ارزیابی دو گونهٔ علفی آلوروپوس در کاهش شوری خاک و احیای اراضی شور

سیدعلی‌محمد میرمحمدی‌میبدی[۱]، علیرضا امینی[۲] و سیدجمال‌الدین خواجه‌الدین[۳]

چکیده

در این پژوهش پتانسیل دو گونهٔ علفی متحمل به شوری به نام‌های چمن شور ساحلی یا برت (Aeluropus littoralis) و چمن شور پاگربه‌ای یا بونو(A. lagopoides) در کاهش شوری خاک بررسی شد. بذرهای تودهٔ بومی دو گونهٔ جمع‌آوری‌شده از منطقهٔ رودشت اصفهان، در چهار خاک تهیه شده از رویشگاه‌های آنها با درجات مختلف شوری، در سه تکرار در گلخانه کشت شد. هدایت الکتریکی خاک تیمارهای مورد استفاده ۱۲/٤، ۲۹/۵، ٤۳/۰ و ٦۹/۰ دسی‌زیمنس بر متر بود.

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که دو گونهٔ مورد بررسی از لحاظ وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، سدیم ذخیره‌ای کل وزن خشک اندام هوایی و نسبت پتاسیم به سدیم، اختلاف معنی‌داری داشتند. هر دو گونه به طور معنی‌داری هدایت الکتریکی خاک را کاهش دادند. محدودهٔ کاهش هدایت الکتریکی خاک از ۲۳ تا ٤۲/۵ درصد بر حسب هدایت الکتریکی اولیهٔ خاک متغیر بود. این کاهش شوری به طور عمده ناشی از جذب یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم از خاک بود. بخش قابل توجهی از مقدار عناصر جذب شده در غدد نمکی گونه‌های مورد بررسی، به ویژه گونه A. lagopoides، به خارج از گیاه ترشح شده بود. با توجه به ترشح بیشتر از ۵۰ درصد نمک از بیشتر خاک‌ها، انتظار می‌رود بتوان با کاشت و برداشت این گیاهان از طریق چرا یا دست، شوری خاک را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: *شوری، آلوروپوس، اصلاح خاک‌های شور، هالوفیت*

۱. دانشیار اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. پژوهشگر تحقیقات منابع طبیعی استان یزد
۳. دانشیار مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

مقدمه

سطح زیادی از ۹۵۰ میلیون هکتار اراضی شور کرهٔ زمین، در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. هر ساله بالغ بر ۱۰ میلیون هکتار (۱۱ و ۱۵) بر سطح این اراضی افزوده می‌شود، به گونه‌ای که نیمی از کل ۳۰۰ میلیون هکتار زمین‌های کشاورزی، با مشکل شوری ثانویه، قلیاییت و ماندابی شدن رو به رو هستند (۱۱). پدیدهٔ شور شدن اراضی، افزون بر نابود کردن پوشش گیاهی و کاهش تولید گیاه، عامل مهم تخریب منابع طبیعی (۱٦) و فرایند بیابان‌زایی است (۹).

امروزه سه راه‌کار عمده مشتمل بر شست‌شوی نمک از سطح خاک و انتقال به ناحیه‌ای پایین‌تر از منطقهٔ ریشهٔ گیاهان (٦)، افزایش پایداری گیاهان در برابر شوری خاک از طریق به‌نژادی (۱۱)، و استفاده از گیاهان بومی مناطق شور (۲٦) برای رویارویی با مشکل شوری بیش از حد خاک، وجود دارد. پژوهندگان در اصلاح و بهره‌برداری از خاک‌های شور به راهکار سوم بیشتر توجه کرده‌اند. دلیل این امر احتمالاً ایجاد نوعی رابطه هم‌زیستی با شرایط خاص اکوسیستم‌های مناطق خشک است، تا با کمترین دخالت در محیط، حداکثر استفاده از این مناطق به عمل آید.

استفادهٔ اقتصادی از مجموعهٔ گیاهان مقاوم به شوری در دنیا (حدود ۱٥٦۰ گونه) مانند کشت و به‌کارگیری گونه‌های مقاوم کالارگراس *(Leptochloa fusca)* و پوکسینلیا (*Puccinelia chinampoeniss*) به عنوان نمونه شایان ذکر است. گیاه آلوروپوس از گونه‌های شورروی (هالوفیت) بومی ایران، می‌تواند در خاک‌های با هدایت الکتریکی (EC) ۱۷/۵ تا ٦۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر (دسی‌زیمنس بر متر) رشد کند (۱). این گیاه همانند کالارگراس، نمک خاک را جذب کرده، از میان سیستم سلولی خود به سمت بالا انتقال می‌دهد و سرانجام از طریق برگ‌های خود، که دارای تارهای نمکی(Microhairs) هستند، به بیرون از گیاه ترشح می‌کند (۱، ۲ و ۱٤). چنین سیستمی باعث شده است که پژوهندگان بتوانند از طریق کاشت کالارگراس در سطح گسترده و برداشت آن از عرصه، در کاهش اراضی ماندابی جلگه سند پاکستان (۱٤ و ۱۸) و هند (۳) موفق گردند. از سیستم مشابهی در اصلاح اراضی شور چین (۲٦) استفاده شده است. سندهو و مالیک (۲۷) در گزارشی استفاده از کالارگراس را در اصلاح اراضی شور توصیه کرده‌اند.

امکان استفاده از چنین راه‌کاری، با به‌کارگیری گیاه آلوروپوس برای احیای اراضی شور وجود دارد. گیاه آلوروپوس از گیاهان پایا از خانواده گندمیان است، که ۱۵۰ هزار هکتار از اراضی شور و قلیایی شمال گرگان (۱) و بخش اعظمی از منطقه شور رودشت اصفهان (۷) را پوشش داده است.

بررسی توان بالقوه گونه‌های مرتعی لیتورالیس *(Littoralis)* و لاگوپوییدز*(Lagopoides)*، که در اکوسیستم منطقهٔ رودشت اصفهان به طور طبیعی وجود دارند، در اصلاح بیولوژیک خاک‌های شور و کاهش شوری خاک، اهداف این پژوهش را تشکیل می‌دهند.

مواد و روش‌ها

اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی

بذرهای توده‌ای از گیاهان مرتعی چمن شور ساحلی یا برت (*A. littoralis*) و چمن شور پاگربه‌ای یا بونو (*A. lagopoides*) در سال ۱۳۷۸ از منطقهٔ رودشت اصفهان جمع‌آوری شد. شماری از بذرهای این گیاهان در آزمایشگاه پس از قرار دادن در کیسهٔ توری به مدت ۳۰ ثانیه در محلول هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شد. سپس با آب مقطر کاملاً شسته و تعداد ۲۰ بذر سالم هر یک از گونه‌ها انتخاب و به ظروف پتری روی کاغذ صافی واتمن (Wathman) منتقل گردید. محلول‌های شوری با غلظت‌های صفر، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱ درصد نمک طعام تهیه شده و ۵ میلی‌لیتر محلول شور در هر ظرف پتری استفاده شد. سپس ظروف پتری به مدت ۱۵ روز در دستگاه انکوباتور مدل اریت ٤۳۳۰ (EHRET KBK 4330) در دماهای متناوب ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد روز و ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد شب، به ترتیب با ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار داده شد.

جوانه‌زنی بر اساس خروج ریشه‌چه به طول سه میلی‌متر تعریف شد. میانگین درصد جوانه‌زنی از رابطهٔ شمار بذرهای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

جوانه‌زده به شمار کل بذرها محاسبه شد. شاخص سرعت جوانه‌زنی از روش جورج (۱۲) و طبق رابطه زیر تعیین شد:

شاخص سرعت جوانه‌زنی

$$= nd_3 + 0.75nd_6 + 0.5nd_9 + 0.22nd_{12}$$

که در آن nd_3، nd_6، nd_9 و nd_{12} به ترتیب شمار بذرهای جوانه زده در روزهای ۳، ٦، ۹ و ۱۲ پس از اعمال تیمار شوری هستند. دورهٔ آزمایش برای اجرای کامل ١٤ روز بود. ضریب آلومتری وزنی طبق تعریف از نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک بخش هوایی (۲۸) محاسبه شد.

کشت گیاهان در گلخانه

به منظور آماده‌سازی بستر کشت، چهار خاک با شوری‌های متفاوت از رویشگاه طبیعی گونه‌های مورد بررسی برداشت شد. هر خاک به طور جداگانه کوبیده شد، و پس از همگن کردن آنها به نسبت وزنی ۱:۱ با ماسهٔ شسته مخلوط گردید تا نفوذپذیری آب و هوا بیشتر و از سله بستن سطح خاک جلوگیری شود. مشخصات نهایی خاک‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

شماری از بذرهای هریک از این توده‌ها در گلدان‌هایی به قطر ۳۰ سانتی‌متر حاوی خاک کمپوست کشت و نهال‌ها تولید شد. گونه‌های لیتورالیس و لاگوپوییدز به روش کشت گلدانی کشت گردید. برخی از آنها که از نظر وضعیت رشدی با هم مشابه بودند و حداقل دارای ۱۰ سانتی‌متر ارتفاع بودند، انتخاب و به گلدان‌های پلاستیکی حاوی ۲۳۰۰ گرم از خاک‌های شور چهارگانه انتقال داده شدند. گلدان‌ها در گلخانهٔ پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان در برابر روشنایی طبیعی با میانگین دمای ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده، طی ۲۵۰ روز با آب مقطر آبیاری شدند. زه‌آب خروجی از هر گلدان که در ظروف زیرگلدانی جمع شد مجدداً با آب مقطر به درون گلدان مربوطه بازشویی شد. هم‌چنین، برای تعیین کاهش شوری خاک در اثر جذب و ترشح املاح به وسیله گیاه، نمک ترشح شده توسط غدد نمکی روی برگ‌ها به کمک آب مقطر به درون لیوان شسته شد.

اندازه‌گیری تغییرات شوری

پس از پایان دورهٔ رشد گونه‌ها (۲۵۰ روز) میزان غلظت‌های سدیم و پتاسیم ذخیره‌ای در کل وزن خشک اندام هوایی (عملکرد ذخیره)، و نیز برحسب واحد وزن خشک هوایی در دو گونهٔ لیتورالیس و لاگوپوییدز تعیین گردید. کاهش شوری و املاح خاک پس از دورهٔ رشد در نتیجهٔ جذب عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم توسط گونه‌های مورد بررسی در هر یک از چهار خاک شور و یا ترشح به وسیله غدد نمکی برگ‌های آنان بر اساس میزان ترشح عناصر از رابطه A=B-C-D محاسبه شد. در این رابطه A میزان ترشح عناصر، B میزان عنصر در خاک پیش از کشت گیاه، C میزان عنصر در خاک پس از دورهٔ رشد و D میزان عنصر ذخیره شده در اندام هوایی و ریشهٔ گیاه است.

در پایان دورهٔ رشد و در هنگام گل‌رفتن گیاهان، اندام هوایی و ریشه‌ها از هر گلدان برداشت شد و میزان عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم آنها تعیین گردید. املاح سطحی هر قسمت کاملاً با آب مقطر شسته، و میزان ترشح عناصر اندازه‌گیری شد. میزان عناصر سدیم و پتاسیم این محلول به وسیله دستگاه فتومتر شعله‌ای مدل کورنینگ ٤١٠ (Corning 410) و عناصر کلسیم و منیزیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل ۳۰۳۰ (Perkin Elmer 3030) بر حسب میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد. نمونه‌های گیاهی شسته شده، خشک و آسیاب شدند. سپس یک گرم از مادهٔ خشک به ظروف چینی منتقل و به مدت شش ساعت در دمای ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد (۱۷). کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم، و منیزیم به روش میلر و کینی (۲۰) تعیین شد.

برای تعیین شوری و عناصر خاک گلدان‌ها پس ازدورهٔ رشد، نخست خاک هر گلدان در هوا خشک و سپس کاملاً مخلوط گردید. آن گاه نمونه‌ای از خاک همگن شدهٔ هر گلدان برداشت و عصارهٔ اشباع آن تهیه شد. سپس هدایت الکتریکی و میزان عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم عصاره تعیین شد (۲۰).

تجزیه و تحلیل آماری

طرح آزمایش در هر دو بررسی جوانه‌زنی و گلخانه‌ای، آزمایش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

جدول ۱. ویژگی‌های چهار خاک مورد استفاده در کشت گلدانی

شمارهٔ خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	سدیم[1] (کیلوگرم/میلی‌گرم)	پتاسیم (کیلوگرم/میلی‌گرم)	کلسیم (کیلوگرم/میلی‌گرم)	منیزیم (کیلوگرم/میلی‌گرم)	SAR
۱	۱۲/٤	۷۹۵۵/۰	۱۳۳۸۱/۷	۲۳۵۹/۳	۲٦۵/٦	٤۲/۰
۲	۲۹/۵	۱۲٤۷۹/۷	۲۱۸۹۹/۵	۳۱۲۵/۰	۳۷۵/۰	۵۷/۰
۳	٤۳/۰	۱۵۵۹۳/٦	۱٤٦۵۸/۸	۳۲٦۵/٦	۳۷۵/۰	٦۹/۸
٤	٦۹/۰	۲۲۱۳۰/۹	۱۹۸۹٦/۹	۳۲٤۰/٦	۷۱۸/۸	۹۳/۷

۱. کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم، به صورت محلول در عصارهٔ اشباع اندازه‌گیری شده است.

فاکتوریل با دو فاکتور، فاکتور اول دو گونه و فاکتور دوم پنج تیمار شوری با پنج تکرار برای بررسی اول و سه تکرار برای بررسی دوم در چارچوب طرح کاملاً تصادفی بود. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسهٔ میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTATC انجام شد.

نتایج

اثر شوری بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی

تیمارهای مختلف نمک باعث ایجاد تفاوت‌های معنی‌دار در سطح یک درصد در شاخص‌های سرعت و درصد جوانه‌زنی شدند. از سطح صفر تا ۰/۳ درصد نمک طعام، کاهش درصد جوانه‌زنی برای دو نمونهٔ آلوروپوس انتخاب شده بسیار کم بود، به‌گونه‌ای که کاهشی برابر ۰/۲ درصد مشاهده شد (شکل ۱). بیشترین میانگین و درصد سرعت جوانه‌زنی به ترتیب برابر ۰/۹۳ و ۵/۲ در تیمار آب مقطر بود.

اثر شوری بر رشد در شرایط گلخانه‌ای

تجزیهٔ واریانس صفات میانگین وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و ضریب آلومتری وزنی نشان داد که در سطح احتمال یک درصد شوری خاک بر صفات مذکور اثر معنی‌دار دارد. در آزمایش گلخانه‌ای، میانگین وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و ضریب آلومتری وزنی با افزایش هدایت الکتریکی و SAR به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود (جدول ۲). بین گونه‌های لیتورالیس و لاگوپوییدز نیز از نظر صفات وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه در سطح احتمال پنج درصد، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۳)، به طوری که وزن خشک اندام هوایی و ریشهٔ گونه لیتورالیس بیشتر از لاگوپوییدز بود.

تفاوت میانگین‌های وزن خشک اندام هوایی در سطوح مختلف، در مقایسه با صفات وزن خشک ریشه و ضریب آلومتری وزنی محسوس‌تر بود، به طوری که از لحاظ آماری، بجز تیمارها با شاهد، بین همین صفات در سایر شوری‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر این دو صفت مشاهده نشد. بر اساس نتایج جدول ۲، میانگین وزن خشک اندام هوایی گیاهان گونه لیتورالیس در خاکی با شوری ٦۹ دسی‌زیمنس بر متر و SAR=۹۳/۷، ۵۰ درصد نسبت به خاکی که دارای شوری ۱۲/٤ دسی‌زیمنس بر متر و SAR =٤۲ (تیمار شاهد) بود، کاهش نشان داد. محدوده شوری مذکور را می‌توان آستانهٔ مقاومت گیاه فوق، طبق شاخص درجه‌ای از شوری که باعث کاهش ۵۰ درصد عملکرد گیاه تحت تنش شوری می‌شود بیان کرد.

اثر شوری بر میزان غلظت کاتیون‌های برگ و ریشه گیاه در شرایط گلخانه‌ای

میزان غلظت‌های سدیم و پتاسیم ذخیره‌ای در کل وزن خشک اندام هوایی (عملکرد ذخیره)، و هم‌چنین بر حسب واحد وزن خشک هوایی در دو گونهٔ لیتورالیس و لاگوپوییدز پس از پایان

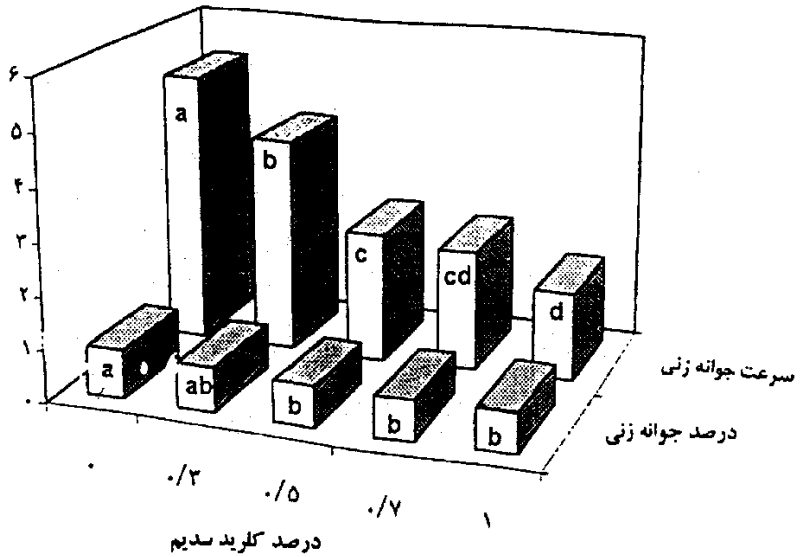
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین‌های وزن خشک اندام هوایی، ریشه و ضریب آلومتری وزنی در خاک‌های با شوری متفاوت

صفت	خاک			
	۱	۲	۳	٤
وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)	٦/٤٠ a	٥/٥٥ a	٤/٢٦ bc	٣/٢١ c
وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)	٤/١٠ a	١/٥٢ b	١/٤١ b	٠/٨٨ b
ضریب آلومتری وزنی	١/٠٥ a	٠/٩٣ b	٠/٨٩ b	٠/٨٨ b

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال یک درصد مقایسه شده‌اند، و در هر ردیف تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند معنی‌دار نیست.



شکل ۱. مقایسهٔ میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی در سطوح مختلف نمک طعام

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

دورهٔ رشد در جدول ۳ ارائه شده است. گونهٔ لاگوپوییدز در مقایسه با گونهٔ لیتورالیس مقدار بیشتری سدیم در اندام‌های خود ذخیره نمود. هم‌چنین، از نظر سایرصفات، مانند پتاسیم ذخیره‌ای در واحد وزن خشک هوایی، پتاسیم ذخیره‌ای در واحد وزن خشک ریشه، نسبت پتاسیم به سدیم ذخیره‌ای در واحد وزن خشک اندام هوایی و نسبت پتاسیم به سدیم ذخیره‌ای در کل وزن خشک ریشه، گونه لاگوپوییدز در مقایسه با لیتورالیس برتر بود. افزایش میزان این دو عنصر در محلول خاک باعث ایجاد مقدار بیشتر این عناصر در گونه‌های مورد آزمایش شد. میزان تجمع یونی در ساقهٔ این دو گونه بیشتر از ریشه بود.

داده‌های به دست آمده از میزان هدایت الکتریکی، میزان عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول تمامی خاک‌ها در پایان دوره رشد گونه‌ها نشان داد که همهٔ گونه‌ها باعث کاهش کلی غلظت سدیم و پتاسیم خاک تحت رویش خود شده و کاهش شوری خاک را به همراه داشتند. میزان کاهش محتوای یونی این دو گونه نه تنها درسطح احتمال یک درصد دارای تفاوت معنی‌دار بود، بلکه هر دو گونه باعث کاهش معنی‌دار محتوای یونی خاک شدند (جدول ٤). مقدار کاهش صفات مذکور و نیز سهم دو عامل ترشح از گیاه (به وسیله غدد نمکی) و ذخیرهٔ عناصر در اندام‌های گیاه که باعث این کاهش شده در جدول ٤ نشان داده شده است. طبق این جدول بخش عمدهٔ کاهش عناصر در خاک‌ها ناشی از جذب عناصر به وسیله گیاه و خروج آن از راه ترشح توسط غدد نمکی بوده است.

داده‌ها نشان می‌دهند که مقدار عناصر جذب شده در گیاه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

جدول۳. میانگین صفات در دو گونهٔ مورد بررسی

صفت	*A. littoralis*	*A. lagopoides*
وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان)	۵/۸۶ [a]	۳/۸۶ [b]
وزن خشک ریشه (گرم در گلدان)	۲/۵۷ [a]	۱/۳۹ [b]
سدیم ذخیره‌ای در کل وزن خشک اندام هوایی	۵۶۳/۰ [a]	۳۴۴/۲ [b]
سدیم ذخیره‌ای در واحد وزن خشک اندام هوایی (گرم بر کیلوگرم)	۸۶/۵ [b]	۱۴۰/۶ [a]
پتاسیم ذخیره‌ای در واحد وزن خشک ریشه (گرم بر کیلوگرم)	۴۸/۱ [b]	۱۱۵/۰ [a]
نسبت پتاسیم به سدیم ذخیره‌ای در واحد وزن اندام هوایی	۰/۹۳ [b]	۱/۲۵ [a]
نسبت پتاسیم به سدیم ذخیره‌ای در کل وزن خشک اندام هوایی	۱/۱۸ [b]	۱/۴۴ [a]
مقدار ترشح سدیم (میلی‌گرم بر کل وزن خشک اندام هوایی در ۲۵۰ روز)	۱۶۶۹۳ [b]	۱۸۷۹۰ [a]

میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد برای مقدار ترشح سدیم و در سطح احتمال یک درصد برای بقیه صفات مقایسه شده‌اند، و در هر ردیف تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند معنی‌دار نیست.

جدول ٤. میزان کاهش هدایت الکتریکی و کاتیون‌های خاک‌ها نسبت به مقادیر اولیه پس از دورهٔ رشد گونه‌ها

	خاک‌های مورد آزمایش			
	۱	۲	۳	٤
درصد کاهش هدایت الکتریکی	۲۸	۲۳	۳۳	٤۲/۵
درصد کاهش سدیم	۷۷	۵٦/۸	٤۹	٤۹/۸
ناشی از ترشح از گیاه	۷۳/۹	۵٤/۰۲	٤٦/۹۲	٤۹/۱۵
ناشی از ذخیره در گیاه (اندام هوایی + ریشه)	۳/۱	۲/۷۸	۲/۰۸	۰/٦۸
درصد کاهش پتاسیم	٤٦/۷	۲۵/۳	۳۹/۲	٤۰/۱
ناشی از ترشح از گیاه	٤٤/۲٤	۲۳/۹٦	۳٦/۹۸	۳۹/۳۳
ناشی از ذخیره در گیاه	۲/٤٦	۱/۳٤	۲/۲۲	۰/۷۷
درصد کاهش منیزیم	۸٦/٤	۵۸/۲	۵٤/۰	۹٦/٤
ناشی از ترشح از گیاه	۸۲/۸۸	۵۷/۵۱	۵۳/۲۷	۹٦/۲۰
ناشی از ذخیره در گیاه	۳/۵۲	۰/٦۹	۰/۷۳	۰/۲۱
درصد کاهش کلسیم	۹۳/٤	۸۹/۲	۸۸/۰	۸۷/۰
ناشی از ترشح از گیاه	۹۱/۹٦	۸۸/۹۲	۸۷/٦٦	۸٦/۸۳
ناشی از ذخیره در گیاه	۱/٤٤	۰/۲۸	۰/۳٤	۰/۱۷

نسبت به مقادیر اولیهٔ آن در خاک ناچیز است. با این حال، درصد مقدار جذب دو عنصر سدیم و پتاسیم قابل توجه بود (جدول ۵). نتایج تجزیهٔ واریانس نشان داد که دو گونهٔ مورد بررسی، فقط در میزان ترشح سدیم اختلاف معنی‌داری در سطح یک

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

درصد داشته و گونهٔ لاگوپوییدز، سدیم بیشتری از گونهٔ لیتورالیس ترشح می‌کند. مقایسهٔ میانگین صفات مذکور نشان داد که در گونهٔ لاگوپوییدز میزان ترشح عناصر سدیم و کلسیم به ترتیب برابر با ٤/٨٧ و ١/٦٠، و در گونهٔ لیتورالیس برابر با ٢/٨٥ و ١/٠٣ گرم به ازای یک گرم وزن خشک اندام هوایی در ٢٥٠ روز بوده است.

بحث

نتایج آزمایش جوانه‌زنی نشان داد که افزودن غلظت کلرید سدیم در محیط جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های لیتورالیس و لاگوپوییدز باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی شد. کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر افزایش شوری در بیشتر گیاهان مقاوم به شوری گزارش شده است (٨، ١٣ و ٢١). شوری‌های تا ٣٥ درصد آب دریا در بسیاری از گیاهان مقاوم به شوری مناطق ساحلی نظیر داکوس *(Daucus carota)*، اینولا *(Inula crithmoides)* و اسپرگولاریا *(Spergularia rupicola)* باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شده است. با این حال، جوانه‌زنی بیشتر گونه‌ها در ٧٥ درصد شوری آب دریا به صفر می‌رسد (٢٢). گونه‌های مورد بررسی در این آزمایش همانند دیگر گیاهان مقاوم به شوری معروف نظیر سالیکورنیا *(Salicornia herbaceae)*، سوده (*Suaeda maritima*) و آستر *(Aster trifolium)* حداکثر جوانه‌زنی خود را در آب مقطر انجام دادند (٢٨).

بر پایهٔ معیار درجه‌ای از شوری (٥) که باعث ٥٠ درصد کاهش محصول گیاه تحت تنش شوری نسبت به تیمار شاهد می‌گردد، و با توجه به کاهش ٥٠ درصدی میانگین وزن خشک اندام هوایی گونه لیتورالیس در خاکی باشوری ٦٩ دسی‌زیمنس بر متر و SAR=٩٣/٧ ، نسبت به تیمار شاهد، می‌توان این سطح شوری را به عنوان آستانهٔ مقاومت این گونهٔ سازگار به منطقهٔ رودشت دانست، که احتمالاً با توان سازش‌پذیری بسیار زیاد این گونه مرتبط است. نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که این گونه (٢٨) و گونه‌های مشابه دارای غده نمکی (٢ و ٢٣) انرژی متابولیکی زیادی را برای ترشح عناصر و ماندگاری در شرایط شور صرف کرده و باعث کاهش هدایت الکتریکی و عناصر کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم خاک می‌شوند. نتایج این آزمایش با یافته‌های ابرسجی (١) در منطقه گرگان هم‌خوانی دارد.

وجود تفاوت معنی‌دار بین دو گونه مورد بررسی (سطح احتمال یک درصد)، از لحاظ میزان سدیم ذخیره‌ای در کل وزن خشک اندام هوایی و ذخیرهٔ بیشتر سدیم در کل وزن خشک اندام هوایی لیتورالیس از یک سو، و نبود اختلاف معنی‌دار در میزان سدیم ذخیره‌ای واحد وزن خشک اندام هوایی هر دو گونه از سوی دیگر، گویای تفاوت در وزن خشک هوایی دو گونه است، به طوری که جذب بیشتر سدیم در گونه لیتورالیس را باید به تولید مادهٔ خشک بیشتر آن مربوط دانست، که باعث افزایش عملکرد ذخیرهٔ سدیم شده است. در مورد جذب عنصر پتاسیم، وضعیت کاملاً بر عکس بود. بیشتر بودن میزان جذب و مشاهده آن در داده‌های مربوط به میزان ذخیرهٔ این عنصر در واحد وزن خشک اندام هوایی و ریشهٔ لاگوپوییدز نسبت به گونهٔ لیتورالیس را احتمالاً باید ناشی از جذب انتخابی این عنصر به وسیلهٔ گونه لاگوپوییدز دانست.

نسبت پتاسیم به سدیم ذخیره‌ای در واحد وزن خشک اندام هوایی و ریشهٔ لاگوپوییدز بیش از لیتورالیس بود. بزرگ بودن نسبت پتاسیم به سدیم در عصارهٔ سلولی، یکی از مکانیزم‌های سازش‌پذیری گیاهان نسبت به شوری و قلیاییت خاک بوده که به دلیل جذب و انتقال انتخابی پتاسیم در سلول‌های ریشه می‌باشد (١٠، ١٩ و ٢٤). بررسی ارقام حساس و مقاوم به شوری گندم نیز مشخص کرد که رقم مقاوم در برابر ارقام حساس، دارای نسبت پتاسیم به سدیم بیشتری در اندام هوایی است (٤).

وضعیت خاک‌ها پس از دورهٔ رشد گیاهان نشان‌دهندهٔ کاهش چشم‌گیر میزان هدایت الکتریکی و عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم بود. اگرچه بخش عمدهٔ این کاهش به دلیل ترشح عناصر از غدد نمکی بوده است، ولی غلظت قابل توجهی از یون‌های سدیم و پتاسیم در اندام هوایی و ریشهٔ گونه‌های مورد بررسی وجود داشت که از دوجنبه حایز اهمیت است. از یک سو، با کاشت و برداشت گسترده و مداوم این گونه‌های مقاوم در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

جدول ۵. درصد یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مادهٔ خشک اندام هوایی و ریشه

عنصر	*A. littoralis*		*A. lagopoides*	
	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه
سدیم	۹/۸	۸/۰٦	۸/۹	١٤/١٧
پتاسیم	۸/٦ [b]	٤/٨١ [b]	١٤/٠٦ [a]	١١/٤٩ [a]
کلسیم	۰/۰۸	١/٤٣	۰/۰۹	١/٤٥
منیزیم	۰/۰۰۲	۰/۳۹	۰/۰۰١	۰/٤٩

مقایسهٔ میانگین‌های درصد پتاسیم در اندام هوایی و ریشه دو گونه با آزمون دانکن و در سطح احتمال یک درصد صورت گرفته است.

اراضی شور، می‌توان انتظار داشت که پس از مدتی از میزان املاح خاک کاسته شده و کیفیت خاک، برای کاشت محصولات زراعی یا علوفه‌ای حساس‌تر به شوری، بهبود یابد. چنین برنامه‌ای در کشور چین، با به‌کارگیری گونهٔ شورپسند *Puccinellia chinampoensis* به اجرا در آمده و نتایج موفقیت‌آمیزی در پی داشته است (٢٦). از سوی دیگر، با توجه به این که وجود مقدار نسبتاً زیاد برخی املاح از جمله سدیم، در علوفهٔ چراگاه‌ها برای حیوانات مناسب تشخیص داده شده است، کاشت چنین گونه‌های مرتعی در تأمین علوفه و املاح مورد نیاز دام نقش مهمی خواهد داشت (۹).

پیشنهاد می‌شود با توجه به هزینه‌بر بودن عملیات مهندسی و مشکلات کاربردی و مدیریت آن، از دو گونهٔ بررسی شده در این پژوهش، که بخشی از فلور منطقهٔ جغرافیایی رودشت است، استفاده کرده و طی آزمایشی، به‌کارگیری این دو گونه در شرایط عرصه رودشت ارزیابی شود تا امکان تعمیم نتایج گلخانه‌ای به عرصه فراهم گردد.

سپاسگزاری

از آقایان دکتر عبدالمجید رضایی، دکتر محمدرضا خواجه‌پور و دکتر احمد ارزانی به خاطر مطالعه پیش‌نویس مقاله و ارائه نظریات ارزنده تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. ابرسجی، ق. ۱۳۷۷. شناسایی و بررسی برخی از ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک آلوروپوس در مراتع شور و قلیایی‌شمال گرگان. پژوهش و سازندگی ٤٦: ٢١-٢٥.

۲. جعفری، م. ۱۳۷۳. *سیمای شوری و شورروی‌ها*. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

۳. سلماسی، ج. ۱۳۷۰. کالارگراس، گیاهی برای اصلاح خاک‌های شور. زیتون ۱۰۲ و ۱۰۳: ٢٢-٢٣، ١٤-٢٥ و ١٩-٢٠.

٤. کافی، م. و وو. س. استیوارت. ۱۳۷۷. اثرات شوری و تجمع کاتیون‌ها در اندام هوایی و ریشه ارقام گندم مقاوم و حساس به شوری. مجله علوم زراعی ایران ۱(۲): ۹-۲۱.

۵. کسرایی، ر. ۱۳۷۲. *چکیده‌ای دربارهٔ علم تغذیه گیاهی*. انتشارات دانشگاه تبریز.

٦. کوچکی، ع.، م. هاشمی‌نیا و ب. قهرمان. ۱۳۷٦. *بهره‌برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]

۷. میرمحمدی میبدی، س. ع.، ع. امینی حاجی‌آبادی و ج. خواجه‌الدین. ۱۳۸۱. عوامل مؤثر در استقرار چهار گونه شورپسند در شمال باتلاق گاوخونی، با استفاده از روش اوردیناسیون. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ٦(۲): ۲۱۵-۲۳۰.

8. Aronson, J. A. 1989. HALOPH: A database of salt tolerant plants of the world. Office of Arid Land Studies, Tuson.
9. Ayoub, A. T. and C. Malcolm. 1993. Halophytes for Livestock, Rehabilitation of Degraded Land and Sequestering Atmospheric Carbon. UNDP, Nairobi, Kenya.
10. Drew, M. C., C. Malcolm and A. Lauchli. 1985. Oxygen-dependent exclusion of sodium ions from shoots by roots of Zea mays (Cv Pioneer 3906) in relation to salinity damage. Plant Physiol. 79: 171-176.
11. Flowers, T. J. and A. R. Yeo. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants, where next? Austral. J. Plant Physiol. 22: 875-884.
12. George, D. W. 1967. High temperature seed dormancy in wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 7: 249-253.
13. Howeskeiffer, C. and I. A. Ungar. 1997. The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophyte species. Am. J. Bot. 84: 104-111.
14. Islam Ul Haq, M. and M. F. A. Khan. 1971. Reclamation of saline and alkaline soils by growing Kallar grass. Nucleus 8: 139-144.
15. Kalaji, M. H. and S. Pietkiewicz. 1993. Salinity effects on plant growth and other physiological processes. Acta Physiologiae Plantarum 15: 89-124.
16. Kar, A. 1996. Land surface processes in the evaluation of potential land degradation. PP. 23-46. *In*: A. L. Kdarkar, D. G. Joshi and A. Kar (Eds.), Land Resources and Their Management for Sustainability in Arid Regions. Scientific Pub., Jodhpour, India.
17. Kingsbury, R. W. and E. Epstein. 1986. Salt sensitivity in wheat: a case for specific ion toxicity. Plant Physiol. 80: 651-654.
18. Malik, K. A., Z. Aslam and M. Naqvi. 1986. Kallar Grass, a Plant for Saline Land. The Nuclear Institute for Agricultureand Biology, Faisalabad, Pakistan.
19. Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
20. Miller, R. H. and D. R. Keeney. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 2. Am. Soc. Agron., Soil Sci., Madison,WI, USA.
21. Myers, B. A. and D. I. Couper. 1989. Effects of temperature and salinity on the germination of *Puccinellia cibita* (Bor) cv. Menemen. Austral. J. Agric. Res. 40: 561-571.
22. Okusanaya, O. T. 1979. Experimental investigation into the ecology of some maritime cliff species. J. Ecol. 67: 293-304.
23. Oross, J. W. and W. W. Thomson. 1982. The ultrastructure of the salt glands of *Cynodon* and *Distichilis*. Am. J. Bot. 69: 939-949.
24. Poljakoff-Mayber, A. 1975. Morphological and anatomical changes in plants as a response to salinity stress. PP. 97-117. *In*: A. Poljakoff- Mayber and J. Gale (Eds.), Plants in Saline Environments. Springer-Verlag, New York.
25. Rana, R. S. and V. Parkash. 1980. Kallar grass grows well on alkali soils. Indian Farming 13: 17-19.
26. Ren J., Z. Xingu and Y. Shunguo. 1992. The ecological role of *Puccinellia chinampoensis* on saline soil in arid inland regions of China. PP. 137-144. *In*: G. P. Chapman (Ed.), Desertified Grasslands, Their Biology and Management. Linnean Society Symposium Series, Academic Press, New York.
27. Sandhu, Z. R. and J. Malik. 1975. Plant succession, a key to utilization of saline soils. Nucleus 12: 35-36.
28. Waisel, Y. 1972. Biology of Halophytes. Academic Press, New York.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1382.7.2.20.1]