

## بررسی شور شدن خاک و دامنه تأثیر آن در اثر تاغکاری در دشت سگری اصفهان

احسان زندی اصفهان<sup>۱\*</sup>، محمد جعفری<sup>۲</sup>، سید جمال الدین خواجه الدین<sup>۳</sup> و حسین آذرینوند<sup>۴</sup>

۱- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور پست الکترونیک: zandi@rifr-ac.ir

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۸۷/۰۷/۰۶

### چکیده

به منظور بررسی شور شدن خاک در اثر تاغکاری در دشت سگری اصفهان از فن رج‌بندی<sup>۱</sup> استفاده گردید. مطالعه به شیوه نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده<sup>۲</sup> انجام شد و براساس سال کاشت و فیزیونومی ظاهری تاغ، شش منطقه که از نظر وضعیت رشد سیاه تاغ‌ها متفاوت بودند (تاغکاریهای موفق و ناموفق) تفکیک گردید. در هر منطقه تعداد ۱۰ نمونه هم سن گونه سیاه تاغ (*Haloxylon ammodendron C.A.Mey*) انتخاب و شاخصهای رشد گیاه شامل ارتفاع، سطح تاج‌پوشش، محیط تاج‌پوشش، قطر تاج‌پوشش و قطر یقه اندازه‌گیری شد. همچنین در هر منطقه سه و در مجموع ۱۸ پروفیل خاک حفر و پنج خصوصیت شیمیایی خاک شامل EC، Na<sup>+</sup>، Cl<sup>-</sup> و K<sup>+</sup> و SAR در پنج افق ۳۰ سانتی‌متری (۱۵۰-۰ سانتی‌متری) اندازه‌گیری شد؛ و داده‌ها به روش رج‌بندی آنالیز گردید. نتایج نشان داد که در تاغکاریهای موفق به دلیل عدم برخورد ریشه گیاه با سخت لایه، مقدار گسترش عمقی ریشه و جذب آب و املاح، رشد اندامهای هوایی و به تبع آن برگشت لاشبرگ به سطح خاک بیشتر از عامل‌های مذکور در تاغکاریهای ناموفق بوده و با افزایش رشد سیاه تاغ، شور شدن خاک بشدت افزایش یافته است. بدین ترتیب، نقش گونه سیاه تاغ در شور کردن خاک تحت اشکوب خود تأیید شد. از طرف دیگر، نتایج نشان داد که دامنه شور شدن خاک به افقهای اول و دوم (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری از سطح) محدود شده و افقهای سوم، چهارم و پنجم خاک تحت تأثیر قرار نگرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: سیاه تاغ، انتقال املاح، شوری، فن رج‌بندی، دشت سگری اصفهان.

1- Ordination

2- Stratified Random Sampling

## مقدمه

ارتباط بین خاک و گیاه از زمانهای دور مورد توجه بشر بوده و کشف این ارتباطات بیشترین منافع را برای بشر در پی داشته است. با مطالعه ارتباطات بین خاک و گیاه می‌توان به ویژگی هر یک دست یافت و از آنها برای مدیریت صحیح و منطبق بر اصول اکولوژیک استفاده نمود (قربانیان، ۱۳۸۱).

یکی از اکوسیستمهای خاص، مناطق بیابانی است. در کشورمان ایران حدود ۱۲ میلیون هکتار از اراضی را پهنه‌های ماسه‌ای تشکیل می‌دهد که حدود شش میلیون هکتار از آن فعال است (خلخال، ۱۳۷۵ و رفاهی، ۱۳۷۸). دشت سگزی در فاصله ۴۰ کیلومتری از شهر اصفهان و با وسعت بیش از ۴۰ هزار هکتار عامل تهدیدی جدی برای این شهر تاریخی محسوب می‌شود. این دشت که تا چند دهه پیش نیزار و مرغزاری نسبتاً آباد بود اینک به خطری عظیم به لحاظ تخریب طبیعت و آلودگی محیط‌زیست تبدیل گردیده است. دو عامل طبیعی و انسانی در بیابان‌زایی و توسعه آن در این منطقه نقش دارند. از عوامل طبیعی بارندگی کم، تبخیر زیاد، وجود لایه‌های محدودکننده در خاک و بادهای شدید و از عوامل انسانی، چرای بیش از حد دام و بوته‌کشی در گذشته، رشد شدید جمعیت و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع موجود، افت آبهای زیرزمینی و مهمتر از همه بهره‌برداری از معادن سطحی موجود به‌ویژه معادن گچ را می‌توان نام برد (اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان، ۱۳۷۴).

خسارت ناشی از بیابان‌زایی در این منطقه و اهمیت احیاء و تثبیت آن از جنبه‌های مختلف قابل تأمل است. وجود مراکز مهم اقتصادی و اجتماعی در منطقه از جمله فرودگاه بین‌المللی شهید بهشتی، راه‌آهن، جاده ترانزیت

اصفهان به جنوب و جنوب‌شرق کشور، قطب صنعتی شرق، اراضی کشاورزی و از همه مهمتر سلامت مردم اصفهان که با خطر جدی مواجه است، بر اهمیت احیاء و تثبیت دشت سگزی دلالت دارند (اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان، ۱۳۷۴).

یکی از راههای جلوگیری از گسترش عرصه‌های بیابانی دارای شنهای روان، تثبیت بیولوژیک آنها با استفاده از گونه‌های گیاهی سازگار مانند گیاهان بوته‌ای خانواده *Chenopodiaceae* است. در این میان گیاه تاغ از جمله گیاهان مورد استفاده در برنامه تثبیت بوده، به‌طوری‌که چهل سال سابقه تاغکاری در کشور وجود دارد و حاصل آن وجود بیش از دو میلیون هکتار جنگلهای دست‌کاشت و موفق در مناطق بیابانی است (بیانیه پایانی اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، ۱۳۸۲). این روش تثبیت از یک طرف ثمرات جانبی متعددی را به همراه داشته و با احیاء و توسعه پوشش گیاهی امکان حفاظت از تنوع زیستی و ایجاد تعادل اکولوژیک را فراهم ساخته (جعفری و همکاران، ۱۳۷۵؛ خلدبرین، ۱۳۶۲ و عرب زاده، ۱۳۷۵)، و از طرف دیگر گیاهان تاغ از طریق دفع نمک اضافی و انتقال املاح به سطح خاک بر افزایش شوری و قلیائیت خاک تحت پوشش خود تأثیر دارند.

(West, 1983) خاک تحت پوشش سیاه‌تاغ را به دلیل ریزش بقایای این گیاه و تجزیه آنها محتوی هوموس فراوان دانسته و این موضوع را سبب ایجاد خاکی قلیایی و فشرده در پای این گیاهان گزارش می‌کند. در تحقیقی دیگر در زمینه تأثیر گونه سیاه‌تاغ بر خصوصیات خاک تحت پوشش خود در بیابان قره‌قوم کلّ املاح اضافه شده به خاک از طریق تجزیه بقایای این گونه ۸۰ گرم بر مترمربع گزارش شده که بیش از ۹۰ درصد این مقدار را

هزینه‌های بسیار همچنان ادامه دارد. بنابراین پس از گذشت بیست سال از عملیات مذکور، فرض شور شدن خاک در اثر انتقال املاح از گیاه به خاک فرضیه اصلی این تحقیق بوده و هدف، مطالعه خاک زیراشکوب مناطق دست‌کاشت تاغ از نظر شوری و تعیین افقهای متأثر از پدیده انتقال املاح از گیاه به خاک می‌باشد.

## مواد و روشها

### خصوصیات منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در دشت سگزی که در سمت شرقی و به فاصله ۴۰ کیلومتری از مرکز اصفهان واقع شده است، انجام گردید. این دشت بین طولهای جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۶ دقیقه و ۲۹ ثانیه تا ۵۲ درجه و ۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه و عرضهای جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۳ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۵۵ دقیقه و ۱۸ ثانیه قرار دارد. حداکثر اختلاف ارتفاع در این دشت حدود ۱۳۰ متر و شیب آن بین صفر تا دو درصد متغیر است که بیانگر دشتی نسبتاً صاف و هموار می‌باشد. میزان بارندگی سالانه حدود ۹۹ میلی‌متر و متوسط تبخیر و تعرق سالانه (روش بلانی کریدل) ۱۶۷۵ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه براساس روشهای مختلف تعیین اقلیم (دومارتن، آمبرژه و گوسن) خشک، خشک سرد و نیمه‌بیابانی گزارش شده است. مهمترین و اصلی‌ترین عامل تهدیدکننده این دشت وزش بادهای شدید بوده که از سمت غرب و جنوب‌غرب، شمال‌غرب و بعکس اتفاق می‌افتد. سرعت باد در این دشت از یک متر در ثانیه تا ۱۶ متر در ثانیه (۵۷/۶ کیلومتر در ساعت) اندازه‌گیری شده است. کمترین سرعت بادی که قادر است باعث فرسایش بادی و جابجایی ذرات خاک در این منطقه بشود پنج متر در ثانیه می‌باشد که تعداد آن در سال از ۴۷۰

کربناتهای قلیایی تشکیل داده و از بین آنها کربناتها و بی‌کربناتهای سدیم قسمت قابل توجهی از املاح زیستی موجود در بقایای این گیاه را شامل بوده‌اند. تجمع بالای کربنات سدیم در افقهای فوقانی خاک تحت پوشش این گیاه سبب افزایش قلیائیت خاک شده، به طوری که اسیدیته محلول خاک بین ۸/۵ تا ۹ گزارش گردیده است. در این تحقیق آمده است که سالیانه بیش از ۵۰ گرم بر مترمربع کربناتهای سدیم و منیزیم به خاک تحت پوشش گونه‌های مختلف تاغ افزوده می‌گردد که ۱۸ درصد این مقدار در قشر سطحی خاک و ۱۳ درصد آن در زیر افق سطحی تجمع می‌یابند. بنابراین در شرایط خشکی شدید املاح جمع شده بر اثر هوازدگی و چرخش بیولوژیک خیلی آرام به سمت عمق خاک حرکت نموده و عمدتاً دوباره به سطح باز می‌گردند (K.M.W, 1979).

با توجه به اینکه برنامه تثبیت شنهای روان از سالیان قبل شروع شده در نتیجه تعیین ارتباط متقابل بین خاک و گیاه در مناطق بیابانی از دیدگاه مدیریت بهینه این مناطق حائز اهمیت بوده و موفقیت در انجام برنامه‌های تثبیت و احیاء با پوشش گیاهی، منوط به دانستن روابط میان خاک و پوشش گیاهی می‌باشد (آذرنیوند و همکاران، ۱۳۸۲ و رفاهی، ۱۳۷۸). اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان به منظور کنترل بیابان‌زایی در دشت سگزی و براساس راهکارهای اجرایی تبیین شده، اقداماتی را انجام داده که یکی از این اقدامات احداث ایستگاه بیابان‌زدایی سگزی در سال ۱۳۶۱ و احیاء ۸۰۰۰ هکتار جنگل دست‌کاشت تاغ در منطقه است (اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان، ۱۳۷۴). سطح احیاء شده تنها ۲۰ درصد از سطح کل منطقه را شامل می‌شود و عملیات احیاء از طریق نهالکاری دستی و همچنین عملیات بذرپاشی تاغ با صرف زمان و

تاغ کارت تشریح پروفیل برای پنج افق ۳۰ سانتی متری تکمیل و در مجموع ۹۰ نمونه خاک از افق‌های مختلف برداشت و به منظور اندازه‌گیری پنج خصوصیت شیمیایی خاک شامل EC، Na<sup>+</sup>، Cl<sup>-</sup>، K<sup>+</sup> و SAR به آزمایشگاه منتقل شد.

رابطه خصوصیات خاک و شاخصهای گیاهی با استفاده از دو دسته اطلاعات شامل شاخصهای گیاهی سیاه‌تاغها و خصوصیات مذکور نمونه‌های خاک مورد مطالعه به روش رج‌بندی متعارف که روشی است جهت تعیین ارتباط ترکیبی جوامع گیاهی و عوامل محیطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Ter Braak, 1986). در این تحقیق از تکنیک RDA<sup>2</sup> و نرم‌افزار CANOCO استفاده شد و گرافهای بدست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار CANODRAW بدست‌آمد (Smilauer, 1990). در این تحقیق به محل نمونه سیاه‌تاغ / پروفیل خاک "مکان" اطلاق شده است.

### نتایج

نتایج حاصل از مطالعه به شیوه نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده منجر به طبقه‌بندی و تفکیک شش منطقه مجزا از یکدیگر شد. به طوری که در جدول (۱) شاخصهای گیاهی سیاه‌تاغها در ۱۸ مکان مورد مطالعه آمده است.

مورد تجاوز می‌نماید. بنابراین بخش زیادی از گرد و غبار هر روزه شهر اصفهان برخاسته از این دشت است که با وزش بادهای مکرر منشأ بسیاری از بیماریهای ریوی و تنفسی می‌گردد (اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان، ۱۳۷۴).

### روش تحقیق

در این تحقیق از روش اکولوژیک نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده<sup>۱</sup> استفاده شد (مصادقی، ۱۳۸۰)، به طوری که ابتدا منطقه مورد مطالعه چندین بار مورد بازدید و پیمایش صحرائی قرار گرفت و در نهایت با استفاده از نقشه جنگل کاری تاغ و اظهار نظر کارشناس ایستگاه بیابان‌زدایی دشت سگزی اصفهان (طغیانی، ۱۳۸۳) سه سال کاشت مختلف سیاه‌تاغ شامل سالهای ۱۳۷۵، ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ انتخاب و مناطقی که تاغکاری آنها در این سالها انجام شده بود هر یک براساس وضعیت رشد سیاه‌تاغ‌ها به دو منطقه "موفق و ناموفق" تفکیک گردید. برای انتخاب وضعیت رشد از فیزیونومی ظاهری تاغ استفاده شد. در نهایت براساس سال کاشت و موفق یا ناموفق بودن سیاه‌تاغهای دست‌کاشت، شش منطقه مجزا طبقه‌بندی و تفکیک شد. با مراجعه به هر یک از شش منطقه مذکور ابتدا ۱۰ نمونه سیاه‌تاغ به صورت کاملاً تصادفی انتخاب و شاخصهای گیاهی شامل ارتفاع، سطح تاج‌پوشش، محیط تاج‌پوشش، قطر تاج‌پوشش و قطر یقه اندازه‌گیری شد. به منظور مطالعه خصوصیات خاک در هر یک از این مناطق سه پروفیل و در مجموع ۱۸ پروفیل با عمق ۱۵۰ سانتی متر دقیقاً در زیر تاج سیاه‌تاغهای مورد مطالعه حفر گردید (شکل ۱ و ۲). با مطالعه دیواره پروفیل مجاور گیاه

#### 1- Stratified Random Sampling

#### 2- Redundancy Analysis

جدول ۱- شاخصهای گیاهی سیاه‌تاغها در ۱۸ مکان دشت سگزی اصفهان

سال کاشت	کد منطقه	وضعیت رشد سیاه‌تاغ	کد مکان	ارتفاع (سانتیمتر) سیاه‌تاغ	سطح تاج (دسی متر مربع)	محیط تاج پوشش (سانتی متر)	قطر تاج پوشش (سانتی متر)	قطر یقه (میلی متر)
	۱	ناموفق	۲	۵۰	۱۵	۱۴۰	۶۰	۱۵
			۳	۶۰	۱۷	۱۷۰	۵۰	۱۴
۱۳۷۸			۴	۲۶۰	۳۴۰	۸۴۰	۳۶۰	۱۱۲
	۲	موفق	۵	۳۰۰	۳۴۰	۸۳۰	۳۵۰	۱۱۵
			۶	۳۰۰	۳۶۰	۹۰۰	۳۸۰	۱۳۲
			۷	۴۰	۱۳	۱۵۰	۵۰	۳۱
	۳	ناموفق	۸	۴۰	۱۳	۱۵۰	۵۰	۱۵
			۹	۴۰	۹	۱۴۰	۵۰	۲۰
۱۳۷۷			۱۰	۳۰۰	۳۶۰	۸۲۰	۳۸۰	۱۰۲
	۴	موفق	۱۱	۳۹۰	۴۰۰	۱۱۸۰	۴۷۰	۹۱
			۱۲	۳۵۰	۳۶۰	۸۵۰	۳۸۰	۱۰۲
			۱۳	۳۸	۹	۱۲۰	۴۵	۱۶
	۵	ناموفق	۱۴	۲۵	۶	۶۰	۳۰	۱۳
			۱۵	۴۵	۸	۱۱۵	۴۰	۱۲
۱۳۷۵			۱۶	۴۶۰	۷۰۰	۱۲۴۰	۵۳۰	۲۱۰
	۶	موفق	۱۷	۴۲۰	۶۴۰	۱۱۸۰	۴۲۰	۱۷۷
			۱۸	۴۴۰	۶۷۰	۱۲۱۰	۴۷۵	۱۹۴

آزمون همبستگی ساده پیرسون (مصادقی، ۱۳۸۰) بین شاخصهای گیاهی انجام شد. به طوری که بررسی همبستگی ساده بین شاخصهای گیاهی حکایت از همبستگی مثبت و بسیار بالا (بیش از ۹۴ درصد) بین این شاخصها داشت (جدول ۲). بنابراین در تفسیر نتایج از مجموعه شاخصهای گیاهی شامل ارتفاع، سطح تاج پوشش، محیط تاج پوشش، قطر تاج پوشش و قطر یقه که نماینده رشد گیاهان سیاه‌تاغ مورد مطالعه هستند، استفاده شد.

در شکل‌های ۳ تا ۷ روند تغییرات پنج خصوصیت شیمیایی (EC، Na<sup>+</sup>، Cl<sup>-</sup>، K<sup>+</sup> و SAR) در مکانهای موفق تاغکاری نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود این روند در تمام موارد از افق اول (۰ تا ۳۰ سانتی متری) تا افق پنجم (۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی متری) سیر نزولی است.

جدول ۲- ضریب همبستگی ساده (r) بین شاخصهای گیاهی

شاخصهای گیاهی	ارتفاع	سطح تاج پوشش	محیط تاج پوشش	قطر تاج پوشش	قطر یقه
ارتفاع	۱				
سطح تاج پوشش	۰/۹۴**	۱			
محیط تاج پوشش	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۱		
قطر تاج پوشش	۰/۹۸**	۰/۹۵**	۰/۹۹**	۱	
قطر یقه	۰/۹۵**	۰/۹۷**	۰/۹۵**	۰/۹۴**	۱

\*\* : معنی دار در سطح یک درصد

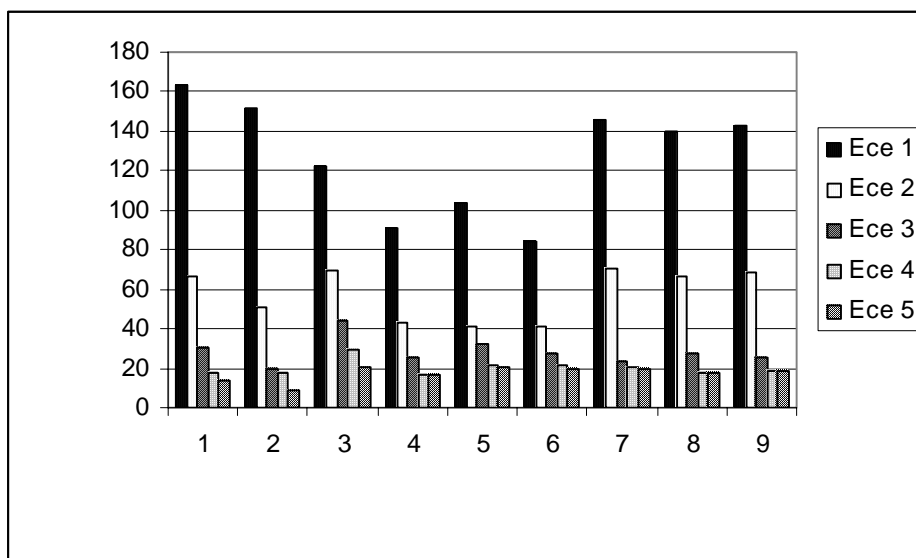


شکل ۱- نمای عمومی پروفیل خاک با عمق ۱۵۰ سانتی متر (تاغکاری موفق سال ۱۳۷۵).

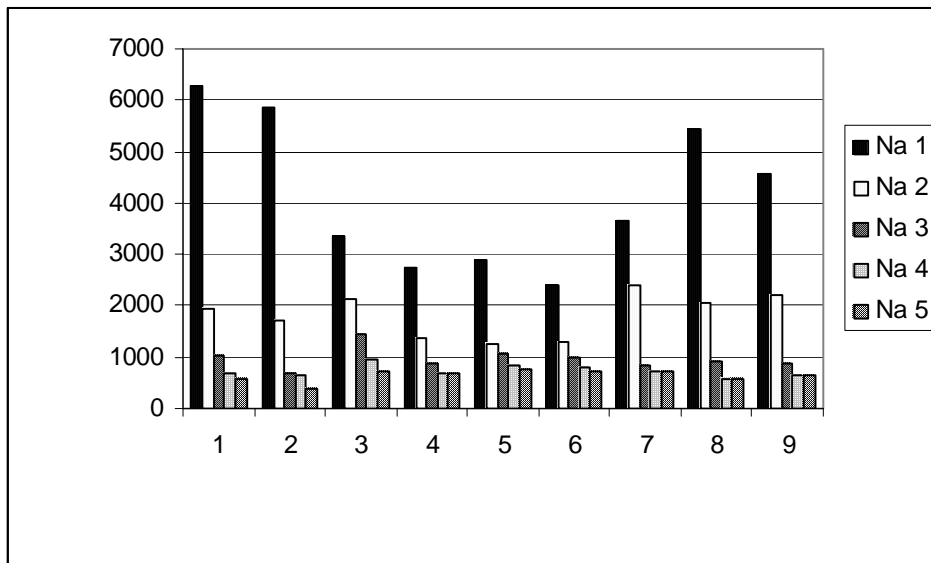
در دشت سگزی اصفهان در سال ۱۳۸۳



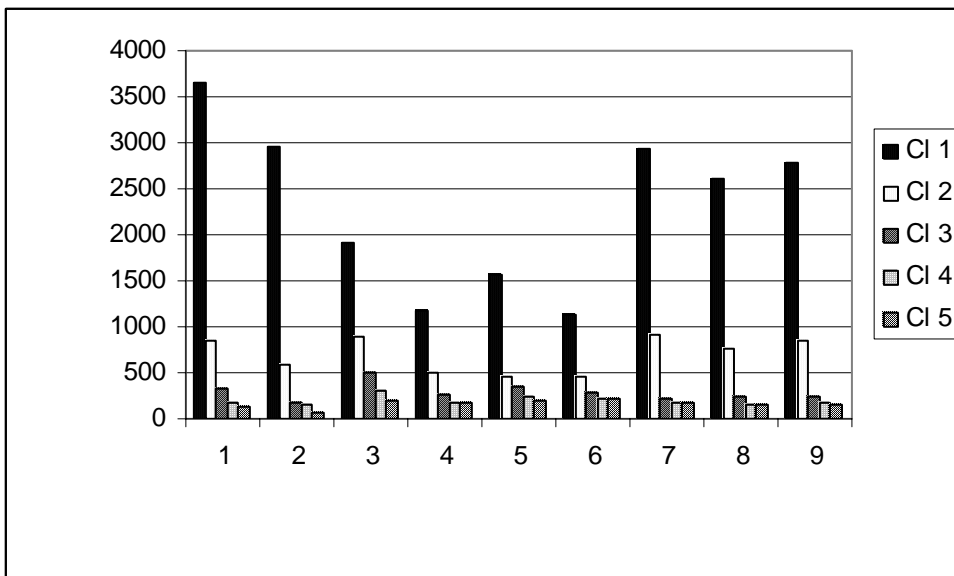
شکل ۲- نمای عمومی پروفیل خاک با عمق ۱۵۰ سانتی‌متر (تاغکاری ناموفق سال ۱۳۷۵)، در دشت سگزی اصفهان در سال ۱۳۸۳



شکل ۳- تغییرات EC از افق اول (EC 1) تا افق پنجم (EC 5)

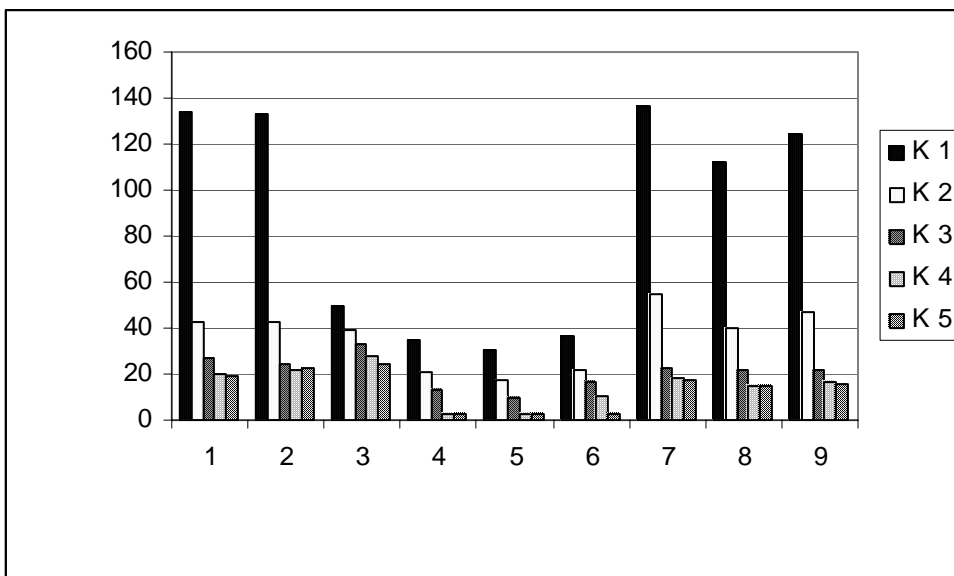


شکل ۴- تغییرات مقدار سدیم محلول خاک از افق اول ( $Na^+ 1$ ) تا افق پنجم ( $Na^+ 5$ )

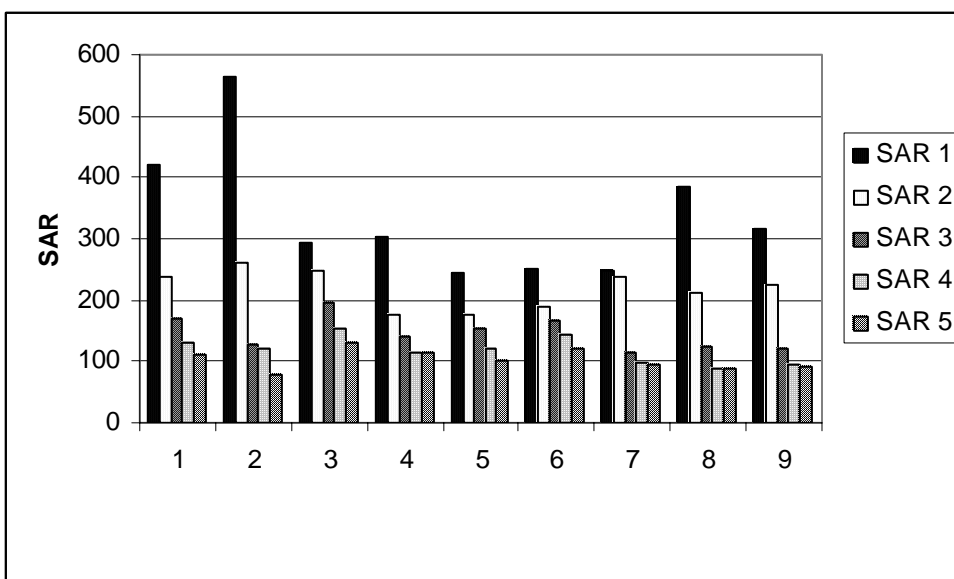


شکل ۵- تغییرات مقدار کلرور محلول خاک از افق اول ( $Cl^- 1$ ) تا افق پنجم ( $Cl^- 5$ )





شکل ۶- تغییرات مقدار پتاسیم محلول خاک از افق اول ( $K^+ 1$ ) تا افق پنجم ( $K^+ 5$ )



شکل ۷- تغییرات نسبت سدیم قابل جذب خاک از افق اول ( $SAR 1$ ) تا افق پنجم ( $SAR 5$ )

RDA (از روشهای رجبندی) انجام شد. شکل (۸) حاصل این تجزیه و تحلیل است که رابطه خصوصیات خاک و شاخصهای گیاهی و پراکنش ۱۸ مکان مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل رابطه شاخصهای گیاهی با خصوصیات خاک به روش RDA به منظور تفسیر گرافیکی رابطه خصوصیات خاک و شاخصهای گیاهی، آنالیز داده‌های خاک و پوشش به روش

شیوه‌های فوق در گیاهان شورروی همچون سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron C.A.Mey*) معمول است و از ساز و کارهای مقاومت این گیاهان نسبت به شوری محسوب می‌شود (جعفری، ۱۳۷۹ و دلخسته و همکاران، ۱۳۸۲).

با توجه به پراکنش مکانهای مورد مطالعه و طبقه‌بندی آنها به دو گروه کاملاً متمایز موفق و ناموفق (مربعهای سبز و مثلثهای قرمز در شکل ۸)، می‌توان نتیجه گرفت که حداکثر شورشدن خاک در حضور نمونه‌های قوی سیاه‌تاغ (مکانهای موفق) صورت گرفته است. در مکانهای موفق به دلیل عدم برخورد ریشه گیاه با سخت لایه، مقدار گسترش عمقی ریشه و جذب آب و املاح، رشد اندامهای هوایی و به تبع آن برگشت لاشبرگ به سطح خاک بسیار بیشتر از عامل‌های مذکور در تاغکاریهای ناموفق بوده و با افزایش رشد سیاه‌تاغ، شور شدن خاک بشدت افزایش یافته است. به عبارت دیگر، ریشه این گیاهان به دلیل عدم برخورد با لایه‌های محدودکننده و گسترش عمودی بسیار مناسب، به طور دائم نمک را از آب زیرزمینی و خاک جذب می‌کنند. با افزایش غلظت نمک در برگها و سایر اندامهای هوایی، گیاه به کمک یک یا ترکیبی از چند ساز و کار اشاره شده در بالا به دفع نمک اضافی پرداخته و بدین ترتیب نسبت به شوری مقاومت می‌کند. در موقع حیات، نمک به صورت کریستالهای ریز ترشح و در سطح زمین انباشته می‌شود که با این نقل و انتقال میزان نمک خاک دایم در حال افزایش است. همچنین شور شدن خاک در مکانهای موفق تاغکاری را می‌توان به برگشت بیشتر بیوماس گیاهی به سطح خاک و در نهایت تجزیه آن ربط داد (شکل ۹).

در شکل (۸) پنج شاخص گیاهی مورد مطالعه با همبستگی بسیار بالا (بیش از ۹۴ درصد) به صورت بردارهایی تقریباً هم طول با پراکنش بسیار نزدیک به یکدیگر و در یک راستا مشخص شده است. همچنین در این شکل ۱۸ مکان مورد مطالعه و طبقه‌بندی آنها به دو گروه موفق یا ناموفق براساس وضعیت رشد سیاه‌تاغها نشان داده شده است.

نتایج حاصل از رج‌بندی نشان می‌دهد که شوری (EC)، مقدار پتاسیم محلول خاک ( $K^+$ )، مقدار سدیم محلول خاک ( $Na^+$ )، مقدار کلرور خاک ( $Cl^-$ ) و نسبت سدیم قابل جذب (SAR) همگی در افق‌های اول و دوم دارای همبستگی مثبت (همراستا) با مجموعه شاخصهای گیاهی سیاه‌تاغهای مورد مطالعه هستند (شکل ۸). به عبارت دیگر، با افزایش رشد و در نتیجه افزایش شاخصهای گیاهی، شوری خاک در افق‌های اول و دوم (۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتری) به شدت افزایش یافته است.

## بحث

ساز و کارهای مقاومت گیاهان هالوفیت نسبت به شوری متفاوت است. به‌عنوان مثال، برخی از هالوفیتها مقدار قابل توجهی نمک را از برگها بیرون می‌رانند و در بعضی از گونه‌های آن خروج نمک از سلولهای اپیدرمی یا مجموعه سلولهای تخصص یافته‌ای به اسم غده نمک که در برگها قرار گرفته‌اند انجام می‌شود. به‌علاوه مکانیسم مقاومت به شوری در برخی از هالوفیتها بگونه‌ایست که با افزایش غلظت نمک در برگها، برگهای مسن زودتر از حد معمول از بین رفته و می‌ریزند و از طریق ریزش برگها (لاشبرگ) و تجزیه آنها، موجبات شور شدن خاک فراهم می‌شود. به هر حال، خروج نمک اضافی به یکی از

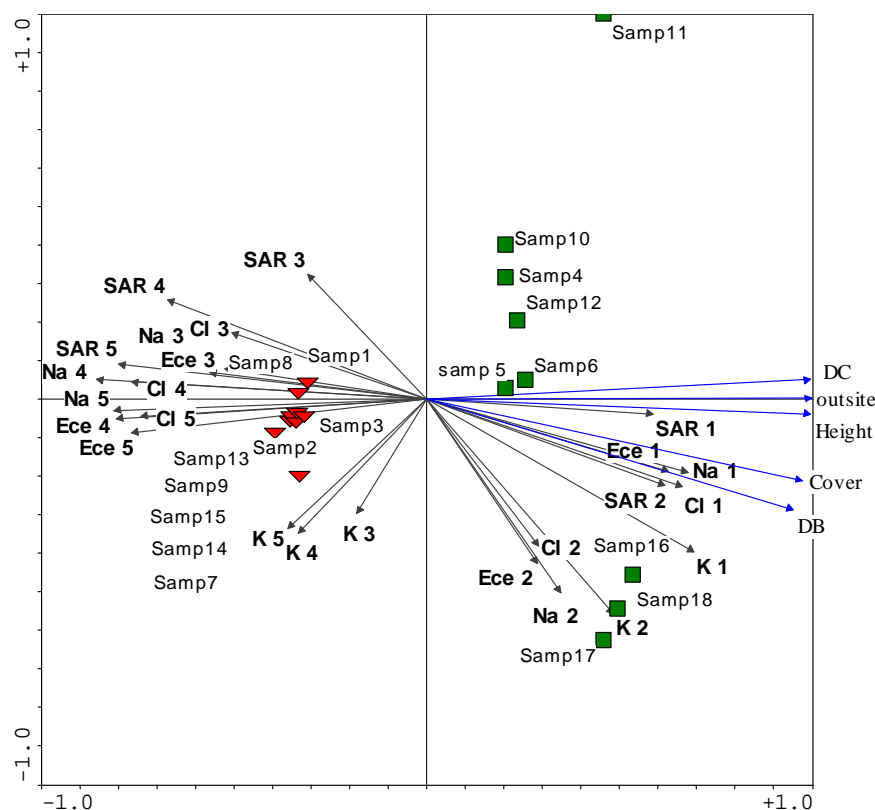
(۳۰-۰ سانتی متری) رخ داده و در نتیجه افق دوم خاک کمتر از افق اول تحت تأثیر پدیده انتقال املاح از گیاه به خاک و شور شدن قرار گرفته است. به هر حال، شور شدن افق دوم خاک نیز کاملاً محرز است (شکل‌های ۳ تا ۷). آذرنیوند و همکاران (۱۳۸۲) نیز در بررسی نقش پوشش گیاهی تاغ در تثبیت و اصلاح ماسه‌زارها در منطقه کاشان به این نتیجه رسیدند که بین تیمار پوشش گیاهی و شاهد از لحاظ میزان EC خاک اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد و ملاحظه می‌شود که میزان EC در لایه سطحی نسبت به لایه داخلی بیشتر است و در ادامه نتیجه می‌گیرند که این امر را می‌توان به برگشت بیوماس گیاهی و تجزیه آن و تجمع املاح در سطح ربط داد و علت کمبود EC در لایه داخلی به جذب املاح توسط ریشه‌های سطحی گیاهان تاغ برمی‌گردد (آذرنیوند و همکاران، ۱۳۸۲). جوانشیر و همکاران (۱۳۷۷) میزان تجمع سدیم در سیاه‌تاغ را بطور متوسط ۶۰ میلی‌گرم در هر گرم برگینه خشک این گیاه و نسبت  $Na^+/K^+$  در آن را ۳/۵۷ گزارش کرده‌اند. آنها مقدار املاح سدیم ریخته شده به سطح خاک توسط گونه سیاه‌تاغ را ۳۶ کیلوگرم در هکتار در سال اندازه‌گیری کرده و این موضوع را عامل شور شدن خاک تحت تاج‌پوشش این گونه عنوان کرده‌اند (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۷). افخم‌الشعراء (۱۳۷۳) پس از اندازه‌گیری مقدار شوری (EC)، اسیدیته (pH)، سدیم و پتاسیم و برخی دیگر از خصوصیات خاک تحت پوشش گیاهان تاغ مستقر در استان خراسان و مقایسه آنها با خصوصیات مشابه در خاکهای مناطق فاقد گیاه تاغ و پوشیده از گیاهانی نظیر درمنه و افدرا و غیره، وجود تاغ را عامل شور شدن خاک تحت پوشش این گیاهان ذکر می‌کند.

در مکانهای ناموفق به دلیل برخورد ریشه به لایه محدودکننده، گیاه تاغ راهبرد جدیدی اتخاذ کرده و در اصطلاح "افقی می‌گردد" (شکل ۱۰) تا بتواند در حد امکان از آب و خاک در دسترس استفاده نموده و فقط زنده بماند. سبز و شاداب بودن تاغها در مناطق ناموفق که در شکل ۲ دیده می‌شود نیز به همین دلیل است. بنابراین به‌رغم زنده‌بودن گیاه، به دلیل ممانعت لایه محدودکننده از گسترش عمودی ریشه، ارتباط ریشه با لایه‌های زیرین و آب زیرزمینی (منشأ شوری) قطع شده است. در نتیجه رشد شاخسهای گیاهی مورد مطالعه در این گیاهان اندک و به‌تبع آن جذب املاح و بعد برگشت آن از طریق ریزش اندامهای هوایی به سطح خاک در حدی نبوده که بتواند موجبات شور شدن خاک در افقهای اول و دوم را پدید آورد. رهبر (۱۳۶۶) استقرار سخت لایه‌ای در نزدیک سطح خاک را محدودیتی برای توسعه عمقی ریشه گیاه تاغ دانسته که مشکل دسترسی گیاه به آب مورد نیاز در خاکهای شنی مناطق خشک را تشدید می‌کند (رهبر، ۱۳۶۶).

براساس مرزبندی کاملاً مشخصی که از نظر پنج خصوصیت شیمیایی مورد مطالعه بین افقهای اول و دوم با افقهای سوم، چهارم و پنجم خاک وجود دارد (شکل ۸)، این طور می‌توان نتیجه گرفت که از پنج افق مورد بررسی افقهای اول و دوم خاک (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری) تحت تأثیر انتقال املاح از گیاه به خاک قرار گرفته و شور شده‌اند و این پدیده تأثیری بر سایر افقها نداشته است. با توجه به اقلیم خشک منطقه مورد مطالعه (میزان بارندگی سالیانه حدود ۹۹ میلی‌متر و متوسط تبخیر و تعرق سالیانه ۱۶۷۵ میلی‌متر) و در حداقل بودن میزان آبشویی، حداکثر تجمع املاح در افق اول

بطور کلی همبستگی بالا بین  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  مبین وجود نمک کلرید سدیم ( $\text{NaCl}$ ) می باشد. آنالیزهای تفرق اشعه ایکس عصاره های خاک منطقه نیز نشان می دهد که عمده املاح موجود در منطقه مورد مطالعه که باعث شوری خاک گردیده است نمک کلرید سدیم می باشد (کریم زاده، ۱۳۸۱). لازم به ذکر است چون پدیده انتقال املاح از گیاه به خاک و شور شدن آن فقط در مناطق موفق تاغکاری تأیید شد، بنابراین با توجه به وضعیت رشد بسیار مناسب تاغهایی که در حال حاضر در چنین مناطقی مستقر هستند و همچنین عمق زیاد ریشه دوانی گیاه در این مناطق (۱۵۰-۱۲۰ سانتی متری)، شور شدن خاک در افق اول و دوم و به ویژه غلظت بالای یون  $\text{Na}^+$  در خاک دارای تأثیر مستقیم بر رشد گیاه نبوده، اما باعث پراکندگی خاکدانه ها و از هم گسیختگی ساختار خاک شده که خود باعث کاهش تهویه و نفوذپذیری خاک به آب و هوا می شود و همه موارد فوق دارای اثرهای بسیار مضر بر پوشش گیاهی و کاهش رشد در درازمدت خواهند بود (کردوانی، ۱۳۷۵ و هاشمی نیا و حق نیا، ۱۳۷۸). از طرف دیگر تجربیات و مشاهدات در تاغزارهای طبیعی و دست کاشت

نشان داده که دیرزیستی گیاه تاغ چندان طولانی نبوده و دامنه تغییرات آن با توجه به گونه و رویشگاه بین ۱۵-۲۵ سال می باشد (امانی و پرویزی، ۱۳۷۵). بنابراین به رغم نقش بسیار مؤثری که این گیاه در مبارزه با فرسایش بادی و تثبیت شن منطقه ایفا می نماید، اما در دراز مدت و با به پایان رسیدن عمر تاغزارها، عملاً مواجه با مناطقی خواهیم بود که با توجه به وضعیت رشد گیاه و بافت خاک حداقل در دو افق (۶۰ سانتی متر از سطح خاک) و در اثر انتقال املاح از گیاه به خاک به شدت شور شده است. بنابراین با احتیاط این طور می توان نتیجه گرفت که مناطق موفق تاغکاری در دشت سگزی اصفهان در حال حاضر به عنوان یک مسکن قوی، اما موضعی و موقت در درمان فرسایش بادی و تثبیت شن ایفای نقش می کنند که در درازمدت با شور کردن خاک تحت اشکوب خود بر تشدید فرایند بیابان زایی و تخریب خاک مؤثرند. تاغکاریهای ناموفق در دشت سگزی اصفهان نیز همان طور که از نامش برمی آید به دلیل وجود موانعی همچون برخورد ریشه گیاه با سخت لایه نتوانسته از رشد مناسبی برخوردار باشد و توفیقی در تثبیت شن منطقه نداشته اند.



شکل ۸- رابطه خصوصیات خاک و شاخصهای گیاهی در روش RDA

#### راهنمای ۱ (بردارهای آبی رنگ)

DC: قطر تاج پوشش، outside: محیط تاج پوشش، Height: ارتفاع، Cover: سطح تاج پوشش و DB: قطر یقه را نشان می دهد.

#### راهنمای ۲ (بردارهای مشکی رنگ)

EC: شوری خاک بر حسب دسی زیمنس بر متر،  $\text{Na}^+$ : مقدار سدیم محلول خاک بر حسب میلی اکی والان بر لیتر، CI: مقدار کلرور خاک بر حسب میلی اکی والان بر لیتر،

$\text{K}^+$ : مقدار پتاسیم محلول خاک بر حسب میلی اکی والان بر لیتر، SAR: نسبت سدیم قابل جذب و اندیسهای 1، 2، 3، 4 و 5 به ترتیب افقهای اول (۰-۳۰)، دوم (۳۰-۶۰)، سوم (۶۰-۹۰)، چهارم (۹۰-۱۲۰) و پنجم (۱۲۰-۱۵۰) سانتی-متری) از سطح خاک را نشان می دهد.

#### راهنمای ۳ (مکانها)

■ : مجموعه مکانهای موفق تاغکاری

▼ : مجموعه مکانهای ناموفق تاغکاری



شکل ۹- ریزش اندامهای هوایی گیاه سیاه‌تاغ و انتقال املاح از گیاه به خاک  
در دشت سگزی اصفهان (۱۳۸۳)



شکل ۱۰- ریشه تاغ از درز و ترکها وارد شده و پس از برخورد به لایه محدودکننده به صورت جانبی حرکت کرده است  
(دشت سگزی اصفهان، ۱۳۸۳)

عملیات تاغکاری در دشت سگزی را که مستلزم صرف زمان و هزینه‌های هنگفت است و در بعضی موارد در برخی از مناطق بدون توجه به عوامل محدودکننده‌ای همچون عمق شروع سخت لایه از سطح خاک صورت گرفته را متوقف ساخته، و قبل از هر اقدامی به پژوهش و مطالعه در زمینه راهکارهای جدید پردازد.

### منابع مورد استفاده

- آذرنیوند، ح.، جعفری، م.، زهتابیان، غ. و اسماعیل زاده، و.، ۱۳۸۲. نقش پوشش گیاهی تاغ در تثبیت و اصلاح ماسه‌زارها در منطقه کاشان. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، چاپ اول، سازمان جنگلها و مراتع، کرمان.
- اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان، ۱۳۷۴. طرح بیابان‌زدایی منطقه مطالعاتی دشت سگزی.
- افخم الشعراء، م.، ۱۳۷۳. اثر تاغ بر پوشش گیاهی زیراشکوب در تاغزارهای جنوب خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس نور.
- امانی، م. و پرویزی، آ.، ۱۳۷۵. تاغ (جنگل‌شناسی و پرورش جنگل)، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.
- بیانیه پایانی اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، ۱۳۸۲. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، چاپ اول، سازمان جنگلها و مراتع، کرمان.
- جعفری، م.، ۱۳۷۹. خاکهای شور در منابع طبیعی "شناخت و اصلاح آنها" چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.
- جعفری، م.، فاکس، م. و ملویل، م.، ۱۳۷۵. رابطه شوری و پتاسیم در گیاهان مرتعی. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۸، ص ۲۱-۲۸.
- جوانشیر، ک.، دستمالچی، ح. و عمارتی، ع.، ۱۳۷۷. بررسی اکولوژیک گونه‌های تاغ، پده و گز در بیابان‌های ایران. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روشهای مختلف بیابان‌زدایی، کرمان، ص ۱-۱۲.

با توجه به نتایج بدست‌آمده موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ۱- مطالعاتی در زمینه اثرهای سایر گونه‌ها بر خاک به‌ویژه گونه‌هایی که در مبارزه با فرسایش بادی و تثبیت شن مورد استفاده قرار می‌گیرند مانند قره‌داغ (*Nitraria shouberi*) انجام شود و با نتایج این تحقیق مقایسه گردد.
- ۲- گونه تاغ مورد مطالعه در این تحقیق سیاه‌تاغ (*Haloxylon ammodendron*) می‌باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود در مورد سایر گونه‌های تاغ نیز چنین تحقیقی انجام بگیرد.
- ۳- نقش گیاهان تاغ در شور کردن خاک تحت اشکوب خود غیر قابل انکار است. با این حال پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای در مورد تعیین ساز و کار مقاومت به شوری و دفع نمک اضافی در این گیاه انجام شود.
- ۴- پیشنهاد می‌شود نقش این گیاه در تشدید فرایند بیابان‌زایی و تخریب خاک مناطق دست‌کاشت با گیاه تاغ در درازمدت مطالعه شده و در صورت امکان گیاهان جایگزین برای تثبیت شن و اهداف بیابان‌زدایی معرفی گردند.
- ۵- با توجه به نتایج این تحقیق و اثبات شور شدن خاک تحت اشکوب گونه *Haloxylon ammodendron* به‌ویژه در افق سطحی، این احتمال وجود دارد که بذریخته شده از گیاه بر سطح خاک، در جوانه‌زنی و تجدید حیات طبیعی خود به‌دلیل شوری بیش از حد لایه سطحی خاک دچار اشکال گردد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود میزان مقاومت به شوری این گونه در مرحله جوانی‌زنی نیز مطالعه شود.
- ۶- به اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان توصیه می‌شود با در نظر گرفتن نتایج این تحقیق و سایر موارد،

فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق بیابانی مطالعه موردی: استان سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۱۷- کردوانی، پ.، ۱۳۷۵. مناطق خشک. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۸- کریم زاده، ح.، ۱۳۸۱. چگونگی تکوین و تکامل خاکها در لندفرمهای مختلف و منشأیابی رسوبات فرسایش یافته در منطقه شرق اصفهان. پایان نامه دکتری خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۹- مصداقی، م.، ۱۳۸۰. توصیف و تحلیل پوشش گیاهی. ترجمه، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۲۰- هاشمی نیا، م. و حق نیا، غ.، ۱۳۷۸. عناصر غذایی گیاهان در محیطهای بیابانی و خشک. ترجمه، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

- K.M.W., 1979. Arid land Ecosystems: Structure, functioning and management. Vol.1, Cambridge university press, Cambridge.

-Smilauer, P., 1990. CANODRAW program. version (2.1), Scientia publishing, Budapest.

-Ter Braak, C.J.F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology. 67, 1167-1179.

- West, N.E., 1983. Ecosystem of the world: Temperate deserts and semi – deserts. Vol. 5, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

- خلخالی، ع.، ۱۳۷۵. بررسی تأثیر متقابل میان خصوصیات خاک و صفات گیاهی در دو منطقه کشت آتریپلکس کانسنس. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

- خلدبرین، ع.، ۱۳۶۲. کاشت نهال تاغ. انتشارات سازمان جنگلها و مراتع، تهران.

- دلخسته، ا.، صفائیان، ن. و شکری، م.، ۱۳۸۲. بررسی اثرات تاغزارهای دست کاشت و طبیعی بر روی پوشش گیاهی و آب و خاک دشت سیستان. مجموعه مقالات اولین همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، چاپ اول، دفتر تثبیت شن و بیابانزدایی، سازمان جنگلها و مراتع، کرمان.

- رفاهی، ح.، ۱۳۷۸. فرسایش بادی و کنترل آن. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

- رهبر، ا.، ۱۳۶۶. اثر توأم پاره‌ای از ویژگی‌های فیزیکی خاک. انبوهی و بارندگی روی رشد و سرسبزی جنس تاغ، انتشارات سازمان جنگلها و مراتع کشور.

- طغیانی، م.، ۱۳۸۳. کارشناس اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان. ایستگاه بیابانزدایی سگری، مذاکرات حضوری.

۱۵- عربزاده، ن.، ۱۳۷۵. بررسی تأثیر روشهای مختلف هرس در تجدید سرسبزی تاغزارهای دست‌کاشت. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روشهای مختلف بیابانزدایی، صص ۲۱۷-۲۲۴، کرمان.

۱۶- قربانیان، د.، ۱۳۸۱. بررسی تنوع و میزان عناصر معدنی تثبیت شده توسط گونه *Salsola rigida* و تأثیر آن بر خصوصیات



## Study on soil salinization and its amplitude due to the planting of *Haloxylon ammodendron* in Segzi plain of Isfahan

Zandi Esfahan, E.<sup>1\*</sup>, Jafari, M.<sup>2</sup>, Khajedin, S.J.<sup>3</sup> and Azarnivand, H.<sup>4</sup>

1\*- Corresponding Author, PhD, Range Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran,  
Email: zandi@rifr-ac.ir

2- Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

3- Professor, Faculty of Natural Resources, Sanati Esfahan University, Esfahan, Iran.

4- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

Received: 27.09.2008

Accepted: 16.02.2009

### Abstract

To study soil salinization and its amplitude due to the planting of *Haloxylon ammodendron* in Segzi plain of Isfahan, ordination method was used. The study was performed through stratified random sampling. Six regions were separated on the basis of different physiognomy and the year of *Haloxylon ammodendron* planting (successful and unsuccessful regions). In each region, 10 coeval individuals of *Haloxylon ammodendron* were selected, and plant characteristics including, height, canopy cover area, canopy cover perimeter, canopy cover diameter and basal area were measured. Three profiles were also dug in each region and five chemical soil properties i.e. EC, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, K<sup>+</sup> and SAR were measured in five horizons. Data were analyzed by means of ordination method. The results indicated that soil salinization was extremely high in successful planting regions of *Haloxylon ammodendron* where there was no limitation for root extension. Consequently, in these regions, the absorption of water and minerals, the growth of plant characteristics and finally the amount of litter fall to the soil surface were significantly higher than that in unsuccessful planting regions of *Haloxylon ammodendron*. Hence the role of *Haloxylon ammodendron* in soil salinization of its stratum was proved. On the other hand, the results showed that the range of soil salinization was only restricted to the first and second horizons (0-30 and 30-60 centimeters from the soil surface) and other horizons had not been affected by the growth of *Haloxylon ammodendron*.

**Key words:** *Haloxylon ammodendron*, salinity, ordination method, Segzi Plain of Isfahan