

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۷۳-۸۵

اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا و آب شهری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید (*Anethum graveolens* 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: ۹۶/۰۴/۱۳

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۰۶

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی روش تلفیق آب دریا و شهری و تأثیر هر رژیم بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه دارویی شوید بود. آزمایش در قالب طرحی کاملاً تصادفی با سه تکرار بر پایه کشت گلدانی در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. برای این منظور، تلفیق آب دریا و آب شهری در پنج سطح (شاهد، اختلاط، یک‌سوم، نیم در میان و یک در میان آب دریا و آب شهری) استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رژیم‌های آبیاری بر صفات کلروفیل کل و کلر برگ در سطح ۱ درصد معنادار است، ولی بر سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم برگ و بهره‌وری مصرف آب در سطح ۵ درصد معنادار بود. نتایج نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری، مقدار کلروفیل کل، پتاسیم برگ و بهره‌وری مصرف آب کاهش یافت، ولی مقادیر کلر و سدیم افزایش یافت که باعث مسمومیت یونی، به‌ویژه در سطوح بالای شوری، شد. نتایج نشان داد که در میان پنج رژیم اعمالی، رژیم آبیاری یک‌سوم در میان آب دریا و آب معمولی از نظر کلروفیل کل، پتاسیم برگ و بهره‌وری مصرف آب بیشترین میزان را پس از تیمار شاهد داشته است. تیمار یک‌سوم در میان، نیم در میان، یک در میان و اختلاط آب شور دریا و آب شهری منجر به کاهش ۲۷/۶، ۵۰/۴، ۵۹/۱ و ۶۸/۱ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد.

کلیدواژه‌ها: آب نامتعارف، اختلاط آب دریا و آب شهری، پتاسیم و سدیم برگ، خواص بیوشیمیایی برگ، شوید، کلر برگ، یک‌سوم در میان آب دریا.

مقدمه

شوری آب و خاک از موانع مهم گسترش کشاورزی در بیشتر نقاط جهان است، به طوری که پس از خشکی، شوری مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است. طبق آمار موجود، سطح کل خاک‌های شور در ایران حدود ۴۴ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که حدود ۳۰ درصد مساحت دشت‌ها و متجاوز از ۵۰ درصد اراضی تحت کشت آبی کشور است (۳۰).

محققان نشان دادند که افزایش شوری منجر به کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول ساقه، طول ریشه اصلی و کلروفیل کل گیاه گشنیز شد (۴). تحقیقی نشان داد که افزایش شوری منجر به کاهش کلروفیل کل برگ، تعداد برگ، طول و وزن خشک ریشه و ساقه گیاه گشنیز شد (۸). محققان به منظور بررسی اثر آبیاری با روش تلفیقی آب دریای خزر و آب شهری بر گیاه جعفری نشان دادند که رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن تر و خشک ریشه، ارتفاع ریشه، ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال ۱ درصد معنادار و بر وزن تر اندام هوایی و تعداد برگ در هر بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود (۳). تحقیقی دیگر، به منظور بررسی اثر تنش شوری بر گیاه شویب، نشان داد که افزایش شوری حاصل از ترکیب نمک سدیم کلرید با آب شهری سبب کاهش وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک گیاهچه، کلروفیل a و b، پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم ریشه و ساقه شد، ولی سدیم ریشه و ساقه افزایش یافت (۳۵).

در تحقیقی دیگر، به منظور بررسی اثر تنش شوری بر گیاه شویب، نتایج نشان داد که با افزایش درجه شوری، کلروفیل، وزن خشک گیاه و سطح برگ کاهش معناداری پیدا کرد، ولی در مقابل میزان کل قندهای محلول افزایش یافت. همچنین، با افزایش میزان شوری، پتاسیم برگ کاهش و مقادیر سدیم و کلر برگ‌ها به طور معناداری

افزایش پیدا کرد (۱۷). محققان در تحقیقات خود بر روی گیاه شویب نشان دادند که افزایش شوری حاصل از ترکیب نمک سدیم کلرید با آب منجر به کاهش وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، متوسط طول ساقه و سرعت نسبی رشد شد (۳۳). در تحقیقی دیگر روی گیاه کنجد، نتایج نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری منجر به کاهش معنادار وزن خشک، طول ساقه، و درصد جوانه‌زنی شد، ولی پرولین، قندهای محلول و کاتالاز در اثر افزایش شوری افزایش معناداری داشت (۳۸).

یکی از راه‌حل‌های مورد تأیید پژوهشگران در حوزه استفاده از آب شور در کشاورزی، استفاده تلفیقی از آب شور و غیرشور به صورت توأمان جهت کاهش اثر اسمزی ناشی از استفاده از آب شور است. آنان استفاده تلفیقی از آب شور و غیرشور را در قالب سه روش اختلاط آب‌ها قبل از آبیاری‌ها، استفاده متناوب به صورت یک در میان (یک بار آبیاری با آب شور بار دیگر با آب شهری) و متناوب دوره‌ای (استفاده از آب شهری، در مراحل حساس رشد) بررسی کردند (۱۵). همچنین، پژوهش‌های انجام شده روی روش‌های مدیریت آب شور، به ویژه مقایسه روش اختلاط و تناوبی، نشان داد که روش تناوبی بر اختلاط برتری داشته است (۲۶).

محققان به منظور بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر آفتابگردان نشان دادند که تیمار رژیم آبیاری شور-معمولی بر خواص شیمیایی روغن، املاح موجود در برگ، خواص مربوط به عملکرد (وزن صدانه، عملکرد دانه، عملکرد دانه در طبق) و خواص ظاهری (قطر ساقه، ارتفاع بوته، قطر طبق، مساحت برگ) بیشترین میزان را در مقایسه با سایر رژیم‌های دیگر دارا بود (۱۴).

نتایج تحقیقی دیگر نشان‌دهنده اثر معنادار منفی افزایش شوری بر تعداد میوه، طول و قطر میوه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته و وزن خشک برگ فلفل بود (۱۱). نتایج

مدیریت آب و آبیاری

خشک ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته‌ها و شاخص سطح برگ سورگوم علوفه‌ای پس از تیمار شاهد، بیشترین عملکرد را داشت، به طوری که در وزن خشک برگ، ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ با تیمار شاهد تفاوت معنادار ($P \leq 0.05$) بود (۱۳).

از طرفی، در تحقیقی دیگر روی گیاه دارویی مرزه، نتایج نشان داد که مدیریت تلفیقی آب شور و شهری در سطح ۱ درصد بر قطر، حجم و سطح تاج پوشش، طول و سطح برگ، تعداد انشعابات اصلی و فرعی و وزن خشک اندام هوایی و در سطح ۵ درصد بر ارتفاع گیاه و وزن خشک ریشه معنادار بود و نسبت ریشه به اندام هوایی و نسبت شاخه به برگ در بین تیمارها تفاوت معناداری نشان نداد. در کل، نتایج نشان داد که در تیمار نیم در میان و یک در میان، در مقایسه با تیمارهای دیگر، خصوصیات مورد بررسی کمتر تحت تأثیر قرار گرفت و روش‌های مذکور از بهترین مدیریت‌های تلفیقی آبیاری با آب شور و شیرین است (۱۰).

نتایج تحقیقی دیگر روی ارقام مختلف گیاه گندم در مرحله رشد رویشی نشان داد که تنش شوری باعث کاهش وزن خشک گیاهچه، غلظت کلروفیل، غلظت پتاسیم برگ و نسبت پتاسیم به سدیم برگ ارقام گندم شد (۱۲). در تحقیقی دیگر، نتایج نشان داد که با افزایش سطوح مختلف شوری، محتوی کلر برگ و سدیم برگ در گیاه نیشکر افزایش یافت، ولی پتاسیم برگ کاهش پیدا کرد (۹). تغییرات پتاسیم نتیجه تغییرات سدیم بود و فرایندی رقابتی است و به جنس و نوع نمک مورد استفاده یا غالب در خاک بستگی ندارد. کاهش پتاسیم منجر به کاهش رشد و عملکرد در گیاهان مختلفی اعم از گوجه‌فرنگی، اسفناج، رازیانه و ذرت می‌شود. از طرفی، مقادیر زیاد سدیم در منطقه ریشه منجر به تداخل در جذب پتاسیم، تأثیر بر عملکرد غشای ریشه و سمیت برای گیاه می‌شود. در

تحقیقی دیگر نشان داد که تیمارهای کلرور سدیم و خشکی به طور معناداری باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه پیاز خوراکی شد. از میان ارقام، رقم تگزاس بیشترین و رقم دسکس کمترین مقدار وزن خشک اندام هوایی را تولید کرد. کلرور سدیم به گونه 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).

رشیدی و همکاران (۶) به منظور بررسی تأثیر رژیم تلفیقی آب شور بر شاخص‌های کمی و کیفی زیتون نشان دادند که رژیم‌های تلفیقی آب شور بر تعداد برگ، رشد طولی، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، هدایت الکتریکی، کلر، پتاسیم و سدیم برگ در سطح احتمال ۱ درصد و بر وزن تر ریشه، قطر ساقه و طول ریشه در سطح ۵ درصد معنادار شد. از طرفی، بیشترین رشد گیاه زیتون در تیمار نیم در میان بود که به دلیل اعمال شوری کمتر بود.

در تحقیقی دیگر روی گیاه زرشک، نتایج نشان داد که رژیم‌های تلفیقی آب شور بر هدایت الکتریکی، کلر، پتاسیم و سدیم برگ، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنادار شد (۵). محققان اظهار کردند که تیمارهای یک‌سوم شور و یک در میان مکانی در استفاده از آب شور با به‌کارگیری روشی منحصر به فرد توانست با وجود اینکه از آب شور در آبیاری‌ها استفاده شد، آثار سوء پتانسیل اسمزی وارد به گیاه را کاهش دهد و نسبت به سایر روش‌ها، برتری داشته باشد. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که دو تیمار یک در میان مکانی و یک‌سوم شور در وزن

مواد و روش‌ها

۱. محل انجام آزمایش

این تحقیق در سال ۱۳۹۵ در گلخانه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه، عرض ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه و ارتفاع ۱۳/۳ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش مذکور در قالب طرحی کاملاً تصادفی و در سه تکرار بر پایه کشت گلدانی در شرایط گلخانه‌ای روی گیاه شوید یا شبت (*Anethum graveolens* L.) اجرا شد که گیاهی یک‌ساله و از خانواده آبیاسه^۱ است.

۲. مراحل کاشت، داشت و برداشت

تیمارهای آبیاری در پنج سطح شامل تیمار شاهد (آبیاری با آب شهری در تمام طول فصل رشد)، یک‌سوم در میان زمانی (در هر نوبت آبیاری یک‌سوم از آب دریا و بقیه بلافاصله بعد از نفوذ با آب شهری)، نیم در میان زمانی (در هر نوبت آبیاری نیمی از آبیاری با آب دریا و نیمی دیگر بلافاصله بعد از نفوذ با آب شهری)، تیمار اختلاط آب دریا 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 دریا و بار دیگر با آب شهری) بود که از مرحله چهار برگی شدن بوته‌ها اعمال شد (۱۳). خصوصیات شیمیایی آب دریا و شهری در جدول ۱ ارائه شده است.

قبل از کاشت، نمونه مرکبی از خاک مزرعه با نسبت ۵۰ درصد خاک (سرنده شده با الک شماره ۴#)، ۳۰ درصد کود گاوی پوسیده و ۲۰ درصد پرلیت تهیه و برای تجزیه‌های فیزیکی-شیمیایی خاک به آزمایشگاه آبیاری و زهکشی انتقال داده شد. نمونه‌های خاک انتقالی از مزرعه، بعد از خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. برای تعیین

محیط‌های شور حفظ بقایای گیاهی به منظور تأمین سطح کافی پتاسیم ضروری است. پتاسیم در پایین نگه داشتن پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه و آماس سلولی مؤثر است. تحت شرایط شور و قلیا، زیاد بودن غلظت سدیم اختلال در جذب پتاسیم، آسیب به غشای ریشه و اختلال در خاصیت انتخابی ریشه را در پی دارد (۷). سدیم عنصری ضروری برای گیاه مطرح نیست و تجمع آن در گیاه در شرایط شوری، یون‌های کلسیم و پتاسیم را کاهش می‌دهد. اگرچه سدیم به افزایش فشار تورژانس کمک می‌کند، اما نمی‌تواند در فعالیت‌های ویژه مانند فعال‌سازی آنزیم‌ها و سنتز پروتئین‌ها جایگزین یون پتاسیم شود. بنابراین، اثرهای سمیت کلرید سدیم که از انباشتگی زیاد نمک در گیاه ناشی می‌شود، ممکن است تنها به دلیل اثرهای مستقیم سدیم نباشد، بلکه به علت کاهش مقدار عناصر مغذی ضروری مانند پتاسیم و کلسیم در گیاه باشد (۲). در گیاهان خانواده شب‌بو، نگه داشتن زیاد نسبت پتاسیم به سدیم در بافت‌های گیاهی شرایط را برای تحمل شوری در گیاهان فراهم می‌کند (۲۱).

با توجه به اینکه کمبود آب شهری، یکی از علل اصلی کاهش عملکرد در کشور است، می‌طلبید تا از منابع آب غیرشور، با اعمال مدیریت صحیح ضمن حفظ پایداری کشاورزی در برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان بهره‌جست. محدودیت خاک و منابع آب شهری در کشور باعث شد تا بسیاری از پژوهش‌ها به امکان‌سنجی استفاده از آب و خاک شور پردازند.

از آنجا که اثر تنش شوری در گیاهان مختلف و علت کاهش رشد در گیاهان متفاوت است، این پژوهش با هدف اثر مدیریت‌های تلفیقی آب دریا با آب شهری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه شوید و امکان‌سنجی استفاده از آب دریا برای کشت این گیاه در استان گلستان انجام شد.

1. *Apiaceae*

اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا و آب شهری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.)

گلدان‌ها به‌منظور اعمال آبیاری خالی در نظر گرفته شد و 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 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. در ۱۲ آذر ۱۳۹۵، ده بذر گیاه شوید در عمق ۲ سانتی‌متری کشت شد. پس از رسیدن به مرحله چهار برگچه‌ای، تراکم بوته‌ها در هر گلدان به چهار بوته تقلیل یافت. دور آبیاری در این طرح ثابت و عمق آبیاری متغیر بود که با استفاده از تشت تبخیر کلاس A تعیین شد (تشت تبخیر درون گلخانه قرارداداشت و با توجه به اینکه گلخانه عاری از علف‌های هرز بود، برای آن ضریب تشت نیز برابر با ۰/۷ در نظر گرفته شد).

توزیع اندازه ذرات خاک از روش هیدرومتری استفاده شد. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی و اسیدیتته خاک در گل اشباع با استفاده از اسیدیتته‌سنج، چگالی ظاهری خاک به روش استوانه‌ای (در مزرعه)، نیتروژن با استفاده از روش کجلدال، و سدیم و پتاسیم با استفاده از روش فلیم‌فتمتری اندازه‌گیری شد. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول ۲ 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 لایه‌ای از سنگ ریزه به‌عنوان فیلتر جهت بهبود زهکشی و تهویه قرار داده شد و ۵ سانتی‌متر بالایی

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده

pH	#EC ₂₅ (dS/m)	بی‌کربنات (meq/L)	سولفات (meq/L)	منیزیم (meq/L)	کلسیم (meq/L)	پتاسیم (meq/L)	سدیم (meq/L)	کلر (meq/L)	SAR	کیفیت آب
										آب شاهد
۷/۱۵	۰/۵	۷	۰/۷	۲/۸	۴/۴	۰/۴۸	۰/۲۷	۱	۰/۱۴	آب شاهد
۸	۲۵/۴	۳۱/۵	۲۴/۵	۶۱/۷۱	۲۵/۲	۸/۲۱	۲۳۷/۹	۲۲۱	۳۶	آب دریا

EC₂₅ هدایت الکتریکی آب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد

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

فسفر پتاسیم	نیتروژن	pH خاک	هدایت الکتریکی دسی‌زیمنس بر متر	چگالی ظاهری گرم بر سانتی‌متر مکعب	رطوبت وزنی (درصد)		رس شن سیلت	بافت خاک			
					حد پژمردگی دائم	حد ظرفیت زراعی					
۳۷۱	۷/۸	۰/۲۳	۷/۵۳	۰/۶	۱/۶۲	۱۷	۳۶	۴۵	۵	۵۰	سیلتی رسی

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

(سوزاندن نمونه خشک گیاهی در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت و واکنش با اسید کلریدریک ۲ مولار) استفاده شد. پس از آن، به کمک روش فلیم فتومتری، میزان آن محاسبه شد (۳۲). اندازه‌گیری کلر به کمک روش تیتراسیون با نیترات نقره با استفاده از معرف پتاسیم کرومات صورت گرفت (۲۹). برای بیان درجه حساسیت گیاه دارویی شوید توده گرگان نسبت سدیم به پتاسیم نیز اندازه‌گیری شد. بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر وزن تر اندام هوایی از رابطه (۲) محاسبه شد. در انتها نتایج با نرم‌افزار SAS (ver. 9.0) تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

(۲)

$$\text{میزان محصول (کیلوگرم وزن تر اندام هوایی)} = \frac{\text{بهره‌وری مصرف آب}}{\text{میزان آب مصرفی (متر مکعب)}}$$

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کلروفیل کل و کلر برگ در سطح احتمال ۱ درصد و سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم برگ و بهره‌وری مصرف آب در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بود (جدول ۳).

بسیار روز پس از کشت گیاه و زمانی که گیاه در خاک مستقر شد، آبیاری تمام تیمارها به مقداری مشابه، با استفاده از آب شهری و بر اساس میزان تبخیر از سطح تشتت کلاس A انجام شد. سپس، اعمال تیمارها صورت پذیرفت. نیاز آبی بر اساس مقدار تجمعی آب تبخیر شده از تشتت تبخیر، پس از اعمال ضریب تشتت محاسبه شده از روش پیشنهاد شده در نشریه فائو ۵۶ با توجه به موقعیت استقرار آن در محل (به طور میانگین ۰/۷) تعیین شد. دور آبیاری در این طرح با توجه به نیاز آبی گیاه یک روز در میان در نظر گرفته شد. همچنین، بر اساس بررسی‌های انجام شده ضریب گیاهی برای فلفل تعیین شد و در محاسبه نیاز آبی مد نظر قرار گرفت (شکل ۱). مقدار نیاز آبی از رابطه (۱) محاسبه شده است.

$$ET_a = K_p \times (E_{pan}) \quad (1)$$

ETa میلی‌متر بر روز (تبخیر تعرق روزانه)، Kp ضریب تشتت و Epan تبخیر از سطح تشتت (میلی‌متر در روز) است.

۳. اندازه‌گیری صفات مورد بررسی و تحلیل آماری

اندازه‌گیری کلروفیل کل برگ پس از واکنش بافت تازه برگ با استون ۸۰ درصد، به روش اسپکتروفتومتری مدل UV-600 A در طول موج‌های ۶۳۴ و ۶۴۵ نانومتر انجام شد (۳۷). برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم از روش هضم

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی گیاه شوید

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				بهره‌وری مصرف آب
		نسبت سدیم به پتاسیم	پتاسیم	کلر	سدیم	
رژیم آبیاری	۴	*۱/۳	*۲۱/۲	**۴۰/۹	*۱/۲	
خطا	۱۰	۰/۰۳	۰/۴۶	۰/۰۴	۰/۰۰۳	
ضریب تغییرات		۷/۱	۶/۴	۲/۳	۴/۱	

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

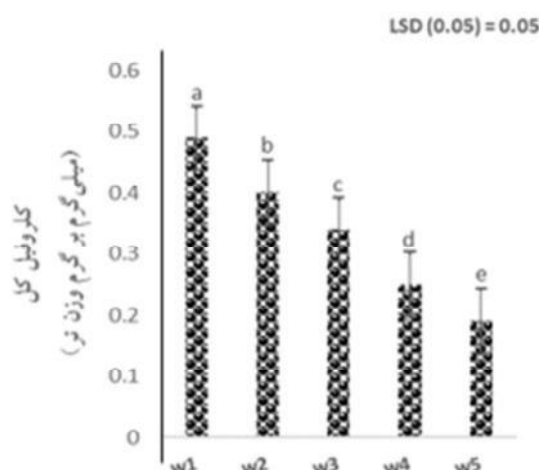
مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

کلروفیل کل

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۱ نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۰/۴۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر و کمترین مقدار با ۰/۱۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار اختلاط آب دریای خزر با آب شهری مشاهده شد. از طرفی، تیمار یک‌سوم در میان آب شور و غیرشور نسبت به سه تیمار دیگر اثر منفی کمتری بر کلروفیل کل ایجاد کرد. عموماً مقدار کلروفیل با افزایش شوری کاهش می‌یابد. این کاهش ممکن است به دلیل تشکیل آنزیم‌های پروتئینی همچون کلروفیلاز، واکنش به کاهش کلروفیل یا صدمه به دستگاه فتوسنتزی باشد (۲۳). همچنین، بیان شده که کاهش کلروفیل مرتبط با ممانعت یون‌های نمک از بیوسنتز مجدد پروتئین‌ها و تأثیر مخرب آن بر ساختار کلروپلاست است (۲۵، ۲۷ و ۲۸). البته، تردیدی نیست که افزایش شوری آب آبیاری به افزایش غلظت یون‌های سمی از جمله سدیم در بافت برگ می‌انجامد که خود موجب تخریب کلروفیل می‌شود (۲۰). بنابراین، افزایش یون سدیم منجر به تخریب و کاهش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ می‌شود. کاهش میزان پتاسیم که خود سبب

باز و بسته شدن روزنه‌هاست، آثار مخربی بر گیاه دارد که می‌توان به کاهش تبادلات گازی اشاره کرد که در نتیجه آن میزان فتوسنتز نیز کاهش می‌یابد. کاهش میزان کلروفیل به دلایل زیر است که می‌توان به فعالیت بیشتر کلروفیلاز (۲۴) و تغییر سوخت‌وساز نیتروژن در رابطه با ساخت ترکیب‌هایی نظیر پرولین (در تنظیم تنش اسمزی نقش دارد) اشاره کرد (۳۱). افزایش تولید پرولین منجر به کاهش فعالیت گلوتامات بیوسنتز کلروفیل می‌شود. نمک از فعالیت گلوتامات لیگاز جلوگیری می‌کند که اولین محصول بیوسنتز کلروفیل است. بنابراین، در شرایط شور، تولید کلروفیل به دلیل کاهش فعالیت آنزیم گلوتامات لیگاز کاهش می‌یابد. دلیل فزونی سدیم و کلر در بازدارندگی از رشد و سایر فرایندهای گیاهی ممکن است به دلیل حلالیت شدید آن در آب، جذب سریع و انتقال آن با جریان تعرق باشد. از طرفی، افزایش سدیم به کمبود یون پتاسیم در سلول‌های برگ فتوسنتزکننده می‌انجامد که باعث کاهش کلروفیل در برگ‌ها می‌شود (۱۶). نتایج این تحقیق با نتایج ستایش مهر و اسماعیل‌زاده بهابادی (۸) درباره گیاه گشنیز مطابقت داشت.



شکل ۱. اثر مدیریت تلفیقی و چرخشی آب دریا و آب شهری بر کلروفیل برگ گیاه شوید

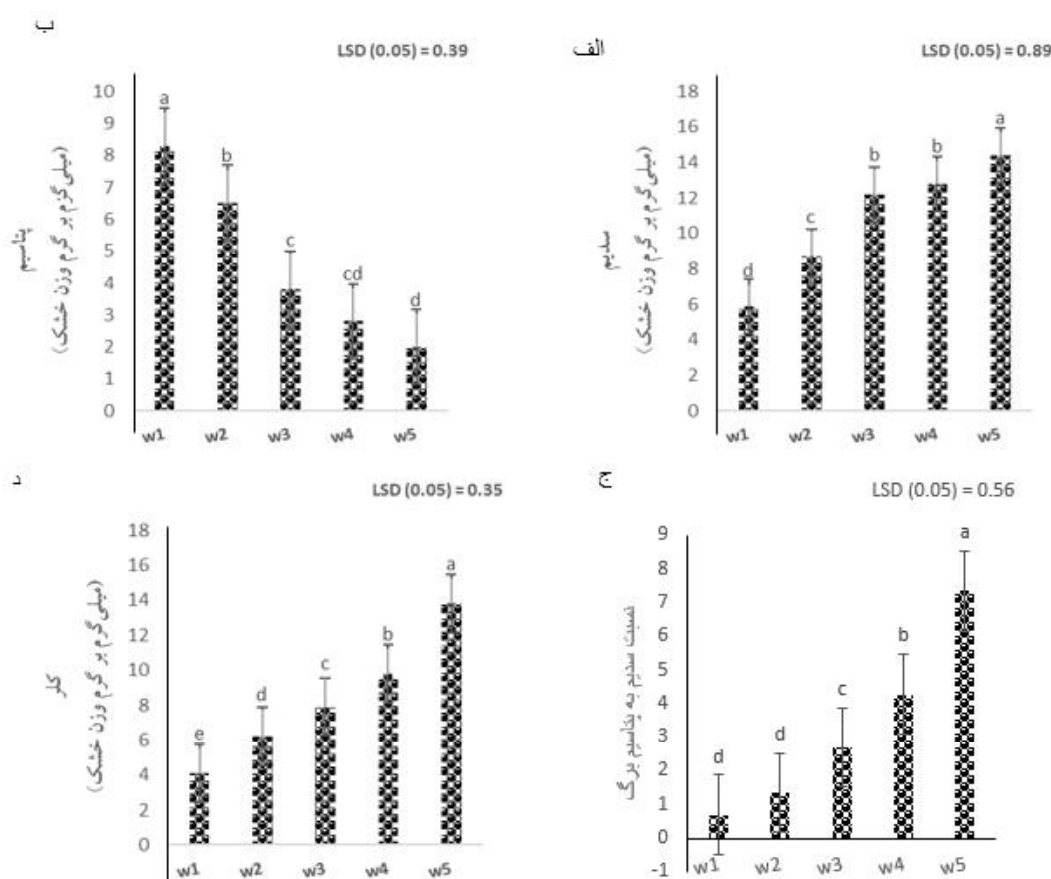
w₁ تیمار شاهد، w₂ تیمار یک‌سوم در میان، w₃ تیمار نیم در میان، w₄ تیمار یک در میان، w₅ تیمار اختلاط آب دریا و شهری

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

اختلاط آب دریا و آب شهری مشاهده شد. لازم به ذکر است که بین تیمارهای نیم در میان و یک در میان آب دریا و آب شهری و بین تیمار یک در میان و اختلاط آب دریا و آب شهری از نظر میزان سدیم و پتاسیم، همچنین در نسبت سدیم به پتاسیم بین تیمار شاهد و تیمار یک سوم در میان آب دریا و آب شاهد اختلاف معناداری وجود نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان کلر (شکل ۲د) در تیمار اختلاط آب دریا و آب شهری با ۱۳/۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک و کمترین مقدار با ۴/۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک در تیمار آبیاری با آب شهری مشاهده شد.

سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم و کلر برگ
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان سدیم (شکل ۲الف) و نسبت سدیم به پتاسیم برگ (شکل ۲ج) مربوط به تیمار اختلاط آب دریا و آب شهری به ترتیب با ۱۴/۴ میلی گرم بر گرم وزن خشک و ۷/۳ میلی گرم بر گرم وزن خشک و کمترین مقدار با ۵/۹ میلی گرم بر گرم وزن خشک و ۰/۷ میلی گرم بر گرم وزن خشک در تیمار آبیاری با آب شهری مشاهده شد. از طرفی، مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان پتاسیم (شکل ۲ب) در تیمار آبیاری با آب شهری با ۸/۳ میلی گرم بر گرم وزن خشک و کمترین مقدار با ۲/۰ میلی گرم بر گرم وزن خشک در تیمار



شکل ۲. اثر مدیریت تلفیقی و چرخشی آب دریا و آب شهری بر الف) سدیم، ب) پتاسیم، ج) نسبت سدیم به پتاسیم، د) کلر

W₁ تیمار شاهد، W₂ تیمار یک سوم در میان، W₃ تیمار نیم در میان، W₄ تیمار یک در میان، W₅ تیمار اختلاط آب دریا و آب شهری

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا و آب شهری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید (*Anethum graveolens L.*)

طریق ناقل‌ها با تمایل کم نسبت به پتاسیم وارد سلول شود و جذب پتاسیم کاهش یابد. از طرفی، سدیم با ورود به فضای آپوپلاستی و جایگزینی با کلسیم موجود در غشا، غشای سلول را دیپلاریزه می‌کند و منجر به اختلال در جذب انتخابی برخی یون‌ها در غشا می‌شود (۱۹). افزایش میزان کلر برگ ممکن است به این دلیل باشد که برگ‌ها آخرین مسیر جذب و انتقال است. کلر تمایل به تجمع در برگ دارد، تا حدی که رابطه بین غلظت یون در برگ و غلظت بیرونی نمک تقریباً خطی است و با افزایش غلظت نمک در ریشه، میزان جذب و غلظت یون‌های نمک در برگ نیز افزایش می‌یابد. زیاد بودن مقدار کلر در بافت‌های برگ به دلیل مصرف بیشتر آب و تعرق بیشتر یا ناتوانی در جذب مجدد عناصر از جریان آوندی و تجمع در سلول‌های پایین ساقه و دفع یون‌ها (به‌ویژه یون کلر) در گیاه است (۳۶).

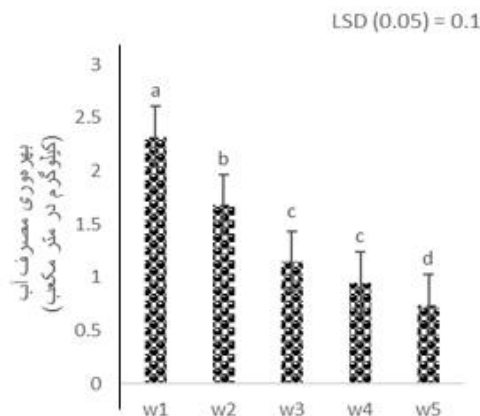
بهره‌وری مصرف آب

مقایسه میانگین‌ها بر اساس شکل ۳ نشان داد که بیشترین میزان بهره‌وری مصرف آب مربوط به تیمار آبیاری با آب شهری با ۲/۳۲ کیلوگرم در مترمکعب و کمترین مقدار با ۰/۷۴ کیلوگرم در مترمکعب در تیمار اختلاط آب دریای خزر با آب شهری بود.

اختلالات تغذیه‌ای که در اثر تراکم زیاد یک یون نسبت به بقیه یون‌ها در محلول خاک ایجاد می‌شود، یکی از آثار سوء شوری بر گیاهان است و به سبب رقابت یونی، مانع جذب برخی یون‌های مورد نیاز گیاه می‌شود. از شاخص‌های بیان تحمل و مقاومت گیاهان به شوری می‌توان به تجمع کم یون سدیم در بافت گیاه و افزایش توانایی جذب پتاسیم در محیط‌های شور اشاره کرد که مقادیر زیاد سدیم دارد (۲۲).

محققان بسیاری اعتقاد دارند که در سلول‌های گیاه برای جذب سدیم و پتاسیم رقابت وجود دارد. کاتیون‌های سدیم و پتاسیم به‌وسیله پروتئین‌های ناقل (که برای هر دو یون مشترک بود) انتقال می‌یابند. پتاسیم یکی از یون‌های ضروری جهت فعالیت بسیاری از آنزیم‌هاست و در شرایطی که در خاک شور با غلبه یون سدیم بر پتاسیم و با وجود پروتئین‌های ناقل با تمایل بالا باز هم در گیاه کمبود پتاسیم ایجاد می‌شود (۳۴).

در این بررسی، تنش شوری موجب کاهش مقدار پتاسیم و افزایش سدیم شد. کاهش مقدار پتاسیم به این علت است که شباهت این دو یون در اندازه شعاع هیدراته و رقابت برای ورود به داخل سلول، پروتئین‌های انتقال‌دهنده آن‌ها را در تشخیص دچار اشتباه کند، به طوری که سدیم به راحتی از



شکل ۳. اثر مدیریت تلفیقی و چرخشی آب دریا و آب شهری بر بهره‌وری مصرف آب مبتنی بر وزن تر اندام هوایی گیاه شوید
W₁ تیمار شاهد، W₂ تیمار یک سوم در میان، W₃ تیمار نیم در میان، W₄ تیمار یک در میان، W₅ تیمار اختلاط آب دریا و شهری

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

که اثر توأم سطوح مختلف آبیاری و مدیریت تلفیقی شوری نیز بر خواص بیوشیمیایی گیاه شوید بررسی شود.

۴. نتایج نشان داد که این نوع تلفیق آب شور و شیرین با هر نسبتی کارایی بالایی در کاهش تنش شوری بر گیاه دارد.

۵. از آنجا که نسبت سدیم به پتاسیم بیانگر حساسیت گیاه نسبت به شوری است، بر اساس نتایج، در شوری‌های بیش از یک‌سوم در میان آسیب و صدمات وارده به گیاه شوید افزایش یافت و در اختلاط ۵۰ درصدی آب دریا و آب شهری بیشترین میزان صدمه به گیاه وارد شد.

۶. با توجه به محدودیت منابع آبی کشور، شناسایی گیاهان متحمل به تنش‌های محیطی، از جمله تنش شوری، موضوعی تحقیقی است تا ضمن بررسی امکان استفاده از آب‌های نامتعارف تحت مدیریت‌های خاص بتوان عملکرد مناسبی نیز به‌دست آورد.

منابع

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. ۵(۴): ۵۲-۴۱.
۲. امین پناه ه و سروش‌زاده ع. (۱۳۸۴) بررسی اثر نیترات کلسیم بر توزیع سدیم و پتاسیم در جوانه‌های برنج در شرایط شوری. زیست‌شناسی ایران. ۱۸(۲): ۹۹-۹۲.
۳. جمالی ص، شریفان ح. و سجادی ف. (۱۳۹۵) بررسی اثر آبیاری با روش تلفیق آب دریای خزر و آب شهری بر خواص فیزیولوژیکی و بهره‌وری آب در گیاه جعفری. آبیاری و زهکشی ایران. در نوبت چاپ.
۴. دریادل ن. (۱۳۹۳) بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه گشنیز تحت تأثیر تنش شوری. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی. دانشگاه دامغان.

لازم به ذکر است که بین تیمارهای یک در میان و نیم در میان آب شور و غیرشور از نظر بهره‌وری مصرف آب اختلاف معناداری وجود نداشت. از طرفی، تیمار یک سوم در میان آب دریا و آب شهری نسبت به سایر تیمارها اثر منفی کمتری بر بهره‌وری مصرف آب ایجاد کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از تأثیر چهار رژیم آبیاری با آب شور بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید به‌صورت زیر است:

۱. شوری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید توده محلی گرگان اثر معناداری داشت، به‌طوری که افزایش شوری آب آبیاری، کلروفیل برگ، پتاسیم و بهره‌وری مصرف آب را کاهش داد.
۲. تیمار یک‌سوم در میان با بهره‌گیری از تکنیک منحصربه‌فرد خود در نحوه استفاده از آب شور توانست با وجود کاربرد آب شور در آبیاری‌ها، اثر منفی ناشی از پتانسیل اسمزی وارد به گیاه را کاهش دهد و به‌دلیل اعمال شوری خاک کمتر و امکان دستیابی بیشتر به آب شهری در لایه سطحی نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی در مقایسه با تیمار شاهد دارای برتری باشد. از طرفی، تیمار آبیاری یک‌سوم در میان کمترین اثر منفی را بر صفات مورد بررسی در مقایسه با سایر تیمارهای شوری داشته است.
۳. تیمار متناوب یک‌سوم در میان، نیم در میان، متناوب یک در میان و اختلاط آب شور دریا منجر به کاهش ۲۷/۶، ۵۰/۴، ۵۹/۱ و ۶۸/۱ درصدی بهره‌وری مصرف آب شد. با توجه به اینکه در اکثر صفات آبیاری یک‌سوم در میان آب شور و شهری نسبت به تیمارهای دیگر (نیم در میان، یک در میان و اختلاط) منجر به افت کمتر شده بود، لذا این تیمار در آبیاری گیاه شوید در شرایط آبیاری با آب شور دریای خزر توصیه می‌شود. از طرفی، پیشنهاد می‌شود

مدیریت آب و آبیاری

۵. رشیدی ح.، ملکی‌نژاد ح. و سودایی‌زاده ح. (۱۳۹۵) بررسی تأثیر رژیم تلفیقی آب شور بر روی شاخص‌های کمی و کیفی زرشک. اولین همایش سراسری پژوهش‌های نوین در کشاورزی و علوم دامی. تهران، ایران.
۶. رشیدی ح.، ملکی‌نژاد ح. و سودایی‌زاده ح. (۱۳۹۵) بررسی تأثیر رژیم تلفیقی آب شور بر روی شاخص‌های کمی و کیفی زیتون. کنفرانس ملی دیده‌بانی آینده زمین با محوریت آب و هوا، کشاورزی و محیط زیست. شیراز، ایران.
۷. روحانی ن. س.، نعمتی س. ح.، مقدم م. و اردکانیان و. (۱۳۹۵) اثر تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیک و چگونگی جذب عناصر سدیم و پتاسیم در اندام هوایی و غده سه رقم تربچه. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۷(۳): ۱۶۹-۱۷۸.
۸. ستایش مهر ز. و اسماعیل‌زاده بهابادی ص. (۱۳۹۲) اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه گشنیز. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۰(۳): ۱۱۱-۱۲۸.
۹. سلطانی‌حویزه م.، میرمحمدی‌میبدی س. ع. و ارزانی ا. (۱۳۸۶) بررسی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های نیشکر بر اساس توانایی در تنظیم و انتقال یونی در مرحله ابتدایی رشد. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۲: ۵۵-۶۶.
۱۰. سودائی‌زاده ح.، تجملیان م. و رفیعی‌الحسینی م. (۱۳۹۵) تأثیر تلفیق آب شور و شیرین بر برخی شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه مرزه. گیاه زراعی و تنش‌های محیطی. ۱(۱): ۵۵-۶۲.
۱۱. شایسته ن.، گلچین ا. و شفیع‌س. (۱۳۹۰) اثرات شوری آب آبیاری، نیتروژن و محلول‌پاشی با کلرور کلسیم بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه فلفل. مهندسی زراعی. ۳۴(۲): ۸۴-۶۹.
۱۲. فرهودی ر. (۱۳۹۲) بررسی اثر تنش شوری بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک نه رقم گندم در مرحله رشد رویشی. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۵(۴): ۷۱-۸۶.
۱۳. قائدی س.، افراسیاب پ. و لیاقت ع. م. (۱۳۹۵) مقایسه روش‌های تلفیق آب شور و غیرشور در کشت سورگوم علوفه‌ای و توزیع شوری در نیمرخ خاک. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۹(۱): ۱۶۷-۱۷۹.
۱۴. مستنقی 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.
۱۵. مولوی ح.، محمدی م. و لیاقت ع. م. (۱۳۹۱) اثر مدیریت آب شور طی دوره رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای و پروفیل شوری خاک. علوم و مهندسی آبیاری. ۳۵(۳): ۱۱-۱۸.
۱۶. نبی‌زاده مرو دوست ر. (۱۳۸۱) اثر سطوح مختلف شوری بر رشد و عملکرد زیره سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۷. نورانی‌آزاد ح. و حاجی‌باقری م. ر. (۱۳۸۷) تأثیر تنش شوری بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه شوید. دانش نوین کشاورزی. ۴(۳): ۹۳-۱۰۰.
۱۸. هاشمی‌نژاد ا. و بهادری ا. (۱۳۸۹) زراعت خصوصی گیاهان دارویی و معطر. انتشارات فرهیختگان دانشگاه تهران، ۲۴۷ صفحه.

19. Aqueel Ahmad M.S., Javed F. and Ashraf M. (2007) Role of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*. 59(2): 206-216.
20. Asch F., Dingkuhn M. and Droffling K. (2000) Salinity increases CO₂ assimilation but reduces growth in field growth irrigated rice. *Plant and Soil*. 218: 1-10.
21. Ashraf M. and McNielly T. (2004) Salinity tolerance in Brassica oil seeds. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 23: 157-174.
22. Bybordi A. and Tabatabaei S.J. (2009) Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 37(1): 71-76.
23. Dogan M. (2011) Antioxidative and proline potential as a protective mechanism in soybean plants under salinity stress. *African Journal of Biotechnology*. 10: 5972-5978.
24. Drazkiewicz M. (1994) Chlorophyllase: occurrence, functions, mechanism of action, effects of external and internal factors. *Photosynthetica*. 30: 321-331.
25. Francis G., Jhon L., Jifo S., Micaela C. and James P.S. (2002) Gas exchange, Chlorophyll and nutrient contents in relation to NA and CL accumulation in "sunburst" mandarin grafted on different root stocks. *Plant Science*. 35: 314-320.
26. Hamdy A. 1993. Saline irrigation practices and management. In: *Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants*. Kluwer Academic Publishing. pp. 353-370.
27. Irma T., Jolan C., Gabriella S., Ferenc H., Attila P., Gabriella K., Agnes S., Margit S. and Laszlo E. (2002) Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. *Proceeding of the 7th Hungarian congress on plant physiology*. 46: 55-56.
28. Jaleel C.A., Manivannan P., Lakshmanan G.M.A., Sridharan R. and Panneerselvam R. (2007) NaCl as a physiological modulator of proline metabolism and antioxidant potential in *Phyllanthus amarus*. *Comptes Rendus Biologies*. 330: 806-813.
29. Johnson J.M. and Ulrich A. (1975) Analytical methods for use in plant analysis. *Bulletin 766*. Berkeley: University of California, Agricultural Experiment station. pp. 26-78.
30. Koushafar M., Khoshgoftarmanesh A.H., Moezzi A.A. and Mobli M. (2011) Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and crop per drop (CPD) of hydroponic-grown tomato. *Scientia Horticulture*. 131: 1-5.
31. Maiti R.K., Rosa M. and Gutierrez L.A. (1994) Evaluation of several sorghum genotypes for salinity tolerance. *International Sorghum and Millets Newsletter*. 35: 121
32. Qadar A. (1995) Potassium and sodium contents of shoot and laminae of rice cultivars and their sodicity tolerance. *Plant Nutrition*. 18: 2281-2286.
33. Pakravan H., Amiri H. and Nejad A.H.R. (2016) The effect of salinity and nitrogen on growth and morphological characteristics of Dill. *IIOAB Journals*. 7: 132-139.
34. Parvaiz A. and Satyawati S. 2008. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. *Plant Soil Environment*. 54: 89-99.
35. Shekari F., Abbasi A. and Mustafavi S.H. (2015) Effect of silicon and selenium on enzymatic changes and productivity of dill in saline condition. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2015.11.006>.
36. Storey R. and Walker R.R. (1999) Citrus and salinity. *Scientia Horticulture*. 78: 39-81.

اثر رژیم‌های تلفیقی آب دریا و آب شهری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و بهره‌وری مصرف آب گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.)

37. Strain H.H. and Svec W.A. (1966.) Extraction, separation, estimation and isolation of chlorophylls. In: L.P. Vernon, and G.R. Seely, (eds.): The chlorophylls. Academic press. New York. pp. 199-244.
38. Tabatabaei S.A. and Naghibalghora S.M. (2014). The effect of salinity stress on germination characteristics and changes of biochemically of sesame seeds. Cercetari Agronomice in Moldova. 47(2): 61-68.