# برخی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک گونه سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*) در استان یزد

سیدعلی‌محمد میرمحمدی میبدی[۱*]، شایسته دیبایی[۲]، حسین شریعتمداری[۳] و ناصر باغستانی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۱۸)

## چکیده

**سازگاری گیاه تاغ به شرایط نامساعد محیطی بالاخص توان رشد آن در خاک‌های شور، تناسب این گیاه را برای کنترل شن‌های روان، جلوگیری از فرسایش خاک و بیان‌زدایی به روش بیولوژیکی ایجاد نموده است. به‌منظور مطالعه ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک گیاه تاغ، برخی از ویژگی‌های مهم خاک تحت استقرار دراز مدت این گیاه و ترکیب یونی درختان تاغ در حال رشد در تاغزارهای استان یزد، تعداد ۳۲ درخت همسن و مشابه از ۸ ناحیه در دو منطقه چاه افضل و اشکذر انتخاب و ارتفاع و قطر تاج پوشش درختان منتخب و غلظت تعدادی از عناصر موجد شوری در آنها در هر ناحیه اندازه‌گیری شد. با قطع درختان از محل طوقه و حفر پروفیل در محل استقرار درخت، نمونه‌های خاک و ریشه به ترتیب از اعماق صفر تا ۳۰، ۶۰- ۳۰، ۹۰-۶۰ و ۱۲۰- ۹۰ سانتی‌متری از چهار جهت اصلی در اطراف درخت جمع‌آوری و pH، EC، کلر، سدیم و پتاسیم، منیزیم و کلسیم محلول خاک هریک از این نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. شاخص رشد و موجودی سرپای هر یک از درختان منتخب محاسبه شد. نتایج حاصل نشان داد که خاک دو منطقه از نظر شوری و مقادیر عناصر کلر، سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم دارای تفاوت‌های معنی‌دار بودند، اما از نظر میزان منیزیم و pH در این دو منطقه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. شاخ و برگ درختان این دو منطقه تنها از نظر میزان کلر دارای تفاوت معنی‌دار بودند و از نظر سایر عناصر اندازه‌گیری شده تفاوتی نداشتند. ریشه گیاهان مورد آزمایش نیز تنها از نظر مقدار کلسیم دارای تفاوت معنی‌دار بودند. وضعیت درختان براساس پارامترهای شاخص رشد و موجودی سرپا در منطقه اشکذر، نامناسب (پایین) و در منطقه چاه افضل بالا ارزیابی شد. به‌نظر می‌رسد در منطقه چاه‌افضل علی‌رغم شوری بسیار بالاتر، غلظت بالاتر کلسیم و پتاسیم و همچنین نسبت پایین‌تر سدیم به پتاسیم شرایط بهتری برای رشد و استقرار گیاهان تاغ در مقایسه با منطقه اشکذر فراهم نموده است. تأیید این فرضیه به مطالعات بیشترو بررسی کاربرد کودهای کلسیم و پتاسیم نیاز دارد.**

**واژه‌های کلیدی: سیاه تاغ، خصوصیات خاک، اصلاح خاک، شوری، قلیائیت، بیابان‌زدایی**

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان
۳. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۴. بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: maibody@cc.iut.ac.ir

**مقدمه**

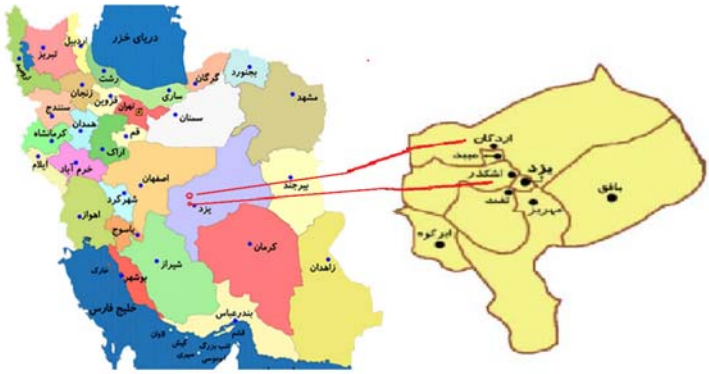
خشکی و شوری از مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران است (۷). در لایهٔ سطحی خاک‌های این مناطق به‌دلیل تبخیر زیاد و نزولات جوی اندک و پراکنده مقادیر زیادی املاح مختلف تجمع یافته است (۸). حدود ۱۴/۷ درصد از مساحت کل کشور ایران را اراضی شور تشکیل می‌دهند (۲۰). وسعت این اراضی به‌دلیل افزایش سطح زمین‌های فاریاب و محدودیت ذخایر آب شیرین رو به گسترش است. احیای این مناطق و حفظ تعادل پایدار این زیست‌بوم‌ها از طریق کشت گونه‌های مقاوم به شوری امکان‌پذیر است. گیاه سیاه تاغ، درختی کوچک، مقاوم به خشکی با تحمل شوری بالا است که به منطقه فلوریستیکی ایران و توران تعلق دارد و در دسته گیاهان زروهالوفیت (Xerohalophyte) با فرم حیاتی غالب فانروفیت (Phanerophyte) قرار دارد (۷). این گیاه با مناطق کویری، استپی شنی و شوره‌زارها سازگار است (۳). این گونه از گونه‌های بسیار با ارزش در تثبیت شن‌های روان و ایجاد فضای سبز با زیست‌توده نسبتاً زیاد در خاک‌های فقیر به حساب می‌آید (۱۳). زنگو و همکاران تغییر برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک پس از استقرار دراز مدت این گیاه برای تثبیت شن‌زارهای چین که موجب افزایش مواد آلی و برخی از عناصر خاک (N، P و K) شده بود را گزارش کردند (۳۲).

کشت این گیاه به‌صورت غیراندمیک در یک منطقه خاص می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در وضعیت خاک و فلور منطقه شود (۱۰ و ۱۱). سیاه تاغ از طریق جذب سدیم و کلر از خاک و تجمع آن در بافت‌های برگ، فشار اسمزی سلول‌های خود را بالا می‌برد و بدین‌طریق قادر است در خاک‌های شور، آب مورد نیاز خود را تأمین کند (۲۸). آگاهی از نسبت سدیم به پتاسیم و میزان تجمع نمک در این گونه معیار مناسبی برای انتخاب این گیاه در امر جنگل‌کاری و مدیریت صحیح و منطقی براساس اصول اکولوژیک است. شناسایی ویژگی‌های اکوفیزیولوژیک گونه سیاه تاغ در عرصه طبیعی و عوامل مؤثر در استقرار و بقای آنها به‌منظور استفاده در احیای بیابان‌ها و بررسی عملکرد این گونه و همچنین تأثیر آن در خاک در مناطق مورد مطالعه از اهداف این تحقیق به شمار می‌رود.

## مواد و روش‌ها

با استفاده از اطلاعات طرح بیابان‌زدایی استان یزد و با انجام بازدید صحرایی از دو منطقه تاغ‌زار دست کاشت استان یزد که به فاصله ۷۰ کیلومتر از هم قرار داشتند، برای این مطالعه انتخاب شد. منطقه اول (چاه افضل) با مساحت ۱۰۳۳۱ هکتار و ارتفاع حدود ۱۰۰۰ متر از سطح دریا در طول جغرافیایی ′۴۲ °۵۳ شرقی و عرض جغرافیایی ′۴۴ °۳۲ شمالی، در حاشیه جنوبی کویر سیاه کوه در ۵ کیلومتری روستای چاه افضل شهرستان اردکان و منطقه دوم (اشکذر) با مساحت ۳۳۰۰۰ هکتار و ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا، در طول جغرافیایی ′۱۲ °۵۴ شرقی و عرض جغرافیایی ′۱ °۳۲ شمالی در کنار شهر اشکذر در ۲۵ کیلومتری شهر یزد واقع شده است که درختان آن قدمتی حدود ۳۰- ۳۵ سال دارند (۱). شکل (۱) موقعیت هر یک از این نواحی را نشان می‌دهد. مشخصات اقلیمی این دو منطقه در جدول (۱) ارائه شده است (۱).

عرصه تاغ‌کاری شده دو منطقه به‌صورت میدانی بررسی و منطقه اول با توجه به وسعت بیشتر به پنج ناحیه و منطقه دوم به‌دلیل وسعت کمتر و پراکنش یکنواخت‌تر، به سه ناحیه تقسیم شد. ۲۰ درخت از منطقه اول (۴ درخت همسن و مشابه از هر ناحیه) و ۱۰ درخت از منطقه دوم (۴ درخت همسن و مشابه از نواحی ۱ و ۲ و ۲ درخت از ناحیه ۳) به‌عنوان تکرار انتخاب شدند. طول بلندترین انشعاب درخت از محل طوقه به‌عنوان ارتفاع درخت اندازه‌گیری و یادداشت شد. قطر یقه هر یک از درختان منتخب به کمک نوار قطرسنج اندازه‌گیری و از آنها نمونه شاخ و برگ برداشت شد: نوار قطرسنج، یک متر نواری که روی آن به اندازه پی($\pi$) برابر هر قطر روی آن جدا شده و آنرا معادل مقدار پیرامون اندازه قطر تلقی کرد، به عبارتی محیط دایره درخت را مستقیماً به قطر آن تبدیل می‌کند (بین محیط c و قطر دایره d رابطه $C=d \times \pi$ برقرار است). سپس درختان




**شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق مطالعاتی**

**جدول ۱. مشخصات اقلیمی دو منطقه چاه افضل و اشکذر**

| مناطق | تقسیم‌بندی اقلیمی دومارتن | تقسیم‌بندی اقلیمی آمبرژه | میانگین دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد) | میانگین دمای حداکثر سالانه (درجه سانتی‌گراد) | میانگین دمای حداقل سالانه (درجه سانتی‌گراد) | میانگین بارش سالانه (میلی‌متر) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| چاه‌افضل | مناطق خشک | سرد و خشک | ۱۹/۰ | ۲۷/۸ | ۱۰/۳ | ۶۲/۴ |
| اشکذر | مناطق خشک | سرد و خشک | ۱۷/۸ | ۲۶/۹ | ۸/۷ | ۶۶/۱ |

انتخاب شده از محل طوقه قطع شدند. پروفیلی به ابعاد ۱ × ۱ متر در امتداد ریشه هر درخت حفر شد، به‌طوری که چهار وجه پروفیل در امتداد جهت‌های اصلی شمال- جنوب و شرق- غرب قرار داشتند (۲۰). نمونه‌های ریشه درختان قطع شده، از اعماق مختلف جمع‌آوری و در پاکت‌های کاغذی مجزا، با درج نام منطقه، ناحیه و شماره تکرار قرار داده شد. نمونه‌های خاک نیز از اعماق صفر تا ۳۰، ۶۰ – ۳۰، ۹۰–۶۰ و ۱۲۰–۹۰ سانتی‌متری از چهار وجه پروفیل‌های حفر شده برداشت شدند. نمونه‌های خاک و گیاه به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های خاک تهیه شده در هوای آزاد قرار داده شد تا کاملاً خشک شوند. سپس از الک ۲۰ میلی‌متری عبور داده و پارامترهای شیمیایی خاک براساس روش‌های زیر اندازه‌گیری شدند. از هر نمونه خاک، عصاره ۱:۵ تهیه و pH آن با استفاده از دستگاه pH متر تعیین شد. هدایت الکتریکی عصاره، به‌وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، برحسب دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری و برای دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تصحیح شد (۲۱). همچنین تعدادی از عناصر موجد شوری در عصاره خاک شامل سدیم و پتاسیم به‌وسیله دستگاه فلیم‌فتومتر، کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با ورسین (اتیلن دی‌آمین تتراستیک اسید EDTA) و کلر به‌روش تیتراسیون با نیترات نقره اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های گیاهی نیز پس از انتقال به آزمایشگاه به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد آون تهویه‌دار خشک، توزین و بخشی از آن به‌روش اکسیداسیون‌تر هضم و عناصر اندازه‌گیری شده در عصاره خاک به روش‌های توضیح داده شده در بافت‌های گیاهی نیز اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی عملکرد گونه سیاه تاغ، پارامترهای شاخص رشد و موجودی سرپا، برای هر یک از درختان منتخب، طبق معادلات ۱ و ۲ محاسبه شد:

$$G_i = \frac{H.CD}{A.۱۰۰۰} \qquad (۱)$$

که در این فرمول $G_i$ شاخص رشد (Growth index)، قطرمتوسط تاج پوشش برحسب سانتی‌متر، H CD ارتفاع برحسب سانتی‌متر و A سن توده برحسب سال می‌باشد و عدد ۱۰۰۰ در مخرج

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تعدادی از پارامترهای مربوط به شوری و قلیائیت عصاره ۱:۵ خاک‌های آزمایشی**

| | | میانگین مربعات | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| منابع تغییرات | درجه آزادی | کلر | سدیم | پتاسیم | سدیم به پتاسیم | منیزیم | کلسیم | EC | pH |
| منطقه | ۱ | ۶۷۰۸۰۰/۲$^{**}$ | ۱۲۲۳۳۰۵/۴$^{**}$ | ۳۸۱/۵$^{**}$ | ۵۱۱۳۱۲۰/۴$^{**}$ | ۷۶/۸ $^{ns}$ | ۱۱۵۸۳/۶$^{**}$ | ۷۹۸۵/۵$^{**}$ | ۱۰/۲ $^{ns}$ |
| نواحی در منطقه (خطای a) | ۶ | ۱۳۴۱۷/۵ | ۳۷۹۶/۹ | ۲۴/۹ | ۳۳۶۱۲/۵ | ۵۵/۷ | ۳۳۳/۹ | ۱۶/۱ | ۲/۳ |
| جهت | ۳ | ۴۰۶۵/۴ $^{ns}$ | ۴۳۵۷/۱ $^{ns}$ | ۰/۲ $^{ns}$ | ۵۵۴۳۰/۱ $^{ns}$ | ۱۶/۳ $^{ns}$ | ۶/۶ $^{ns}$ | ۱۱/۶ $^{ns}$ | ۰/۰۲ $^{ns}$ |
| عمق | ۳ | ۵۶۵۷۹۷/۷$^{**}$ | ۹۷۵۳۶۲/۱$^{**}$ | ۹۳/۱ $^{**}$ | ۱۰۵۸۴۹/۴$^{*}$ | ۵۵/۳$^{**}$ | ۲۲۱۷/۳$^{**}$ | ۶۰۵۸/۳$^{**}$ | ۰/۳$^{**}$ |
| جهت × عمق | ۹ | ۲۱۸۹/۳ $^{ns}$ | ۳۱۴۳/۱ $^{ns}$ | ۰/۲ $^{ns}$ | ۳۶۶۸۳/۹ $^{ns}$ | ۱۶/۲$^{*}$ | ۹/۹ $^{ns}$ | ۹/۸ $^{ns}$ | ۰/۰۴ $^{ns}$ |
| درخت (جهت × عمق) خطای b | ۴۸ | ۳۴۵۰/۴ | ۵۷۰۵/۶ | ۱/۹ | ۲۶۷۶۷/۱ | ۶/۹ | ۱۵/۲ | ۲۰/۷ | ۰/۰۳ |
| جهت × منطقه | ۳ | ۶۸۵۱/۲ $^{ns}$ | ۱۷۳۴۰/۲ $^{*}$ | ۰/۲ $^{ns}$ | ۸۱۱۳۰/۵$^{*}$ | ۱۱/۹ $^{ns}$ | ۱۵/۰ $^{ns}$ | ۶۲/۰ $^{ns}$ | ۰/۰۳ $^{ns}$ |
| عمق × منطقه | ۳ | ۳۳۵۶۰۱/۸ $^{**}$ | ۵۱۹۷۶۸/۱$^{**}$ | ۶۴/۷ $^{**}$ | ۲۹۷۰۴/۷ $^{ns}$ | ۱۳/۶ $^{ns}$ | ۲۰۴/۱ $^{**}$ | ۲۴۹۶/۴ $^{**}$ | ۳/۴$^{**}$ |
| عمق × جهت× منطقه | ۹ | ۳۹۲۲/۵ $^{ns}$ | ۱۱۷۱۶/۷ $^{ns}$ | ۰/۲ $^{ns}$ | ۴۶۷۸۷/۸ $^{*}$ | ۱۴/۸ $^{ns}$ | ۸/۰ $^{ns}$ | ۳۷/۲ $^{ns}$ | ۰/۰۳ $^{ns}$ |
| خطای c | ۳۹۰ | ۵۱۰۵/۹ | ۶۵۴۰/۴ | ۱/۷ | ۲۳۱۰۰/۳ | ۸/۹ | ۲۱/۹ | ۳۱/۸ | ۰/۰۳ |

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ns: معنی‌دار نیست. واحد اندازه‌گیری عناصر کلر، سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم محلول خاک، برحسب میلی‌اکی‌والان در لیتر و واحد اندازه‌گیری EC، دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد

کسر به‌خاطر کوچک‌کردن شاخص و آسان شدن محاسبات بعدی است (۴).

$$Y_i = -۷۱/۶۸۶ + ۳۵/۲۴۴CD \qquad (۲)$$

که در آن $Y_i$ موجودی سرپای هر درخت تاغ به کیلوگرم و $CD_i$ قطر متوسط تاج پوشش برحسب سانتی‌متر است (۴).

داده‌های حاصل از تجزیه نمونه‌های خاک و نمونه‌های گیاهی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل (آشیانه‌ای) و با استفاده از رویه ANOVA نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین سطوح هر یک از فاکتورهای معنی‌دار، به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار( Lsd) انجام شد.

## نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که صفات مرتبط با تجزیه‌های خاک شامل کلر، سدیم، پتاسیم، نسبت سدیم به پتاسیم،کلسیم و EC در خاک دو منطقه چاه افضل و اشکذر دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول ۲)، در حالی‌که این دو منطقه از نظر pH و غلظت منیزیم محلول خاک تفاوت معنی‌دار نداشتند. با توجه به اینکه اثر متقابل عمق × منطقه برای کلیه صفت به جز نسبت سدیم به پتاسیم و منیزیم معنی‌دار بود، از مقایسات میانگین اثرات اصلی دیگر صفات در دو منطقه خودداری شد. مقادیر صفت نسبت سدیم به پتاسیم محلول خاک در دو منطقه از نظر آماری تفاوت معنی‌دار داشتند و مقدار این صفت در منطقه اشکذر (۲۱۷/۹) بالاتر از منطقه چاه افضل (۷۲/۱) بود. غلظت منیزیم در این دو منطقه از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند.

همین‌طور با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل عمق × منطقه برای کلیه صفات به جز نسبت سدیم به پتاسیم و منیزیم، بررسی این دو صفت در نمونه خاک عمق‌های مختلف (جدول ۳) نشان داد که تفاوت صفات مختلف در سطح احتمال ۱ درصد از نظر آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین این صفات در اعماق مختلف خاک نشان از کاهش مقدار صفت نسبت سدیم به پتاسیم و منیزیم در نتیجه افزایش عمق داشت، و افزایش غلظت منیزیم در اعماق مختلف از نظر آماری معنی‌دار نبود. مقدار سدیم محلول در سطح خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) حدوداً شش برابر مقدار سدیم در عمق ۱۲۰

**جدول ۳. مقایسه میانگین تعدادی از پارامترهای مربوط به شوری و قلیائیت عصاره ۱:۵ عمق‌های مختلف**

| صفت | عمق(۳۰-۰) | عمق (۶۰-۳۰) | عمق (۹۰-۶۰) | عمق (۱۲۰-۹۰) |
|---|---|---|---|---|
| سدیم به پتاسیم | ۲۳۷/۰ a | ۱۹۶/۴ b | ۱۸۵/۷ b | ۱۶۰/۸ b |
| منیزیم | ۲/۱ c | ۲/۴ bc | ۳/۶a | ۳/۲ ab |

میانگین‌ها با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (Lsd) مقایسه شده‌اند و در هر ردیف تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، معنی‌دار نیست. غلظت عناصر برحسب میلی‌اکی‌والان در لیتر و EC برحسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد

**جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل منطقه و عمق، در طرح آشیانه‌ای- فاکتوریل**

| منطقه | عمق | صفات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلر | سدیم | پتاسیم | کلسیم | EC | pH |
| چاه افضل | ۰-۳۰ | ۳۳۱/۲a | ۳۹۸/۴a | ۴/۷a | ۳۲/۸a | ۳۲/۶a | ۸/۴a |
| | ۳۰-۶۰ | ۹۶/۳b | ۱۰۱/۸b | ۱/۹b | ۲۶/۲b | ۱۰/۷b | ۸/۱ b |
| | ۶۰-۹۰ | ۶۳/۱bc | ۵۳/۱c | ۱/۱c | ۲۳/۸cd | ۶/۷c | ۷/۹c |
| | ۹۰-۱۲۰ | ۶۲/۷bc | ۵۲/۱c | ۱/۰c | ۲۴/۴bc | ۶/۸c | ۷/۹c |
| اشکذر | ۰-۳۰ | ۷۹/۰bc | ۷۶/۴b | ۰/۴d | ۲۲/۱d | ۹/۱b | ۷/۶d |
| | ۳۰-۶۰ | ۵۶/۵c | ۳۶/۵cd | ۰/۱d | ۱۸/۱e | ۴/۹cd | ۷/۷d |
| | ۶۰-۹۰ | ۳۹/۵c | ۲۳/۷d | ۰/۱d | ۱۳/۸f | ۳/۷d | ۷/۸cd |
| | ۹۰-۱۲۰ | ۴۴/۵c | ۱۸/۱d | ۰/۱d | ۹/۶g | ۲/۹d | ۷/۹c |

میانگین‌ها با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (Lsd ) مقایسه شده‌اند و در هر ستون تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، معنی‌دار نیست. غلظت عناصر بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر و EC برحسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد

سانتی‌متری بود. به همین ترتیب این نسبت برای عنصر پتاسیم ۵ برابر و کلسیم ۱/۶ برابر و هدایت الکتریکی ۴/۳ برابر بود که نشان از تجمع املاح محلول (به استثنای منیزیم) در سطح خاک بود. میزان اثرات این صفات در اعماق مختلف و مناطق مختلف خاک متفاوت بود (جدول ۴).

اثر متقابل منطقه و عمق در مورد عناصر کلر، سدیم، پتاسیم، کلسیم، EC و pH معنی‌دار بود (جدول ۲). اما این اثرات بسته به منطقه مورد نظر متفاوت بودند (جدول ۴). برای کلسیم میزان آن در اعماق مختلف خاک، در منطقه چاه افضل بیشتر از منطقه اشکذر بود (جدول ۴). اثرات متقابل منطقه و عمق برای عامل EC نشان داد که مقدار EC موجود در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، تفاوت معنی‌داری با سایر اعماق داشت (جدول ۴). علیرغم معنی‌دار شدن اثرات متقابل منطقه، جهت و عمق در مورد نسبت سدیم به پتاسیم (جدول ۲) اما تفسیر این تفاوت معنی‌دار به‌دلیل پیچیدگی اثرات مشکل به‌نظر می‌رسد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل منطقه و جهت برای عنصر سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و در مورد سایر عناصر، تفاوت معنی‌داری از نظر اثر متقابل منطقه و جهت وجود نداشت.

در مورد عنصر سدیم، با اینکه تجزیه واریانس نشان داد که جهت‌های مختلف، در میزان سدیم موجود در خاک تاثیر

**جدول ۵. مقایسه میانگین تعدادی از پارامترهای مربوط به شوری و قلیائیت عصاره ۱:۵ خاک عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری دو منطقه در جهت‌های مختلف**

| | صفت | جهت شمالی | جهت جنوبی | جهت شرقی | جهت غربی |
|---|---|---|---|---|---|
| چاه افضل | سدیم | ۴۶۹/۵ a | ۴۱۴/۵ ab | ۳۵۸/۵ ab | ۳۵۱/۰ b |
| | سدیم به پتاسیم | ۱۴۶/۱ a | ۱۱۶/۷ ab | ۸۶/۶ b | ۱۰۱/۸ ab |
| اشکذر | سدیم | ۴۹/۱ b | ۶۸/۶ ab | ۶۳/۳ ab | ۱۲۴/۷ a |
| | سدیم به پتاسیم | ۲۵۷/۴ b | ۲۷۷/۵ ab | ۳۳۲/۳ ab | ۵۷۷/۸ a |

میانگین‌ها با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (Lsd ) مقایسه شده‌اند و در هر ردیف، تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند معنی‌دار نیست. غلظت عناصر بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر و EC برحسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد

معنی‌داری ندارد، ولی وجود اثر متقابل معنی‌دار بین منطقه و جهت نشان داد که جهت بر مقدار سدیم موجود در خاک موثر بوده اما این اثرات بسته به منطقه منتخب، متفاوت می‌باشد. از آنجایی‌که اثر سایه‌اندازی گیاه در جهت‌های مختلف می‌تواند بر تبخیر آب از سطح خاک و در نتیجه تجمع املاح متفاوت باشد، تجمع املاح لایه سطحی خاک (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) تحت تأثیر جهت نیز بررسی شد.

تأثیر جهت بر میانگین غلظت سدیم و همچنین نسبت سدیم به پتاسیم خاک سطحی مناطق چاه افضل و اشکذر در (جدول ۵) نشان داده شده است. این نتایج نشان داد در هر دو منطقه غلظت سدیم و همچنین نسبت سدیم به پتاسیم خاک سطحی در جهت‌های مختلف پروفیل (گیاه) تفاوت معنی‌داری داشتند. با توجه به اطلاعات خاک سطحی منطقه چاه افضل، به‌نظر می‌رسد غلظت املاح غالب شامل سدیم و کلر و همچنین EC تا حدودی در جهت شمال بوته‌ها افزایش یافته است که فقط غلظت سدیم از لحاظ آماری معنی‌دار بود. این تفاوت احتمالاً به‌دلیل رطوبت بیشتر این ناحیه از خاک در سایه بوته‌های تاغ و در نتیجه مداومت بیشتر صعود موئینگی محلول خاک این ناحیه و تجمع بیشتر نمک در خاک سطح آن باشد، اگرچه این روند در منطقه اشکذر مشاهده نشد. تفاوت در اثر متقابل جهت × منطقه می‌تواند مربوط به پارامترهای اقلیمی دو منطقه از نظر میانگین دما و بارندگی سالیانه باشد. حداکثر میانگین سدیم خاک سطحی (۴۶۹/۵) در جهت شمالی منطقه چاه افضل و حداقل آن (۴۹/۱) نیز در جهت شمالی منطقه اشکذر وجود داشت، در حالی‌که نسبت‌های سدیم به پتاسیم در منطقه اشکذر بیشتر از منطقه چاه افضل و حداکثر آن (۵۷۷/۸) در جهت غربی پروفیل خاک‌های منطقه اشکذر اندازه‌گیری شد.

نتایج تجزیه واریانس مقادیر عناصر موجود در شاخ و برگ درختان منتخب در دو منطقه چاه افضل و اشکذر نشان داد که میزان عنصر کلر موجود در شاخ و برگ درختان در حال رشد در این دو منطقه دارای تفاوت معنی‌دار بود. این گیاهان از لحاظ سایر عناصر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۶).

غلظت کلر موجود در شاخ و برگ درختان منتخب در منطقه چاه افضل به‌طور متوسط ۳۵/۹ و در منطقه اشکذر ۲۱/۱ گرم در کیلوگرم بود، در حالی که میزان سایر عناصر مورد بررسی در درختان منتخب در دو منطقه از نظر آماری معنی‌دار نبودند (جدول ۷).

براساس نتایج تجزیه گیاه میزان کلر تجمع یافته در درختان از ۱۵/۵ گرم بر کیلوگرم در ناحیه دو منطقه اشکذر تا ۴۴/۳ در ناحیه پنج منطقه چاه افضل متغیر بود (جدول ۸). نتایج نشان داد که نواحی منتخب در درون هر یک از مناطق مورد مطالعه از نظر مقدار کلر موجود در شاخ و برگ، تفاوت معنی‌داری

**جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس غلظت تعدادی از عناصر در شاخ و برگ درختان آزمایشی**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلر | سدیم | پتاسیم | سدیم به پتاسیم | کلسیم | منیزیم |
| منطقه | ۱ | ۱۳۶۳/۲* | ۱۱۲۴/۲ ns | ۳۲۳/۲ ns | ۱/۳ ns | ۱۹/۱ ns | ۱۴۲/۳ ns |
| نواحی در منطقه | ۶ | ۱۰۳/۴ ns | ۱۳۶۳/۵* | ۲۵۶/۳ ns | ۱/۱ ns | ۹/۴ ns | ۱۴/۹ ns |
| درخت در نواحی در منطقه (خطا) | ۲۲ | ۱۰۳/۱ | ۴۸۰/۷ | ۱۲۱/۷ | ۱/۱ | ۱۷/۷ | ۱۴/۱ |

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns: معنی‌دار نیست

**جدول۷. مقایسه میانگین غلظت تعدادی از عناصر (گرم بر کیلوگرم) در شاخ و برگ درختان دو منطقه**

| صفت | چاه افضل | اشکذر |
|---|---|---|
| کلـر | ۳۵/۹ a | ۲۱/۱ b |
| پتاسیم | ۲۴/۰a | ۲۵/۸ a |
| سدیم به پتاسیم | ۱/۹ a | ۲/۳ a |
| کلسیم | ۱۶/۵ a | ۱۸/۲ a |
| منیزیم | ۱۵/۴ b | ۲۰/۶ a |

میانگین‌ها با روش آزمون حداقل تفاوت معنـی‌دار (Lsd ) مقایسـه شـده‌انـد و در هـر ردیـف تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، معنی‌دار نیست

**جدول ۸ . مقایسه میانگین غلظت عناصر (گرم بر کیلوگرم) شاخ و برگ درختان در نواحی مختلف چاه افضل و اشکذر**

| منطقه | ناحیه | صفات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلر | پتاسیم | سدیم به پتاسیم | کلسیم | منیزیم |
| چاه افضل | یک | ۳۷/۲۰a | ۱۸/۸b | ۱/۹ab | ۱۶/۰a | ۱۴/۵ cd |
| | دو | ۳۳/۲ab | ۲۴/۸ ab | ۱/۳b | ۱۷/۵a | ۱۲/۹ d |
| | سه | ۳۳/۲ab | ۱۶/۱b | ۱/۶ab | ۱۴/۱a | ۱۳/۹ d |
| | چهار | ۳۱/۴ab | ۳۰/۶ab | ۲/۵a | ۱۷/۶a | ۱۹/۶abc |
| | پنج | ۴۴/۳a | ۲۹/۸ab | ۲/۱ab | ۱۷/۶a | ۱۶/۳bcd |
| اشکذر | یک | ۲۰/۲bc | ۱۸/۶b | ۲/۳a | ۲۰/۲a | ۲۲/۱a |
| | دو | ۱۵/۵c | ۲۲/۱ab | ۲/۶a | ۱۷/۵a | ۱۶/۸abcd |
| | سه | ۲۷/۵abc | ۳۷/۱a | ۲/۲ab | ۱۷/۲a | ۲۱/۸ab |

میانگین‌ها با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (Lsd ) مقایسه شده‌اند و در هر ستون تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، معنی‌دار نیست

**جدول ۹. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ریشه درختان منتخب، در مناطق چاه افضل و اشکذر**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلر | سدیم | پتاسیم | سدیم به پتاسیم | کلسیم | منیزیم |
| منطقه | ۱ | ۲۰۵/۶ ns | ۷۶۷/۷ ns | ۹/۲ ns | ۱/۳ ns | ۱۴۳/۰** | ۱/۶ns |
| نواحی در منطقه | ۶ | ۴۷/۲ ns | ۱۵۲/۱ ns | ۲۰/۴ ns | ۰/۳ ns | ۳/۳ ns | ۲۰/۶ ns |
| درخت در نواحی در منطقه (خطا) | ۲۲ | ۲۹/۷ | ۲۲۸/۶ | ۱۴/۰ | ۰/۴ | ۳۶/۹ | ۸/۷ |

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns: معنی‌دار نیست

نداشتند. غلظت سدیم نیز از ۲۷/۶ گرم بر کیلوگرم در ناحیه سه منطقه چاه افضل تا ۷۹ در ناحیه سه منطقه اشکذر متغیر بود. به‌طور کلی نواحی چهار منطقه چاه افضل و سه منطقه اشکذر از نظر مقدار سدیم موجود در شاخ و برگ درختان، با سایر نواحی منتخب دارای تفاوت معنی‌دار بودند. بیشترین مقدار پتاسیم (۳۷/۱) در ناحیه سه منطقه اشکذر مشاهده شد که با نواحی یک و سه منطقه چاه افضل و ناحیه یک منطقه اشکذر تفاوت معنی‌دار داشت. مقدار عنصر کلسیم موجود در شاخ و برگ درختان نیز در دو منطقه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. مقدار منیزیم از ۲۲/۱ در ناحیه یک منطقه اشکذر تا ۱۲/۹ در ناحیه دو منطقه چاه افضل متغیر بود. نواحی منتخب در منطقه اشکذر از نظر میزان منیزیم با نواحی یک، دو و سه منطقه چاه افضل از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نشان دادند. نسبت سدیم به پتاسیم اندام هوایی گیاه نیز در ناحیه دو اشکذر بیشترین و در ناحیه دو چاه افضل کمترین مقدار را نشان داد که تفاوت آنها از نظر آماری نیز معنی‌دار شد. بین سایر نواحی از نظر این نسبت تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

نتایج تجزیه واریانس غلظت کلر، سدیم، پتاسیم، نسبت سدیم به پتاسیم، کلسیم و منیزیم ریشه درختان منتخب در مناطق چاه افضل و اشکذر، در جدول (۹) ارائه شده است. این نتایج نشان داد که دو منطقه از نظر مقدار کلسیم موجود در ریشه از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بودند، در حالی‌که نواحی منتخب در درون آنها، از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری نداشتند.

نتایج نشان داد تجمع عناصر در ریشه درختان منطقه چاه افضل بیشتر از منطقه اشکذر بود. مقایسه میانگین غلظت عناصر (گرم بر کیلوگرم) ریشه درختان دو منطقه نشان داد که تنها غلظت کلسیم در درختان دو منطقه چاه‌افضل (۱۵/۸) و اشکذر (۱۱/۰) از نظر آماری معنی‌دار بودند. میانگین‌های غلظت عناصر اندازه‌گیری شده، همچنین نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه درختان نواحی مختلف دو منطقه چاه افضل و اشکذر در جدول (۱۰) نشان داده شده است.

نتایج نشان داد که میزان کلسیم موجود در ریشه درختان منتخب، تفاوت معنی‌داری در دو منطقه داشته و مقدار این عناصر، در منطقه چاه افضل بیشتر از منطقه اشکذر بود. براساس نتایج به‌دست آمده غلظت کلر موجود در ریشه از ۱۸/۶ در ناحیه پنج منطقه چاه افضل تا ۵/۳ در ناحیه سه منطقه اشکذر متغیر بود. مقدار پتاسیم از ۲۰/۷ گرم بر کیلوگرم در ناحیه چهار منطقه چاه افضل تا ۱۴/۳ در ناحیه دو منطقه اشکذر تغییر کرده است و ناحیه چهار منطقه چاه افضل از نظر میزان پتاسیم موجود در ریشه، تفاوت معنی‌داری با نواحی سه منطقه چاه افضل و دو منطقه اشکذر دارا می‌باشد (جدول ۱۰). نسبت سدیم به پتاسیم ریشه درختان ناحیه یک منطقه چاه افضل (۳/۵) تفاوت معنی‌داری با مقدار نسبت مذکور در ناحیه یک منطقه اشکذر (۲/۳) نشان داد.

نتایج حاصل از بررسی شاخص رشد و موجودی سرپا، در مناطق چاه افضل و اشکذر، از نظر آماری به‌طور معنی‌داری تفاوت داشتند. به‌طوری‌که مقدار این دو پارامتر در منطقه چاه افضل به ترتیب ۳۱/۲۶ و ۴۲۱۹۷/۲۷ و در منطقه اشکذر به ترتیب ۱۶/۶ و ۱۱۹۳۷/۷ محاسبه شد. با توجه به این پارامترها

**جدول ۱۰. مقایسه میانگین غلظت عناصر (گرم بر کیلوگرم) ریشه درختان در نواحی مختلف چاه افضل و اشکذر**

| منطقه | ناحیه | صفات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلر | سدیم | پتاسیم | سدیم به پتاسیم | کلسیم | منیزیم |
| چاه افضل | یک | ۱۴/۶$^{ab}$ | ۵۸/۰$^{a}$ | ۱۶/۴$^{ab}$ | ۳/۵$^{a}$ | ۱۵/۷$^{a}$ | ۸/۰ $^{a}$ |
| | دو | ۹/۷$^{bc}$ | ۴۹/۶$^{a}$ | ۱۶/۲ $^{ab}$ | ۳/۰$^{ab}$ | ۱۶/۵$^{a}$ | ۸/۶ $^{a}$ |
| | سه | ۱۱/۵$^{abc}$ | ۴۳/۶$^{a}$ | ۱۴/۷$^{b}$ | ۳/۰$^{ab}$ | ۱۴/۷$^{a}$ | ۳/۶ $^{b}$ |
| | چهار | ۸/۸$^{bc}$ | ۶۰/۸$^{a}$ | ۲۰/۷$^{a}$ | ۲/۹$^{ab}$ | ۱۶/۷$^{a}$ | ۱۰/۰$^{a}$ |
| | پنج | ۱۸/۶$^{a}$ | ۵۸/۵$^{a}$ | ۱۹/۶$^{ab}$ | ۲/۹$^{ab}$ | ۱۵/۲$^{a}$ | ۱۰/۵$^{a}$ |
| اشکذر | یک | ۶/۲$^{c}$ | ۳۹/۳$^{a}$ | ۱۶/۹$^{ab}$ | ۲/۳$^{b}$ | ۱۱/۷$^{b}$ | ۸/۴$^{a}$ |
| | دو | ۹/۳$^{bc}$ | ۴۶/۶$^{a}$ | ۱۴/۳$^{b}$ | ۳/۰$^{ab}$ | ۹/۷$^{b}$ | ۷/۹$^{a}$ |
| | سه | ۵/۳$^{c}$ | ۴۶/۱$^{a}$ | ۱۷/۷$^{ab}$ | ۲/۶$^{ab}$ | ۱۱/۵$^{b}$ | ۶/۶$^{ab}$ |

میانگین‌ها با روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (Lsd ) مقایسه شده‌اند و در هر ستون تفاوت هر دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، معنی‌دار نیست

وضعیت درختان در منطقه چاه‌افضل مناسب و در منطقه اشکذر نامناسب (پایین) ارزیابی شد.

## بحث

بیابانی‌بودن اقلیم و شوری خاک از ویژگی‌های مهم دو منطقه مورد مطالعه است (۱). برخی از ویژگی‌های خاص گونه سیاه تاغ که براساس آنها می‌توان برای اصلاح خاک، حفاظت آن و تثبیت شن‌های روان در برنامه‌ها استفاده کرد، به خوبی مطالعه شده است (۵، ۲۹ و ۳۱). تفاوت رفتار اکوفیزیولوژیک گیاهان سیاه تاغ در ذخیره مقادیر متفاوت برخی از عناصر در دو منطقه توانست ارتباط گیاهان را با عوامل اکولوژیک مشخص سازد که از آن می‌توان به‌عنوان شاخصی برای انتخاب گونه‌ها به‌منظور توسعه کشت گیاه در شرایط محیطی نامناسب می‌توان استفاده کرد. نتایج آنالیزهای شیمیایی خاک شامل EC و pH خاک دو منطقه نشان داد خاک این مناطق را که در چاله زهکشی حوزه‌های آبخیز شیرکوه یزد- اردکان، نائین- عقدا و توت و هرشین قرار دارد (۲۴) را می‌توان در طبقه خاک‌های شور و قلیایی قرار داد. میزان عنصر منیزیم و pH موجود در خاک، تفاوت معنی‌داری در دو منطقه نداشتند (جدول ۲). مقدار pH اندازه‌گیری شده در جهت‌های مختلف از لحاظ آماری تفاوتی نداشت، گرچه در سطح خاک به مقدار ناچیزی نسبت به لایه‌های عمقی بیشتر بود. این نتایج نشان داد pH بیشتر تابع مواد مادری بوده و احتمالاً املاح دارای هیدرولیز قلیایی به‌دلیل قلیائیت بیشتر با سهولت بیشتری در اثر صعود مویینگی به سطح خاک منتقل می‌شوند ولی تفاوت تبخیر ناشی از سایه‌اندازی گیاه در جهت‌های مختلف نتوانسته است تفاوتی از نظر pH خاک ایجاد کند.

نتایج نشان داد دو منطقه چاه افضل و اشکذر، از نظر میزان کلر، سدیم، پتاسیم، کلسیم و EC عصاره خاک بسیار متفاوت بودند. میزان سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم خاک، براساس نتایج این مطالعه، در جهت‌های مختلف نمونه‌برداری خاک در مناطق چاه افضل و اشکذر متفاوت بود. احتمالاً تأثیر سایه‌اندازی متفاوت گیاه در جهت‌های مختلف بر میزان صعود کاپیلاری آب خاک در اطراف گیاه و تبخیر سطحی و در نتیجه تجمع املاح در سطح خاک متفاوت است. بیشترین تجمع املاح در سطح خاک مشاهده می‌شود، به‌طوری‌که از عمق ۱۲۰ تا

عمق ۶۰ سانتی‌متری غلظت املاح نسبتاً ثابت و تغییرات آن ناچیز می‌باشد ولی از عمق ۶۰ سانتی‌متری به طرف سطح خاک غلظت املاح به شدت افزایش یافته است. افزایش مقدار عناصر از عمق به سطح (به استثنای منیزیم) را می‌توان به‌علل بارندگی کم، آبشویی اندک و تبخیر زیاد آب از خاک که موجب صعود مویینگی املاح و تجمع آنها در سطح خاک می‌شود و یا به جذب املاح از اعماق خاک و اضافه شدن آن به سطح خاک نسبت داد. به‌نظر می‌رسد با توجه به نقش گیاه تاغ در شورکردن خاک، متوسط غلظت کل املاح و همچنین غلظت عناصر سدیم، کلر و کلسیم در اعماق مختلف نواحی مطالعه شده در منطقه چاه‌افضل به مراتب بیشتر از مقادیر گزارش شده برای خاک بدون پوشش این منطقه می‌باشد (۲). این نتایج در توافق با یافته‌های دلخسته و همکاران است که افزایش هدایت الکتریکی خاک را تحت تأثیر تاغ گزارش کردند (۳). شارما نیز کشت آتریپلکس را موجب افزایش قابلیت هدایت الکتریکی EC و همچنین افزایش سدیم محلول خاک سطحی دانسته که در اثر ریزش برگ‌های این گیاه و افزایش نمک موجود در آن به سطح خاک ایجاد می‌شود (۲۶). تعدادی از مطالعات نیز کاهش املاح و شوری خاک تحت تأثیر پوشش گیاهی را نشان داده‌اند. تحقیقات گیتی و مجیری نشان داد کاشت گونه‌های مقاوم به شوری نظیر آتریپلکس در اراضی شور، باعث کند شدن روند افزایش شوری خاک در اعماق مختلف می‌شود (۱۷ و ۲۲).

تجمع منیزیم در افق‌های زیرین خاک را احتمالاً بتوان به خصوصیات ذاتی خاک مناطق مورد مطالعه نسبت داد. کریمی‌زاده در مورد پتاسیم نیز نتایج مشابهی به‌دست آورد (۶). غلظت پایین پتاسیم در خاک‌های دو منطقه چاه افضل و اشکذر را نیز می‌توان به تثبیت زیاد این عنصر، به‌وسیله کانی‌های رسی‌خاک و حلالیت کم این کانی‌ها نسبت داد، زیرا یون پتاسیم با داشتن توان یونی بالاتر از سدیم، به آسانی آب خود را از دست داده و بدین ترتیب می‌تواند به‌خوبی در بین لایه‌های کانی‌های رسی خاک جای گیرد. این ویژگی پتاسیم باعث شده است کانی‌های رسی موجود در خاک، این عنصر را بهتر از سدیم، جذب و نگهداری کرده و از جنبش آن بکاهند و درنهایت میزان پتاسیم محلول خاک را کاهش دهند (۱۲).

براساس نتایج این مطالعه تفاوت میزان کلسیم موجود در ریشه درختان منتخب در دو منطقه چاه افضل و اشکذر، معنی‌دار بود. از سوی دیگر تجزیه نمونه‌های خاک نشان داد غلظت کلسیم محلول خاک تقریباً در تمام عمق‌های خاک منطقه چاه افضل، بیشتر از منطقه اشکذر بوده، ضمن اینکه این تفاوت با افزایش عمق بارزتر شده است. از آنجا که یون کلسیم عمدتاً از طریق انتهای ریشه جذب می‌شود (۹)، لذا وجود مقدار بیشتری از عنصر کلسیم در ریشه درختان موجود در منطقه چاه افضل را می‌توان به وجود غلظت بالاتر این عنصر در افق‌های زیرین خاک این منطقه نسبت داد، از طرفی چون کلسیم در محیط‌های شور، نقش اصلی را در تنظیم و انتقال یون‌ها به سلول‌های گیاه بر عهده دارد (۱۴ و ۲۳) و قادر است بر ساختمان غشاء (۳۰) و جابه‌جائی یون‌ها (۱۸) تأثیر بگذارد، مقادیر پایین کلسیم در خاک منطقه اشکذر، احتمالاً سبب اختلال در جابه‌جایی یون‌ها و در نهایت افزایش جذب عناصر موجود در خاک به‌وسیله ریشه درختان بوده است، به‌طوری که با وجود تفاوت فاحش غلظت عناصر موجود در خاک مناطق مورد مطالعه، میزان عناصر موجود در ریشه آنها، تفاوت معنی‌داری نداشت.

غلظت کلر شاخ و برگ درختان منتخب در مناطق چاه افضل و اشکذر بر طبق نتایج به‌دست آمده، متفاوت بود که این امر را می‌توان به وجود غلظت بالاتری از کلر در خاک و ریشه درختان منطقه چاه افضل نسبت داد که سبب افزایش جذب و انتقال عنصر مذکور در این منطقه شده است. کلر آنیونی بسیار متحرک است و با جریان تعرق از طریق آوندهای چوبی به قسمت هوایی گیاه انتقال می‌یابد (۱۶). از سوی دیگر با توجه به اینکه گونه سیاه تاغ از سازوکار تنظیم اسمزی، برای مقابله با شوری استفاده می‌کند (۲۷) و یون کلر، یکی از یون‌های مطرح در اعمال سازوکار مذکور می‌باشد (۱۶)، لذا با وجود شوری

بالاتر خاک در منطقه چاه افضل، زیاد بودن میزان یون کلر، در بخش هوایی درختان موجود در این منطقه را می‌توان به جذب بیشتر این عنصر، برای تنظیم اسمزی و مواجهه با شوری نسبت داد.

نتایج حاصل از این مطالعه، همچنین نشان داد که غلظت همه عناصر اندازه‌گیری شده به استثنای کلر در شاخ و برگ درختان منتخب در منطقه اشکذر بیشتر از منطقه چاه افضل است. انتقال کمتر سدیم به شاخ و برگ درختان موجود در منطقه چاه افضل را می‌توان به وجود مقادیر بالاتری از کلسیم در ریشه درختان این منطقه مرتبط دانست، زیرا کلسیم روی باز و بسته شدن کانال‌هایی که هدایت سدیم را بر عهده دارند تاثیر گذاشته (۱۰)، می‌تواند حرکت سدیم را از ریشه به سوی برگ محدود کند (۹، ۱۹ و ۲۵). وجود مقادیر پایین‌تری از عناصر پتاسیم، کلسیم و منیزیم، در شاخ و برگ درختان منطقه چاه افضل نیز، احتمالاً به غلظت بیشتر سدیم در ریشه درختان مورد نظر بر می‌گردد، زیرا افزایش سدیم باعث کاهش جذب کاتیون‌های دیگر در گیاه و کاهش میزان پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در گیاه خواهد شد (۱۵).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که متوسط قطر تاج و موجودی سرپای درختان، در منطقه چاه افضل بیشتر از اشکذر است، وجود چنین تفاوتی را می‌توان به نقش کلسیم موجود در خاک این منطقه و کاهش اثرات مضر کلرید سدیم نسبت داد، شوری سبب حذف کلسیم از غشاء و اختلال در عمل آن و در نهایت افزایش ورود سدیم می‌شود، در حالی‌که اضافه کردن کلسیم به محیط کشت شور (تا وقتی که نسبت سدیم به کلسیم به حدود ۵/۷ برسد)، اثرات مضر کلرید سدیم بر رشد گیاه را کاهش می‌دهد (۱۴) و نسبت مذکور در منطقه چاه افضل نیز ۵/۶۳ بود. وجود مقادیر بالاتری از سدیم در بخش هوایی درختان موجود در منطقه اشکذر را می‌توان به‌عنوان یکی از دلایل مقاومت کمتر درختان مورد نظر نسبت به شوری و در نهایت کاهش رشد آنها به شمار آورد. گفته می‌شود بین مقدار سدیم موجود در برگ و میزان مقاومت به شوری گیاهان، همبستگی وجود دارد و این همبستگی، می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای مقاومت به شوری مورد استفاده قرار گیرد (۱۹). حضور سدیم، سبب اختلال در فعالیت آنزیم‌هایی می‌شود که به پتاسیم نیاز دارند (۱۶)، لذا نسبت سدیم به پتاسیم موجود در بافت گیاه به‌عنوان شاخص سمیت سدیم به کار می‌رود و مقدار کمتر نسبت مذکور، به معنی کم بودن سمیت یون سدیم می‌باشد (۱۶). با توجه به مقدار بالاتر نسبت سدیم به پتاسیم در بخش هوایی درختان منطقه اشکذر، چنین به‌نظر می‌رسد که اثرات سمی یون سدیم نقش بیشتری بر رشد درختان موجود در این منطقه داشته است. از طرفی میزان شاخص رشد محاسبه شده در مناطق چاه افضل و اشکذر، با توجه به تقسیم‌بندی که به‌وسیله رهبر (۴) انجام شد، بیانگر وضعیت نسبتاً مطلوب درختان تاغ در منطقه چاه افضل است، در حالی که تاغزارهای موجود در منطقه اشکذر براساس این تقسیم‌بندی، از وضعیت مناسبی برخوردار نبودند. به‌نظرمی‌رسد خاک منطقه چاه افضل علیرغم شوری بسیار بیشتر نسبت به منطقه اشکذر احتمالاً به‌دلیل محتوای بیشتر کلسیم و پتاسیم محلول و همچنین نسبت پایین‌تر سدیم به پتاسیم توانسته است شرایط مساعدتری برای رشد و استقرار گیاه سیاه تاغ فراهم کند. البته اثبات این فرضیه به مطالعات جامع‌تر از جمله بررسی کاربرد کودهای حاوی کلسیم و پتاسیم برای گیاه تاغ در مناطق مورد مطالعه نیاز دارد.

## سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه صنعتی اصفهان برای پرداخت هزینه انجام طرح پژوهشی و از آقایان دکتر محمدرضا سبزعلیان، دکتر سعدالله هوشمند و دکتر حسین زینلی برای مشاوره آماری تشکر می‌کنند.

## منابع مورد استفاده


۱. امتحانی، م. ۱۳۷۱. بررسی بیواکولوژیک جنگل گز دست کاشت چاه افضل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گرگان

۲. خاکساری، و.، س. چراغی، س. موسوی، ع. کامگار حقیقی و ش. زند پارسا، ۱۳۸۵. آبشویی خاک به‌منظور اصلاح خاک شور و قلیا در منطقه چاه‌افضل استان یزد. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی سال سیزدهم(۶): ۴۷- ۵۶.

۳. دلخسته، ا.، ن. صفائیان و م. شکری. ۱۳۸۲. بررسی اثرات تاغزارهای دست‌کاشت و طبیعی بر روی پوشش گیاهی و آب و خاک دشت سیستان. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران. دفتر تثبیت شن و بیابان‌زدائی، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور. کرمان. ۲۰-۳۴.

۴. رهبر، ا. ۱۳۶۴. *تأثیر انبوهی و بارندگی روی رشد و سرسبزی تاغزارهای دست‌کاشت*. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران- کرج.

۵. زندی اصفهان، ا.، س. ج. خواجه‌الدین، م. جعفری، ح. ر. حکیم‌زاده و ح. آذرنیوند. ۱۳۸۶. بررسی ارتباط رشد گیاه سیاه‌تاغ با خصوصیات خاک در دشت سگزی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۴۰): ۴۶۳-۴۴۹.

۶. کریمی‌زاده خوراسگانی، ح. ۱۳۷۴. مطالعه رابطه بین چگونگی تحول و تکامل خاک‌ها در واحدهای مختلف فیزیوگرافی و فرسایش‌پذیری آنها در منطقه لردگان حوزه آبخیز شمالی رودخانه کارون، پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

7. Akani, H. and M. Ghorbani. 1993. A contribution to the halophytic vegetation and flora of Iran. PP. 35-44. *In*: Lieth H. and A. Al-massom (Eds.), Towards the rational use of high salinity tolerant plants, Kluwer Academic Publisher., Nether lands.
8. Babaev, A. and N. Kharin. 2002. Combating desertification in USSR. Unasilva. Arid Zone Forestry 168:128-134.
9. Banuls. J., F. Legaz and E. Primo-Millo. 1991. Salinity calcium interactions on growth and ionic concentration of citrus plants. Plant and Soil 133: 39-46.
10. Brown. G. 2003. Factors maintaining plant diversity in degraded areas of northern Kuwait. J. of Arid Environs. 54(1): 183-194.
11. Casazza, G., E. Zappa, M. G. F. Mariotti and L. Minuto. 2008. Ecological and historical factors affecting distribution pattern and richness of endemic plant species: the case of the Maritime and Ligurian Alps hotspot. Diversity and Distributions 14: 47–58.
12. Dregne, H. 1976. Developments in soil science. No. 6. Soils of arid regions, Elsevier Scientific Publishing Company, Amesterdam, 237 pp.
13. El-Keblawy, A. and N. Al-Shamsi 2008. Salinity, temperature and light affect seed germination of *Haloxylon salicornicum*, a common perennial shrub of the Arabian deserts. Seed Sci. and Technol. 36: 679-688
14. Epstein, E. 1961. The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. Plant Physiol. 30: 437-444.
15. Erdie, L. 1979. The effect of salinity on growth, cation content, Na – uptake and translocation in salt sensitive and salt tolerant plantago species. Plant Physiol. 74: 95-99.
16. Flowers, T. J. 1975. Halophytes, *In:* Baker, D. A. and J. L. Hall, (Eds.), Ion transport in plant cell and tissues, North Holland Publishing Company.
17. Giti, A. R. 1996. Effects of salt cedar and saltbush on soil salinity. J. of Desert. 1(2, 3, 4): 39-51. (In Persian)
18. Lahaye, P. A. and E. Epstein. 1971. Calcium and salt tolerance by bean plants, Physio. Plant. 25: 213 218
19. Lahaye, P. A. and E. Epstein. 1969. Salt tolerance by plant: enhancement with calcium. Sci. 166: 395-396.
20. Mahjoory, R. 1979. The nature and genesis of some salt affected soils in Iran. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 1019-1024.
21. Miller, R. H. and D. R. Keeney, (Eds.), 1986. Methods of soil analysis, part 2, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
22. Mojiri A., A. Jalalian and N. Honarjoo. 2011. Effects of selected soil properties on growth of *Haloxylon sp*. in Segzi plain (Iran). JAPS, J. of Animal and Plant Sci. 21(4):686-691
23. Rains, D. W. 1972. Salt transport by plants in relation to salinity. Ann. Rev. Plant physiol. 23: 367-388

24. Rastegari, J., R. Amidi, S. Saadat, A. Khorasani, F. Dehghani, M. A. Mousavi Shalmani, T. Mostatabi, A. R. Okhovatian and R. Vakil. 2000. Sustainable utilization of salt affected wastelands and saline ground water for plant production. IAEA Project (INT/5/144). 39PP.
25. Regers, M. E. and C. L. Nobel, 1991. The effect of NaCl on the establishment and growth of balansa clover (*Triflium michelianum* Savi var. balansae), Aust. J. Agric. Rec. 42: 847-857.
26. Sharma, M. L. 1973. Soil physical and physical – chemical variability induced by *Atriplex numularia*. J. Range Manag. 26: 426-430.
27. Song, J., G. Feng, C. Y. Tian. and F.S. Zhang. 2006. Osmotic adjustment traits of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* in field or controlled conditions. Plant Sci. 170: 113–119.
28. Shuyskayaa, E. V., E. V. Lib, Z. F. Rahmankulovaa, N. A. Kuznetsovaa, K. N. Toderichc, and P. Yu. Voronin. 2014. Morphophysiological adaptation aspects of different *Haloxylon aphyllum* (Chenopodiaceae) genotypes along a salinity gradient. Russian J. of Ecology. 45(3): 181–187.
29. Wickens, G. E., J. R. Goodin and D. V. Field. 1985. Plants for arid lands. George Allen and Unwin. London, England, UK, and Boston, Massachusetts, USA: 452p.
30. Wildes, R. A. and T. F. Neales. 1971. Maintenance of viability of carrot tissue slices in washing solutions after cutting. Aust. J. Biol. Sci. 24: 397-402.
31. Xu, G., D. Yu, J. Xie, L. Tang, and Y. Li. 2014. What makes *Haloxylon persicum* grow on sand dunes while *H. ammodendron* grows on interdune lowlands: a proof from reciprocal transplant experiments. Arid Land. 6(5): 581–591
32. Zhenghu, D., X. Hanglang, L. Xinrong, D. Zhibao and W. Gang. 2004, Evolution of soil properties on stabilized sands in the Tengger Desert, China. Geomorphology 59: 237-240.

J. Water and Soil Sci (Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.)
Vol. 21, No. 1, Spring 2017, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

# Some Echophysiological Characteristics of *Haloxylon appilium* in Yazd Province

**S. A. M. Mirmohammady Maibody[*1], S. Dybaie[2], H. Shariatmadari[3] and N. Baghestani[4]**

(Received: Feb. 22-2015 ; Accepted: Oct. 9-2016)

## Abstract

The adaptability of *Haloxylon appilium* to adverse environmental conditions and especially its capability for an appropriate establishment in saline and desert soils has introduced this plant as a suitable means for biological methods to stabilize sand dunes, control erosion and prevent desertification in arid regions. In order to evaluate the ecophysiological characteristics of *Haloxylon appilium* some characteristics of soils under the long term establishment, survival and development of this plant and ion composition of this plant growing in Yazd province in thirty two growing trees of similar ages and traits within 8 locations of Chah Afzal and Ashkezar were investigated and their height (H), crown diameter (CD) and the above ground biomass index (Yi) were measured. Also, after cutting the trees from their collars, soil profiles were dug underneath the tree locations and soil samples were taken at depths of 0-30, 30-60, 60-90 and 90-120cm from four sides of each profile. The samples were then analyzed for Electrical Conductivity (EC), pH and Cl, Na, Ca, Mg, K concentrations in 1:5 soil to water extracts. The results showed statistically significant differences in soil parameters between the two regions, except for pH and Mg concentrations. The ion concentration of the plants in the two regions showed statistically significant differences for only Cl in shoots and Ca in roots. Based on the plant growth indices the Chah Afzal and Eshkezar regions were respectively evaluated as suitable and unsuitable for *Haloxylon appilium* growth. In spite of a higher salinity, the higher Ca and K concentration and lower Na/K ratio of Chah Afzal soils may explain the better plant performance in this region against Eshkezar, however, comprehensive researches on application of Ca and K fertilizer are needed to confirm this hypothesis

**Keywords**: *Haloxylon aphyllum*, Soil characteristics, Soil amendment, salinity, Alkalinity, Desertification.

1. Dept. of Agronomy and Plant Breeding, College of Agric., Isf. Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
2. Dept. of Forestry., College of Natur. Resour., Gilan Univ., Gilan, Iran
3. Dept. of Soil Sci. College of Agric., Isf. Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
4. Dep. of Forest and Rangeland, Yazd Agric. and Natural Resour. Res. and Education Center, AREEO, Yazd, Iran.
*: Corresponding Author, Email: maibody@cc.iut.ac.ir