

تأثیر سطوح مختلف شوری آب بر میزان تبخیر و تعرق و عملکرد

گیاه *Atriplex canescens* در شرایط لایسیمتری

- ❖ مرتضی شاه نوری؛ کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشگاه تربت حیدریه، ایران.
- ❖ مریم آذرخشی*؛ استادیار، گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه، ایران.
- ❖ مهدی بشیری؛ استادیار، گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه، ایران.
- ❖ حسن رضایی مقدم؛ دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

چکیده

تبخیر و تعرق به عنوان یکی از اجزای مهم چرخه هیدرولوژیک نقش بسیار بزرگی در مطالعه بیلان آب حوزه‌های آبخیز دارد. هدف پژوهش حاضر بررسی واکنش گیاه *Atriplex canescens* نسبت به سطوح مختلف شوری آب و تأثیر سطح شوری آب آبیاری بر مقدار تبخیر و تعرق واقعی در شرایط لایسیمتری می‌باشد. به این منظور چهار تیمار صفر، ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ حداکثر تحمل شوری گیاه آتریپلکس کانسنس معادل با صفر، ۱۹/۶، ۳۹/۲ و ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر نمک کلرید سدیم در سه تکرار در نظر گرفته شد. لایسیمترها در گلخانه مستقر شده و در هر لایسیمتر دو بوته آتریپلکس کانسنس کشت شد. هر دو هفته یکبار ۵ لیتر آب با شوری‌های ذکر شده به هر لایسیمتر اضافه شد. اندازه‌گیری تبخیر و تعرق با توزین لایسیمترها از تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۹۷ تا ۲۴ مرداد ۱۳۹۸ با فاصله زمانی یک هفته در طول دوره رویشی گیاه انجام شد. پس از اتمام آزمایش‌ها وزن اندام‌های هوایی و زیرزمینی گیاهان هر تیمار به صورت تر و خشک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد با افزایش شوری آب آبیاری از صفر تا ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر، میزان تبخیر و تعرق از ۳/۹۴ به ۲/۸۴ لیتر کاهش یافت، و بین تیمار شاهد و شوری ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. با افزایش میزان شوری از تیمار صفر به ۱۹/۶، ۳۹/۲ و ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر به ترتیب وزن خشک اندام هوایی ۲۰/۱۳٪، ۴۱/۸۷٪ و ۱۱/۵۵٪ نسبت به شاهد افزایش داشته است. بنابراین با شرایط تحقیق حاضر آتریپلکس کانسنس در شوری ۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر بیشترین مقدار اندام خشک هوایی را تولید کرده است.

کلید واژگان: تولید، گلخانه، لایسیمتر، وزن خشک، وزن ریشه

۱. مقدمه

شوری یکی از عواملی است که بهره‌وری کشاورزی و محیط‌زیست را در سراسر جهان تهدید می‌کند [۳]. تقریباً نیمی از اراضی تحت آبیاری جهان در معرض خطر شوری قرار دارند [۲۵]. شور شدن خاک می‌تواند با ایجاد یک سری اختلالات متابولیکی ناشی از سمیت یونی، خشکی و کمبود مواد مغذی، عملکرد و کیفیت محصولات زراعی را به میزان قابل توجهی کاهش دهد [۷]. در مقابل، گونه‌های هالوفیت استراتژی‌های سازگاری متعددی را برای مقابله با محیط‌های شور توسعه داده‌اند [۳]. شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که باعث کاهش رشد، توسعه و بهره‌وری گیاهان می‌شود [۱۳]. گونه‌های گیاهی با تحمل بالاتری نسبت به شوری، خشک‌سالی و درجه حرارت بالای محیط، برای تولید مثل در محیط‌های خشک و نیمه خشک موفق‌تر هستند.

در کشور پهناور ما که بخش‌های بزرگی از آن را اراضی بیابانی نسبتاً شور فراگرفته است، مسئله شوری در رابطه با گیاهان شورپسند باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. جهت دستیابی به عملکرد مطلوب در شرایط تنش شوری، به گیاهی با مقاومت مناسب نیاز است. اتریپلکس‌ها یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده اسفناجیان می‌باشند که علاوه بر تنوع گونه‌ای، شرایط مختلف محیطی را به خوبی تحمل می‌نمایند. به سبب داشتن پروتئین کافی، خوش‌خوراکی، رشد سریع و سازش با محیط‌های مختلف و تولید علوفه قابل‌ملاحظه، اهمیت خاصی در مناطق خشک و کویری پیدا کرده‌اند. بوته‌های اتریپلکس دارای سازگاری‌هایی هستند که به آن‌ها امکان تحمل تأثیر نامطلوب نمک یا دفع آن از سلول‌ها و بافت‌ها را می‌دهد [۸]؛ بنابراین، نسبت به گونه‌های علوفه‌ای که قادر به مقابله با نمک موجود در خاک نیستند می‌توانند در شرایط خشک و نیمه‌خشک یک منبع تغذیه تکمیلی برای دام و حیوانات وحشی فراهم کنند [۱۹].

عملکرد گیاهان مختلف در مقابل آبیاری با آب شور متفاوت است. مطالعه آبیاری با سطوح شوری ۵/۲ و ۱۶/۵

دسی‌زیمنس بر متر بر خصوصیات علوفه‌ای گیاه *Kochia scoparia* در شرایط مزرعه‌ای نشان داد افزایش شوری آب آبیاری موجب افزایش ۴/۵ و ۲/۶ درصدی عملکرد علوفه خشک و علوفه تر شد [۱۲]. تحمل‌پذیری گونه مرتعی *Atriplex leucoclada* به تنش شوری در چهار سطح با غلظت‌های صفر، ۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار نمک NaCl نشان داد در غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی مولار، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه، نسبت وزن برگ، مؤلفه‌های نسبت سطح برگ، سطح ویژه برگ، ارتفاع گیاه و سطح برگ نسبت به شاهد افزایش یافته، اما افزایش شوری بیش از ۳۰۰ میلی مولار موجب کاهش معنی‌دار شاخصه‌های رشد می‌گردد [۱۴]. تأثیر تنش شوری آب در چهار سطح ۱/۲، ۵، ۵/۳ و ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر، بر تبخیر و تعرق ذرت علوفه‌ای بیانگر آنست که تنش‌های شوری با کاهش ضریب تنش تبخیر و تعرق، اثر کاهنده‌ای بر مقدار تبخیر و تعرق گیاه دارد. همچنین میزان تبخیر و تعرق و عملکرد محصول با افزایش شوری کاهش پیدا کرده است. لذا با تعیین صحیح نیاز آبی گیاه تحت تنش، می‌توان از مصرف بی‌رویه آب جلوگیری کرد [۲۴]. در بررسی اثرات تنش شوری بر رشد دو گونه *Atriplex halimus* و *A. nummularia* دریافتند که رشد مطلوب برای گونه *A. halimus* در ۶۰۰ میلی مولار نمک و برای گونه *A. nummularia* در ۳۰۰ میلی مولار نمک اتفاق می‌افتد [۴]. سطوح پایین شوری تأثیر زیادی در رشد گیاه *A. lentiformis* ندارد، اما غلظت‌های بالاتر موجب کاهش طول ریشه‌ها و زیست‌توده می‌شود [۵]. مطالعه اثرات تنش ۶ سطح شوری ۰/۶۵، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ dS/m بر میزان تبخیر و تعرق و پارامترهای گیاه *Spinacia oleracea* در شرایط محیطی و گلخانه‌ای نشان داد شوری خاک با افزایش شوری آب آبیاری به صورت خطی افزایش یافت. با افزایش ۱/۱ dS/m شوری خاک میزان مصرف آب ۱/۳۵ درصد برای اسفناج کاهش یافت [۲۸]. ارزیابی اثرات آبیاری با آب شور بر میزان تبخیر و تعرق در اراضی

با توجه به بحران آب در ایران و شوری خاک‌های مناطق با تبخیر و تعرق زیاد، پژوهش حاضر با هدف بررسی واکنش گیاه آتریپلکس کانسنس نسبت به سطوح مختلف شوری آب و تعیین بهترین سطح شوری آب آبیاری با بهترین عملکرد رویشی و کمترین میزان تبخیر و تعرق در نهالستان و سال اول استقرار در زمین اصلی که گیاه نیاز به آبیاری دارد، می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه دانشگاه تربت‌حیدریه از ۱۵ اسفند ۱۳۹۷ تا ۲۴ مرداد ماه ۱۳۹۸ انجام گردید در این گلخانه سیستم تهویه وجود دارد و دمای گلخانه در حد دمای محیط و رطوبت نسبی فضای در حد متوسط رطوبت تربت‌حیدریه (۴۰٪) تنظیم شد. در این پژوهش تعداد ۱۲ لایسیمتر از نوع زهکش‌دار (شکل ۱) با یک نوع خاک (جدول ۱) از نهالستانی که بوته‌ها تهیه شد، پر گردید و ۳ عدد لایسیمتر به‌عنوان شاهد و ۹ عدد لایسیمتر برای سه تیمار شوری مورد استفاده قرار گرفت. سپس در هر لایسیمتر دو نهال *A. canescens* با اندازه‌های یکسان کشت گردید و به مدت یک ماه از ۱۵ بهمن تا ۱۵ اسفند با آب شهری (بدون اعمال تیمارهای مختلف شوری) آبیاری گردید تا نهال‌های کشت شده استقرار پیدا کنند و به شرایط ایده‌آل جهت شروع آزمایش برسند.

در این تحقیق گونه مورد نظر در چهار تیمار صفر، ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ حداکثر تحمل شوری گیاه، به ترتیب معادل با صفر، ۱۹/۶، ۳۹/۲ و ۵۸/۸ دسی‌زیمنس بر متر [۹] در سه تکرار، در داخل ۱۲ عدد لایسیمتر در محیط گلخانه کشت شد. نمک مورد استفاده برای تیمارهای شوری کلرید سدیم بود. اندازه‌گیری تبخیر و تعرق با توزین لایسیمترها (شکل ۱) از تاریخ ۱۵ اسفند تا ۲۴ مرداد (زمانی که گیاهان شروع به خشک شدن کردند) با فاصله زمانی هفته‌ای در طول دوره رویشی گیاه انجام شد.

شخم‌خورده تحت کشت فلفل تند نشان دادند با افزایش هدایت هیدرولیکی میزان تبخیر و تعرق ساعتی، شبانه، روزانه، فصلی و تجمعی کاهش یافت [۲۱]. نتایج مطالعه اثر شوری و رژیم آبیاری روی رشد ریحان شیرین بیانگر کاهش معنی‌دار عملکرد با افزایش میزان شوری بود و با افزایش میزان شوری کاهش رشد ریشه‌ها نسبت به برگ‌ها چشمگیرتر بود [۶]. استفاده از آب با سطوح مختلف شوری برای آبیاری گیاه *Allium schoenoprasum* نشان داد وزن خشک برگ تازه، ارتفاع بوته، تبخیر و تعرق و بهره‌وری استفاده از آب به وضوح تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. عملکرد نسبی گیاه به ازای افزایش هر واحد شوری خاک ۶/۱۹ درصد کاهش می‌یابد [۲].

جنس آتریپلکس دارای چندین گونه گیاهی است که در اکوسیستم‌هایی با شوری زیاد، رطوبت و درجه حرارت بالا رشد می‌کنند [۲۳]. آتریپلکس کانسنس یک گیاه بوته‌ای نیمه چوبی با سازگاری عالی با شوری و خشک‌سالی است که به طور گسترده در مناطق شور و خشک رشد می‌کند [۱۰]. از این گیاه برای کنترل فرسایش و توان‌بخشی مرتع در مناطق تحت تأثیر نمک و تخریب‌شده استفاده شده است. علاوه بر این، *A. canescens* یک محصول علوفه‌ای جذاب برای بیشتر دام‌ها به دلیل خوش‌طعم بودن و ارزش غذایی بالای آن است [۲۰]. *A. canescens* به‌عنوان گیاهی مقاوم به شوری در بیشتر مناطق کشور جهت اصلاح مراتع استفاده می‌شود. ابتدا بوته‌های گیاه در نهالستان پرورش یافته و پس از رشد به عرصه منتقل می‌شود، در سال اول انتقال به عرصه نیز گیاه نیاز به آبیاری دارد. اگر بتوان آستانه تحمل شوری گیاه را تعیین کرد که با وجود شوری آب عملکرد گیاه کاهش نیابد می‌توان از آب‌های با کیفیت پایین‌تر نیز برای آبیاری استفاده کرد که این امر موجب کاهش هزینه‌ها می‌گردد. ساده‌ترین وسیله برای تعیین تبخیر و تعرق واقعی در مقیاس کوچک لایسیمتر است. استفاده از لایسیمتر به‌عنوان یک روش مستقیم و معتبر برآورد تبخیر و تعرق مطرح می‌باشد [۱۸].



شکل ۱. استقرار گیاه در لایسیمترها و وزن کنشی لایسیمترها

جدول ۱. خصوصیات خاک لایسیمترها

بافت خاک	pH	EC (ds/m)	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
لوم سیلتی	۸	۸/۱	۰/۰۵	۲۷	۳۵۸

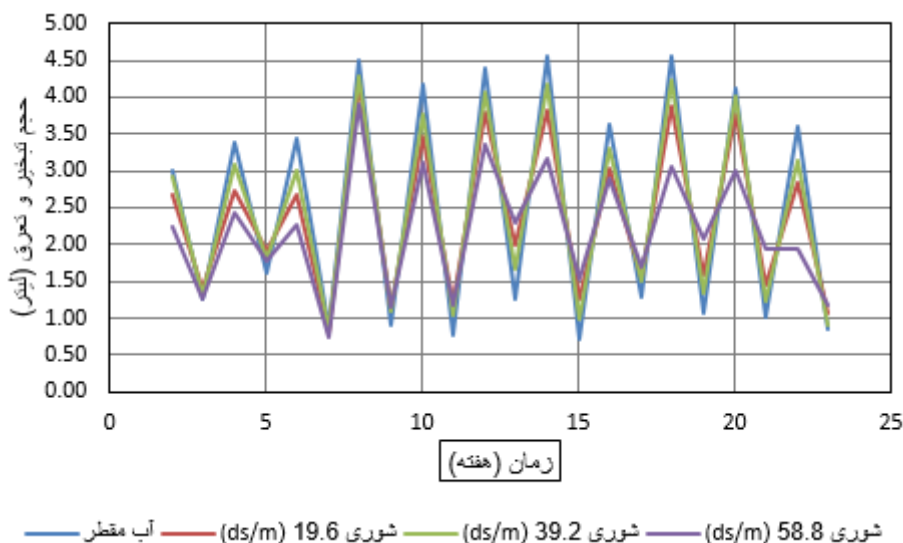
آبیاری با فاصله زمانی هر دو هفته به مقدار ۵ لیتر با در نظر گرفتن ضریب گیاهی آتریپلکس ($Kc = 0/37$) [۲۲] و مقدار تبخیر تعرق پتانسیل سالانه تربت حیدریه ($1461/3$ میلیمتر) به روش فائو پنمن مانیتث [۲۶]، برای هر لایسیمتر انجام شد. با توجه به حجم کم لایسیمترها و اضافه شدن مرتب نمک به خاک، شوری خاک به حد زیادی افزایش یافت که منجر به خشک شدن گیاهان در سری اول آزمایش پس از یک ماه شد، بنابراین با تکرار آزمایش‌ها به منظور آبتشویی نمک هر سه هفته آبیاری با اعمال تیمارهای مختلف یک بار تمام تیمارها با آب شهری آبیاری شدند. اولین آبیاری با اعمال تیمارهای مختلف شوری زمانی آغاز شد که خاک داخل لایسیمترها کاملاً خشک بود و آثار نیاز به آب در نهال‌ها ظاهر گردید. بعد از اتمام کل دوره اندازه‌گیری و اطمینان از خشک شدن کامل خاک (بدون نهال‌ها)، لایسیمترها وزن گردید تا وزن خالص خاک به دست آید و با کم کردن وزن خالص خاک از وزن اولیه لایسیمترها قبل از اولین اندازه‌گیری وزن خالص هر نهال بعد از یک ماه استقرار به دست آمد که به عبارتی وزن

اولیه نهال قبل از اولین اندازه‌گیری می‌باشد. برای توزین لایسیمترها از ترازویی با حداکثر ظرفیت ۲۰۰ کیلوگرم و دقت ۲۰ گرم استفاده شد. بعد از پایان دوره اندازه‌گیری، اندام هوایی و ریشه نهال‌های داخل لایسیمترها (تیمارهای مختلف) قطع گردید و بعد از انتقال به آزمایشگاه به صورت تر و پس از خشک کردن در آون وزن خشک نیز با ترازوی با دقت یک صدم گرم وزن گردید.

جهت مقایسه‌ی میانگین مقدار تبخیر و تعرق و عملکرد گیاه شامل رشد اندام هوایی و ریشه طی دوره رویشی در تیمارهای مختلف شوری، از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن استفاده شد. به این منظور از نرم‌افزار SPSS 22 استفاده شد.

۳. نتایج

شکل ۲ حجم تبخیر و تعرق محاسبه شده به لیتر را در طی دوره آزمایش برای تیمارهای مختلف شوری نشان می‌دهد.



شکل ۲. تغییرات تبخیر و تعرق در طی دوره اندازه‌گیری در تیمارهای مختلف شوری

گیاهان کاشته شده در لایسیمترها در تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند. اما بین تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری از نظر حجم تبخیر و تعرق، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن تر گیاه و تولید در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۲).

با افزایش شوری تغییرات حجم تبخیر و تعرق در تیمار ۷۵ درصد حداکثر تحمل شوری کمترین نوسانات را در طی مدت اندازه‌گیری از خود نشان داده است و تیمار آب مقطر بیشترین نوسان را در طی دوره اندازه‌گیری داشته است که نشان‌دهنده تبخیر زیاد از آن می‌باشد. نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه نشان داد وزن اولیه

جدول ۲. نتایج آزمون تجزیه واریانس مقایسه میانگین متغیرهای مورد بررسی

متغیر	آماره F	سطح معنی داری
وزن اولیه گیاه	۰/۱۹۴	۰/۸۹ ^{ns}
حجم تبخیر و تعرق	۹/۰۹۹	۰/۰۰۰ ^{**}
وزن خشک اندام هوایی (گرم)	۴/۵۱۶	۰/۰۳۹ [*]
وزن خشک ریشه (گرم)	۳/۵۸۸	۰/۰۴۶ [*]
وزن تر گیاه (گرم)	۸/۱۴۳	۰/۰۰۸ ^{**}
تولید (گرم)	۱۱/۴۴	۰/۰۰۳ ^{**}

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪، *** اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ns اختلاف معنی‌دار نیست

در جدول (۳) میانگین حجم تبخیر و تعرق، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن تر گیاه و تولید *A. canescens* در تیمارهای مختلف شوری و مقایسه میانگین بین تیمارهای مورد بررسی بر اساس آزمون دانکن نشان داده شده است. نتایج بیانگر آنست که

افزایش شوری باعث افزایش رطوبت و کاهش تبخیر شده است. آبیاری با آب شور باعث افزایش غلظت املاح موجود در خاک شده و پتانسیل جذب آب توسط گیاه را کاهش می‌دهد در نتیجه تعرق گیاه کاهش می‌یابد [۲۴]. وزن خشک اندام هوایی گیاهی با افزایش میزان شوری آب

بروز سمیت در گیاه می‌شود که جذب آب و سایر املاح مورد نیاز را مختل می‌کند و باعث کاهش رشد گیاه می‌شود. میانگین وزن خشک ریشه، وزن تر گیاه همراه ریشه و تولید آتریپلکس کانسنس تا سطح ۵۰ درصد شوری افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد.

آبیاری روند افزایشی داشته است که این میزان در تیمار ۵۰ درصد حداکثر تحمل شوری به بیشترین مقدار خود (۸۰/۶۷ گرم) رسیده و سپس با افزایش شوری وزن خشک لندام هوایی گیاه در تیمار ۷۵ درصد حداکثر تحمل شوری کاهش یافته و به مقدار ۶۳/۴۳ گرم رسیده است. افزایش یون‌های سدیم و کلر در محلول خاک باعث

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین وزن لایسیمترها، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن تر گیاه و تولید در چهار تیمار آبیاری با آب شور با آزمون دانکن

تولید (گرم)	وزن تر گیاه (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	حجم تبخیر و تعرق (لیتر)	تیمار شوری (ds/m)
۲۳/۵۸ ^b	۸۳/۲۵ ^b	۱۲/۷۲ ^b	۵۶/۸۶ ^b	۳/۹۴ ^a	۰
۶۸/۱۸ ^a	۱۲۶/۰۸ ^a	۱۴/۰۲ ^{ab}	۶۸/۳۱ ^{ab}	۳/۳۴ ^b	۱۹/۶
۸۶/۲۱ ^a	۱۴۲/۵۴ ^a	۱۷/۸۱ ^a	۸۰/۶۷ ^a	۳/۶۳ ^{ab}	۳۹/۲
۷۰/۱ ^a	۱۲۸/۱ ^a	۱۴/۶۶ ^{ab}	۶۳/۴۳ ^b	۲/۸۴ ^c	۵۸/۵

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵٪ با یکدیگر تفاوتی ندارند.

آب مقطر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارد. وزن تر گیاه در تیمارهای مختلف در دو گروه مختلف قرار گرفته است به طوری که تیمار ۵۰ درصد شوری با تیمارهای شوری ۲۵ و ۷۵ درصد تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشتند و در یک گروه قرار گرفتند ولی با تیمار آب مقطر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارند. تولید گیاه در تیمار آب مقطر با تیمارهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ حداکثر تحمل شوری در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین مقادیر وزن خشک اندام هوایی (۸۰/۶۷ گرم)، وزن خشک ریشه (۱۷/۸۱ گرم)، وزن تر گیاه (۱۴۲/۵۴ گرم) و تولید (۸۶/۲۱ گرم) متعلق به تیمار ۵۰٪ حداکثر تحمل شوری بود و کمترین مقادیر این متغیرها به ترتیب ۵۶/۸۶ گرم، ۱۲/۷۴ گرم، ۸۳/۲۵ گرم و ۲۳/۵۸ گرم در تیمار آب مقطر مشاهده شد. بیشترین میانگین مقدار تبخیر و تعرق (۳/۹۴ لیتر) در تیمار آب مقطر و کمترین آن (۲/۸۴ لیتر) در تیمار ۷۵ درصد حداکثر تحمل شوری اتفاق افتاد.

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به حجم تبخیر و تعرق در تیمارهای مختلف شوری نشان داد که افزایش شوری باعث کاهش تبخیر شده است. تیمار ۷۵ درصد شوری با میانگین حجم ۲/۸۴ لیتر و تیمار ۲۵ درصد شوری با میانگین حجم ۳/۹۴ لیتر هر کدام به طور جداگانه در یک گروه قرار گرفتند و نسبت به تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ داشتند. در حالی که تیمار آب مقطر و ۵۰ درصد شوری به ترتیب با میانگین ۳/۹۴ و ۳/۶۳ لیتر نسبت به یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند و در یک گروه قرار گرفتند. وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار ۵۰ درصد شوری (۸۰/۶۷ گرم) نسبت به دو تیمار آب مقطر و ۷۵ درصد شوری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد از خود نشان داد و با تیمار ۲۵ درصد شوری تفاوت معنی‌داری نداشت. وزن خشک ریشه گیاه در تیمارهای مختلف از لحاظ معنی‌داری در دو گروه مختلف قرار گرفته است به طوری که تیمار ۵۰ درصد شوری با تیمار شوری ۲۵ و ۷۵ درصد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد از خود نشان نداده است ولی با تیمار

۴. بحث و نتیجه گیری

با افزایش شوری از صفر تا ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر میزان تبخیر و تعرق لایسیمترهای تحت کشت آتریپلکس کانسنس کاهش یافت به طوری که در تیمار آب مقطر بیشترین تغییرات حجم و به عبارتی بیشترین تبخیر و تعرق و در تیمار ۷۵ درصد شوری کمترین نوسان حجم تبخیر و تعرق مشاهده شد که بیانگر کاهش میزان تبخیر نسبت به سایر تیمارهای مورد آزمایش در این پژوهش بوده است. به عبارتی با افزایش میزان شوری در تیمارهای مختلف تبخیر و تعرق کاهش پیدا کرد که با نتایج [۲۴]، [۱۵]، [۱۷]، [۲۸] و [۲۱] مطابقت داشت. افزایش شوری باعث کاهش فشار اسمزی و انرژی آزاد آب شده و گیاه برای بدست آوردن مقدار مشخص آب باید انرژی بیشتری مصرف نماید، در نتیجه تعرق گیاهی و میزان مصرف آب کاهش می یابد. کاهش مصرف آب، استفاده از آب با کیفیت پایین تر و شوری بیشتر، بدون اینکه اثرات منفی در عملکرد گیاه داشته باشد، می تواند باعث صرفه جویی در مصرف آب و کاهش هزینه های عملیات اصلاح مراتع در سال اولیه استقرار گیاهان شود.

با افزایش میزان شوری از مقدار صفر به ۱۹/۶ دسی زیمنس بر متر وزن خشک اندام هوایی ۲۰/۱۳ درصد افزایش داشته است و با افزایش شوری به ۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر وزن خشک اندام هوایی ۱۸/۰۹ درصد افزایش داشته است که نسبت به تیمار آب مقطر ۴۱/۸۷ درصد افزایش عملکرد داشته است و در نهایت با اضافه کردن شوری تا ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر کاهش ۲۱/۳۷ درصدی در عملکرد وزن خشک اندام هوایی نسبت به تیمار ۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد که نشان می دهد با افزایش شوری تا یک حدی با توجه به شور پسند بودن این گیاه عملکرد وزن خشک اندام هوایی گیاه افزایش و سپس با افزایش شوری کاهش پیدا می کند که به سبب کاهش قابلیت جذب آب توسط گیاه می باشد. شوری آب آبیاری با افزایش مقدار املاح محلول در خاک باعث کاهش پتانسیل اسمزی و در نتیجه کاهش انرژی پتانسیل کل خاک

می شود و در نتیجه عملکرد گیاه کاهش پیدا می کند که با نتایج [۱۷]، [۶] و [۱] مطابقت دارد. گیاهان شورپسند برای رشد و نمو خود نیاز مبرم به کلرور سدیم دارند [۱۱]، اما قرارگیری طولانی مدت در معرض شوری بیش از حد تحمل گیاه در طول دوره رشد سبب افزایش تجمع شوری در برگ و پیری زودرس برگ می شود. در این شرایط سطح برگ گیاه به مقدار زیادی کاهش پیدا می کند و سبب کاهش توان فتوسنتزی گیاه می شود و در نتیجه میزان ماده خشک لندام هوایی گیاه کاهش می یابد. با افزایش میزان شوری از صفر به ۱۹/۶ دسی زیمنس بر متر وزن خشک ریشه گیاه ۱۰/۲ درصد افزایش رشد داشته و با افزایش بیشتر شوری به ۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر وزن خشک ریشه ۲۷ درصد افزایش را از خود نشان داده و به بیشترین مقدار خود رسیده است که نسبت به تیمار آب مقطر ۴۰ درصد افزایش داشته است و پس از آن با افزایش شوری تا ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر، وزن خشک ریشه ۱۷/۴۶ درصد کاهش را از خود نشان داده است. تراکم زیاد نمک باعث کاهش پتانسیل اسمزی و به تبع آن سبب کند شدن یا متوقف شدن طول ریشه و در نهایت، کاهش تولید ریشه می شود که باعث کاهش وزن خشک ریشه می گردد. سطوح بالای شوری سبب کاهش رشد بسیاری از گونه ها حتی گیاهان شورزری می گردد [۲۷]. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج [۱۵] و [۵] مبنی بر کاهش وزن خشک ریشه و عملکرد ریشه با افزایش شوری مطابقت دارد. ریشه گیاه وظیفه جذب مواد غذایی و آب را بر عهده دارد و تنش شوری عمدتاً از طریق ریشه به گیاه وارد می شود. بنابراین ریشه اولین اندامی است که در معرض شوری قرار می گیرد و با توجه به تنظیم اسمزی و مکانیزم هایی که در جهت مقابله با شوری انجام می دهد، مقدار زیادی از انرژی که دریافت می کند صرف مقابله با تنش شوری می شود که این عمل باعث کاهش کارایی ریشه در جذب عناصر و مواد غذایی برای رشد و انتقال آن به سایر اندام ها می شود که در نتیجه مجموع این عوامل ممکن است کاهش رشد ریشه را به دنبال داشته باشد. با

هوایی و همچنین، تنش آب که از آثار ثانویه تنش شوری می‌باشد باعث کاهش سریع تعداد برگ‌ها می‌گردد.

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش میزان شوری تبخیر و تعرق، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی گیاه، وزن تر و میزان تولید در تیمارهای مختلف شوری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد نشان دادند. افزایش شوری آب آبیاری درمورد گیاه شورپسند آتریپلکس کانسنس باعث کاهش تبخیر و تعرق شد و کمترین میزان تبخیر و تعرق در تیمار بیشترین شوری (۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر) بدست آمد. با افزایش شوری آب آبیاری، عملکرد آتریپلکس کانسنس تا تیمار ۵۰ درصد حداکثر تحمل شوری افزایش و پس از آن کاهش یافت. افزایش عملکرد گیاه در تیمار ۵۰ درصد حداکثر تحمل شوری باعث افزایش جزیی در مقدار تبخیر و تعرق این تیمار شد. از آنجا که آتریپلکس کانسنس یک گیاه شورپسند است، در تیمار ۷۵ درصد حداکثر تحمل شوری، با وجود کاهش تولید نسبت به تیمار ۵۰ درصد حداکثر تحمل شوری، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، وزن تر گیاه و تولید نسبت به تیمار آب مقطر افزایش یافت. بنابراین مناسب‌ترین سطح شوری آب آبیاری برای افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب آتریپلکس کانسنس در شرایط این پژوهش، تیمار ۵۰ درصد حداکثر تحمل شوری گیاه (۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر) می‌باشد.

نتایج این تحقیق در شرایط گلخانه‌ای بدست آمد به‌منظور حصول اطمینان بیشتر پیشنهاد می‌گردد اثر تنش شوری در سطوح مورد مطالعه در مراحل تولید قلمه در نهالستان و انتقال نهال‌ها به زمین اصلی موردبررسی قرار گیرد. با توجه به تأثیر بافت و ساختمان خاک در رشد گیاه و میزان تبخیر و تعرق پیشنهاد می‌گردد تا در پژوهش‌های آتی بسترهای مختلف کشت، چه از نظر بافت و ساختمان خاک و چه از نظر جنس بستر طبیعی یا مصنوعی (مانند کوکوپیت، پرلیت) به‌عنوان یکی از فاکتورهای آزمایشی تعریف گردیده و تأثیر آن بر فرآیند تبخیر و تعرق در دو محیط گلخانه و مزرعه مورد بررسی قرار گیرد.

افزایش میزان شوری از مقدار صفر به ۱۹/۶ دسی زیمنس بر متر، وزن تر اندام هوایی به همراه ریشه ۵۲/۳۱ درصد افزایش داشته است و با افزایش شوری به ۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر، ۱۲/۴ درصد افزایش را از خود نشان داده است که نسبت به تیمار آب مقطر ۷۱/۲۲ درصد افزایش عملکرد داشته است و در نهایت با اضافه کردن شوری آب تا ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر آب کاهش ۱۰/۱۳ درصدی در عملکرد وزن تر اندام هوایی به همراه ریشه مشاهده شد که نشان می‌دهد با افزایش شوری بیش از یک مقدار معین عملکرد وزن تر اندام هوایی به همراه ریشه کاهش پیدا می‌کند که با نتایج [۱۴] مطابقت دارد. با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود و در نتیجه با افزایش فشار اسمزی، رشد ریشه، سرعت رشد و رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد و در نتیجه وزن تر ریشه و اندام هوایی کاهش می‌یابد. با افزایش میزان شوری از مقدار صفر به ۱۹/۶ دسی زیمنس بر متر تولید گیاه آتریپلکس ۱۹۱/۷۷ درصد افزایش داشته است و با افزایش شوری از ۱۹/۶ به ۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر، ۲۵/۳ درصد افزایش را از خود نشان داده است که نسبت به تیمار آب مقطر ۲۶۵/۶ درصد (تقریباً ۳ برابر) افزایش عملکرد داشته است و در نهایت با افزایش شوری تا ۵۸/۸ دسی زیمنس بر متر، کاهش ۱۸/۶۸ درصدی را نسبت به تیمار ۳۹/۲ دسی زیمنس بر متر در تولید نهایی شاهد بودیم که نشان می‌دهد با افزایش شوری تا تیمار ۵۰ درصد تولید گیاه آتریپلکس افزایش می‌یابد و بعد از آن و اعمال شوری بیشتر با کاهش تولید مواجه می‌شویم که با نتایج [۲۸] و [۱۶] مطابقت دارد.

از معیارهای مهم برای انتخاب ارقام مقاوم به تنش شوری، اندازه‌گیری وزن اندام هوایی و وزن ریشه می‌باشد. سمیت یونی حاصل از افزایش عناصر مضر در تنش شوری در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاه اختلال ایجاد می‌نماید و ریشه گیاه و به تبع آن اندام هوایی به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، ریزش برگ‌ها برای دفع نمک باعث کاهش اندام

References

- [1] Al-Zubaidi, A. A. (2018). Effects of salinity stress on growth and yield of two varieties of eggplant under greenhouse conditions. *Research on Crops*, 19 (3), 436-440.
- [2] Arslan, H., Kiremit, S. M. and Güngör, A. (2018). Impacts of different water salinity levels on salt tolerance, water use, yield, and growth of chives (*Allium schoenoprasum*). *Soil Science and Plant Analysis*, 1-12. (DOI: 10.1080/00103624.2018.1526949).
- [3] Bao, A.K., Du, B.Q., Touil, L., Kang, P., Wang, Q.L. and Wang, S.M. (2016). Co-expression of tonoplast cation/H⁺ antiporter and H⁺-pyrophosphatase from xerophyte *Zygophyllum xanthoxylum* improves alfalfa plant growth under salinity, drought, and field conditions. *Plant Biotechnol journal*, 14, 964–75.
- [4] Belkheiri, O. and Mulas, M. (2013). The effects of salt stress on growth, water relations, and ion accumulation in two halophyte *Atriplex species*. *Environmental and Experimental Botany*, 86, 17-28.
- [5] Benjamin, S., Varun, M., Ogunkunle, C. and Paul, M. (2017). Growth and physiological responses of *Atriplex lentiformis* to variable levels of salinity. *International Journal of Botany Studies*, 5, 56-62.
- [6] Caliskan, O., Kurt, D., Ersin Temizel, K., and Serhat Odabas, M. (2017). Effect of salt stress and irrigation water on growth and development of sweet basil (*Ocimum basilicum* L). *Open Agriculture*, 2, 589–594
- [7] Flowers, T.J., Munns, R. and Colmer, T.D. (2015). Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. *Annals of Botany journal*, 115,419–31.
- [8] Flowers, T. J. and Colmer, T. D. (2008). Salinity tolerance in halophytes. *New Phytology*, 179, 945–963.
- [9] Glenn, E. P., Nelson, S. G., Ambrose, B., Martinez, R., Soliz, D., Pabendinskas, V. and Hultine, K. (2012). Comparison of salinity tolerance of three *Atriplex* spp. in well-watered and drying soils. *Environmental and Experimental Botany*, 83, 62-72.
- [10] Hao, G.Y., Lucero M. E., Sanderson, S.C., Zacharias, E.H. and Holbrook, N.M. (2013). Polyploidy enhances the occupation of heterogeneous environments through hydraulic related trade-offs in *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae). *New Phytology*, 197, 970–8.
- [11] Jafari. M. (2000). Saline soils in natural resources (Diagnosis and reclamation), Tehran University Press.
- [12] Kafi, M., Nabati, J., Khaninejad, S., Masomi, A. and Zare Mehrjerdi, M. (2012). Evaluation of characteristics forage in different *Kochia* (*Kochia scoparia*) ecotypes in tow salinity levels irrigation. *Crop production*, 4(1), 229-240.
- [13] Kalaji, H. M., Jajoo, A., Oukarroum, A., Brestic, M., Zivcak, M. and Samborska, I. A. (2016). Chlorophyll a fluorescence as a tool to monitor physiological status of plants under abiotic stress conditions. *Acta physiol plant journal*. 38(102), 1-11.
- [14] Khodahami, Gh., Zandi Isfahan, E. and Assareh, M.H. (2014). Salinity tolerance of *Atriplex leucoclada* under greenhouse condition and natural habitats of Fars province. *Iranian journal of rangeland and desert research*, 2(21), 274-282.
- [15] 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 Horticulturae*, 201, 211-217.
- [16] Lum, T.D. and Barton, K.E. (2019). Ontogenetic variation in salinity tolerance and ecophysiology of coastal dune plants. *Annals of botany*, (3), 215–227.
- [17] Mahjoor, F., Ghaemi, A. A. and Golabi, M. H. (2016). Interaction effects of water salinity and hydroponic growth medium on eggplant yield, water-use efficiency, and evapotranspiration. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(2), 99-107.
- [18] Mosaedi, A. and Ghabaei Sough, M. (2013). Evaluation of different empirical equations of the estimation of reference crop evapotranspiration in different conditions lacking measured meteorological parameters in some climatic regions of Iran. *Journal of water and soil conservation, (Journal of agricultural and natural resources)*, 20(3), 27-50.

- [19] Norman, H.C., Wilmot, M.G., Thomas, D.T., Barrett Lennard, E.G. and Masters, D.G. (2010). Sheep production, plant growth and nutritive value of a saltbush-based pasture system subject to rotational grazing or set stocking. *Small Ruminant Research Journal*, 91, 103-109.
- [20] Pan, Y.Q., Guo, H., Wang, S.M., Zhao, B.Y., Zhang, J.L., Ma, Q., Yin, H.J. and Bao, A.K. (2016). The photosynthesis, Na^+/K^+ homeostasis and osmotic adjustment of *Atriplex canescens* in response to salinity. *Frontiers in Plant Science*, 7(848), 1-14.
- [21] Qiu, R., Liu, C., Wang, Z., Yang, Z. and Jing, Y. (2017). Effects of irrigation water salinity on evapotranspiration modified by leaching fractions in hot pepper plants. *Scientific Reports*, 7(7231), 1-11.
- [22] Rad, M.H. (2018). Water requirement of some forest species used for afforestation in arid and semi-arid regions. *Iran Nature*, 3(4), 40-47.
- [23] Ramos, J., Lopez, M.J. and Benlloch, M. (2004). Effect of NaCl and KCl salts on the growth and solute accumulation of the halophyte *Atriplex nummularia*. *Plant Soil*, 259, 163-168.
- [24] Saeidi, R., Sotoodehnia, A., Ramezani Etedali, H., Kaviani, A. and Nazari, B. (2018). Study of effect of water salinity and soil fertility stresses on evapotranspiration of Maize. *Iranian journal of soil and water research*, 49(4), 945-954.
- [25] Shabala S. 2013. Learning from halophytes, physiological basis and strategies to improve abiotic stress tolerance in crops. *Annals of Botany*, 112, 1209–21.
- [26] Shirmohammadi Aliakbarkhani, Z., Saberli, S.F. and Kouhi, M. (2021). Evaluation of Different Methods of Calculating the Potential Evapotranspiration at the Annual Timescale in the Northeast of Iran. *Journal of Watershed Management Research*, 11(22), 199- 209.
- [27] Tarchoune, I., Kaddour, R., Lachaa, M. and Ouerghi, Z. (2012). Effects of NaCl or Na_2SO_4 salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Journal of Acta Physiol Plant*, 34, 607–615.
- [28] Unlükara, A., Yurtyeri, T., and Cemek, B. (2017). Effects of irrigation water salinity on evapotranspiration and spinach (*Spinacia oleracea* L. Matador) plant parameters in greenhouse indoor and outdoor conditions. *Agronomy Research*, 15(5), 2183–2194.

Effect of different levels of water salinity on evapotranspiration and yield of *Atriplex canescens* under lysimetric conditions

- ❖ **Morteza Shahnori**; MSc. Watershed management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Torbat Heydarieh, Iran.
- ❖ **Maryam Azarakhshi***; Assistant professor, Department of Nature Engineering and Medicinal Plant, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Torbat Heydarieh, Iran.
- ❖ **Mehdi Bashiri**; Assistant professor, Department of Nature Engineering and Medicinal Plant, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Torbat Heydarieh, Iran.
- ❖ **Hasan Rezaee Moghadam**; PhD. Student of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Abstract

Evapotranspiration as an important component of the hydrological cycle plays a major role in the study of water balance in watersheds. The purpose of present research was to investigate the response of *Atriplex Canescens* to different levels of water salinity and the effect of irrigation water salinity levels on actual evapotranspiration under lysimetric conditions. For this purpose, four treatments inclusive 0, 25%, 50%, and 75% of maximum salinity tolerance of *Atriplex Canescens* with 3 replications were considered which equal as zero, 19.6, 39.2, and 58.8 ds/m of Sodium Chloride. The lysimeters were placed in greenhouse and two *Atriplex Canescens* shrubs were cultivated in per lysimeter. 5 liters of water with mentioned salinities were added to each lysimeter every two weeks. During the vegetative period of the plant, from 6th March to 15th of August of 2019, the measurement of evapotranspiration was done by weighing the lysimeters at intervals of one week. After the end of the experiments, the weights of shoots and roots of each treatment were measured in wet and dry situation. The results showed that evapotranspiration decreased from 3.94 to 2.84 liters with increasing salinity of irrigation water from zero to 58.8 ds/m, and there was a significant difference between control and 58.8 ds/m salinity treatments at 5% level. By increasing salinity from 0 to 19.6, 39.2 and 58.8 ds/m, the dry weight of shoots increased compared to control treatment 20.13%, 41.87% and 11.55% respectively. Therefore, with the conditions of the present research, *Atriplex Canescens* was produced the highest amount of dry shoot in 39.2 ds/m salinity.

Key words: dry weigh, greenhouse, lysimeter, roots weight, yield.

