۱۷). در تحقیقی دیگر، اثر رژیم آبیاری متناوب و مخلوط با دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای روی گیاه گوجه‌فرنگی بررسی و این نتیجه حاصل شد که بیشترین بازده از ترکیب سیستم قطره‌ای و مخلوط با نسبت ۶۰ درصد آب شیرین و ۴۰ درصد آب شور به دست می‌آید. همچنین، مدیریت اختلاط رشد و عملکرد

محصول گوجه‌فرنگی را بهتر از مدیریت تناوبی افزایش می‌دهد (۲۵).

پژوهشگران در بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر شاخص‌های کمی و کیفی آفتابگردان ندر نشان دادند که رژیم آبیاری شور-معمولی از نظر عملکرد روغن، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد طبق، قطر ساقه، ارتفاع بوته، قطر طبق، مساحت برگ و املاح موجود در برگ بیشترین شاخص را داشته است (۱۵). در تحقیقی دیگر، نتایج نشان‌دهنده اثر معنادار منفی افزایش شوری بر تعداد میوه، طول و قطر میوه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته و وزن خشک برگ فلفل بود (۱۰). در تحقیقی دیگر، به منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر خواص مورفولوژیکی گیاه کینوا نشان دادند که اثر شوری بر سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، طول و پهنه برگ، طول دم‌برگ، کلروفیل برگ و وزن مخصوص برگ در گیاه کینوا رقم *Sajama* معنادار و باعث کاهش این صفات (به جز وزن مخصوص برگ) شد (۵).

در تحقیقی، به منظور بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی تره ایرانی نشان دادند که با افزایش شدت تنش شوری، عملکرد کاهش یافت، به گونه‌ای که کمترین عملکرد در تیمار ۴۰ میلی‌مولار مشاهده شد. میزان پرولین و کربوهیدرات‌های محلول با افزایش شدت تنش افزایش یافت و بیشترین شاخص روزنه‌ای در تیمار ۴۰ میلی‌مولار مشاهده شد (۳). در پژوهشی به منظور بررسی واکنش رقم‌های پیاز خوراکی به تنش‌های شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی و امکان استفاده از مواد شیمیایی برای بهبود جوانه‌زنی، نتایج نشان داد که اثر منفی خشکی بر درصد جوانه‌زنی شدیدتر از اثر شوری بود، ولی برای وزن خشک اندام هوایی و ریشه و طول ریشه اثر منفی شوری شدیدتر از خشکی بود (۲). در تحقیقی دیگر، به منظور بررسی اثر تنش‌های شوری و

مدیریت آب و آبیاری

شیوه‌های مدیریتی استفاده از آب دریای خزر جهت آبیاری تره ایرانی در استان گلستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

یکی از سبزی‌های پر مصرف که در ایران سابقه کشت و کار طولانی دارد تره ایرانی (*Allium persicum L.*) از خانواده آلیاسه^۱ و دارای مزه و خواص ظاهری شبیه به پیاز است (۳). از این رو، این تحقیق در گلخانه گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و با ۱۳/۳ متر ارتفاع از سطح دریا در زمستان ۱۳۹۳ و بهار ۱۳۹۴ روی تره ایرانی انجام شد. آزمایش مذکور در قالب طرحی کاملاً تصادفی در چهار سطح (رژیم آبیاری) و با سه تکرار بر پایه کشت گلدانی اجرا شد. طرح چیدمان گلدان‌ها در شکل ۱ ارائه شده است. تیمارهای مورد بررسی عبارت بود از تیمار شاهد (آبیاری با آب شهری در تمام طول فصل رشد)، نیم در میان زمانی (در هر نوبت آبیاری نیمی از آبیاری با آب شور و نیمی دیگر بلافاصله بعد از نفوذ با آب غیرشور)، تیمار اختلاط آب شور و آب شهری (اختلاط ۵۰ درصد آب دریا با آب شهری) و تیمار یک در میان زمانی (آبیاری به صورت یک در میان، یک بار آب شور و بار دیگر با آب شیرین). خصوصیات شیمیایی آب شور و غیرشور در جدول ۱ ارائه شده است.

قبل از کاشت، نمونه مرکبی از خاک مزرعه با نسبت ۶۰ درصد خاک (سرنده شده با الک شماره ۴)، ۲۵ درصد کود گاوی پوسیده و ۱۵ درصد پرلیت تهیه شد و برای تجزیه‌های فیزیکی - شیمیایی خاک به آزمایشگاه آبیاری و زهکشی انتقال یافت. نمونه‌ها بعد از خشک شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد.

خشکی بر رشد و ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی چهار رقم پیاز خوراکی (*Allium cepa*)، پژوهشگران نشان دادند که تیمارهای کلرور سدیم و خشکی به طور معناداری باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه شد.

از میان ارقام، رقم 'تگزاس' بیشترین و رقم 'دسکس' کمترین مقدار وزن خشک اندام هوایی را تولید کرد. کلرور سدیم به طور معناداری باعث افزایش سدیم و کاهش پتاسیم در اندام‌های هوایی و ریشه، و کاهش کلسیم در ریشه شد. تیمار کلرور سدیم توأم با کلرور کلسیم آثار سوء ناشی از کلرور سدیم را خنثی کرد؛ بدین صورت که به طور معناداری باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی در دو رقم، و افزایش وزن خشک و پتاسیم ریشه و کاهش سدیم و قند در اندام‌های هوایی و ریشه همه ارقام شد (۱). در پژوهشی دیگر، به منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری بر شوری زه‌آب، تبخیر- تعرق و پارامترهای گیاهی تره فرنگی، نتایج نشان داد که افزایش شوری منجر به کاهش ارتفاع بوته، قطر بوته، وزن تر برگ، وزن تر اندام هوایی و ریشه، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه و بهره‌وری مصرف آب شد (۲۴). نتایج حاصل از تحقیقات محققان نشان داد که افزایش شوری منجر به کاهش طول ریشه، و وزن تر و خشک ریشه می‌شود (۲۰، ۳۰ و ۳۳). صالحی و همکاران (۲۹) نیز بیان کردند که افزایش شوری تا ۲۸ دسی‌زیمنس بر متر بر ارتفاع گیاه کوشیا تأثیر معناداری نداشت. در تحقیقی دیگر روی گیاه مرتعی اشنان، نتایج نشان داد که با افزایش شوری وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه کاهش می‌یابد (۶).

بنابراین، با توجه به محدود بودن منابع آب شیرین و نیاز به استفاده از آب‌های نامتعارف (آب شور دریا) در بخش کشاورزی و با توجه به اینکه تره ایرانی یکی از سبزی‌های بومی و پر مصرف در ایران است و پژوهشی در این زمینه انجام نشده است، پژوهش حاضر به منظور بررسی امکان کشت گیاه تره ایرانی در شرایط شوری آب آبیاری و

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

منبع آب آبیاری	ترکیبات شیمیایی									
	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	بی‌کربنات (meq/L)	سولفات (meq/L)	منیزیم (meq/L)	کلسیم (meq/L)	پتاسیم (meq/L)	سدیم (meq/L)	کلر (meq/L)	SAR
آب شاهد	۷/۱۵	۰/۵	۷	۰/۷	۲/۸	۴/۴	۰/۴۸	۰/۲۷	۱	۰/۱۴
آب شور	۸	۲۵/۴	۳۱/۵	۲۴/۵	۶۱/۷۱	۲۵/۲	۸/۲۱	۲۳۷/۹	۲۲۱	۳۶

چیدمان گلدان‌ها

#S ₄ 3	S ₃ 3	S ₂ 3
S ₂ 1	S ₁ 3	S ₁ 1
S ₃ 2	S ₄ 1	S ₁ 2
S ₄ 2	S ₃ 1	S ₂ 2

شکل ۱. شمایی از آرایش گلدان‌ها (# S₁: شاهد، S₂: نیم در میان، S₃: یک در میان، S₄: اختلاط آب دریا و آب شیرین)



شکل ۲. الف) اندازه‌گیری شاخص سبزی‌نگی برگ با استفاده از دستگاه Spad، ب) اندازه‌گیری طول ریشه و ساقه گیاه تره ایرانی

روش فلیم‌فتمتری و فسفر به‌روش زرد وانادات اندازه‌گیری شد. کود گاوی پس از خشک‌کردن در هوا و عبور از الک ۲ میلی‌متری، به‌منظور کاهش قابلیت هدایت الکتریکی و نیتروژن نیتراتی، آبشویی شد. بدین‌منظور، مقدار مشخصی کود گاوی توزین و ۱۰ برابر وزن آن آب مقطر اضافه شد (نسبت آبشویی برابر ۱ به ۱۰ کود آلی به آب مقطر) و اجازه داده شد تا آب از پایین ظرف خارج

برای تعیین توزیع اندازه ذرات خاک، از روش هیدرومتری استفاده شد. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی و اسیدیتته خاک در گل اشباع با استفاده از pH متر، رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم با استفاده از صفحات فشاری، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه‌ای (در مزرعه)، نیتروژن با استفاده از روش کجلدال، پتاسیم با استفاده از

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

امکان‌سنجی استفاده از آب دریای خزر جهت آبیاری گیاه تره ایرانی (*Allium persicum L.*)

به‌صورت تدریجی و در لایه‌های ۵ سانتی‌متری همراه با کوبش انجام شد. به‌منظور از بین بردن شوری، محیط کشت گلدان‌ها با آب شهری اشباع و اجازه داده شد که آب از زهکش‌های آن خارج شود. فاصله قرارگیری بین گلدان‌ها ۲۵ در ۲۵ سانتی‌متر بود.

آبیاری براساس دور ثابت و عمق متغیر صورت گرفت (بر اساس نیاز آبی گیاه هر سه روز یکبار). این عمق با استفاده از روش تشتک تبخیر کلاس A، محاسبه و با توجه به نسبت آب شور و معمولی در رژیم‌های اعمالی به گلدان‌ها داده شد. تا مرحله استقرار گیاه (بیست روز بعد از کشت گیاه)، آبیاری تمام تیمارها با استفاده از آب شهری و بر اساس میزان تبخیر از سطح تشتک کلاس A (تشت تبخیر درون گلخانه قرارداشت و با توجه به اینکه گلخانه عاری از علف‌های هرز بود، برای آن ضریب تشت نیز برابر با ۰/۷ در نظر گرفته شد) انجام شد. سپس، اعمال تیمارها صورت پذیرفت.

شود. کودهای آبشویی شده سپس در معرض هوا خشک شد. تمامی خواص شیمیایی و فیزیکی مربوط به کود گاوی نیز با روش‌های ذکر شده برای خاک اندازه‌گیری شد. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۲ و خصوصیات شیمیایی کود مورد استفاده در جدول ۳ ارائه شده است.

با توجه به اینکه پژوهش مذکور بر پایه کشت گلدانی بود، نخست دوازده گلدان به قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و دارای زهکش انتهایی تهیه شد. پس از تهیه محیط کشت مرکب، به گلدان‌های پلاستیکی انتقال یافت و با ترازو وزن گلدان‌ها بررسی شد تا شرایط یکسان باشد. لازم به ذکر است که نخست در کف گلدان‌ها به‌صورت یکسان لایه ای از سنگ ریزه به‌عنوان فیلتر برای بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و ۵ سانتی‌متر بالایی گلدان‌ها به‌منظور اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد. بقیه حجم خالی گلدان‌ها از خاک مرکب پر شد. برای جلوگیری از نشست خاک در گلدان و رسیدن به وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه، پرکردن خاک گلدان

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	رطوبت (درصد)		چگالی ظاهری g/cm ³	هدایت الکتریکی dS/m	pH خاک	نیترژن %	فسفر ×10 ⁻⁶ g/g soil	پتاسیم
	حد ظرفیت زراعی	حد پژمردگی دائم						
سیلتی رسی	۳۶	۱۷	۱/۶۲	۰/۶	۷/۵۳	۰/۲۳	۷/۸	۳۷۱

جدول ۳. خصوصیات شیمیایی کود گاوی مورد استفاده

نوع کود	pH	EC (dS/m)	ترکیبات شیمیایی		
			N	P	K
کود گاوی پوسیده	۸/۰۵	۳/۰۸	۲/۰۹	۰/۴۸	۱/۹۸

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

و پاک کردن غبار از سطح برگ با الحاق برگ از ناحیه وسط، در حد فاصل رگبرگ اصلی و حاشیه برگ صورت گرفت. در زمان اندازه‌گیری، سه برگ از هر بوته در موقعیت تقریباً مشابه روی بوته‌های مختلف انتخاب و مقدار نسبی کلروفیل سه نقطه از هر برگ با استفاده از دستگاه فوق تعیین شد. در نهایت، میانگین این اعداد عدد کلروفیل متر هر چهار بوته مربوط به آن گلدان ثبت شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته و طول ریشه از خط کش مهندسی با دقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده شد.

اطلاعات جمع‌آوری شده، شامل ویژگی‌های کمی گیاه تره (وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک بوته، ارتفاع بوته، ارتفاع ریشه، کلروفیل برگ و تعداد برگ در یک بوته)، با نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌های آثار اصلی با آزمون حداقل میانگین مربعات (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد. رسم نمودار با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که صفات کلروفیل، وزن تر اندام هوایی، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، وزن تر و خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد و وزن خشک اندام هوایی و طول ریشه در سطح احتمال ۵ درصد معنادار شد (جدول ۴).

برای اعمال رژیم آبیاری مخلوط در این طرح، نخست آب شور دریا (با هدایت الکتریکی ۲۵/۴ دسی‌زیمنس بر متر) به مخزنی منتقل شد. سپس، با درصدی مشخص، مقداری آب معمولی (آب شهری) به آب شور مخزن اضافه می‌شد تا آبی با شوری ۷/۹ دسی‌زیمنس بر متر به دست آید. بذر گیاه تره برای جوانه‌زنی بهتر و تسریع در جوانه‌زنی به مدت ۲۴ ساعت بین پارچه مرطوب قرار گرفت، سپس کشت شد.

در ۱۰ آذر ۱۳۹۳ در هر گلدان ده بذر تیره ایرانی توده همدانی در عمق ۲ سانتی‌متری کشت شد. پس از سبز شدن بذرها و رسیدن گیاه به مرحله دوبرگی، گلدان‌ها تنک و در هر گلدان چهار بوته نگه داشته شد. نمونه‌ها در ۲۵ فروردین ۱۳۹۴ (با دوره رشد ۱۳۵ روز) برداشت شد. برای اندازه‌گیری وزن تر نمونه‌ها با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین انجام شد. سپس، برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون به مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس توزین شد. در انتهای فصل رشد، برای جداسازی اندام هوایی و ریشه گیاه با پاره کردن جداره گلدان‌ها خاک، گلدان‌ها به صورت یک‌جا خارج شد. ریشه‌های هر گلدان پس از چندین بار شستشو از خاک جدا شد. اندازه‌گیری مقدار نسبی کلروفیل برگ در گلخانه در مرحله چهار برگی، مطابق با رسیدگی فتوسنتزی، با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (مدل SPAD-502 - ساخت آمریکا) بین ساعت ۱۱ تا ۱۳ صورت گرفت (۱۴). اندازه‌گیری کلروفیل بعد از کالیبراسیون دستگاه

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

میانگین مربعات								درجه آزادی	منابع تغییرات
طول ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر ریشه	تعداد برگ تک بوته	ارتفاع بوته	وزن خشک اندام هوایی	وزن تر اندام هوایی	کلروفیل برگ		
۲/۸۱ *	۰/۳۶ **	۵/۰۳ **	۸۰/۰۸ **	۳/۹۱ **	۰/۱۶ *	۳۲/۰۱ **	۹۵/۳۵ **	۳	مدیریت تلفیقی آب شور
۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۱۳	۱/۷۵	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۷۰	۴/۱۴	۸	خطا
۸/۴۸	۸/۸۸	۶/۱۰	۱۱/۲۶	۴/۸۹	۱۲/۶۶	۴/۲۸	۳/۹۴		ضریب تغییرات

** معناداری در سطح ۱ درصد، * معناداری در سطح ۵ درصد، ns غیر معنادار

مدیریت آب و آبیاری

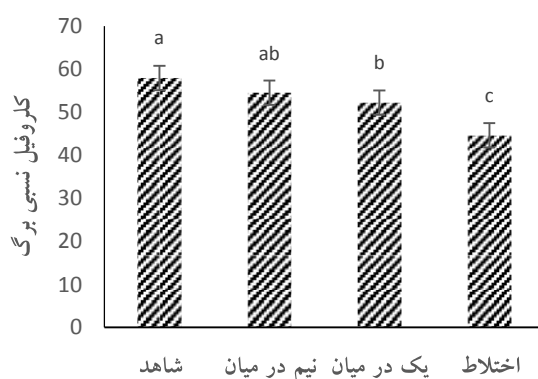
دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

کلروفیل نسبی برگ

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۳ نشان داد که بیشترین میزان نسبی کلروفیل برگ مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۵۷/۹۳ و کمترین مقدار با ۴۴/۶۳ در تیمار اختلاط آب دریای خزر با آب معمولی مشاهده شد. لازم به ذکر است که تیمارهای یک در میان و نیم در میان آب شور و غیرشور از نظر کلروفیل برگ اختلاف معناداری با تیمار شاهد نداشت. از طرفی، تیمار نیم در میان آب شور و غیرشور نسبت به دو تیمار دیگر اثر منفی کمتری بر گیاه ایجاد کرد. کلروفیل برگ یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان‌دهنده فشار محیطی وارد بر گیاه است. مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش کاهش می‌یابد و باعث تغییر در نسبت جذب نور و در نتیجه کاهش کل جذب نور توسط

گیاه می‌شود. تغییر سطوح کلروفیل برگ سبب تغییر ویژگی‌های جذب نور می‌شود و میزان جذب تشعشع و بازتابش نور تغییر می‌یابد. از طرفی، به‌نظر می‌رسد افزایش میزان کلروفیل در اثر تنش، به‌دلیل افزایش وزن مخصوص برگ باشد. وقوع تنش میزان سطح برگ را کاهش می‌دهد که ناشی از کاهش اندازه سلول است. بنابراین، طی بروز تنش، به‌دلیل وجود سلول‌های بیشتر در واحد وزن برگ میزان کلروفیل نیز افزایش می‌یابد (۲۷). تحقیقی مشابه روی تره در دسترس نبود، ولی نتایج این تحقیق با نتایج جمالی و همکاران (۵) درباره کینوا رقم 'Sajama' مطابقت داشت که نشان دادند با افزایش شوری مقدار نسبی کلروفیل برگ کاهش می‌یابد.

LSD (0.05) = 3.83



شکل ۳. اثر مدیریت‌های تلفیقی آب دریا بر کلروفیل نسبی برگ

(میانگین‌های حداقل دارای یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معناداری ندارد)

ارتفاع بوته، تعداد برگ، و وزن تر و خشک اندام هوایی

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۴ نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۲۳/۰۹ سانتی‌متر و کمترین مقدار با ۱۵/۲۵ سانتی‌متر در

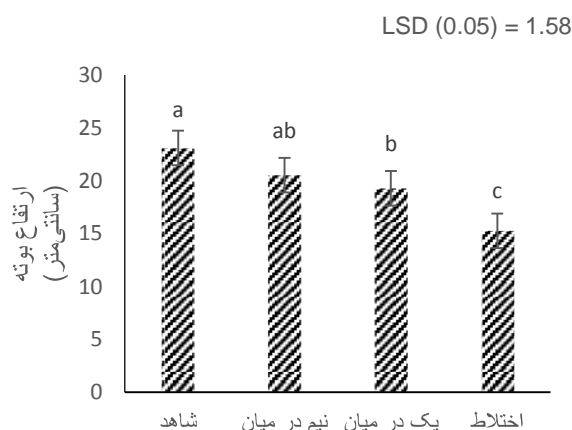
تیمار اختلاط آب دریای خزر با آب معمولی بود. لازم به ذکر است که بین تیمارهای شاهد و نیم در میان آب دریا و شیرین و بین تیمارهای نیم در میان و یک در میان از نظر آماری در صفت ارتفاع بوته اختلاف معناداری وجود نداشت. از طرفی، تیمار نیم در میان آب شور و غیرشور

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

گیاه در شرایط شوری است، به طوری که در شرایط تنش شوری انرژی لازم برای تنظیم یونی و اسمزی زیادتر می شود و به تبع آن انرژی لازم برای رشد گیاه کاهش می یابد (۲۱). کاهش رشد نوعی سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است (۳۴). بنابراین، بر اساس نتایج به دست آمده می توان به این نتیجه رسید که صدمه اسمزی، سمیت یون ها و تغییر در تعادل مواد غذایی در دسترس از جمله عوامل دخیل در کاهش ارتفاع در محیط شور است. از دلایل کاهش ارتفاع گیاه در اثر شوری عبارت است از خشکی فیزیولوژیکی در محیط ریشه و رقابت بین یون های کلر، سولفات و نترات (۹).

نسبت به دو تیمار دیگر اثر منفی کمتری بر گیاه ایجاد کرد (شکل ۴). دوازده امامی و همکاران (۱۸) تأثیر شوری آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان (*Carum copticum* L.) را بررسی و گزارش کردند که شوری موجب کاهش ارتفاع گیاه شد. همچنین، طی بررسی دیگری روی گیاه دارویی آگاستاکه (*Agastache foeniculum kuntz*) مشاهده شد که افزایش شوری آب آبیاری موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد برگ، عملکرد پیکره رویشی تر و خشک این گیاه شد (۲۲). محققان اظهار کردند که افزایش شوری آب آبیاری به ذخیره انرژی متابولیسی می انجامد که اساس کاهش رشد



شکل ۴. اثر مدیریت های تلفیقی آب دریا بر ارتفاع بوته

(میانگین هایی دارای حداقل دارای یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معناداری ندارد)

هوایی و با روش تجزیه و تحلیل آماری مورد نظر، اختلاف معناداری وجود نداشت.

نباتی و همکاران (۱۶) اظهار کردند که افزایش تنش شوری منجر به کاهش ارتفاع بوته، و وزن تر و خشک اندام هوایی می شود. نتایج این تحقیق با نتایج ایشان مطابقت داشت. کاهش وزن خشک اندام هوایی در اثر افزایش شوری آب آبیاری را می توان ناشی از آثار

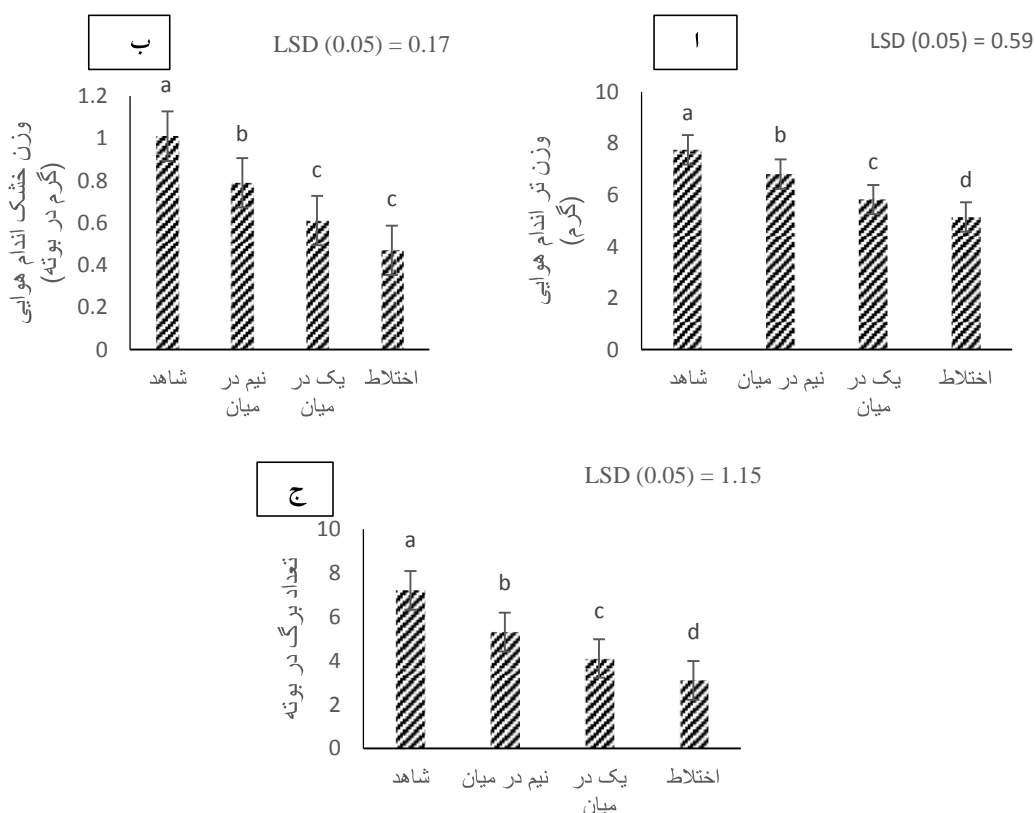
مقایسه میانگین ها بر اساس شکل ۵ نشان داد که بیشترین تعداد برگ و میزان وزن تر و خشک اندام هوایی مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۷/۲ عدد، ۷/۷۵ گرم و ۱/۰۱ گرم و کمترین مقدار با ۳/۱ عدد، ۵/۱۴ گرم و ۰/۴۷ گرم در تیمار اختلاط آب دریای خزر با آب معمولی بود. لازم به ذکر است که بین تیمارهای یک در میان و اختلاط آب دریا و آب شیرین از نظر وزن خشک اندام

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

حساس به پیری زودرس دچار می‌شود (۱۲). در اثر افزایش شوری تعداد برگ‌ها کاهش می‌یابد، به طوری که چنین برداشت می‌شود که میزان دریافت نور و در نتیجه فتوسنتز خالص و تجمع ماده خشک کاهش و وزن خشک قسمت هوایی که مجموع وزن خشک ساقه و برگ است کاهش می‌یابد. کاهش عملکرد در شرایط شوری احتمالاً به علت تغییر در انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به ریشه‌ها، کاهش رشد بخش هوایی (به ویژه برگ‌ها) یا به دلیل بسته شدن جزئی یا کلی روزنه‌ها یا به علت اثر مستقیم نمک بر سیستم فتوسنتزی یا تأثیر بر توازن یونی در گیاهان است (۷).

اختلالات تغذیه‌ای و سمیت یونی بر رشد اندام‌های هوایی دانست (۱۹). با قرارگیری گیاه در معرض شوری، سرعت توسعه برگ‌های جوان در گیاه کاهش یافت و برگ‌های جدید آهسته‌تر تشکیل شد. در صورتی که تنش امتداد داشته باشد، ظهور برگ‌های جدید متوقف می‌شود و به تبع آن هدایت روزنه‌ای، تعرق و فتوسنتز برگ‌ها کاهش می‌یابد که خود عامل کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی در شرایط تنش شوری است (۱۳). در صورتی که گیاه در مدت طولانی در معرض شوری آب آبیاری قرارگیرد و در طول دوره رشد شوری با افزایش درجه حرارت توأم باشد، شوری در برگ تجمع و به دنبال آن برگ در واریته‌های



شکل ۵. اثر مدیریت‌های تلفیقی آب دریا بر الف) وزن تر اندام هوایی، ب) وزن خشک اندام هوایی، ج) تعداد برگ (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معناداری ندارد)

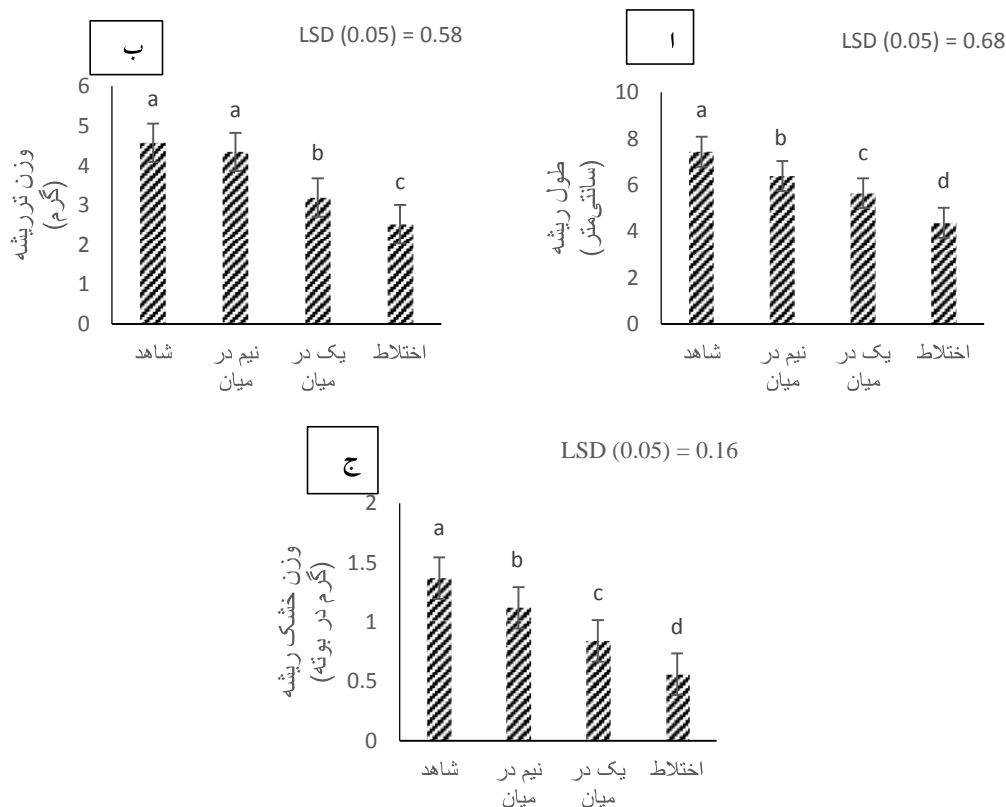
مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

طول ریشه، و وزن تر و خشک ریشه

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۶ نشان داد که بیشترین میزان طول ریشه، و وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۷/۴۳ سانتی‌متر، ۴/۵۷ گرم و ۱/۳۷ گرم و کمترین مقدار با ۴/۳۶ سانتی‌متر، ۲/۵۲ گرم و ۰/۵۶ گرم در تیمار اختلاط آب دریای خزر با آب معمولی مشاهده شد. افزایش شوری منجر به تراکم زیاد نمک در خاک شد که توسعه ریشه‌ها در خاک‌های شور را آهسته‌تر یا متوقف کرد. در نهایت، منجر به کاهش تولید ریشه می‌شود، که به تبع آن وزن تر و خشک ریشه کاهش می‌یابد. سطوح بالای شوری سبب کاهش رشد و توسعه

اندام زیرزمینی بسیاری از گونه‌ها حتی شورزی می‌شود (۴)، ۲۳ و ۳۲). در مقایسه با سایر اندام‌های گیاه، ریشه‌ها بیشترین ارتباط مستقیم را با شوری خاک دارد. این امر موجب می‌شود که ریشه بیش از سایر اندام‌ها در معرض تنش شوری قرارگیرد و مثل فیلتری عبور یون‌ها را کنترل کند (۱۱). از آثار دیگر شوری بر رشد ریشه، تجمع اتیلن در ریشه گیاهان است که سبب کاهش رشد ریشه و در نهایت کاهش عملکرد گیاهان می‌شود (۲۸). نتایج این تحقیق با نتایج حیدرنژاد و رنجبر (۶) روی گیاه مرتعی اشنان مطابقت داشت. به‌طور کلی، افزایش شوری منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود.



شکل ۶. اثر مدیریت‌های تلفیقی آب دریا بر الف) طول ریشه، ب) وزن تر ریشه، ج) وزن خشک ریشه (میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معناداری ندارد)

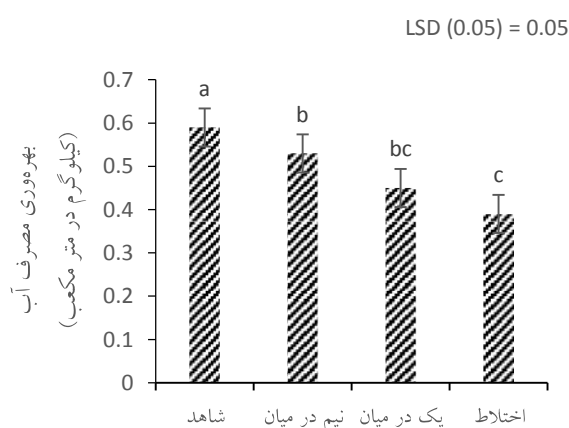
مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

بهره‌وری مصرف آب

مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای یک در میان، نیم در میان و اختلاط آب شور و غیرشور از نظر بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر وزن تر اندام هوایی اختلاف معناداری وجود نداشت.

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۷ نشان داد که بیشترین میزان مصرف آب در تیمار آبیاری با آب شهری با ۰/۵۹ کیلوگرم در مترمکعب و کمترین مقدار با ۰/۳۹ کیلوگرم در مترمکعب در تیمار اختلاط آب دریای خزر با آب معمولی



شکل ۷. اثر مدیریت‌های تلفیقی آب دریا بر بهره‌وری مصرف آب

(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معناداری ندارد)

نتیجه‌گیری

توجه به مدیریت تلفیق آب شور و شیرین در تیمار نیم در میان آب شور، این تیمار توانست خطرات ناشی از استفاده از آب شور و پتانسیل اسمزی ایجادشده در محلول خاک را به‌گونه‌ای به حداقل مقدار خود کاهش دهد که در برخی صفات زراعی اندازه‌گیری شده نظیر وزن تر ریشه، کلروفیل برگ و ارتفاع گیاه با تیمار شاهد تفاوت معناداری نشان ندهد و در بقیه صفات نظیر وزن تر و خشک ساقه و وزن خشک ریشه پس از تیمار شاهد بیشترین عملکرد را در بین تیمارهای مورد بررسی داشته باشد. در این تیمار به دلیل جایگزینی حجم زیادی آب غیرشور با آب شور در لایه‌های فوقانی خاک، آثار ناشی از تنش به وجود آمده با آب شور تقلیل یافت و محیط اطراف ریشه در این ناحیه با تنش کمتری روبه‌رو شد. به‌طور کلی، چنانچه در

شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه تره ایرانی اثر معنادار منفی داشت. تیمار آبیاری نیم در میان به دلیل اعمال شوری خاک کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب معمولی در لایه سطحی، بهترین عملکرد را در مقایسه با تیمارهای شوری مورد بررسی داشت. با توجه به نتایج در اکثر پارامترهای مورد بررسی، بعد از تیمار نیم در میان، بیشترین میزان هر یک از صفات مربوط به تیمار یک در میان و بعد از آن اختلاط آب دریا بود. رژیم نیم در میان به دلیل تحمیل تنش شوری کمتر به گیاه تره ایرانی، پس از تیمار شاهد باعث تولید بهترین ارتفاع شده است و هر چه رژیم‌های اعمالی به طرف تنش شوری گرایش یافت، از میزان تمامی پارامترها کاسته شد. نتایج نشان داد که با

مدیریت آب و آبیاری

آبیاری‌ها، نخست از آب شور برای خیس کردن زمین و سپس، از آب شیرین برای تکمیل آبیاری استفاده شود، تلفات نفوذ عمقی آب بیش از سهم آب شور خواهد بود و گیاه از آب شیرین بیشتری بهره خواهد برد. لذا، این روش روش مدیریتی مؤثری در استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی استفاده می‌شود.

به‌طور کلی، تیمار متناوب نیم در میان، متناوب یک در میان و اختلاط آب شور دریا منجر به کاهش ۱۲/۱، ۲۴/۹ و ۳۳/۷ درصدی عملکرد شد. استفاده از ترکیب‌های ذکر شده در درازمدت با توجه به بحران و کمبود آب شیرین و لحاظ کردن مسائل محیط‌زیستی در مناطقی از استان گلستان که دارای خاک شور است (مانند برخی از نقاط آق‌فلا) توصیه می‌شود.

۵. جمالی ص.، سجادی ف. و شریفان ح. (۱۳۹۵) تأثیر سطوح مختلف شوری بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی گیاه کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) در شرایط متفاوت رطوبتی. دومین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران. اصفهان.

۶. حیدرنازاد س. و رنجبر فردونی ا. (۱۳۹۳) بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های رشد و میزان تجمع یونی در گیاه اشنان (*Seidlitzia rosmarinus* L.) مهندسی اکوسیستم بیابان. ۴: ۱-۱۰.

۷. حیدری شریف‌آباد ح. (۱۳۸۰) گیاه و شوری. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. تهران، ۱۹۰ ص.

منابع

۸. زارعی م.ا. (۱۳۸۵) بررسی الگوی توزیع شوری در خاک تحت سه رژیم آبیاری در آبیاری کرتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهرکرد.

۱. آروین م.ج. و کاظمی پور ن. (۱۳۸۰) آثار تنش‌های شوری و خشکی بر رشد و ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی چهار رقم پیاز خوراکی (*Allium cepa*). علوم آب و خاک. ۴۵(۴): ۴۱-۵۲.

۹. زمانی ص.ع.، نظامی م.ط.، حبیبی د. و بایوردی ا. (۱۳۸۸) بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری. تنش‌های محیطی در علوم گیاهی. ۱۱(۱): ۶۹-۸۳.

۲. آروین م.ج. و کاظمی پور ن. (۱۳۸۲) واکنش رقم‌های پیاز خوراکی به تنش‌های شوری و خشکی در مرحله جوانه‌زنی و امکان استفاده از مواد شیمیایی برای بهبود جوانه‌زنی. علوم و فنون باغبانی ایران. ۴(۳): ۹۵-۱۰۴.

۱۰. شایسته ن.، گلچین ا. و شفیع‌ی س. (۱۳۹۰) اثرات شوری آب آبیاری، نیتروژن و محلول‌پاشی با کلرور کلسیم بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه فلفل. مهندسی زراعی. ۳۴(۲): ۸۴-۶۹.

۳. اکبری س.، دشتی ف. و غلامی م. (۱۳۹۰) اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی تره ایرانی. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران. اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۱. کافی م.، لاهوتی م.، زند ا.، شریفی ح.ر. و گلدانی م. (۱۳۸۷) فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴. بویراحمدی م.، رئیسی ف. و جهانگرد م. (۱۳۹۰) اثر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های رشد و جذب عناصر غذایی در شبدر ایرانی (*Trifolium*)

مدیریت آب و آبیاری

- content and composition of *Carum copticum L.* Medicinal and Aromatic Plants. 25(4): 504-512. [In Persian].
19. Guo F. and Tang Z.C. (1999) Reduced Na⁺ and K⁺ permeability of K⁺ channel in plasma membrane isolated from roots of salt tolerant mutant of wheat. Chinese Science Bulletin. 44(9): 816-821.
20. Heidari-Sharifabad H. and Mirzaie-Nodoushan H. (2006) Salinity-induced growth and some metabolic changes in three *Salsola* species. Arid Environments. 67: 715-720.
21. Kerepesi H. and Galiba G. (2000) Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science. 40: 482487.
22. Khorsandi O., Hassani A., Sefidkon F., Shirzad H. and Khorsand A. (2010) Effect of salinity (NaCl) on growth, yield, essential oil content and composition of *Agastache foeniculum Kuntz.* Medicinal and Aromatic Plants. 26(3): 438-451. [In Persian].
23. Kim S., Rayburn A.L., Voigt T., Parrish A. and Lee D.K. (2012) Salinity effects on germination and plant growth of prairie cordgrass and switchgrass. Bioenergy Research. 5: 225-235.
24. Kiremit M.S. and Arslan H. (2016) Effects of irrigation water salinity on drainage water salinity, evapotranspiration and other leek (*Allium porrum L.*) plant parameters. Scientia Horticulture. 201: 211-217.
25. Malash N., Flower T.J. and Ragheb R. (2005) Effect of irrigation system and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. Agricultural Water Management. 78: 25-38.
26. Maas E.V., Pass J.A. and Hoffman G.J. (1986) Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. Irrigation Science. 7: 1-11.
۱۲. کافی م.، برزویی ا.، صالحی م.، کمندی ا.، معصومی ع. و نباتی ج. (۱۳۸۸) فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۳. کافی م.، صالحی م. و عشقی‌زاده ح.ر. (۱۳۸۹) کشاورزی شورزیست، راهبردهای مدیریت گیاه، آب و خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۴. قبادی ر.، شیرخانی ع.، بیگ‌زاده س. و فتاحی ک. (۱۳۹۰) تعیین اثرات مقادیر مختلف کود نیتروژن مصرفی بر شاخص سطح برگ، شاخص مقدار کلروفیل و راندمان کوانتومی فتوسیستم II ذرت دانه‌ای ۷۰۴ در شرایط متفاوت رطوبتی. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی ساوه، ایران.
۱۵. مستثنی حبیب‌آبادی ف.، شایان‌نژاد م.، دهقانی م. و طباطبایی س.ح. (۱۳۹۰) بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر روی شاخص‌های کمی و کیفی آفتابگردان. آب و خاک. ۲۵(۴): ۶۹۸-۷۰۷.
۱۶. نباتی ج.، کافی م.، نظامی ا.، رضوانی مقدم پ.، معصومی ع. و زارع مهرجردی م. (۱۳۹۳) اثر زمان اعمال سطوح مختلف تنش شوری بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی علوفه کوشیا (*Kochia scoparia*) پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۶۲۰-۶۱۳.
17. Chaudhry M.R. (1999) Impact of conjunctive use of water on soil and crop under farmers' management. 17th Congress on Irrigation and Drainage. Granada, Spain, ICID-CIID, vol. IB: 95-105.
18. Davazdahemami S., Sefidkon F., Jahansooz M.R. and Mazaheri D. (2010) Evaluation of water salinity effects on yield and essential oil

27. Nonami H. and Boyer J.S. (1990) Primary events regulating stem growth at low water potentials. *Plant Physiology*. 94: 1601-1609.
28. Penrose D.M. and Glick B.R. (2001) Levels of ACC and related compounds in exudates and extracts of canola seeds treated with ACC deaminase-containing plant growth promoting bacteria. *Canadian Microbiology*.
29. Salehi M., Kafi M. and Kiani A. (2009) Growth analysis of kochia (*Kochia scoparia* (L.) schrad) irrigated with saline water in summer cropping. *Pak. J. Botany*. 41: 1861-1870.
30. Sevengor S., Yasar F., Kusvuran S. and Ellialtioglu S. (2011) The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Agricultural Research*. 6(21): 4920-4924.
31. Shannon M.C. (1997) Adaptation of plants to salinity. *Agronomy*. 60: 75-120.
32. Tarchoune I., Kaddour R., Lachaa M. and Ouerghi Z. (2012) Effects of NaCl or Na₂SO₄ salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiol Plant*. 34: 607-615.
33. Zhani K., Ben F.M., Mani F. and Hannachi C. (2012) Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescence of Tunisian cultivars of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Stress Physiology and Biochemistry*. 8(4).
34. Zhu J.K. (2001) Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*. 6(2): 66-71.