بررسی سازوکار فیزیولوژیکی گیاه سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) برای استقرار و سازگاری به شرایط خشکی در الگوی بیوهیدروژئومورفولوژی چندضلعی

اصغر زارع چاهوکی*[۱]، محمدرضا اختصاصی[۲] و اصغر مصلح آرانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۸ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶

چکیده

رخساره‌های ژئومورفولوژی نقش مهمی در استقرار گونه‌های گیاهی به‌ویژه در اکوسیستم‌های مناطق خشک دارند. یکی از اشکال جالب ژئومرفولوژیک دشت یزد-اردکان شق است. از به‌هم پیوستن این رخساره و استقرار پوشش گیاهی (تاغ) در آن الگوی بیوهیدروژئومورفولوژیکی چندضلعی شکل می‌گیرد. در این تحقیق به مقایسه و بررسی رفتار فیزیولوژیکی گیاه سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*) با تجزیه فاکتورهای قند، پرولین، ازت، فسفر، سدیم، پتاسیم و Na^+/K^+ در اندام هوایی و زیرزمینی گیاهان واقع در داخل دهانه الگوی چندضلعی و گیاهان هم‌سن آن‌ها در بیرون الگوی چندضلعی پرداخته شد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که مقادیر ازت، پتاسیم و Na^+/K^+ در سیاه‌تاغ‌هایی که در دهانه شق و بیرون از شق مستقر شده است در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار دارند و همچنین مواد مغذی هم فراوان‌تر و هم آسان‌تر در اختیار گیاه تاغی که در دهانه شق مستقر شده است، قرار می‌گیرد، از این‌رو رخساره ژئومورفولوژیکی رو به گسترش شق در دشت یزد-اردکان می‌تواند درصد موفقیت استقرار پروژه‌های احیای بیابان را بالا ببرد.

واژه‌های کلیدی: شق، الگوی پوشش گیاهی، چندضلعی، تنش خشکی، رخساره ژئومورفولوژی، دشت یزد-اردکان.

۱- دکتری آبخیزداری دانشگاه یزد

*: نویسنده مسئول: zare.chahouki@gmail.com

۲- استاد دانشگاه یزد

۳- دانشیار دانشگاه یزد

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]

مقدمه

در سال‌های اخیر، ساختار مکانی اکوسیستم‌ها به‌عنوان شاخصی تاثیرگذار برای بررسی وقوع تغییرات و گذرهای احتمالی مورد توجه قرارگرفته است (۱۳). در این میان تنش‌های آب و هوایی و انسانی بر دینامیک پوشش گیاهی بسیار تاثیرگذار می‌باشند. پوشش گیاهی اکوسیستم‌های خشک در نزدیکی گذرهای بیابانی به‌صورت الگوهای منظمی شکل می‌گیرند که ناشی از ناپایداری‌های حاصل از شکست تقارن است[1] (۲۳).

سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) که سازگار با مناطق بیابانی است. به‌صورت دست‌کاشت توسعه زیادی یافته و به‌دلیل داشتن سیستم ریشه‌ایی عمودی و مطبق که می‌توانند تا عمق ۲۵ تا ۳۰ متری در عمق زمین نفوذ کنند از مقاومت زیاد نسبت به خشکی برخوردار است. درختچه تاغ قدرت زادآوری طبیعی دارند و در پناه آن‌ها گونه‌هایی چند از گیاهان علوفه‌ای رشد می‌کنند (۷).

تنش خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه تأثیر گذاشته و موجب کاهش و به تأخیر انداختن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی وکاهش تولید ماده خشک می‌گردد. در صورتی که شدت تنش خشکی زیاد باشد، موجب کاهش شدید فتوسنتز و مختل شدن فرآیندهای فیزیولوژیکی، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه می‌شود (۱۹). در چنین شرایطی گیاهان به منظور ادامه حیات با فرار از خشکی، اجتناب از پسابیدگی و تحمل پسابیدگی به تنش خشکی عکس‌العمل یا سازگاری نشان می‌دهند. روش‌های تحمل و یا سازگار شدن به شرایط خشک توسط گیاهان تغییر در وضعیت فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و مورفولوژیکی است. عوامل مورفولوژیک مثل تغییر در سطح برگ، حجم تاج پوشش، وزن کل بیوماس یا وزن تاج پوشش، ارتفاع، حجم و وزن ریشه و خصوصیات فیزیولوژی مثل پرولین، قند محلول، کلروفیل ومحتوای نسبی آب می‌توانند بر میزان مقاومت گیاه به تنش خشکی نقش داشته باشند. در طی بروز تنش خشکی گیاهان با ذخیره مواد تنظیم کننده اسمزی همانند اسیدهای آمینه، قندها، برخی از یون‌های معدنی، هورمون‌ها و پروتئین‌ها سعی در مقابله با تنش دارند. در میان ترکیب‌های آلی، یکی از مهم‌ترین تنظیم کننده‌ای اسمزی، پرولین است (۱۸). پرولین سبب تنظیم فشار اسمزی، کاهش از دست دادن آب سلول و نگهداری آماس می‌شود (۱).

سدیم، کاتیونی قابل حل در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک است. بیشتر گیاهان به‌ویژه شیرین‌پسندها (گلیکوفیت‌ها) به غلظت بالای سدیم حساسند، چرا که پایداری یون‌های داخل سلول را بر هم می‌زند و موجب عملکرد ضعیف دیواره و تضعیف واکنش‌های سوخت و ساز درون سلولی می‌شود (۲۴). از طرفی دیگر در بسیاری از گیاهان شورپسند، سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. اکثر گیاهان، افزایش موقتی سدیم را در آپوپلاست از طریق افزایش مقدار آب سلول‌های مزوفیل (مثل مقدار آب واکوئل) تحمل می‌کنند، لذا نمک‌ها رقیق‌تر شده و ظرفیت خود را برای جذب نمک از محلول آپوپلاست بالاتر می‌برند (۱۱). در طول دوره تنش طولانی مدت، مقادیر زیاد یون سدیم در ریشه تجمع می‌یابد و مقدار کمتری از آن به اندام هوایی انتقال می‌یابد و در آنجا ذخیره می‌شود.

پتاسیم عنصر غذایی پرمصرف است که نقش عمده آن در گیاهان تنظیم‌کننده اسمزی است، پتاسیم نقش کلیدی در باز و بسته شدن روزنه‌ها بازی می‌کند. این عنصر در مقادیر نسبتاً زیاد برای فعالیت‌های متابولیسمی سلول مورد نیاز است (۲۵). پتاسیم عنصر، در فعالیت آنزیم و کوآنزیم‌ها، خنثی‌سازی یون‌های باردار شده غیر قابل انتشار و پلاریزاسیون غشا نقش مهمی ایفا می‌کند (۲).

مطالعات نشان می‌دهد که پتاسیم در پاسخ به خشکی و سدیم تحت تنش شوری در گیاهان تجمع پیدا می‌کند (۸).

[1] - Symmetry-Breaking instability

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]

تاغ می‌تواند به‌طور طبیعی تا ۴۰۰ میلی‌مول Nacl را در خاک تحمل کند. گونه‌های تاغ در سخت‌ترین شرایط محیط خشک بیابانی و در مناطقی که درجه حرارت تابستان به حدود ۵۰ درجه سانتی گراد و در زمستان به حدود ۲۵- درجه سانتی‌گراد می‌رسد و در نواحی با بارندگی سالانه ۱۷۰-۳۰ میلی‌متر مستقر شده و رشد مناسبی دار(۹).

میزان پتانسیل آب را در گونه‌های تاغ به‌ترتیب میزان ۸۷- اتمسفر برای سیاه تاغ ۷۹- اتمسفر برای سفیدتاغ در تیرماه و در منطقه قره قوم ترکمنستان است (۷). وی میزان پتانسیل اسمزی بهینه دو گونه سیاه تاغ و سفید تاغ در اوایل فصل رشد (فروردین‌ماه) را به ترتیب ۴۶/۸- و ۳۸/۵- در اواخر فصل رشد (مهرماه) ۵۸/۹- و ۵۷/۶- اتمسفر گزارش نموده است. از دیدگاه زارعی خاک‌هایی با مکش ۱۵ اتمسفر جزء خاک‌های خشک محسوب می‌شود، بنابراین هر چه خاک سبک‌تر (ماسه‌ای) باشد، گیاه سیاه تاغ می‌تواند با ریشه‌دوانی و صرف انرژی کمتر، آب مورد نیاز خود را استحصال کند (۱۷).

الگوی پوشش گیاهی چندضلعی[1] در دشت یزد-اردکان از به هم پیوستن شق‌ها و استقرار تاغ در شکاف آن‌ها به وجود می‌آید. استقرار تاغ در آن‌ها در دهانه شق منظره‌های جالبی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که اگر از بالا به آن‌ها نگاه کنیم چندضلعی‌های منظمی که شبیه به پشت لاک‌پشت است را می‌بینیم (۲۶).

دو عمل دستیابی به آب در شرایط خشکی و الگوهای متفاوت توزیع رطوبت در رسوبات و خاک‌های مناطق خشک در استقرار و شکل‌گیری الگوهای پوشش گیاهی چندضلعی بسیار مؤثر است. رسوبات ریزدانه دشت یزد از سال‌ها قبل به دلیل حساسیت به بادبردگی و وقوع طوفان‌های گردوخاک به‌صورت نواری تحت کشت بادشکن درختی با گونه سیاه تاغ قرارگرفته است. ولی در سال‌های بعد به دلیل کمبود رطوبت در محدوده نوارهای کشت‌شده و شکل‌گیری شق‌ها با اشکال چندضلعی که در دهانه آن‌ها امکان جذب رطوبت توسط گونه تاغ وجود دارد که الگوهای بیوهیدروژئومورفولوژی چندضلعی شکل‌گرفته است. همچنین ایجاد شق در دشت یزد-اردکان باعث شکاف در سخت‌لایه نمکی این منطقه گردیده و شرایط مناسب را برای استقرار تاغ فراهم کرده است (۲۶).

ازآنجاکه تاغ آخرین یکی از مهم‌ترین گزینه‌های مبارزه با پیشرفت بیابان است، لذا شناخت رفتار فیزیولوژیکی آن به‌ویژه در ارتباط با بستری که در آن رشد می‌کند برای بالا بردن درصد موفقیت احیای بیابان بسیار حائز اهمیت است. در محدوده موردمطالعه تاغ‌هایی که به‌صورت ردیفی کاشت شده، از بین رفتند و یا رشد چندانی ندارند و تنها آن تاغ‌هایی که در شکاف‌های الگوی چندضلعی مستقر هستند، به رشد و زادآوری خود ادامه داده‌اند. زمانی این موضوع جالب‌توجه است که با بروز خشک‌سالی‌های شدید باز هم تاغ در محل الگوی چندضلعی به رشد خود ادامه می‌دهد. در این مقاله به بررسی رفتار فیزیولوژیک گیاه برای استقرار در عرصه‌های بیابانی با رخساره ژئومورفولوژی شق پرداخته خواهد شد.

مواد و روش‌ها

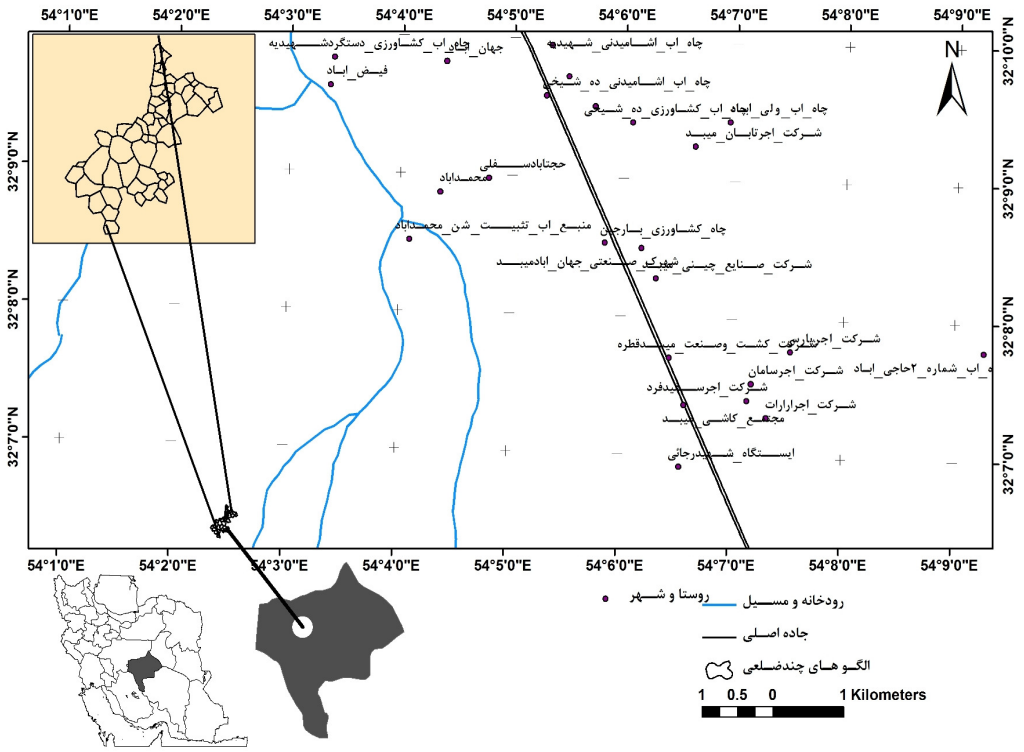
منطقه موردمطالعه در دشت‌سر پوشیده دشت یزد-اردکان قرار دارد. محدوده موردمطالعه در طول جغرافیایی ۲۲۳۰۶۶/۷۸ متر و عرض جغرافیایی ۳۵۵۷۷۶۸/۰۳ متر(سیستم مختصات متریک)در جنوب محمدآباد میبد قرار دارد. شکل ۱ موقعیت منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد.

الگوهای چندضلعی در مساحتی بیش از ۴۳۰۰ هکتار در حال گسترش است.

[1] - Polygonal Vegetation Patterns

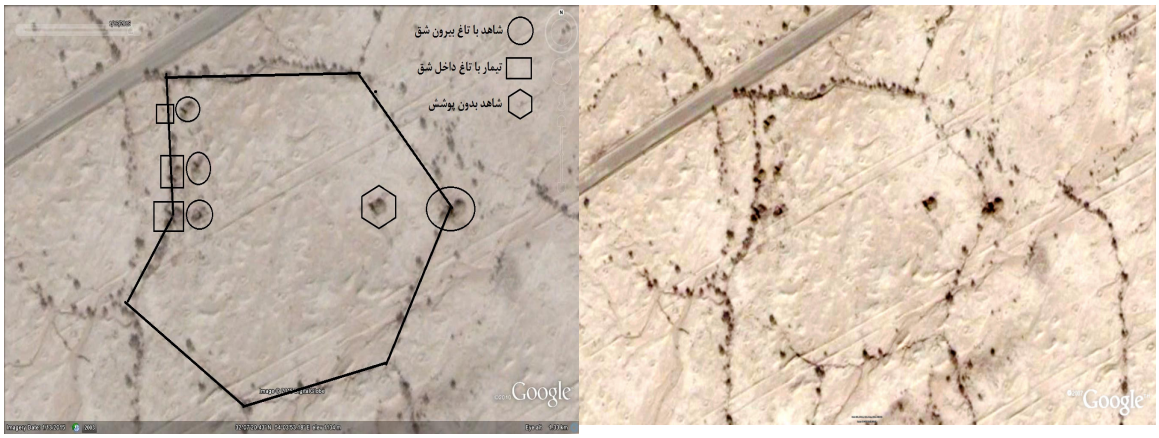
[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]



شکل ۲– موقعیت منطقه موردمطالعه در ایران و استان یزد

شکل ۲ تصویر بخشی از اراضی موردمطالعه همراه با الگوهای چندضلعی استقرار گونه تاغ و نقاط و پایه‌های نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. نمونه‌برداری گیاهان در تیرماه صورت گرفته و فواصل بر اساس فاصله‌های کاشت ۱۰ متر است.



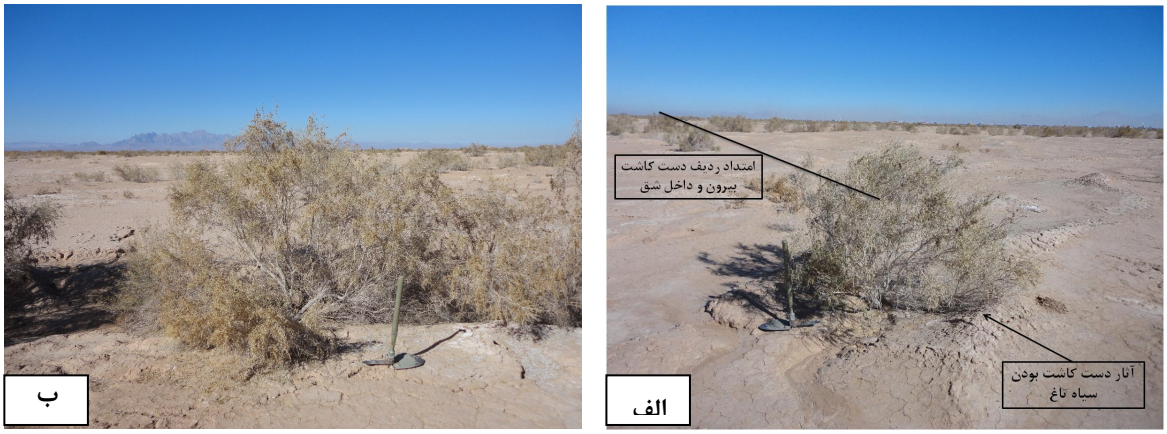
شکل ۲- تصویر بخشی از منطقه موردمطالعه و محل و نحوه نمونه‌برداری

برای بررسی الگوهای چندضلعی سیاه تاغ‌های موردمطالعه که در ۱۴ سال قبل کشت‌شده از تصاویر ماهواره‌ای و مصاحبه با مسئولان استفاده گردیده است. پایه‌هایی انتخاب شد که به‌صورت ردیفی دست‌کاشت نهال‌کاری شده‌اند، به‌طوری‌که دو نهال هم سن در امتداد هم انتخاب شد که یکی داخل شق و دیگری با همان سن در بیرون شق قرار دارد. نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی (شامل کلیه اجزای روی سطح خاک) و زیرزمینی(ریشه-

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]

های زیرسطحی و عمقی تا ۳-۲ متر) شش پایه (تکرار) از گیاهان موردمطالعه انجام شد.

بایستی در انتخاب پایه‌های گیاه به همسن بودن آن‌ها توجه کرد. گونه‌های گیاهی تاغ به نحوی انتخاب شده است که تاغ‌های موجود در دهانه الگوی چندضلعی و خارج از الگو دقیقا همسن هستند. در شکل ۳ نحوه انتخاب پایه‌های همسن تاغ نشان داده شده است.



شکل ۳- نحوه انتخاب دو پایه هم‌سن تاغ و مقایسه تاج پوشش دو تاغ هم سن، الف) در تاغی که بیرون از شکاف قرار دارد، هنوز آثار دست‌کاشت بودن مشاهده می‌شود، ب) سیاه تاغ انتخاب شده در شق دقیقا در راستای تاغی است که در امتداد ردیف است و همچنین آثار دست کاشت بودن نیز مشاهده می‌شود.

برای اندازه‌گیری مقدار پرولین و سنجش قندهای محلول به ترتیب از روش‌های بیتس (۱۹۷۳) و کوچرت (۱۹۷۸) استفاده شد (۴ و ۱۴). اندازه‌گیری مقدار ازت گیاه با استفاده از روش کجلدال انجام گرفت. برای اندازه‌گیری یون‌های Na^+ وK^+ از روش گالتی و جیاوال (۱۹۹۲) استفاده شد. اندازه‌گیری غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره‌های حاصل به‌کمک دستگاه اسپکتروسکوپی و با استفاده از محلول‌های استاندارد انجام شد و با در نظر گرفتن وزن خشک نمونه‌ها مقدار آن در هر گرم وزن خشک تعیین شد. فسفر نیز بر اساس روش اولسن (۱۹۵۴) انجام گرفت.

روش تحلیل آماری در این تحقیق تجزیه واریانس چند عاملی قند، پرولین، ازت، فسفر، سدیم، پتاسیم و Na^+/K^+ و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در نرم‌افزار SPSS 20 است.

نتایج

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس بین اندام‌های هوایی و موقعیت محل های نمونه‌گیری و اثر متقابل این دو عامل را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول اثر نوع اندام برای متغیرهای قند، پرولین، ازت، فسفر، سدیم و پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار است. اثر محل نمونه گیری در متغیرهای ازت، پتاسیم و Na^+/K^+ در سطح یک درصد معنی‌دار است. اثر متقابل برای متغیرهای ازت در سطح یک درصد و پتاسیم در سطح ۵ درصد معنی دار است.

جدول ۲ ویژگی‌های آماری متغیرهای مورد بررسی در اندام‌های گیاهی ناحیه بیرون و داخل شق را نشان می-دهد.

بر اساس نتایج جدول ۱ مقدار قند داخل شق هم در ریشه و هم در اندام هوایی بیشتر از تاغی است، که در بیرون از شکاف قرار دارد، همچنین مقدار قند کل نیز در بیرون شق کمتر است. مقدار پرولین اندام هوایی تاغی که در داخل شق قرارگرفته از تاغی که در بیرون شق قرار دارد، بیشتر است، اما پرولین ریشه تاغی که در بیرون شق قرار دارد، از گیاهی که در داخل شق قرار دارد، بیشتر است، همچنین مقدار کل پرولین گیاه بیرون شق کمتر است.

مقادیر ازت، فسفر و سدیم هم در اندام هوایی و هم در ریشه‌های تاغ‌هایی که در داخل شق رشد کرده‌اند،

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]

کمتر است، اما درصد ازت کل گیاه بیرون شق کمتر از گیاه داخل شق است.

مقدار پتاسیم اندام هوایی تاغ هایی که بیرون شق رشد کرده اند از تاغی که در داخل شق مستقر است، کمتر است و در مورد ریشه این مقدار برعکس است، همچنین مقدار کل پتاسیم تاغی که در بیرون شق قرار دارد، نیز از گونه همسان خود در داخل شق کمتر است.

جدول ۱- نتایج تجزیه دو عاملی بین اندام هوایی و زیرزمینی سیاه تاغ

منابع تغییر	نام متغیر	مجموع مربعات	آماره F
اندام هوایی * اندام زیرزمینی	قند	۴/۴۱	۳۸/۱**
	پرولین	۰/۰۰۲	۱۴/۴**
	ازت	۰/۰۳۷	۴۳/۶**
	فسفر	۱۴۷۹۶۳/۰۲	۱۱/۷**
	سدیم	۶۶۹/۰۱	۴۸/۱**
	پتاسیم	۰/۲۳۵	۵۲/۱**
	Na^+/K^+	۵۶۸/۲۶	۲/۹۱ns
موقعیت بیرون و داخل شق	قند	۰/۲۱۹	۱/۸۸ns
	پرولین	۰/۰	۲/۸۵ns
	ازت	۰/۰۷۵	۸۷/۶۲**
	فسفر	۴۳۸/۰۲	۰/۰۳۵ns
	سدیم	۱/۰۴	۰/۰۷۵ns
	پتاسیم	۰/۰۳	۸/۰۴**
	Na^+/K^+	۲۰۲۶/۸۵	۱۰/۳۹**
اثر متقابل موقعیت استقرار تاغ و اندام هوایی و زیرزمینی	قند	۰/۰۹۰	۰/۷۷۸ns
	پرولین	۰/۰۰۰۰۰۵۳۳	۰/۰۳۵ns
	ازت	۰/۰۸۸	۱۰۳/۰۰۰**
	فسفر	۲۶۳۶۷/۱۸۸	۲/۰۹۲ ns
	سدیم	۲/۲۳۶	۰/۱۶۱ ns
	پتاسیم	۰/۰۲۳	۴/۹۸۹*

*: اختلاف (اثر) معنی دار در سطح ۵٪ **: اختلاف (اثر) معنی دار در سطح ۱٪ ns: بدون اختلاف معنی دار

جدول ۱- خصوصیات آماری خصوصیات سیاه تاغ موردمطالعه

اندام	ناجیه	آماره	قند(Mg/gr)	پرولین(Mg/gr))	ازت(٪)	فسفر(Mg/Kg)	سدیم(meq/lit)	پتاسیم(meq/kg)
اندام هوایی	بیرون شق	میانگین	۰/۴۵۷	۰/۰۴۳	۰/۲۲۷	۴۶۷/۵۰	۱۷/۹۱	۰/۲۳۳
		انحراف معیار	۰/۱۴۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲	۴۸/۲۴	۲/۴۷	۰/۰۲۳
	داخل شق	میانگین	۰/۵۵۳	۰/۰۵۷	۰/۲۱۳	۳۶۱/۶۷	۱۶/۴۶	۰/۴۳۰
		انحراف معیار	۰/۰۹۳	۰/۰۰۷	۰/۰۱۸	۱۱۵/۷۷	۳/۴۳	۰/۰۷۲
ریشه	بیرون شق	میانگین	۰/۵۰۵	۰/۰۵۰	۰/۲۲۰	۴۱۴/۵۸	۱۷/۱۸	۰/۳۳۲
		انحراف معیار	۰/۰۷۹	۰/۰۰۵	۰/۰۱۰	۶۰/۸۷	۱/۹۱	۰/۰۵۶
	داخل شق	میانگین	۱/۴۹۷	۰/۰۱۸	۰/۱۶۷	۱۵۱/۶۶	۲/۱۱	۰/۰۴۰
		انحراف معیار	۰/۲۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۲۰	۲۲/۰۵	۰/۵۵	۰/۰۰۶
کل	بیرون شق	میانگین	۰/۹۷۶	۰/۰۳۰	۰/۱۹۶	۳۰۹/۵۸	۱۰/۰۱	۰/۱۳۷
		انحراف معیار	۰/۲۵۸	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۷۴/۵۰	۳/۷۱	۰/۰۴۴
	داخل شق	میانگین	۱/۲۴۶	۰/۰۴۲	۰/۳۵۵	۲۹۷/۵۰	۹/۴۲	۰/۲۴۷
		انحراف معیار	۰/۳۳۸	۰/۰۰۸	۰/۰۶۴	۶۰/۱۷	۳/۵۱	۰/۰۸۸

بحث و نتیجه‌گیری

برای هر گونه برنامه‌ریزی و اجرای پروژه احیاء اکوسیستم با کاشت گیاهان در مناطق خشک باید سازگاری گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی را مورد توجه قرارد داد.

از آنجا که سیاه‌تاغ سدیم را بیشتر از پتاسیم جذب کرده است، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گیاه سیاه‌تاغ بیشتر از آن که خشکی‌پسند باشد، گیاهی هالوفیت است. همچنین Na^+/K^+ در گیاهان بیرون شق تقریبا دو برابر تاغ داخل شق است، گیاهان بیرون شق تحت تاثیر تنش خشکی بیشتری هستند، سدیم بیشتری را نیز جذب

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]

کرده‌اند. از آنجا که مقدار سدیم در تنظیم مکش اسمزی نقش مهمی ایفا می‌کند (۳). بنابراین هم گیاه داخل شق توانایی جذب رطوبت بالاتری دارد و همچنین بر اساس مطالعات گذشته (۲۶) رطوبت در داخل شق بیشتر از محیط اطراف است، پس می‌توان نتیجه گرفت که گیاهان داخل شق از شرایط مطلوب‌تری برای دسترسی به رطوبت مورد نیاز برخوردارند (۳). زارع چاهوکی و همکاران (۱۳۹۴) علل تشکیل الگوهای چندضلعی پرداختند که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. تکامل رخساره ژئومورفولوژی شق و گسترش الگوی چندضلعی شرایط را برای استقرار تاغ در این بستر فراهم گردیده است. این محققان بیان کردند که بافت خاک سبک‌تر و رطوبت بیشتر دهانه شق در استقرار گونه تاغ دهانه شکاف‌های الگوی چندضلعی موثر بوده است.

از آنجا که مقدار پتاسیم سیاه‌تاغ داخل شق بیشتر است و از طرفی چون پتاسیم یکی از عناصر ضروری برای گیاه است، بنابراین گیاه داخل شق کمتر تحت تنش غذایی قرار گیرد، شانس زنده‌مانی گیاهان داخل شق بیشتر از گیاهان بیرون شق است و همچنین تحمل گیاه را به شرایط خشکی آسان‌تر می‌کند.

یکی از وظایف اصلی پتاسیم نقش حمایتی آن در جلوگیری از تخریب سلول در برابر گونه‌های فعال اکسیژن است (۳). افزایش گونه‌های فعال اکسیژن[1] در تنش‌های محیطی از جمله خشکی، یخ زدگی، کمبود عناصر غذایی و شوری نقش دارند، این گونه‌های فعال اکسیژن به شدت سمی بوده و باعث تخریب غشاهای سلولی، کاهش میزان کلروفیل، کلروزه و نکروزه شدن برگ‌ها می‌شوند. پتاسیم به وسیله افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده این گونه های فعال را خنثی می‌نماید (۱۲).

کمبود پتاسیم به علت کاهش هدایت روزنه ای، افزایش مقاومت مزوفیلی، کاهش فعالیت آنزیم روبیسکو[2] و افزایش گونه های فعال اکسیژن باعث کاهش فتوسنتز شده و در شرایط نوری شدید نیاز به جذب پتاسیم، به منظور بالا بردن راندمان دستگاه فتوسنتزی و انتقال فراورده‌های فتوسنتزی به اندام‌های ذخیرهای، افزایش می‌یابد (۱۲).

تنش خشکی موجب بسته شدن روزنه ها و کاهش تثبیت دی اکسید کربن می‌گردد که این کاهش منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده و در نهایت احیاء دی‌اکسیدکربن در تنش کم آبی به‌شدت کاهش می‌یابد (۱۲). اگر تنش خشکی با کمبود پتاسیم همراه شود، این صدمه‌ها شدیدتر خواهد شد و پتاسیم تحمل به کم آبی را در گیاهان القاء می‌نماید (۲۷).

ازت هم یکی دیگر از عناصر مهم برای رشد است، اگر گیاه تحت تنش غذایی قرار بگیرد شانس زنده ماندن گیاهان داخل شق بیشتر است. از آنجا که چرخه متابولیسمی ازت در داخل گیاه منجر به تولید اسیدآمینه و در نهایت پروتئین خواهد شد، بنابراین بدون شک گیاهان داخل شق کمبود پروتئین و مواد مغذی نخواهند داشت.

با توجه به تغییرات مقدار قند که قند در گیاهان داخل شق بیشتر از گیاهان خارج از شق است، می‌توان نتیجه گرفت که عمل فتوسنتزی بیشتری را نسبت به گیاهان خارج از شق انجام می‌دهد و از همه مهم‌تر اینکه باید تعادلی بین مقدار ازت و کربن در گیاه وجود داشته باشد، به نظر می‌رسد این تعادل در گیاهان داخل شق بهتر باشد (۳).

پرولین، سدیم و پتاسیم نقش مهمی در سازگاری گیاهان به تنش شوری دارند. تعداد زیادی از بررسی‌های اثر تنش خشکی و شوری بر گیاهان در محیط آزمایشگاه (۱، ۳، ۵، ۱۵ و ۲۲) و با تیمارهای مقطعی انجام می‌گیرد، در صورتی که در شرایط میدانی، گیاهان در معرض اثرات متفاوت شوری هستند و ممکن است نتایج این دو با هم متفاوت باشد.

یکی از راهکارهای مناسب گیاهان در پاسخ به تنش شوری افزایش اسمولیت‌های سازگار در اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. این اسمولیت‌های سازگار (مانند اسید آمینه‌های پرولین و گلیسین بتایین و یا قندهای محلول) اعمالی از قبیل تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار درون سلولی، کاهش خسارت اکسیداتیو با واسطهٔ تولید

[1] - Reactive Oxygen Species
[2] - Rubisco

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]

رادیکال‌های آزاد در پاسخ به تنش خشکی و شوری را میانجی‌گری می‌کنند (۶).

در بین مواد محلول سازگار شناخته شده احتمالاً پرولین گسترده‌ترین نوع آن‌ها است و به نظر می‌رسد تجمع آن در فرآیند سازگاری به تنش شوری در بسیاری از گلیکوفیت‌ها دخالت دارد (۲۰). در بررسی پاسخ فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های مقاوم، نیمه‌مقاوم و حساس برنج به شوری نشان داده شد که انباشت قند در ژنوتیپ مقاوم بیشتر از ژنوتیپ حساس بود و مقدار پرولین به‌طور معنی‌داری در همه ژنوتیپ‌ها افزایش نشان داد (۲۲).

توزیع سدیم، پتاسیم و پرولین در سه گونه خشکی‌زی رمس(*Hammada salicornia*)، اسکنبیل (*Calligonum polygonoides*) و سبط (*Stipagrostis pennata*) نشان داد که مقدار پرولین و سدیم در گیاه رمس که مانند گیاه سیاه تاغ از گیاهان C_4 است، در تنش خشکی اختلاف معنی‌داری با هم ندارند و به مانند تحقیق حاضر تنها پتاسیم که عنصری ماکرو است در تنش خشکی هم در بین گونه رمس و هم در گونه تاغ که مورد تحقیق حاضر است، اختلاف معنی‌داری با هم دارند (۱۵).

با انجام تحقیق حاضر شرایط فیزیولوژیکی دو گیاه همسن تحت تاثیر رخساره‌های ژئومورفولوژی است. به‌طوریکه گیاهی که در داخل الگوی چندضلعی مستقر است، به راحتی مواد مغذی را مورد استفاده قرار می‌دهد و نسبت به گیاه همسن خود در بیرون الگو انرژی کمتری برای جذب مواد مغذی مصرف می‌کند. الگوی بیوهیدروژئومورفولوژی چندضلعی به‌عنوان بستری مناسب برای توسعه پوشش گیاهی برای مبارزه با فعالیت های بیابان‌زدایی است. شکل‌گیری الگوی چندضلعی یکی از ابزارهای مهندسی اکوسیستم[3] در مناطق خشک برای استقرار گیاهان در شرایط سخت محیطی است. این الگو بستری مناسب را برای رشد و زاداوری تاغ در منطقه فراهم می‌کند.

[3] - Ecosystem engineering

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]

References

1. Arazmjo, A., M. Heidari & A. Ghorbani, 2010. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 25(4):482-494. (in Persian)
2. Barker, D. J., C. Y. Sullivan & L. E. Moser, 1993. Water deficit effect on osmotic potential, cell wall elasticity & proline in five forage grasses. Agronomy Journal, 85:270-275.
3. Basra, A. S., R. K. Basra. Translated by: M. Kafi & A. Mahdavi Damghani, 2002. mechanisms of environmental stress resistance in plants. Ferdowsi University Press. pp 467.(In Persian)
4. Bates, L. S., Waldren, R. P., & I. D. Teare, 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant soil Journal, 39: 205-207.
5. Bournoville, C. G. & L. Bonnemain, 1996. Water deficit-induced changes in concentration proline and some other amino acides in the phloem sap of alfa alfa. Plant Physiology, 111: 109-113.
6. De Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A., & H. A. Ruiz, 2005. Changes in growth and in solute concentrations in Sorghum leaves and roots during salt stress recovery. Environmental and Experimental Botany, 54:69-76.
7. Ekhtesasi M., 2010. Plants suitable for sand dunes and sand sheet fixation in Iran. Yazd University Press. 246 p.(In Persian)
8. Glenn, E.P., R. Fister., J.J. Brown., T.L. Thompson & J. O´Leary, 1996. Na+ & K+ accumulation & salt tolerance of *Atriplex canescens*(Chenopodiaceae) genotypes. American Journal of Botany, 83: 997-1005.
9. Gul, B, Weber, D. J. & M. A. Khan, 2000. Effect of salinity and planting density on physiological responses of *Allenrolfea occidentalis*.Western North American Naturalist, 60(2):188-197
10. Gulati, A. & P. K. Jaiwal, 1992. Comparative salt responses of callus cultures of *Vigna radiate* (L.) wilczek to various osmotic and ionic stresses. Journal of Plant Physiology, 141, 120-124.
11. Heidary-sharifabad, H. & H. Mrzaie-Nodushan, 2006. Salinity–induced growth and some metabolic changes in three *Salsola* speices. Journal of Arid Environment, 67:715-720.(In Persian)
12. Hu, Y. & U. Schmidhalter, 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of plant natural and Soil Science, 168: 541–549.
13. Kefi, S., Alados, C.L., Chaves, R.C.G., Pueyo, Y & M. Riatkerk, 2010. Is the patch size distribution of vegetation a suitable indicator of desertification processes?, Journal of Ecology, 91(12):3739- 3742.
14. Kochert, G., 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method: 56-97. In: Helebust, J.A. and Craig, J.S., (Eds.). Handbook of physiological method. Cambridge University Press. Cambridge.
15. Mosleh Arany, A., G. Bakhshi Khaniki, & B.A. Hakimi Bafghi, 2012. Characteristics of Na^+, K^+ and free proline distribution in three xerophytes of *Stipagrostis pennata*, *Calligonum polygonoides* and *Hammada salicornia*, in Yazd province. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 19(4):581-589.
16. Olsen, S.R., C.V. Cole., F.S. Watanabe & L.A. Dean, 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate; U.S. Department of Agriculture: Washington, D.C., USDA Circ. 939.
17. Rahbar A., 1987. The effect of soil Characteristics, density and rainfall on *Haloxylon spp*. Growth. Research institute of forests and rangelands Press, 260 p.(In Persian)
18. Reddy AR., KY. Chaitanya & M. Vivekanandan, 2004. Drought induced resposes of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants .Journal of Plant Physiology, 161:1189-1202.
19. Singh J, and AL. Patel, 1996. Dry matter distribution different parts of wheat under water stress at various growth stages. Field Crop. Abstracts, 49(11):10-16.
20. Sudhakar, C., P. S. Reddy & K. Veeranjaneyulu, 1993. Effect of salt stress on enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram (*Phseolus aureus*) seedlings. Journal of Plant Physiology, 141:621-623.
21. Surekha rao, P., B. Mishra., S.R. Gupta & A. Rathore, 2013. Physiological Response to Salinity and Alkalinity of Rice Genotypes of Varying Salt Tolerance Grown in Field Lysimeters. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 9:54-65.
22. Taize, L. & E. Ziger, 1999. Plant Physiology. Sinauer Associates. Inc. publishers.
23. Turing, A. M. 1952. The chemical basis of morphogenesis, Journal of Biological Sciences, 237(64):37–72.
24. Wang, S., Ch. Wan., Ya. Wang., H. Chen., Z. Zhou., H. Fu & R.E. Sosebee, 2004. The characteristics of Na^+, K^+ & free proline distribution in several drought-resistant plants of the Alexa Desert, China. Journal of Arid Environments, 56:525-539.
25. Wyn Jones, R.G., C.J. Brady & J. speirs, 1979. Ionic and osmotic relations in Plant cells. P. Academic press. London, New York, 366p.
26. Zare Chahouki, A., . R. Ekhtesasi, MA. Talebi & S.M.M. Hossieni, 2015. Study of Hydrogeomorphological Causes of development of polygonal vegetation patterns in the Yazd-Ardakan plain. AridBiom Journal, 4(3): 54-67.(In Persian)
27. Zheng, Y., J. Aijun., N. Tangyuan., J. Xud., L. Zengjia & J. Gaoming, 2008. Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. Journal of Plant Physiology, 165:1455-1465.

[Downloaded from mail.rangelandsrm.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1395.10.2.4.6]