

بررسی موفقیت طرح‌های کنترل کانون‌های ریزگرد با استفاده از ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه در حاشیه غربی دریاچه ارومیه

جواد معتمدی*، اسماعیل شیدای کرکج^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

چکیده

پدیده ریزگرد به واسطه خشکسالی‌ها و مدیریت ناصحیح منابع آبی و استفاده خارج از توان اکولوژیک اراضی، یکی از چالش‌های محیط‌زیستی است. در حال حاضر نیز در سطح وسیعی از اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه، به واسطه پسروری دریاچه، ناشی از افت آب زیرزمینی و کاهش حجم ورودی آب، کانون‌های تولید ریزگرد، ایجاد شده است. در این خصوص با استقرار ۲۴ ترانسکت در امتداد گرادیان شوری، ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه، بعد از گذشت پنج سال از عملیات اصلاحی، برای بررسی اثر فعالیت‌ها و یافتن موفق‌ترین محدوده احیاشده، طبق دستورالعمل LFA اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز (۰/۳۲)، پایداری (۴۴/۴۰)، نفوذپذیری (۲۴/۹۰) و عناصر غذایی (۱۱/۸۰)، در فاصله دورتر از کانون شوری مشاهده شد. کمترین مقدار شاخص‌های مذکور به ترتیب با ۰/۱۰، ۲۰/۷۰، ۱۳/۲۰ و ۷/۹۰، مرتبط با فاصله نزدیک به کانون شوری می‌باشد. در مجموع، مقادیر شاخص‌ها در امتداد گرادیان شوری کمتر می‌شود. بنابراین موفقیت عملیات اصلاحی، با نزدیک شدن به کانون شوری کمتر می‌شود؛ به عبارتی، عملیات اصلاحی، انتظارات مورد نظر در ناحیه مجاور دریاچه را که با هدف افزایش پوشش گیاهی و کاهش فضای بین لکه‌ای بوده، برآورد نکرده است؛ از این رو قرق منطقه، استفاده از روش‌های دیگر کاهش سرعت باد و دستکاری کمتر سطح خاک توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: اراضی شور، عملیات اصلاحی، گردوغبار، ویژگی‌های رویشگاه.

۱. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، نویسنده مسئول؛

motamedi@rifr-ac.ir

۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

* این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

مقدمه

در حال حاضر، در سطح وسیعی از اراضی شور حاشیه دریای ارومیه، به واسطه پسروری دریایچه، ناشی از افت آب زیرزمینی و کاهش حجم ورودی، کانون‌های تولید ریزگرد نمکی و ماسه‌ای، ایجاد و طی چند سال گذشته، پروژه‌های اصلاحی (نهال‌کاری) در آن‌ها صورت گرفته است. در این گونه رویشگاه‌ها، پایه‌های گیاهان با الگوی ناهمگن و کپه‌ای توزیع می‌شوند و بر همین اساس، مفاهیم لکه اکولوژیک (گیاه و هر عارضه‌ای که بتواند سدی در به دام انداختن رسوب ایجاد کند) و میان لکه (سطح خاک فاقد هرگونه لکه) تعریف شده‌اند (لودویگ و تانگ وی، ۲۰۰۰؛ میلر، ۲۰۰۵). لکه‌ها از نظر منابع، غنی‌تر و به لحاظ ویژگی‌های عملکردی، وضعیت مطلوب‌تری در مقایسه با فضاها بین لکه‌ای دارند. بسته به نوع چشم‌انداز، اندازه، فراوانی و پراکنش مکانی لکه‌ها متفاوت هستند و به طور معمول، در مناطق خشک، لکه‌های حاصلخیز (قطعات اکولوژیک)، درصد نسبتاً کمی از چشم‌انداز را تشکیل می‌دهند (تانگ وی و هیندلی، ۲۰۰۴؛ قدسی و همکاران، ۲۰۱۰).

ویژگی‌های ساختاری و عملکردی لکه‌های گیاهی و بین لکه‌ای، در اثر آشفتگی‌ها و فاصله از کانون‌های بحران نظیر شدت چرای دام، فاصله از محل اطراق دام، آب‌شخور، منابع آب و گردان‌های محیطی نظیر شوری، شیب، ارتفاع، اقلیم، رطوبت سطح خاک و هر عامل مدیریتی، تغییر می‌یابند (حشمتی و همکاران، ۲۰۱۸؛ فخمی و معتمدی، ۲۰۲۰؛ الدریج و دلگادو-باکویزو، ۲۰۱۸). یکی از این آشفتگی‌ها که تأثیر زیادی بر ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه می‌گذارد، دستکاری سطح خاک و پوشش گیاهی هنگام انجام عملیات اصلاحی است، زیرا هنگام انجام عملیات اصلاحی و انجام عملیات نگهداری نظیر آبیاری نهال‌ها، لکه‌های طبیعی موجود نیز دستخوش تغییر قرار می‌گیرند. ضمن اینکه پوسته‌های ایجادشده در سطح خاک که نقش تعیین‌کننده‌ای در مقاومت خاک به فرسایش بادی و آبی دارند، در حین انجام عملیات و رفت‌وآمد تجهیزات مکانیکی، بسیار سست و شکننده می‌شوند؛ از این رو عملیات اصلاحی،

نه تنها موجب ارتقای شاخص‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه نمی‌شود، بلکه روند بیابانی شدن را ممکن است سرعت ببخشند. این موضوع در شرایطی است که عملیات مذکور با هدف کاهش فضای بین لکه‌ای و به تبع آن، افزایش پوشش تاجی و اصلاح خصوصیات خاک رویشگاه انجام می‌گیرد. بنابراین ضرورت دارد بعد از گذشت چند سال از عملیات اصلاحی، برای بررسی و تفسیر اثر فعالیت‌های اصلاحی، ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه، بررسی و در مورد موفقیت پروژه‌های اصلاحی در تثبیت خاک بستر کانون‌های ریزگرد، قضاوت و گونه یا گونه‌های مناسب را برای هر رویشگاه معرفی کرد تا از نتایج آن برای دیگر مکان‌ها و کانون‌های ریزگرد مشابه که در اولویت انجام عملیات حفاظتی و مراقبتی قرار دارند، استفاده شود.

بازدیدهای اولیه میدانی و جمع‌بندی مصاحبه با افراد محلی (معتمدی و همکاران، ۲۰۱۹)، حاکی از آن است که در محدوده‌هایی از مکان‌های مرتع‌کاری شده، کماکان گسترش کانون‌های ریزگرد و ایجاد گردوغبار در جریان است. ضمن اینکه درصد نهال‌های سبز، نسبت به اتمام زمان مرتع‌کاری، بسیار کم شده است. لذا همواره این سؤال در ارزیابی اقدامات صورت گرفته مطرح است که آیا عملیات اصلاحی توانسته بر ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه تأثیرگذار باشد؟ به عبارت دیگر خصوصیات ساختاری و عملکردی رویشگاه‌های مذکور در اثر اجرای عملیات اصلاحی، چگونه تغییر کرده و آیا روند تغییرات مثبت بوده یا اینکه اثر مخرب بر اکوسیستم داشته است؟

سؤالات مذکور از جمله سؤالاتی هستند که معمولاً در خصوص ارزیابی موفقیت عملیات اصلاحی مطرح می‌شوند. پژوهش حاضر برای پاسخ به آن‌ها، در منطقه سپرغان ارومیه به عنوان پایلوت تحقیقاتی و معرف رویشگاه‌های شور حاشیه غربی دریایچه ارومیه انجام شد. در نتیجه آن، ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه در هریک از واحدهای اکولوژیکی مستقر در امتداد گردان‌های شوری، تحت تأثیر عملیاتی مدیریتی انجام‌شده، با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز^۴ مورد بررسی قرار گرفت و بر مبنای نتایج، گونه موفق و بستر مناسب آن‌ها برای مرتع‌کاری معرفی شد.

1. Ludwig and Tongway
2. Miller
3. Eldridge and Delgado-Baquerizo

مواد و روش‌ها

معرفی رویشگاه مورد پژوهش

برای انجام پژوهش، رویشگاه‌های شور منطقه سپرغان که با موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه و ۱۴ ثانیه شمالی و ۴۵ درجه و ۱۴ دقیقه و ۱۹ ثانیه شرقی در حاشیه غربی دریاچه ارومیه واقع شده (شکل ۱)، به‌عنوان عرصه مطالعاتی و معرفی رویشگاه‌های شور حاشیه غربی دریاچه ارومیه انتخاب شد. متوسط بلندمدت بارندگی و دمای سالانه منطقه به ترتیب ۳۲۶ میلی‌متر و ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه در سال ۱۳۹۳ به‌عنوان یکی از کانون‌های ریزگرد نمکی و در اولویت انجام عملیات حفاظتی و مراقبتی، از نظر مراجع ذی‌صلاح، معرفی و از آن به‌عنوان منطقه معرف و پایلوت تحقیقاتی نام برده شد تا نتایج حاصل به رویشگاه‌های مشابه تعمیم داده شود. لذا عملیات اصلاحی در سطح وسیعی انجام و از چرای دام در منطقه جلوگیری شد.



شکل (۱): موقعیت مکان مورد مطالعه در حاشیه غربی دریاچه ارومیه، منطقه سپرغان

Figure (1): Location of the study area Urmia lake coast

روش بررسی

بررسی‌ها به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه در هریک از واحدهای اکولوژیک تحت تأثیر عملیات اصلاحی، در چند گام به شرح ذیل انجام شد:

گام اول: مشخص کردن واحدهای اکولوژیک در امتداد گرادیان محیطی

برای این منظور، با اندازه‌گیری مقدار شوری خاک در فواصل مشخص از دریاچه و بررسی نحوه پراکنش گونه‌های گیاهی، مرز بین واحدهای اکولوژیک در امتداد گرادیان محیطی مشخص گردید و به‌گونه‌ای عمل شد که هر واحد اکولوژیک، از نظر مقدار شوری خاک و همچنین پوشش گیاهی، متفاوت از دیگری باشد. بر همین اساس، در امتداد گرادیان شوری (امتداد جنوب غربی تا شمال شرقی با آزیموت ۶۷ درجه) به طول ۱۲۰۰ متر، اندازه‌گیری‌های بر روی ۲۴ ترانسکت ۵۰ متری در داخل ۱۲ واحد اکولوژیک انجام شد (شکل ۲). از ترانسکت یک به‌سمت ترانسکت ۲۴، مقدار شوری خاک افزایش می‌یابد. سایت یک، مجاور اراضی زراعی و محل پراکنش گونه خارشتر قرار دارد و سایت انتهایی، در مرکز کانون شوری قرار دارند. طبق مطالعات خاک‌شناسی، مقدار شوری خاک در نزدیکی دریاچه ۶۲/۹ و به‌سمت بیرون گرایان، به‌میزان ۲۸۷ دسی‌زیمنس بر متر در عصاره اشباع، کاهش می‌یابد.



شکل (۲): نحوه استقرار سایت‌ها (نواحی) اکولوژیک در امتداد گرادیان شوری

Figure (2): Recipe of establish ecological sites along the salinity gradient

همه آن لکه باشد (برای مثال در یک چمنزار)، شاخص یک خواهد بود (حشمتی و همکاران، ۲۰۰۸).

گام سوم: ارزیابی سطح خاک هریک از انواع لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای مشخص شده در گام دوم

برای این منظور، برای هریک از لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای در طول هر ترانسکت، پنج ناحیه سنجش در نظر گرفته شد و با استفاده از دستورالعمل شاخص‌های ارزیابی سطح خاک (تانگ وی و هیندلی، ۱۹۹۵)، تعداد ۱۱ شاخص سطح خاک شامل پوشش سطح خاک، یقه گیاهان، خزه و گل‌سنگ، لاشبرگ و همچنین منشأ لاشبرگ، شکنندگی پوسته خاک، شدت و نوع فرسایش، میزان لاشبرگ ترکیب شده با خاک، میکروتوپوگرافی سطح خاک و مقاومت پوسته سطح خاک در برابر رطوبت بافت خاک (جدول ۱)، امتیازدهی و تعیین طبقه شدند. منظور از «ناحیه سنجش»، قطعات یا برش‌های کوچکی در طول ترانسکت‌های مستقر در نواحی اکولوژیکی بودند که ارزیابی شاخص‌های سطح خاک در آن قطعات انجام شد. برای مثال، فواصل ۲۰ به ۲۰ متر، در امتداد ترانسکت‌های ۱۰۰ متری مستقر شده در هریک از واحدهای اکولوژیک.

عملیات اصلاحی از طریق کاشت نهال گونه‌های *Tamarix aphylla* و *Nitraria schoberi* در داخل هلالی‌های آبگیر و نیز بذرکاری گونه‌های بومی منطقه شامل *Halocnemum strobilaceum* *Kochia lana* و *Camphrosma verrucifera* در پشته هلالی‌های آبگیر، صورت پذیرفته است.

گام دوم: اندازه‌گیری شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز

برای این منظور، با استقرار ترانسکت‌های خطی در هریک از واحدهای اکولوژیک، ویژگی‌های ساختاری رویشگاه شامل تعداد لکه‌های اکولوژیک، طول و عرض لکه‌های اکولوژیک و درصد طول لکه‌ها در طول ترانسکت خطی، اندازه‌گیری و شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز برای هر واحد اکولوژیک محاسبه شد. در این خصوص در هریک از واحدهای اکولوژیک مستقر در امتداد گرادیان شوری، تعداد ۱۰ ترانسکت ۵۰ متری در امتداد گرادیان شوری به کار برده شد. برای اندازه‌گیری طول لکه‌های گیاهی و طول فواصل بین دو لکه متوالی در راستای هر ترانسکت، عدد شروع و پایان لکه‌ها و عدد شروع و پایان فواصل بین دو لکه متوالی از روی ترانسکت قرائت و یادداشت شد. شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز، عبارت است از نسبت طول لکه‌ها به کل طول ترانسکت؛ به عبارتی، اگر کل طول ترانسکت خاک لخت باشد، این شاخص صفر و اگر

جدول (۱): شاخص‌های یازده گانه سطح خاک و ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های عملکردی (اقتباس از: تانگ وی و هیندلی، ۲۰۰۴)

Table (1): Eleven soil surface indices and their relationship with yield characteristics (Tong Wei and Hindley, 2004a)

شاخص‌ها	ویژگی‌های عملکردی		
	پایداری	نفوذپذیری	چرخه عناصر غذایی
۱. پوشش سطح خاک (حفاظت خاک در برابر فرسایش پاشمانی - درصد پوشش سطح زمین با هدف ارزیابی میزان حفاظت خاک در برابر قطرات باران)	*		
۲. پوشش گیاهان چندساله (درصد پوشش گیاهان چندساله با هدف تعیین پوشش تاجی و یقه گیاهان چندساله)	*	*	*
۳. الف. پوشش لاشبرگ	*	*	*
۳. ب. منشأ لاشبرگ و درجه تجزیه/ ترکیب	*	*	
۴. پوشش نهان‌زادان (پوشش کریپتوگام، درصد پوشش قارچ، جلبک، گل‌سنگ، خزه در طول ترانسکت)	*		
۵. شکنندگی پوسته سطح خاک (خردشدگی سله، میزان شکست سله با هدف ارزیابی میزان خاک ایجادشده دارای پتانسیل فرسایش‌پذیری)	*		
۶. نوع و شدت فرسایش خاک (شیار، خندق، تراست و ستون فرسایشی) و شدت آن در محدوده ارزیابی	*		
۷. مواد رسوبی (نهشته‌شده) (درصد لاشبرگ و خاک در معرض فرسایش با هدف ارزیابی ماهیت و مقدار مواد انتقال‌یافته و نشان دادن پایداری خاک)	*	*	*
۸. ناهمواری‌های سطح خاک (ارتفاع پستی و بلندی سطح خاک با هدف ارزیابی توانایی جذب و نگهداشت منابع)	*	*	*
۹. طبیعت سطح خاک (مقاومت به تخریب، مقاومت سطح خاک به تخریب، تعیین میزان سختی خاک با هدف ارزیابی میزان مقاومت سطح خاک)	*	*	*
۱۰. آزمون پایداری خاک به رطوبت (میزان دوام و پایداری خاکدانه‌ها در برابر آب)	*	*	
۱۱. بافت خاک (تعیین بافت سطح خاک با هدف تعیین میزان نفوذپذیری)	*		

فیزیکی) و نیم میلی‌متری (آزمایش‌های شیمیایی)، ال‌ک شدند. سپس درصد ماسه، درصد رس، درصد سیلت و در نتیجه بافت خاک، درصد اشباع خاک، وزن مخصوص ظاهری، اسیدیته در گل اشباع، هدایت الکتریکی (شوری) در عصاره اشباع، برای هریک از نمونه‌های خاک، طبق دستورالعمل نشریه شماره ۴۶۷ مؤسسه تحقیقات آب و خاک، به روش‌های زیر تعیین شد (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۸۷).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۱ شاخص امتیازدهی شده، با استفاده از نرم‌افزار روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA) که در محیط Excel طراحی شده است، انجام شد (تانگ وی و لودیگ، ۲۰۰۲). همچنین با استفاده از نرم‌افزار LFA، سه شاخص عملکردی خاک رویشگاه شامل پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی برای هریک لکه‌ها و فضای بین لکه‌ای در هریک از واحدهای اکولوژیک مستقر در امتداد گرادیان شوری به دست آمد. برای مقایسه میانگین‌های شاخص‌های عملکردی و ساختاری و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در واحدهای مختلف اکولوژیک مستقر در امتداد گرادیان شوری، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

مقایسه شاخص‌های ساختاری و عملکردی در بین

نواحی اکولوژیک

نتایج اندازه‌گیری‌های شاخص سازمان یافتگی چشم‌انداز و شاخص‌های عملکردی رویشگاه (پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی) نشان داد که میانگین شاخص‌ها در امتداد گرادیان شوری تغییر می‌کند و در بین نواحی اکولوژیک، تفاوت معنی‌دار دارد. بر اساس مقایسه میانگین انجام شده، در مجموع بیشترین مقدار شاخص‌ها، متعلق به نواحی دورتر از دریاچه و کانون شوری (ناحیه اول و دوم) و کمترین مقدار آن، مربوط به ناحیه نزدیک به دریاچه (ناحیه سوم) است (شکل‌های ۳ تا ۶).

گام چهارم: ارزیابی ویژگی‌های عملکردی رویشگاه در هریک از واحدهای اکولوژیک مبتنی بر شاخص‌های مربوط به ارزیابی سطح خاک در گام سوم

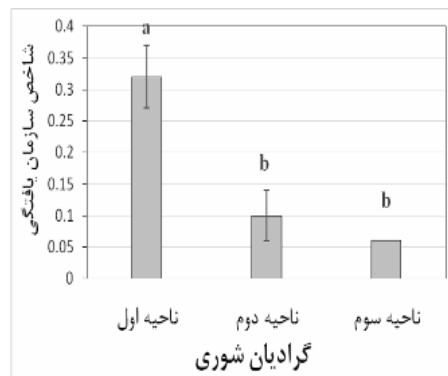
شاخص‌های یازده‌گانه سطح خاک، ارتباط مشخصی با میزان پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی، به‌عنوان سه ویژگی معرف عملکرد رویشگاه دارند؛ به‌عبارت دیگر، وضعیت سطح خاک و مشاهدات و ارزیابی وضعیت مشخصات یازده‌گانه، در سه مشخصه اصلی یا ویژگی، متمرکز شده که این سه ویژگی، تعیین‌کننده شرایط خاک سطحی مرتع است (احمدی و همکاران، ۲۰۰۹؛ شرافتمندراد و خسروی مشیزی، ۲۰۱۹). این ویژگی‌های عبارت از پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی هستند.

پایداری عبارت است از توانایی خاک برای مقاومت در برابر نیروهای فرساینده و بازسازی تخریب خاک. نفوذپذیری و رواناب عبارت است از اینکه چگونه خاک، آب باران را به دو بخش تقسیم می‌کند. آبی که به خاک وارد می‌شود (آب قابل استفاده برای گیاهان) و روانابی که از سیستم محلی خارج می‌شود یا ممکن است موجب حمل موادی نظیر خاک، مواد غذایی و بذرها گردد. وضعیت چرخه مواد غذایی، مطابق تعریف عبارت از میزان کارایی بازگشت مواد آلی به خاک است. با توجه به تعریفی که برای هریک از ویژگی‌های عملکردی، ارائه شد، شاخص‌های یازده‌گانه ارزیابی سطح خاک، در سه گروه اصلی قرار می‌گیرند که با مدنظر قرار دادن طبقه هریک از آن‌ها که در گام سوم و طبق دستورالعمل شاخص‌های ارزیابی سطح خاک (تانگ وی و هیندلی، ۱۹۹۵) اندازه‌گیری شدند؛ ویژگی‌های عملکردی برای هر واحد اکولوژیک محاسبه شد که عدد حاصل، منعکس‌کننده وضعیت منطقه تحت‌تأثیر عملیات مرتع‌کاری (نهال‌کاری) است.

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

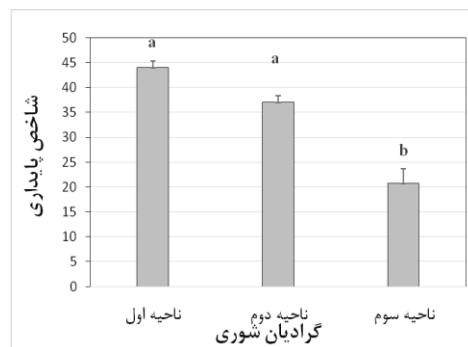
رویشگاه در نواحی مختلف اکولوژیک

برای این منظور، از هریک از ترانسکت‌های مستقر در واحدهای اکولوژیک، یک نمونه مرکب خاک، از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری برداشت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد. ابتدا نمونه‌ها با استفاده از ال‌ک دو میلی‌متری (آزمایش‌های



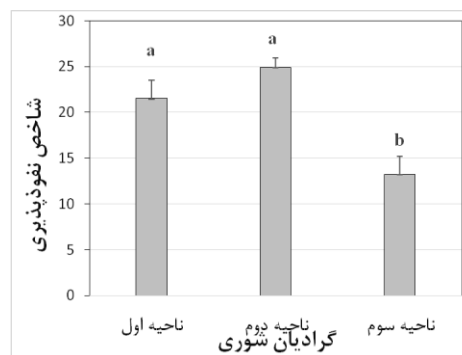
شکل (۳): میانگین شاخص سازمان یافتگی چشم انداز در نواحی مختلف اکولوژیک در امتداد گرادینان شوری

Figure (3): Average index of landscape organization in different ecological areas along the salinity gradient



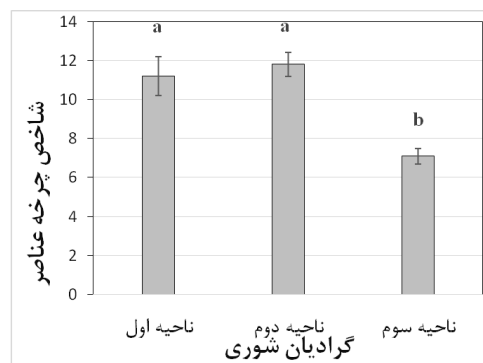
شکل (۴): میانگین شاخص پایداری در نواحی مختلف اکولوژیک در امتداد گرادینان شوری

Figure (4): Mean stability index in different ecological areas along the salinity gradient



شکل (۵): میانگین شاخص نفوذپذیری در نواحی مختلف اکولوژیک در امتداد گرادینان شوری

Figure (5): Average infiltration index in different ecological areas along the salinity gradient



شکل (۶): میانگین شاخص چرخه عناصر غذایی در نواحی مختلف اکولوژیک در امتداد گرادینان شوری

Figure (6): Average index of nutrient cycle in different ecological areas along the salinity gradient

کاهش درصد رس و سیلت نمونه‌های خاک، در امتداد گرادیان شوری کاهش پیدا می‌کند ولی روند مذکور معنی‌دار نیست. مقدار اسیدیته خاک در طول گرادیان شوری، کمتر شده ولی این روند، معنی‌دار نیست. میانگین شوری خاک نواحی اکولوژیک، بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر در عصاره اشباع است؛ در نتیجه، خاک رویشگاه‌ها، در رده خاک‌های Saline- sodic قرار می‌گیرند. همچنین میانگین مقدار اسیدیته نمونه‌های خاک در نواحی اکولوژیک، بیشتر از ۸/۵ است؛ در نتیجه خاک رویشگاه مورد بررسی، در رده خاک‌های قلیایی قرار دارد.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بین نواحی اکولوژیک در امتداد گرادیان شوری

میانگین و اشتباه از معیار هریک از ویژگی‌های خاک نیز در جدول (۳) ارائه شده است. بر مبنای نتایج، مقدار شوری خاک در طول گرادیان محیطی افزایش می‌یابد. درصد شن نمونه‌های خاک نیز با نزدیک شدن به مرکز دریاچه زیاد می‌شود و برعکس از درصد رس و سیلت نمونه‌ها کاسته می‌شود؛ در نتیجه درصد اشباع خاک، یک روند نزولی را در امتداد گرادیان شوری دارد و از مقدار آن با نزدیک شدن به کانون شوری کاسته می‌شود. وزن مخصوص ظاهری نمونه‌های خاک، متناسب با

جدول (۳): میانگین مقادیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در بین نواحی اکولوژیک در امتداد گرادیان شوری
Table (3): Mean values of soil physical and chemical properties among ecological areas along salinity gradient

شوری (EC) (دسی‌زیمنس بر متر) در عصاره اشباع	اسیدیته (pH) در گل اشباع	وزن مخصوص ظاهری (Bulk Density) (گرم بر سلی متر مکعب)	درصد اشباع خاک (SP)	بافت خاک	رس (Clay) (درصد)	سیلت (Silt) (درصد)	شن (Sand) (درصد)	ناحیه اکولوژیک
۲۸۷±۷/۲۷b	۸/۹±۰/۲۴a	۱/۰±۶/۰۸a	۴۱/۰±۵/۰۸a	لومی رسی	۳۶/۸±۲/۸۷a	۴۲/۲±۲/۳۳a	۲۱/۳±۰/۴۶c	اول
۵۵/۹±۱۳/۳ab	۸/۵±۰/۰۴a	۱/۵±۰/۰۰a	۳۹/۶±۳/۵۶b	لومی رسی	۳۴/۵±۴/۷۸a	۱±۷/۳۶/۶۶b	۲۸/۸±۹/۸۷b	دوم
۶۲/۹±۴/۰۹a	۸/۵±۰/۰۳a	۱/۵±۰/۰۵a	۱۴/۸±۱/۷۹c	لومی رسی	۲۹/۷±۲/۴۰b	۵±۳/۳۵/۱۲b	۳۵/۰±۴/۰۴a	سوم

حروف مشابه نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار و حروف متفاوت، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین نواحی هستند.

چند سال از عملیات اصلاحی، برای بررسی و تفسیر اثر اقدامات انجام‌شده مورد بررسی قرار گرفت.

طبق تحقیقات انجام‌شده، مؤلفه خاک مهم‌ترین عامل محیطی در میزان رشد و استقرار پوشش گیاهی و شکل‌گیری ساختار گیاهی در اکوسیستم‌های شور شناخته شده‌اند. رشد و استقرار پوشش گیاهی، در نهایت به‌طور مستقیم وابسته به خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و مؤلفه‌های دیگر لازم برای رشد و پراکنش آن گونه می‌باشد. ساختار و ترکیب پوشش گیاهی در هر جامعه گیاهی، تا حد زیادی تحت‌تأثیر عوامل محیطی قرار دارد. در حقیقت عوامل محیطی می‌توانند موجب گسترش و استقرار انواع مختلف گونه‌های گیاهی در یک جامعه گیاهی یا به‌طور عکس، مانع از استقرار و گسترش یک گونه گیاهی در مکان مشخصی شوند (حشمتی و همکاران، ۲۰۰۷؛ شهریاری و همکاران، ۲۰۱۸).

بر اساس یافته‌ها، مشاهده می‌شود ناحیه‌های اول و دوم (فاصله دورتر از کانون شوری)، در خصوص شاخص‌های

بحث و نتیجه‌گیری

پدیده ریزگرد از مهم‌ترین چالش‌های محیط‌زیستی است. شناخت این پدیده و راهکارهای مقابله با آن، نقش مهمی در کاهش توفان‌های ریزگرد و نحوه تثبیت کانون‌های گردوغبار دارد. مهم‌ترین عوامل ایجاد ریزگرد، خشکسالی، فرسایش، عدم وجود پوشش گیاهی و همچنین مدیریت ناصحیح منابع آبی می‌باشد (جویباری و همکاران، ۱۳۹۸).

در حال حاضر نیز در سطح وسیعی از اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه، به‌واسطه پسروری دریاچه، ناشی از افت آب زیرزمینی و کاهش حجم ورودی آب به دریاچه، کانون‌های تولید ریزگرد نمکی و ماسه‌ای، ایجاد و سبب شده که استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، همواره در معرض توفان‌های گردوغبار قرار گیرند. بر همین اساس، در سطحی وسیعی از حاشیه دریاچه، برای تثبیت خاک بستر کانون‌ها، پروژه‌های اصلاحی انجام شده است. از این‌رو در پژوهش حاضر، ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه، بعد از گذشت

عملکردی اکوسیستم (پایداری خاک، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی)، به طور آماری شبیه هم هستند. از این رو در دو ناحیه مذکور، می‌تواند مدیریت واحدی اجرا گردد. اگرچه ممکن است در هریک از نواحی، نوع گونه گیاهی متفاوتی به هنگام عملیات اصلاحی کشت شده باشد یا آنکه گونه‌های طبیعی متفاوت مستقر باشند، کارکرد اکوسیستم، شبیه می‌باشد.

آگاهی از چنین نتیجه‌ای، به مدیران اکوسیستم‌های شکننده‌ای نظیر رویشگاه‌های شور، آزادی عمل می‌دهد، به طوری که ضمن ساده شدن شرایط پیچیده، به سرعت یافتن حفاظت از کانون‌های گردوغبار و احیای آن کمک خواهد کرد.

عموماً شرط اولیه در خصوص مبارزه با گردوغبار، مشخص کردن واحدهای همگن مدیریتی است و گاهی اوقات، خیلی از پروژه‌های اجرایی به واسطه سخت بودن انتخاب واحدهای همگن، از اجرای فازهای بعدی عقب می‌ماند یا حتی در برخی از موارد، انتخاب سایت‌های همگن مدیریتی با داشتن خطاهای بسیار صورت می‌گیرد که در نهایت به هدررفت منابع و بازماندن از رسیدن به اهداف کنترل گردوغبار منجر می‌شود.

بر همین مبنا، با استفاده از نتایج این پژوهش مشخص می‌شود؛ برخلاف آنچه در این منطقه صورت گرفته است، امکان این وجود داشت که مدیریت به مراتب ساده‌تر و یکنواخت‌تری را اجرا کرد. چنین یافته مهمی، به طور کامل، آشکاری نظریات مرتبط با فراخی آشیان اکولوژیک گیاهان شور دوست را تأیید می‌کند.

از طرف دیگر، در ناحیه سوم که در مجاور دریاچه و کانون شوری قرار دارد، مشاهده می‌شود که شاخص‌های عملکردی مورد مطالعه، به مراتب وضعیت ضعیف‌تری دارند و در چنین شرایطی، یک حالت کاملاً شکننده در روند تغییرات روی می‌دهد و نیل به هدف کاهش گردوغبار و کنترل آن، لازمه اتخاذ تصمیمات دیگر مدیریتی به این ناحیه از دیدگاه‌های دیگر احیایی نظیر کاهش سرعت باد از طریق بادشکن هاست؛ زیرا پوشش گیاهی به خوبی نتوانسته است عملکرد محسوسی در این ناحیه داشته باشد. به عبارت دیگر، عملیات اصلاحی نتوانسته انتظارات مدنظر در گام اول عملیات اجرایی را که با هدف افزایش پوشش گیاهی و کاهش فضای بین لکه‌ای در فواصل

نزدیک به دریاچه بوده است تحقق بخشد. از جنبه دیگر، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاشت گونه قره‌داغ (*N. schoberi*) در کانون ریزگرد نمکی منطقه سپرغان، ناموفق و انتظارات حاصل را به منظور کنترل ریزگرد، بعد از گذشت چند سال از عملیات اصلاحی، برآورد نکرده است. لذا قرق منطقه و دستکاری کمتر سطح خاک، به هنگام عملیات مرتع‌کاری (اصلاحی)، در چنین رویشگاه‌هایی توصیه می‌شود. طبیعی است که پوشش گیاهی بومی در صورت ممانعت از چرا، به واسطه بانک بذری، قادر به تجدید حیات خواهد بود و از سطح خاک در برابر فرسایش بادی جلوگیری کند.

گونه *T. aphylla* و به ویژه گونه *N. schoberi* که از گونه‌های بومی در ترکیب گیاهی رویشگاه مذکور نیست، نتوانسته‌اند لکه‌های حاصلخیز با ابعاد زیاد، ایجاد و از جابه‌جا شدن ذرات خاک بر اثر وزش باد جلوگیری کنند. اگرچه عملیات اصلاحی در مساحت‌هایی از منطقه، توانسته درصد سبزی‌نگی خوبی ایجاد کند که این مساحت‌ها، معمولاً در محدوده‌هایی قرار دارند که مرتباً، آبیاری و در فاصله نسبتاً کمی نسبت به منابع آب قرار دارند. در تأیید این موضوع، بررسی اجمالی پوشش گیاهی منطقه قرق‌شده نزدیک به ناحیه اول اکولوژیک که در آن گونه *A. verrucifera* (گونه بومی آتریپلکس در ایران که زادآوری طبیعی دارد)، گونه غالب رویشگاه است، بیانگر آن است که در طی چند سال گذشته، پوشش قابل توجهی، ایجاد شده و توانسته به خوبی از سطح خاک محافظت کند.

نتایج اجمالی مطالعات خاک‌شناسی تداعی‌کننده آن است که بافت خاک رویشگاه، لومی رسی و سنگین است که باعث کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود. از طرفی، آبشویی اصلاح، خیلی به سختی انجام می‌گیرد. همچنین هرچه وزن مخصوص ظاهری خاک بیشتر شود، خاک فشرده‌تر است و فضاهای خالی کمی دارد؛ در نتیجه مقدار نفوذپذیری خاک، کم است. لذا گونه *N. schoberi* که سرشت اکولوژیکی متفاوتی دارد و عمدتاً در رویشگاه‌های ماسه‌ای با آب سطح‌الارضی، رشد موفق‌تری دارد، نتوانسته در این منطقه که خاک سنگین است رشد موفقی داشته باشد؛ به گونه‌ای که اکثر نهال‌های کاشته‌شده بر اثر آب‌گرفتنی، دچار خفگی شده‌اند. تعداد اندک نهال‌هایی نیز که نتوانسته‌اند

و پناهی، ۲۰۱۱). این موضوع، خفگی ریشه گونه‌های مرتع‌کاری‌شده را هم‌زمان با بالا آمدن سطح آب زیرزمینی به همراه دارد و باعث از بین رفتن و خشک شدن گونه‌ها می‌شود. از این رو احداث زهکش در فواصل مختلف گرادیان شوری، از ملزومات اساسی برای کاهش حالت ماندابی خاک رویشگاه برای رشد موفق گونه‌های بوته‌کاری‌شده می‌باشد (بارت-لنارد^۲ و همکاران، ۲۰۰۳). گونه *N. schoberi* در منطقه سپرغان به‌خصوص در ناحیه سوم نزدیک کانون شوری، توان مقابله با حالات ماندابی (اشباع خاک) را ندارد. از شرایط ماندابی در منابع علمی، به‌عنوان «مانع پنهان» نام برده می‌شود و گسترش آن کمتر برآورد می‌شود چراکه این پدیده اغلب در سطح خاک، غیرقابل رؤیت و می‌تواند موقتی باشد. ماندابی شدن موجب می‌شود ریشه‌ها نسبت به نمک، نفوذپذیرتر شوند که در اثر آن، جذب نمک در اندام‌های هوایی و در نهایت در برگ، افزایش می‌یابد و گیاه از بین می‌رود. همچنین شرایط ماندابی، موجب کمبود مواد غذایی در گیاهان می‌شود (خان و وبر، ۲۰۰۸).

شرایط ماندابی طولانی‌مدت در هالوفیت‌ها، منجر به مرگ ریشه به‌خصوص در نوک ریشه می‌شود. ریشه‌های فرعی، آب کمتری را جذب می‌کند و باعث افزایش کمبود آب در ریشه‌ها می‌شود. این مسئله منجر به کاهش سریع رشد ریشه، جذب آب و فتوسنتز می‌شود و برگ‌ها پژمرده و سرانجام به مرگ گیاه می‌انجامد. گونه‌های هالوفیت حساس، قبل از مرگ، سفید و رنگ پریده می‌شوند (کلروفیل خود را از دست می‌دهند) (خان و وبر، ۲۰۰۸). از این رو گیاهانی که در شوره‌زارها رشد می‌کنند، باید به شوری ماندابی مقاوم باشند. گونه *N. schoberi* کمتر توان مقابله با این شرایط را دارد. در صورتی که گونه *H. strobilaceum* که گونه طبیعی و از عناصر اصلی رویشگاه‌های شور منطقه سپرغان است، قادر به تحمل شرایط مذکور و رشد موفق در چنین رویشگاه‌هایی می‌باشد.

درک و شناخت واکنش بین شرایط ماندابی و شوری، به کسب آگاهی در مورد طراحی معیارهای زهکشی کمک می‌کند. سطح زهکشی برای کاهش شوری خاک، معیار اصلی محسوب

زنده‌مانی خود را حفظ کنند، رشد رویشی چندانی نداشته و طبیعتاً به مرحله رشد زایشی نیز نرسیده و موفق به تولید میوه و بذر نشده‌اند. ویژگی‌های مورفولوژیکی پایه‌های مذکور در مقایسه با ویژگی‌های ساختاری پایه‌های هم‌سن که در رویشگاه‌های ماسه‌ای منطقه جبل‌کندی کاشته شده‌اند، قابل مقایسه نیست و بسیار کمتر است. پس با گذشت زمان از احیای رویشگاه، وضعیت زنده‌مانی آن‌ها به مخاطره خواهد افتاد چراکه در مراحل اولیه کاشت، نهال‌ها در داخل چاله‌هایی به عمق ۶۰ و به قطر ۵۰ سانتی‌متر که از خاک زراعی مخلوط‌شده با کود پوسیده گاوی پر شده بودند، کاشته شدند. در طی این مدت، نهال کاشته‌شده، از خاک زراعی تغذیه می‌کرده و کمتر تحت تأثیر شوری رویشگاه قرار گرفته است. طبیعتاً با حرکت ریشه‌ها به سمت پایین و برخورد آن‌ها با خاک شور تحت‌الارضی، از رشد آن‌ها کاسته خواهد شد. به این موضوع، اگر خشکی محیط و پایین رفتن سطح آب نیز اضافه شود، شرایط برای ادامه رشد، بدتر خواهد شد. در این راستا گزارش می‌شود هرچه بافت خاک، ریزتر باشد و مقدر رس آن بیشتر، مقدار کربن آلی و نیز رطوبت اشباع بیشتر می‌شود؛ به عبارتی، خاک‌های با بافت ریز نسبت به خاک‌های درشت دانه، پتانسیل بیشتری در ترسیب کربن و ذخیره آن به‌صورت بلند مدت دارند (شیدای کرکچ و همکاران، ۲۰۱۷؛ جعفری و پناهی، ۲۰۱۱). از طرفی، مقادیر بالای اسیدیته خاک به دلیل تسریع شدن تجزیه کربن خاک، اثر منفی بر میزان کربن خاک دارد و می‌توان بیان کرد که میزان اسیدیته خاک با کربن آلی ذخیره‌ای خاک، رابطه معکوس دارد (وارگاس و همکاران، ۲۰۱۸).

درصد اشباع، یکی از شاخص‌های مهم در مطالعات هیدرولوژیکی است. درصد اشباع، مربوط به اجزای مکانیکی خاک است که می‌تواند به‌عنوان یک مقیاس کمی از بافت خاک، ظرفیت نگهداری آب و ظرفیت تبادل کاتیونی در نظر گرفته شود. معمولاً انطباق نزدیکی بین نقشه‌های درصد رس، سیلت و شن وجود دارد. از این رو در مکان‌هایی که درصد شن زیاد باشد، درصد رطوبت اشباع خاک، پایین و در مناطقی که درصد رس و سیلت زیاد باشد، درصد رطوبت اشباع خاک بالاست (جعفری

بیشتر است و رویشگاه اصلی محل پراکنش *N. schoberi* می باشد، نهال های کاشته شده رشد موفقی داشته اند. اگرچه در مقیاس کلی، در آنجا نیز با نزدیک شدن به کانون شوری، شاخص سازمان یافتگی چشم انداز، کم خواهد شد. بر همین اساس، اگر به جای مرتع کاری با گونه غیربومی *N. schoberi* در منطقه سپرغان، از گونه های بومی موجود در ترکیب گیاهی نواحی اکولوژیک نظیر *Kochia Halocnemum strobilaceum* و *Atriplex verrucifera lana* استفاده می شد، قطعاً نتایج بهتری حاصل می شد.

نتایج حاصل از این پژوهش می تواند ارگان های اجرایی را در عملیات مرتع کاری مکان های دارای اولویت حفاظت و مراقبت از پیش روی کانون ریزگرد نمکی کمک کند. در این ارتباط، مکان هایی در اولویت حفاظت و حفظ شرایط موجود هستند که از لحاظ شاخص سازمان یافتگی چشم انداز و شاخص های پایداری، نفوذپذیری و چرخه عناصر غذایی خاک، دارای مقادیر بالایی است. همچنین مناطقی که در آن ها نسبت به دیگر مکان ها، فضای بین لکه ای زیاد است و به عبارت دیگر، شاخص سازمان یافتگی چشم انداز در آن ها بسیار اندک است، می توانند برای انجام عملیات اصلاحی در اولویت قرار گیرند. به عنوان پیشنهاد نهایی، می توان عنوان کرد که کنترل مسائل ناشی از خشک شدن دریاچه نظیر کنترل گردوغبار حاصل، نیازمند مطالعات دیگری با داشتن سایت های پایش و پایلوت دقیق است که در آن، فرایند اعتماد به داده ها و امکان انجام مطالعات گسترده تحقیقاتی به منظور نیل به یک برنامه مدون تر، تضمین شده باشد.

می شود. بر اساس اتکا به بافت خاک و بارندگی، باید سفره آب زیرزمینی در منطقه، تا اعماق دو تا سه متری از سطح زمین، پایین رود. اگر چه پژوهش های مربوط به واکنش بین شرایط ماندابی و شوری نشان می دهد که بهبود اساسی در رشد گیاه، با کاهش انداکی در شرایط ماندابی امکان پذیر است. این نوع تغییرات ممکن است با ایجاد زهکش به دست آیند و کنترل آب سطحی را بهبود می بخشد. توصیه بر این است که زهکش های مذکور در آستانه های بحرانی در سطح رویشگاه احداث شوند (جعفری و پناهی، ۲۰۱۱).

علاوه بر ناموفق بودن مرتع کاری گونه *N. schoberi* در منطقه سپرغان، بررسی های میدانی نیز نشان داد بذر گونه هایی بومی نظیر *Camphorosma K. lana H. strobilaceum* و *monspeliaca* که در داخل هلالی های آبیگر کشت شده اند، چون قوه نامیه خود را از دست داده بودند، نتوانستند سبز شوند. دیدگاه جوامع محلی نسبت به وضعیت پیش آمده برای دریاچه ارومیه (معمدی و همکاران، ۱۳۹۸)، نیز گویای این موضوع است و همواره بیان می شود که در محدوده هایی از مکان های مرتع کاری شده، کماکان شاهد گسترش کانون های ریزگرد و ایجاد گردوغبار هستیم. ضمن اینکه درصد نهال های سبز، نسبت به اتمام زمان مرتع کاری، بسیار کم شده است. خوشبختانه در طی دو سال گذشته، مقادیر بارش ها در منطقه، خوب بوده است. این موضوع کمک شایانی در زهکشی خاک و کاهش شوری آن و در نتیجه، زنده ماندن نهال ها داشته است. در شرایطی که در کانون گردوغبار ماسه ای جبل کندلی که بافت خاک سبک تر و درصد ذرات شن در خاک

منابع

- Ahmadi, Z., Heshmati, Gh.A. and Abedi, M., 2009. Investigation the improvement operations affection on ecological indexes of rangeland health (Jahan Nama Garden, Golestan province). *Journal of Rangeland and Desert Research*, 16(1): 55-65.
- Barrett-Lennard, E.G., Bathgate, A.D. and Malcolm, C.V., 2003. *Saltland pastures in Australia, a practical guide*. Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth. Bulletin, 4312, 112p.
- Eldridge, D.J. and Delgado-Baquerizo, M., 2018. Grazing reduces the capacity of Landscape Function Analysis to predict regional-scale nutrient availability or decomposition, but not total nutrient pools. *Ecological Indicators*, 90: 494-501.
- Fakhimi, E. and Motamedi, J., 2020. Effect of mining activities on structure and function of rangeland ecosystem using the Landscape Function Analysis (LFA) (Case study: Dareh Zereshk copper mine, Yazd, Iran). *Rangeland Science*, 10(3): 291-301.
- Ghods, M., Mesdaghi, M., Heshmati, Gh.A. and Ghanbarian, Gh.A., 2010. Investigation of the dimensions of ecological spots in reference and critical areas in spring and summer (Case study: semi-steppe rangelands of Golestan National Park and adjacent areas). *Rangeland Journal*, 4 (1): 92-82.
- Heshmati, Gh. A., Siroosi, H. and Sheydeh Karkaj, E.,

2018. The best model to predict functional changes in the grazing gradient of semi-arid ecosystem (Case Study: Gorgan plain). *Journal of Rangeland and Desert Research*, 24(4): 742-756.
7. Heshmati, Gh. A., Amirkhani, M., Heidari, Q.A. and Hosseini, S.A., 2007. Qualitative evaluation of rangeland ecosystem capability in Gomishan region of Golestan province using landscape function indicators. *Rangeland Journal*, 1 (2): 115-103.
8. Heshmati, Gh. A., Naseri, K.A. and Ghanbarian, Gh. A., 2008. Landscape function analysis, evaluation methods and rangeland monitoring. Mashhad University Jihad Publications, 112 pages.
9. Jafari, M. and Panahi, F., 2011. Properties and management of soils. University of Tehran Press, 856 pages.
10. Joybari, S.A, Rezaei, P., Soleimani, P. and Davoodi, H., 1398. Dust and its centers: basics and methods of identifying and establishing, with a special attitude to the Khuzestan plain. *Journal of Applied Sedimentology*, 7 (14): 149-129.
11. Khan, M.A. and Weber, D.J., 2008. *Ecophysiology of high salinity tolerant plants*. Springer, Amsterdam, 407p.
12. Ludwig, J.A. and Tongway, D.J., 2000. Viewing rangelands as landscape systems. In: Arnalds, O. and Archer, S. (Eds.), *Rangeland Desertification*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 39-52.
13. Miller, M.E., 2005. The structure and functioning of dryland ecosystems conceptual models to inform long-term ecological monitoring, USGS-BRD Scientific Investigations Report, USGS: 79p.
14. Motamedi, J., Mofidi Challan, M. and Khodaghohi, M., 2019. Assessment of economic, social and environmental effects of Lake Urmia rehabilitation measures from the perspective of local communities. *Iranian Journal of Nature*, 4 (18): 51-43.
15. Shahriary, E., Gill, T.E. and Langford, R.P., 2018. Landscape Functionality Analysis of Soil Surface Conditions in an Arid Zone: A Case Study of Lajaneh Piosphere, Iran. *Annals of Arid Zone* 57(3-4):163 - 170
16. Sharafatmandrad, M., and Khosravi Mashizi, A., 2019. Efficacy of landscape function analysis to assess differences between grazed and ungrazed rangelands in an arid landscape. *Range Management and Agroforestry*, 40(2): 196-201.
17. Sheidai Karkaj, E, Sepehry, A., Barani, H, Motamedi, J. 2017. Soil organic carbon reserve relationship with some soil properties in East Azerbaijan rangelands. *Rangeland journal*, 11 (2): 125-137.
18. Tongway, D. and Ludwig, J., 2002. Reversing desertification in Rattan Lal (Ed) *Encyclopedia of Soil Science*. Marcel Dekker, New Yurok.
19. Tongway, D.J. and Hindley, N.L., 2004a. Landscape function analysis: a system for monitoring rangeland. *African Journal of Range and Forage Science* 21(2):109-113.
20. Tongway, D.J. and Hindley, N.L., 2004b. Landscape function analysis. Procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to minesites and rangelands, GSIRO sustainable ecosystems, Canberra, Australia, 158p.
21. Tongway, D.J. and Hindly, N.L., 1995. Assessment of soil condition of tropical grasslands manual. CSIRO, Division of Wildlife and Ecology. Canberra, Australia. 72p.
22. Vargas, R., Pankova, E.S., Balyuk, S.A., Krasilnikov, P.V. and Khasankhanova, G.M., 2018. Handbook for saline soil management. FAO of the United Nations, 144p.
23. Vice President for Strategic Planning and Supervision, 2008. Instructions for laboratory analysis of soil and water samples. Journal No. 467, National Soil and Water Research Institute, 278 pages.

Evaluating the Success of Fine Dust Hotspots Control Projects Using Structural and Functional Characteristics of the Habitat in the West Shore of Urmia Lake

Javad Motamedi^{1*}, Esmail Sheidai-Karkaj²

Received: 12/08/2021

Accepted: 01/01/2022

Expanded abstract

Introduction: As one of the most serious environmental challenges of Iran during the recent decade, the phenomenon of fine dust has occurred due to improper and excessive ecologic use of rangeland ecosystems, drought, and

1. Associate Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Corresponding Author; motamedi@rifr-ac.ir

2. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran

DOI: 10.22052/deej.2021.10.33.1

mismanagement of water resources. Knowing this phenomenon and being aware of the required strategies to fight against it play an essential role in reducing the number of dust storms and the way fine dust's hotspots are established. On the other hand, the hotspots of fine dust have been created in large areas of Urmia Lake's saline lands due to the regression of the lake made by a decline in groundwater levels and reduced inflow of water into the lake exposing Western and Eastern Azerbaijan provinces to dust storms. Accordingly, some restoration projects (rangeland seeding) were carried out in 2014 in large areas of the lake to stabilize the soil of the hotspots' beds. Now, five years after the implementation of rangeland seeding projects, the question is whether or not the projects have exerted any positive effect on the structural and functional characteristics of the target habitats? In other words, how have the structural and functional characteristics of the habitats changed as a result of rangeland seeding operations? Have these changes had positive or negative effects on the ecosystem? Therefore, to answer these questions, this study was conducted in the Separghan region in Urmia as a pilot study area and a representative of saline habitats of the western shore of Urmia Lake. Located at 37° 45' 14"N and 45°14'19", the region was identified as one of the fine dust hotspots in 2014 and designated as a priority in terms of protective and conservation operations by competent authorities. It was also introduced as a reference and pilot study area so that the results of the study could be generalized to similar habitats. Therefore, rangeland seeding operations were carried out in the region at a large scale where livestock grazing was prohibited.

Material and Methods: 24 transects were established in three ecological areas to measure the structural and functional characteristics of the habitats. Moreover, the number, length, and width of ecological patches, the percentage of patches' lengths, and the landscape organization index were calculated for each area by establishing linear transects in each ecological unit. Finally, eleven indices regarding the soil's surface that are clearly associated with the soil's level of stability, permeability, and nutrient cycle were valued and categorized for each patch and inter-patch space within the five measured areas using the LFA guidelines.

Results: the study's results indicated that the indices' mean varied along the salinity gradient, being significantly different in various ecological areas. The highest value of the landscape organization index (0.32) belonged to the first area (further away from the salinity hotspot), and the lowest values of the index (0.10 and 0.06) belonged to the second and third areas (closer to the salinity hotspot), respectively. The average values of the stability index were 44.40, 37.01, and 20.70 in different ecological zones, respectively. Furthermore, the highest values for permeability were found in the first and second zones as 21.50 and 24.90, respectively, and the lowest index's value (13.20) belonged to the third zone. Finally, the values of the nutrient cycle were 11.19, 11.80, and 7.90 in the first, second, and third ecological zones, respectively.

Discussions and Conclusion: it could generally be argued that the values of structural and functional indices decrease along the salinity gradient. Therefore, the success of rangeland seeding operations would decrease as we get closer to the salinity hotspot. In other words, rangeland seeding operations have failed to realize the goals set for the first step of its executive operation to increase vegetation and reduce inter-patch spaces in areas close to the lake. Viewed from another perspective, it can be concluded that seeding the rangeland with *Nitraria schoberi* species was hardly successful and failed to achieve its expected results in terms of controlling the fine dust several years after the implementation of the project. Therefore, preserving the area and less manipulating the soil's surface is recommended when rangeland seeding is conducted in such habitats. If prevented from being grazed, indigenous vegetation could be regenerated through the seed bank and thus help prevent soil surface from wind erosion. The results of this study can help seed the rangelands prioritized for being protected against the advancement of saline dust hotspots. The areas prioritized in terms of protection and maintenance of their current situation are those with high structural and functional indices values. Areas where the inter-patch space is large and the landscape organization index is very low compared to other places can also be prioritized for restoring projects.

Keywords: Saline Lands, Rangeland Seeding, Dust, Habitat Characteristics.