DOI: 10.22092/irn.2020.122111

دیدگاه

ارزیابی عملیات مرتع‌کاری در حاشیه دریاچه ارومیه

جواد معتمدی[1*] و اسماعیل شیدای کرکج[2]

مقدمه

در سال‌های اخیر و به‌واسطه پس‌روی دریاچه ارومیه ناشی از افت آب زیرزمینی و کاهش حجم آب ورودی، در سطح وسیعی از اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه، کانون‌های تولید ریزگرد نمکی و ماسه‌ای (شکل‌های ۱ و ۲)، شکل گرفته و طی چند سال گذشته، در حاشیه غربی و شرقی دریاچه و توسط سازمان‌های اجرایی، پروژه‌های مرتع‌کاری اجرا شده است.

معمولاً در این گونه رویشگاه‌ها، پایه‌های گیاهان، با الگوی ناهمگن و کپه‌ای توزیع می‌شوند، بر همین اساس مفاهیم لکه اکولوژیک و میان‌لکه تعریف شده‌اند. لکه‌ها، پدیده‌هایی با عمر طولانی هستند که مانع جریان آب شده یا آن را منحرف می‌کنند و سبب گردآوری، فیلتر و حفظ مواد رسوبی رواناب می‌شوند. این لکه‌ها ازنظر نوع، اندازه، ترکیب و عملکرد، با یکدیگر متفاوتند. لکه‌ها شامل یک پایه گیاهی منفرد، گروهی از گیاهان، جلبک‌ها، خزه‌ها، گلسنگ‌ها و کریپتوگام هستند و می‌توانند به‌صورت مانع، جلوی آب را بگیرند یا از جابه‌جایی ذرات خاک توسط باد، جلوگیری کنند. فضای بین لکه‌ای نظیر؛ خاک لخت و خاک لخت سله‌بسته، نیز سطحی است که آب، ذرات خاک و لاش‌برگ، آزادانه در آن حرکت می‌کنند. این حرکت، هنگامی که آب عامل محرک باشد، به سمت پایین شیب و در زمان فعالیت فرایندهای فرسایش بادی، در جهت باد اتفاق می‌افتد (Ludwig & Tongway, 2000)(شکل ۳).

فضای بین لکه‌ای نظیر؛ خاک لخت و خاک لخت سله‌بسته، نیز سطحی است که آب، ذرات خاک و لاش‌برگ، آزادانه در آن حرکت می‌کنند. این حرکت، هنگامی که آب عامل محرک باشد، به سمت پایین شیب و در زمان فعالیت فرایندهای فرسایش بادی، در جهت باد اتفاق می‌افتد.

لکه‌ها ازنظر منابع، غنی‌تر و ازنظر ویژگی‌های عملکردی، وضعیت مطلوب‌تری در مقایسه با فضاهای بین‌لکه‌ای دارند.

شکل ۱- کانون ریزگرد نمکی در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۳) در انتهای تصویر، گونه *Halocnemum strobilaceum* به‌صورت کپه‌ای پراکنش دارد.

شکل ۲- کانون ریزگرد ماسه‌ای در منطقه جبل کندی (اردیبهشت ۱۳۹۴) روی تپه‌های ماسه‌ای، گونه *Chenopodium album* پوشش قابل‌ملاحظه‌ای ایجاد کرده است.

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
پست الکترونیک: motamedi@rifr-ac.ir
۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، ارومیه

لکه‌ها بسته به نوع چشم‌انداز، اندازه، فراوانی و پراکنش مکانی، متفاوت هستند. به‌طورمعمول، در مناطق خشک، لکه‌های حاصلخیز (قطعات اکولوژیک)، درصد نسبتاً کمی از چشم‌انداز را تشکیل می‌دهند. مقیاس لکه‌ها و فضای بین‌لکه‌ای، در واکنش به بارندگی و سایر عوامل محیطی، تغییر می‌کند. به گونه‌ای که در فصل خشک، اندازه لکه‌ها کاهش می‌یابد، زیرا رطوبت کافی برای نگهداشت همه لکه‌های گیاهی، وجود ندارد (Ludwig & Tongway, 2004؛ قدسی و همکاران، ۱۳۸۹).

ویژگی‌های ساختاری و عملکردی لکه‌های گیاهی، در اثر آشفتگی‌ها و فاصله از کانون‌های بحران مانند شدت چرای دام، فاصله از محل اتراق دام، آبشخور، منابع آب و گرادیان‌های محیطی نظیر شوری، شیب، ارتفاع، اقلیم، رطوبت سطح خاک و غیره، تغییر می‌کند (حشمتی و همکاران، ۱۳۹۶).

یکی از این آشفتگی‌ها که تأثیر زیادی بر ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه می‌گذارد، دست‌کاری سطح خاک و پوشش گیاهی هنگام انجام عملیات مرتع‌کاری است. درواقع هنگام انجام عملیات مرتع‌کاری و نگهداری نظیر آبیاری نهال‌ها، لکه‌های طبیعی موجود نیز دستخوش تغییر می‌شوند. ضمن اینکه پوسته‌های ایجادشده در سطح خاک که نقش تعیین‌کننده‌ای در مقاومت خاک به فرسایش بادی و آبی دارند، حین عملیات و رفت‌وآمد تجهیزات مکانیکی، بسیار سست و شکننده می‌شوند (شکل۴). لذا، عملیات مرتع‌کاری، نه تنها موجب ارتقای شاخص‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه نمی‌شود، بلکه ممکن است روند بیابانی شدن را سرعت ببخشد. این مورد، در شرایطی روی می‌دهد که مرتع‌کاری، با هدف کاهش فضای بین‌لکه‌ای و به‌تبع آن، افزایش پوشش تاجی و اصلاح خصوصیات خاک رویشگاه، انجام می‌شود (شکل‌های ۵ و ۶).

ازاین‌رو، ضرورت دارد بعد از گذشت چند سال از عملیات مرتع‌کاری، اثر فعالیت‌های مرتع‌کاری و ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه، بررسی، درمورد موفقیت

شکل۳- لکه گیاهی و فضای بین لکه‌ای که داخل لکه‌ها، بعد از بارندگی، رواناب و رسوب به تله افتاده است (اردیبهشت ۱۳۹۳)
لکه‌های زنده مشاهده شده، بیشتر شامل گونه *Atriplex verrucifera* هستند و با وجود سطح ناهموار یا فرورفتگی در چشم‌انداز و تجمع آب جاری سطحی، مناطق ایستابی را به وجود می‌آورند. کوه انتهای تصویر (کوه زنبیل)، متأسفانه برای زیرسازی بزرگراه کلانتری و نیز احداث میان‌گذر در وسط دریاچه، تخریب و هم‌اکنون نیز برای سایر فعالیت‌های عمرانی از منابع موجود آن استفاده می‌شود.

عملیات مرتع‌کاری در تثبیت خاک بستر کانون‌های ریزگرد، قضاوت و گونه یا گونه‌های مناسب برای هر رویشگاه، معرفی شود و از نتایج آن برای دیگر مکان‌ها و کانون‌های ریزگرد مشابه و در اولویت انجام عملیات حفاظتی و مراقبتی، استفاده شود. بازدیدهای اولیه میدانی و جمع‌بندی مصاحبه با افراد محلی (معتمدی و همکاران، ۱۳۹۸)، حاکی از آن است که در محدوده‌هایی از مکان‌های مرتع‌کاری شده، کماکان شاهد گسترش کانون‌های ریزگرد و ایجاد گرد و غبار هستیم (شکل‌های ۷ و ۸). ضمن اینکه درصد نهال‌های سبز، نسبت به اتمام زمان مرتع‌کاری، بسیار کم شده است (شکل‌های ۹ و ۱۰). در ارزیابی اثرات عملیات مرتع‌کاری در این منطقه، نظرات

شکل۴- دست‌کاری شدید سطح خاک حین انجام عملیات و رفت‌وآمد تجهیزات مکانیکی در منطقه سپرغان (خرداد ۱۳۹۴)

شکل۵- دست‌کاری سطح خاک به‌منظور ایجاد هلالی آبگیر و ایجاد چاله برای موفقیت بیشتر عملیات مرتع‌کاری و به‌تبع آن، کاهش فضاهای بین‌لکه‌ای در سطح رویشگاه (اردیبهشت ۱۳۹۳). همان‌گونه که مشاهده می‌شود اگر قرار باشد که هلالی‌های آبگیر با یک فاصله ثابت و به‌طور منظم در امتداد گرادیان شوری ایجاد شوند؛ لکه‌های طبیعی (نواحی حاصلخیز) نیز دستخوش تغییر می‌شوند. چاله‌های مشخص‌شده در هر هلالی آبگیر، محل کاشت بذرهای گونه‌های شورپسند موجود در ترکیب گیاهی منطقه هستند.

شکل۶- نمای دیگر از دست کاری سطح خاک به‌منظور ایجاد هلالی آبگیر (اردیبهشت ۱۳۹۳)

متناقضی ارائه شده است. ازاین‌رو، بررسی علت کاهش درصد زنده‌مانی نهال‌ها در برخی مکان‌ها، علی‌رغم انجام عملیات بیولوژیک، ضروری است. یادآور می‌شود گسترش کانون‌های گرد و غبار، سبب ضرورت بیشتر این بررسی می‌شود تا مشخص کند، آیا علت بروز چنین وضعیتی:

– انتخاب نامناسب گونه و عدم تناسب خاک بستر کانون ریزگرد با خصوصیات رویشگاهی مطلوب برای رشد هر گونه است؟

– میزان آبیاری، دفعات آبیاری و نحوه آبیاری نهال‌های مرتع‌کاری شده است؟

– دیدگاه صرف مکانیکی در مرتع‌کاری و عدم توجه به زبان زیست‌شناختی اکوسیستم است؟

– نحوه کاشت و استقرار نهال‌ها و به‌عبارت‌دیگر، شیوه عملیات مرتع‌کاری است؟

– کیفیت نامناسب نهال‌های انتقال‌یافته از خزانه به عرصه است؟

– آلودگی نهال‌ها به آفات و بیماری‌ها است؟

– کیفیت نامناسب بذرهای انتخابی برای عملیات مرتع‌کاری و عدم انجام پیش‌تیمارهای لازم روی آنها است؟

– عدم در نظر گرفتن نقشه مرتع‌کاری ارائه شده از طرف کارفرما توسط پیمانکار و به‌تبع آن عدم تطابق نوع گونه مرتع‌کاری شده با گونه توصیه‌شده کارفرما است؟

شکل ۷– ایجاد گرد و غبار در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۸)
گیاهان یک‌ساله (بیشتر از خانواده گندمیان)، پوشش قابل‌ملاحظه‌ای ایجاد کرده ولی در پایان اردیبهشت‌ماه، به یک‌باره خشک شده‌اند و توان حفاظتی آنها کاهش یافته است. براساس شواهد و اطلاعات موجود، در سال‌های گذشته که از حضور دام در منطقه جلوگیری نمی‌شد، پوشش گیاهان یک‌ساله، نقش قابل‌ملاحظه‌ای در تأمین نیاز غذایی گله گاوهای بومی داشتند.

شکل ۸– نمای دیگر از ایجاد گرد و غبار در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۸)

شکل ۹– خشکیدگی نهال‌های کاشته شده در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۷)
در تصویر پایه‌های گونه *Halocnemum strobilaceum* مشاهده می‌شود.

شکل ۱۰– نمای دیگر از خشکیدگی نهال‌های قره‌داغ *(Nitraria schoberi)* در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۸)

از طرفی باید این موضوع را نیز در نظر داشت که عملیات مرتع‌کاری در مساحت‌هایی از منطقه، توانسته درصد سبزینگی خوبی ایجاد کند. این مساحت‌ها، معمولاً در محدوده‌هایی قرار دارند که به‌صورت مستمر، آبیاری و در فاصله به نسبت کمی از منابع آب قرار دارند (شکل ۱۱و ۱۲). همواره این سؤال در ارزیابی اقدامات صورت گرفته مطرح است:

– آیا عملیات مرتع‌کاری توانسته بر ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه تأثیرگذار باشد؟

به‌عبارت‌دیگر؛

– خصوصیات ساختاری و عملکردی رویشگاه‌های مذکور، در اثر اجرای عملیات مرتع‌کاری، چگونه تغییر کرده است؟ روند تغییرات مثبت بوده است یا اینکه اثر مخرب بر اکوسیستم داشته است؟ همچنین بیان می‌شود؛

– استقرار کدام‌یک از گونه‌های گیاهی (*Tamarix aphylla*, *Nitraria schoberi*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kochia lana* و *Atriplex verrucifera*)، در کانون‌های ریزگرد، اثر بیشتری بر ویژگی‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه داشته است؟

سؤالات مذکور ازجمله سؤالاتی هستند که معمولاً در خصوص ارزیابی میزان موفقیت عملیات مرتع‌کاری، مطرح می‌شوند. پژوهش پیش‌رو به‌عنوان طرح مسئله و با هدف

شکل ۱۱– رشد قابل‌ملاحظه گونه قره‌داغ (*Nitraria schoberi*) در منطقه سپرغان در نزدیک منبع آب منتهی به کوه زنبیل (مرداد ۱۳۹۷). در تصویر، روی پایه‌های قره‌داغ، میوه‌های رسیده قابل مشاهده است. ویژگی‌های گیاهی پایه مذکور، در مقایسه با پایه هم‌سن آن که در رویشگاه‌های ماسه‌ای پراکنش دارد، بسیار کمتر است.

شکل ۱۳– طرح پایلوت مبارزه بیومکانیکی و بیولوژیکی با کانون‌های تولید گرد و غبار در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۳). همانگونه که در تصویر مشاهده می‌شود، در شروع مطالعه در سال ۱۳۹۳، احداث هلالی آبگیر در مساحت ۱۵۰ هکتار انجام و در این پژوهش از آن به‌عنوان ناحیه اکولوژیکی «هلالی آبگیر»، نام برده شده است. در سال‌های بعد، این عملیات، ادامه یافت و دو ناحیه دیگر به نام‌های سپرغان یک و سپرغان دو نیز برای انجام عملیات بیولوژیک، در نظر گرفته شد. ضمن اینکه ۳۵۰ هکتار از رویشگاه‌های منطقه که در آنها گونه *Atriplex verrucifera* که از گونه‌های بومی آتریپلکس در ایران هست و زادآوری طبیعی دارد، گونه غالب رویشگاه می‌باشد (شکل‌های ۱۵ و ۱۶)؛ قرق و از چرای دام در آن ممانعت به‌عمل می‌آید.

شکل ۱۲– نمای دیگر از رشد گونه قره‌داغ (*Nitraria schoberi*) در منطقه سپرغان در نزدیک منبع آب منتهی به کوه زنبیل (مرداد ۱۳۹۷). در تصویر، روی پایه‌های قره‌داغ، میوه‌های رسیده قابل مشاهده است.

شکل ۱۴– قطعه قرق‌شده در منطقه سپرغان با غالبیت گونه *Atriplex verrucifera* (اردیبهشت ۱۳۹۸)

پاسخگویی به تعدادی از این سؤالات، در منطقه سپرغان ارومیه واقع در حاشیه غربی دریاچه، انجام شد.

منطقه سپرغان، در سال ۱۳۹۳، به‌عنوان یکی از کانون‌های ریزگرد نمکی و در اولویت انجام عملیات حفاظتی و مراقبتی، ازنظر مراجع ذی‌صلاح، معرفی و از آن به‌عنوان منطقه معرف و پایلوت تحقیقاتی نام برده شد تا نتایج حاصل، به رویشگاه‌های مشابه تعمیم داده شود (شکل‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵). لذا عملیات مرتع‌کاری در سطح وسیعی انجام و از چرای دام به منطقه، جلوگیری شد. ضمن اینکه در سطحی معادل یک هکتار از منطقه، تجهیزات کمی‌سازی مقدار آزادسازی گرد و غبار ناشی از حاشیه و بستر محدوده دریاچه، نصب شد که آمار مربوطه، به‌طور روزانه به مراجع تصمیم‌گیری، مخابره می‌شود (شکل‌های ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹).

نتایج

در این پژوهش که در فصل رویش ۱۳۹۸ انجام شد؛ ویژگی‌های ساختاری و عملکردی لکه‌های گیاهی و فضای بین‌لکه‌ای در هر یک از واحدهای اکولوژیکی در امتداد گرادیان شوری، با استفاده از روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز (LFA)، اندازه‌گیری شد.

واحدهای اکولوژیک، شامل مکان‌هایی با شوری متفاوت خاک بودند که در امتداد گرادیان شوری، به سمت دریاچه گسترش دارند. هدایت الکتریکی آنها از ۱۴ تا ۹۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر متغیر است که در رده خاک‌های شور و قلیا (هالومورف) هستند. این خاک‌ها از روی غلظت زیاد املاح، وجود Na^{+} قابل تبادل بیش‌ازحد مجاز و اسیدیته بالا، مشخص می‌شوند (Varga *et al.*, 2018).

در هر یک از واحدهای اکولوژیک، عملیات بذرکاری توسط گونه‌های *K. lana*، *H. trobilaceum* و *Camphorosma monspeliacea* یا *A. verrucifera* نهال‌کاری توسط گونه‌های *T. aphylla* و *N.schoberi* انجام شده است.

روش تحلیل عملکرد چشم‌انداز، یکی از روش‌های ارزشمند برای تعیین کارکرد اکولوژیک واکنش گیاهان به آشفتگی‌ها است که بر پایه اندازه‌گیری طول و عرض لکه‌های اکولوژیک (شکل ۲۰)، شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز را در امتداد گرادیان اکولوژیکی، ارائه می‌کند. از طرفی، با امتیازدهی به شاخص‌های سطح خاک، ویژگی‌های عملکردی رویشگاه شامل پایداری، نفوذپذیری و چرخه مواد غذایی را برای هر ناحیه اکولوژیک، اندازه‌گیری می‌کند.

شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز، عبارت است از نسبت طول لکه‌ها به کل طول ترانسکت. به‌عبارتی، اگر کل طول ترانسکت، خاک لخت باشد، این شاخص صفر و اگر همه آن، لکه باشد (برای مثال در یک چمنزار با پوشش انبوه)، شاخص یک خواهد بود. در این گزارش، تنها بر نتایج مرتبط با شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز به‌عنوان یک شاخص رایج و قابل‌فهم، تأکید شده است. برای این منظور، در امتداد گرادیان شوری (امتداد جنوب غربی تا شمال شرقی با آزیموت ۶۷ درجه) به‌طول ۱۵۰۰ متر، اندازه‌گیری‌ها داخل ۱۲ واحد اکولوژیک انجام شد (شکل ۲۱).

پراکنش پوشش گیاهی در رویشگاه مذکور، به‌صورت نوارهای متحدالمرکز در امتداد گرادیان شوری است. به گونه‌ای که در فاصله مشخصی از بستر دریاچه، به‌واسطه شوری زیاد، تقریباً هیچ گونه گیاهی، پراکنش ندارد و بعد از آن، گونه *H.strobilaceum* به‌صورت پراکنده یا لکه‌ای پراکنش دارد. در نوار بعدی، گونه *H.strobilaceum* به همراه گونه‌های *Aeluropus littoralis*، *A. verrucifera* *Aeluropu lagopoide* و *Puccinella distans* حضور دارد. در نوار سوم، گونه *A. verrucifera* به همراه گونه‌های *A.littoralis* و *A.lagopoides* قابل مشاهده است. در نوار آخر و نزدیک به اراضی زراعی و خاک‌های به نسبت شیرین، گونه خارشتر *(Alhagi pesudalhag)* (شکل ۲۲) در سطح وسیعی از منطقه در اراضی شور تخریب‌شده دیده می‌شود که گاهی به داخل اراضی زراعی نیز وارد شده است.

محدوده یادشده براساس تغییرات شوری خاک، به سه ناحیه اکولوژیک به نام‌های سپرغان هلالی، سپرغان یک و سپرغان دو، تقسیم شده است (شکل‌های ۲۳، ۲۴ و ۲۵)، به‌گونه‌ای که شوری خاک از ناحیه سپرغان هلالی به سمت سپرغان یک و دو، بیشتر می‌شود.

عملیات مرتع‌کاری در منطقه سپرغان هلالی (ناحیه اکولوژیکی اول) با حضور گونه *A. verrucifera* به‌همراه گونه‌های *A.littoralis* و *A.lagopoides* داخل هلالی‌های آبگیر با فواصل مشخص نسبت به هم، انجام شده است. داخل هر یک از هلالی‌ها، یک چاله به عمق ۶۰ و قطر ۵۰ سانتی‌متر (شکل ۲۶) توسط مته مکانیکی، حفر و داخل آن با خاک زراعی مخلوط شده با کود پوسیده گاوی، پر و چند روز پس از آب‌دهی، نهال‌های گز داخل آنها، کاشته می‌شد، همچنین در پشته هلالی آبگیر (شکل ۲۷)، بذر گونه‌های بومی منطقه شامل *C.monspeliacea*، *K. lana*، *H.strobilaceum* و *A. verrucifera* داخل خاک قرار داده می‌شد.

عملیات مرتع‌کاری در ناحیه دوم در چاله‌هایی به عمق ۶۰ و قطر ۵۰ سانتی‌متر، داخل هلالی‌های آبگیر و با نهال‌های *T. aphylla* و به‌ویژه *N.schoberi* انجام شده است. در این ناحیه، گونه *H.strobilaceum* به‌همراه گونه‌های *A. verrucifera*، *A.lagopoides*، *A.littoralis* و *P.distans* پراکنش دارد. در ناحیه سوم نزدیک به حاشیه دریاچه و حضور تنها گونه *H.strobilaceum* به‌صورت پراکنده یا لکه‌ای؛ نهال‌های *Ni.schoberi* در چاله‌های مستقر داخل هلالی‌های آبگیر، کاشته شده‌اند (شکل۲۸).

نتایج اندازه‌گیری‌های مرتبط با ابعاد قطعات اکولوژیک و فواصل بین آنها در نواحی مختلف (شکل ۲۹)، نشان داد میانگین شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز، در امتداد گرادیان شوری، تغییر می‌کند و در بین نواحی اکولوژیک، با همدیگر تفاوت معنی‌داری دارند.

بیشترین مقدار شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز، متعلق به ناحیه دورتر از دریاچه (ناحیه اول) و کمترین مقدار آن، مربوط به نواحی

شکل ۱۵- نمای نزدیک از گونه *Atriplex verrucifera* در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۸). ساقه‌های رویشی و زایشی خشکیده از فصل رویش قبلی، روی پایه‌های آتریپلکس، قابل‌مشاهده است. ضمن اینکه در زیرآشکوب آن، گل‌های بابونه به همراه گراس‌های یک‌ساله، مشاهده می‌شود. در صورت چرای سبک از گونه *Atriplex verrucifera* و تحریک جوانه انتهایی و جانبی آن، قطعا تعداد جست‌ها و شاخ و برگ آن برای فصل رویش بعدی، بیشتر خواهد شد و علوفه حاصل از آن، کمیت و کیفیت قابل ملاحظه‌ای برای تأمین نیاز دام‌های چرا کننده در رویشگاه‌های شور خواهد داشت.

نزدیک به دریاچه (ناحیه دوم و سوم) است (شکل ۳۰).

برازش داده‌های شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز در امتداد گرادیان شوری، نشان داد منحنی S شکل یا مدل سیگوئید، در تشریح رفتار داده‌ها، بسیار مفید است (شکل ۳۱). رابطه S شکل برازش داده شده، مطابق زیر است؛

$$y = 0.546/(1+\exp(-(x-0.89)/0.15))$$

$$f = a/(1+\exp(-(x-x_0)/b))$$

که در آن، y مساوی شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز؛ a مقدار ثابت معادله؛ x فاصله از مرکز شوری؛ x_0 محل نقطه عطف منحنی بر محور xها و b شیب نقطه عطف است. در این ارتباط، میزان ضریب تبیین و ضریب تبیین تعدیل‌شده و اشتباه از معیار تخمین مدل، به‌ترتیب ۰/۵۳، ۰/۴۸ و ۰/۱۳ است.

جمع‌بندی

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز در نواحی مختلف در امتداد گرادیان شوری، نشان داد موفقیت عملیات مرتع‌کاری در منطقه سپرغان ارومیه، با نزدیک شدن به کانون شوری، کمتر است. به‌عبارت‌دیگر، عملیات مرتع‌کاری، نتوانسته به انتظارات مدنظر در گام اول عملیات اجرایی که با هدف افزایش پوشش گیاهی و کاهش فضای بین‌لکه‌ای در فواصل نزدیک به دریاچه بوده، تحقق بخشد. از سوی دیگر، کاشت گونه قره‌داغ (*N. schoberi*)، در منطقه سپرغان، ناموفق بوده و انتظارات حاصل را به‌منظور کنترل گرد و غبار، بعد از گذشت چند سال از عملیات مرتع‌کاری، برآورده نکرده است.

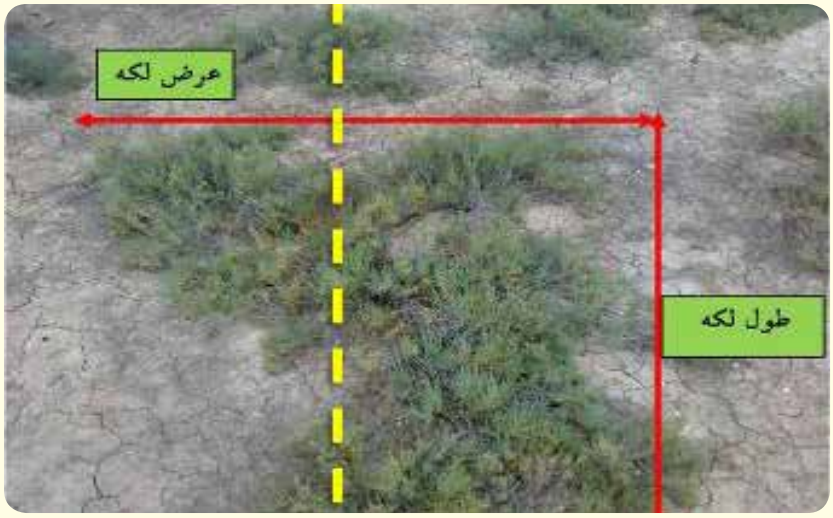
نتایج بررسی اندازه قطعات اکولوژیکی در نواحی مختلف، بیانگر آن است که اندازه لکه‌های طبیعی مانند لکه‌های حاصلخیز منتج از گونه‌های هالکنموم (*H. strobilaceum*) و آتریپلکس (*A. verrucifera*)، بیشتر از لکه‌های حاصل از عملیات اصلاحی ازجمله لکه‌های حاصل

شکل ۱۶- ایستگاه کمی‌سازی مقدار آزادسازی گرد و غبار ناشی از حاشیه و بستر محدوده دریاچه ارومیه (اردیبهشت ۱۳۹۵)

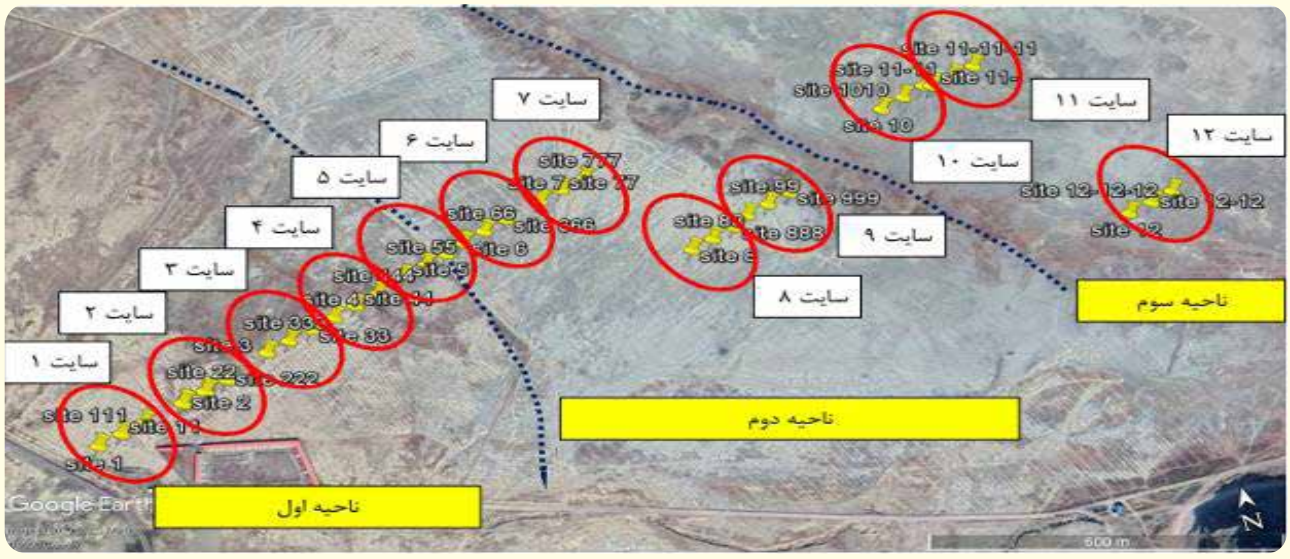
شکل ۱۷- تجهیزات اندازه‌گیری گرد و غبار در منطقه سپرغان (فروردین ۱۳۹۵)

شکل ۱۸- نمای دیگر از تجهیزات اندازه‌گیری گرد و غبار در منطقه سپرغان (فروردین ۱۳۹۵)

شکل ۱۹- نمای دیگر از تجهیزات اندازه‌گیری گرد و غبار در منطقه سپرغان (فروردین ۱۳۹۵)



شکل ۲۰- طول و عرض در یک لکه گیاهی و نحوه اندازه‌گیری آن



شکل ۲۱- نحوه استقرار سایت‌های (نواحی) اکولوژیک، در امتداد گرادیان شوری از سایت یک به سمت سایت دوازدهم، مقدار شوری خاک افزایش می‌یابد. سایت یک، نزدیک اراضی زراعی و محل پراکنش گونه خارشتر *(Alhagi pesudalhagi)* است و سایت‌های دهم تا دوازدهم، در کانون شوری قرار دارند. سایت‌های یک تا پنج، مربوط به ناحیه اکولوژیک اول (سپرغان هلالی)، سایت‌های شش تا نه، مرتبط با ناحیه اکولوژیک دوم (سپرغان یک) و سایت‌های دهم تا دوازدهم، مرتبط با ناحیه اکولوژیک سوم (سپرغان دو) هستند.

از گونه قره‌داغ (*N. schoberi*) در نواحی دوم و سوم و گونه گز (*T. aphylla*) در ناحیه اول است. بنابراین اگر منطقه از ابتدا قرق می‌شد و سطح خاک به‌منظور عملیات مرتع‌کاری دست‌کاری نمی‌شد، نتایج بهتری حاصل می‌شد. گونه‌های *T. aphylla* و به‌ویژه *N. schoberi*، از گونه‌های غیربومی در ترکیب گیاهی رویشگاه، نتوانسته‌اند لکه‌های حاصلخیز با ابعاد زیاد، ایجاد و از جابه‌جا شدن ذرات خاک بر اثر وزش باد، جلوگیری کنند. همان‌طور که پیش‌ازاین ذکر شد، عملیات مرتع‌کاری در مساحت‌هایی از منطقه، توانسته درصد سبزینگی خوبی ایجاد کند، این مساحت‌ها، معمولاً در محدوده‌هایی قرار دارند که به‌طور مرتب آبیاری می‌شوند و در فاصله به‌نسبت کمی از منابع آب قرار دارند (شکل‌های ۱۱و ۱۲). در تأیید این موضوع، باید به

شکل ۲۲- پایه‌های خشک‌شده خارشتر *(Alhagi peudalhagi)* در حدفاصل اراضی شور و خاک‌های به نسبت شیرین اراضی زراعی (اردیبهشت ۱۳۹۸) گونه خارشتر از گونه‌های بن‌رست است که ساقه‌های رویشی و زایشی آن در سال بعد، از لابه‌لای ساقه‌های خشکیده سال قبل، خارج می‌شود.

پوشش گیاهی منطقه قرق‌شده نزدیک به ناحیه اول اکولوژیک با گونه غالب *A. verrucifera* (از گونه‌های بومی آتریپلکس در ایران با زادآوری طبیعی)، اشاره کرد (شکل‌های ۱۴ و ۱۵) که طی چند سال گذشته، پوشش قابل‌توجهی، ایجاد کرده است و توانسته به خوبی از سطح خاک محافظت کند. نتایج مطالعات خاک‌شناسی، تداعی‌کننده آن است که بافت خاک رویشگاه، لومی رسی است که با حرکت به سمت دریاچه یا کانون شوری، بافت خاک سنگین‌تر می‌شود. بنابراین گونه *N. schoberi* با سرشت اکولوژیکی متفاوت که بیشتر در رویشگاه‌های ماسه‌ای با آب سطح‌الارضی، رشد موفق‌تری دارد؛ نتوانسته در این منطقه با بافت خاک سنگین، رشد موفقی داشته باشد. اکثر نهال‌های کاشته شده، بر اثر آبگرفتی، دچار خفگی شده‌اند. تعداد اندکی هم که توانسته‌اند زنده‌مانی خود را حفظ کنند، رشد رویشی چندانی نداشته، به مرحله رشد زایشی نیز نرسیده و موفق به تولید میوه و بذر نشده‌اند. ویژگی‌های مرفولوژیکی پایه‌های مذکور در مقایسه با ویژگی‌های ساختاری پایه‌های همسن که در رویشگاه‌های ماسه‌ای کاشته شده‌اند، قابل مقایسه نیست و بسیار کمتر است و با گذشت زمان از احیای رویشگاه‌های مذکور، وضعیت زنده‌مانی آنها به مخاطره خواهد افتاد. درواقع این نهال‌ها که داخل چاله‌هایی به عمق ۶۰ و به قطر ۵۰ سانتی‌متر مملو از خاک زراعی مخلوط‌شده با کود پوسیده گاوی کاشته شدند، از خاک زراعی تغذیه کرده و کمتر تحت تأثیر شوری رویشگاه قرار گرفته‌اند و به‌تدریج و با حرکت ریشه‌ها به سمت پایین و برخورد آنها با خاک شور تحت‌الارضی، از رشد آنها کاسته خواهد شد. با خشکی محیط و پایین رفتن سطح آب، شرایط برای ادامه رشد، بدتر هم خواهد شد. ضمن اینکه بذر گونه‌های بومی نظیر *Camphorosma monspeliaca*، *K. lana*، *H. strobilaceum* و *A. verrucifera* کشت شده داخل هلالی‌های آبگیر به‌دلیل از دست دادن قوه نامیه خود، توان سبزشدن نداشتند. دیدگاه جوامع

خوشبختانه طی دو سال گذشته، مقادیر بارش‌ها در منطقه، خوب بوده است. این موضوع، کمک شایانی در زهکشی خاک و کاهش شوری آن و درنتیجه، زنده‌مانی نهال‌ها داشته است. در شرایطی که در کانون گرد و غبار ماسه‌ای جبل کندی که بافت خاک سبک‌تر و ماسه‌ای و رویشگاه اصلی محل پراکنش *N. schoberi* است

شکل۲۳- پروژه بوته‌کاری با نهال قره‌داغ *(Nitraria schoberi)* در منطقه سپرغان یک (اردیبهشت ۱۳۹۸)

شکل۲۴- پروژه بوته‌کاری با نهال قره‌داغ *(Nitraria schoberi)* در منطقه سپرغان دو (اردیبهشت ۹۸)

شکل۲۵- پروژه بوته‌کاری با نهال قره‌داغ *(Nitraria choberi)* در بلوک‌های مختلف در منطقه سپرغان سه (اردیبهشت ۹۸)

شکل۲۶- احداث هلالی آبگیر در منطقه سپرغان جهت کاشت نهال‌های گز *(Tamarix aphylla)* (اردیبهشت ۱۳۹۸)

شکل۲۷- کاشت بذرهای گونه‌های *Champhorosma monspeliacea*، *Kochia lana*، *Halocnemum strobilaceum* و *Atriplex verrucifera* در پشته هلالی آبگیر (اردیبهشت ۱۳۹۳). پشته‌های ایجاد شده، شستشوی نمک از خاک اطراف گیاهچه بذرها و ریشه نشاءها را توسط باران، امکان‌پذیر می‌کند.

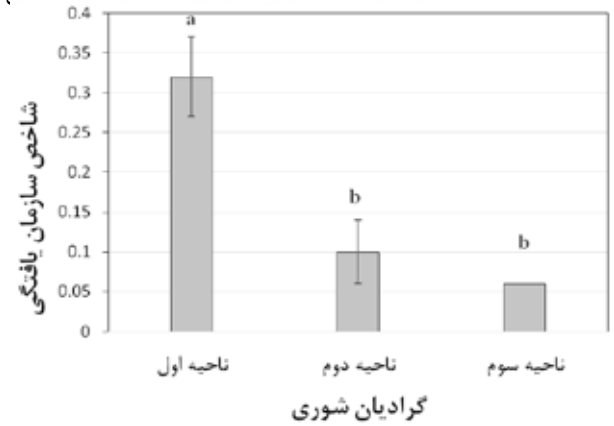
شکل۲۸- احداث چاله داخل هلالی آبگیر در منطقه سپرغان (اردیبهشت ۱۳۹۶)

شکل۲۹- اندازه‌گیری ابعاد قطعات اکولوژیکی در ناحیه اکولوژیک اول در امتداد گرادیان شوری (اردیبهشت ۱۳۹۸). در تصویر، لکه‌های *Atriplex verrucifera* و فضای بین‌لکه‌ای، قابل مشاهده است.

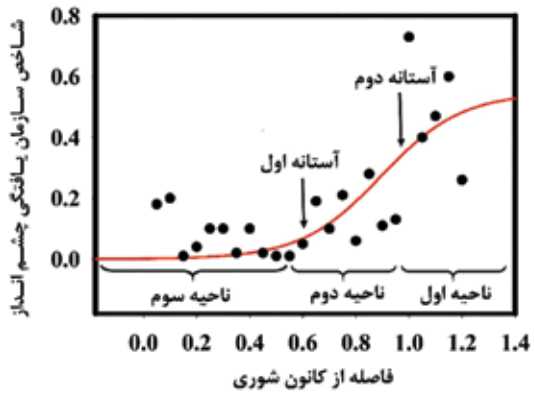
محلی، نسبت به وضعیت پیش‌آمده برای دریاچه ارومیه، نیز گویای این موضوع است که در محدوده‌هایی از سطوح مرتع‌کاری شده، کماکان کانون‌های ریزگرد و ایجاد گرد و غبار در حال گسترش هستند (شکل۷ و ۸). ضمن اینکه درصد نهال‌های سبز، نسبت به اتمام زمان مرتع‌کاری، بسیار کم شده است (شکل ۹ و ۱۰). خوشبختانه طی دو سال گذشته، مقادیر بارش‌ها در منطقه، خوب بوده است. این موضوع، کمک شایانی در زهکشی خاک و کاهش شوری آن و درنتیجه، زنده‌مانی نهال‌ها داشته است. در شرایطی که در کانون گرد و غبار ماسه‌ای جبل کندی که بافت خاک سبک‌تر و ماسه‌ای و رویشگاه اصلی محل پراکنش *N. schoberi* است؛ نهال‌های کاشته شده، رشد موفقی داشته‌اند (شکل۳۲ و ۳۳). اگرچه در مقیاس کلی، در آنجا نیز با نزدیک شدن به کانون شوری، شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز، کم خواهد شد. بر همین اساس، اگر به جای مرتع‌کاری با گونه غیربومی *N. schoberi*، از گونه‌های بومی موجود در ترکیب گیاهی هر ناحیه، استفاده شود، قطعاً نتایج بهتری حاصل خواهد شد.

گونه *N. schoberi*، در منطقه سپرغان به‌ویژه در ناحیه سوم نزدیک کانون شوری، توان مقابله با حالت‌های ماندابی (اشباع خاک) را ندارد. از شرایط ماندابی، در منابع علمی، به‌عنوان «مانع پنهان» نام برده می‌شود و گسترش آن کمتر برآورد می‌شود. چرا که این پدیده، اغلب در سطح خاک، غیرقابل‌رؤیت است و می‌تواند موقتی باشد. ماندابی شدن، موجب می‌شود ریشه‌ها، نسبت به نمک، نفوذپذیرتر شوند که در اثر آن، جذب نمک در اندام‌های هوایی و درنهایت در برگ، افزایش می‌یابد و گیاه از بین می‌رود. همچنین شرایط ماندابی، موجب کمبود مواد غذایی در گیاهان می‌شود (Khan & Weber, 2008).

شرایط ماندابی طولانی‌مدت در هالوفیت‌ها، منجر به مرگ ریشه به‌ویژه در قسمت نوک ریشه می‌شود. ریشه‌های فرعی، آب کمتری را جذب کرده و باعث افزایش کمبود آب در ریشه‌ها می‌شود. این مسئله، منجر به کاهش سریع رشد ریشه، جذب آب و فتوسنتز می‌شود، برگ‌ها پژمرده می‌شوند و سرانجام به مرگ گیاه می‌انجامد. گونه‌های هالوفیت



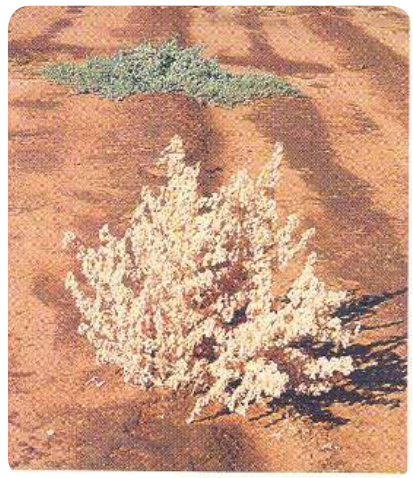
شکل۳۰- میانگین شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز در نواحی مختلف اکولوژیک با افزایش شوری خاک از ناحیه اول به ناحیه سوم، از مقدار شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز، کاسته می‌شود.



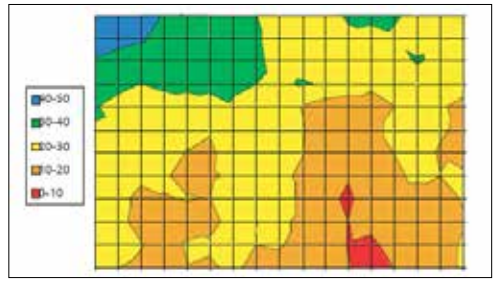
شکل۳۱- منحنی S شکل شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز در فواصل مختلف از دریاچه (کانون شوری)

شکل۳۲- پایه طبیعی گونه قره‌داغ *(Nitraria schoberi)* در منطقه جبل کندی (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۵)

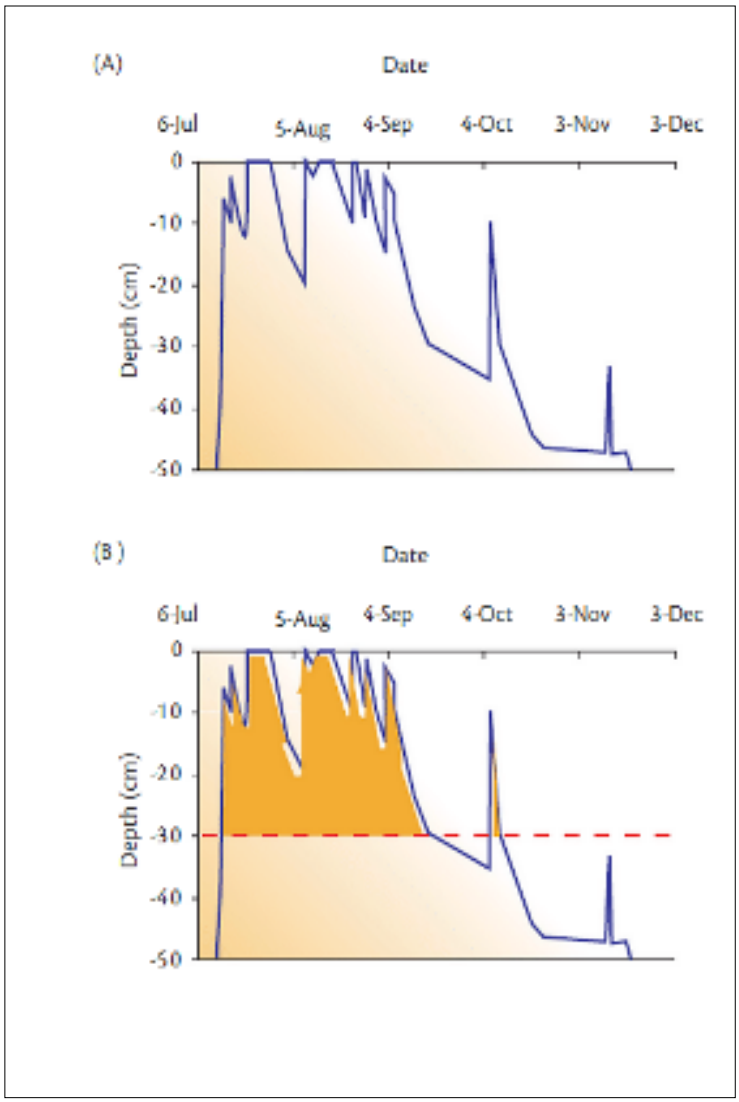
شکل۳۳- مرتع‌کاری موفق گونه قره‌داغ *(Nitraria schoberi)* در کانون ریزگرد ماسه‌ای منطقه جبل کندی (خرداد ماه ۱۳۹۹)



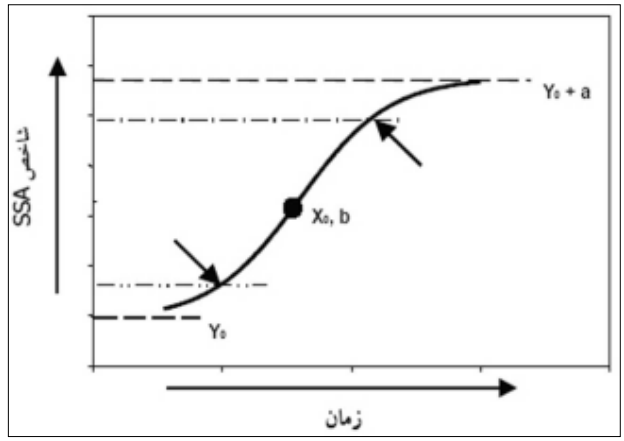
شکل ۳۴- رنگ‌پریدگی اندام‌های هوایی آتریپلکس، به‌دلیل وجود شرایط ماندابی ایجاد شده است. گونه *Atriplex nummularia* در پیش‌زمینه تصویر، سفید و رنگ‌پریده شده و از بین رفته است، درحالی‌که گونه *Atriplex cinera* واقع در پس‌زمینه تصویر، سبز و زنده باقی مانده است.



شکل ۳۶- یک نقشه نمونه از اعماق متوسط (سانتی‌متر) سفره‌های آب زیرزمینی که با استفاده از ردیف‌های چاه‌های کم‌عمق در فواصل پنج‌متری در عرض یک چشم‌انداز، تهیه شده است.



شکل ۳۵- اندازه‌گیری شرایط ماندابی
(a) یک نمونه هیدروگراف و (b) SEW_{30} (بخش سایه‌دار) برای این داده‌ها



شکل ۳۷- منحنی S شکل برازش‌شده برای شاخص‌های ساختاری و عملکردی رویشگاه که برای آنها رابطه $Y = Y_0 + a/1 + e - (x - x_0)/b$ تطابق دارد

حساس، قبل از مرگ، سفید و رنگ‌پریده می‌شوند (شکل ۳۴) (کلروفیل خود را از دست می‌دهند) (Khan & Weber, 2008).

از این‌رو، گیاهانی که در شوره‌زارها رشد می‌کنند، باید به شوری و ماندابی، مقاوم باشند. گونه *N. schoberi*، توان کمتری در مقابله با این شرایط دارد. درصورتی‌که 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 است.

متداول‌ترین روش برای اندازه‌گیری شرایط ماندابی، مشاهده تغییرات در عمق سفره آب زیرزمینی کم‌عمق طی زمان است. از مشاهدات به دست آمده می‌توان برای ایجاد هیدروگراف استفاده کرد. با توجه به تجربیات کسب شده، سفره‌های آب زیرزمینی باید حدود دو بار در هفته، اندازه‌گیری شوند که هیدروگراف صحیح و قابل‌قبولی تهیه شود. شرایط

ماندابی برای بسیاری از گونه‌ها، زمانی پرخطر است که میانگین عمق سفره آب زیرزمینی، کمتر از ۳۰ سانتی‌متر برای یک دوره ۴ تا ۶ هفته‌ای باشد. شاخص SEW_{30} (مجموع آب مازاد بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر)، در بیان شدت شرایط ماندابی در مزرعه به کار می‌رود. با آگاهی از عمق سفره آب زیرزمینی و طول مدت آن در عمق کمتر از ۳۰ سانتی‌متر از سطح خاک، می‌توان این شاخص را محاسبه کرد (شکل ۳۵) (Barrett-Lennard *et al.*, 2003).

بر همین اساس، برای احیای موفق‌تر رویشگاه‌های شور، باید علاوه‌بر تکیه بر واحدهای زمین‌شناختی، واحدهای اراضی و نقشه درصد پوشش تاجی؛ بر نقشه عمق متوسط سطح آب زیرزمینی (شکل ۳۶) نیز تأکید داشت.

درک و شناخت واکنش بین شرایط ماندابی و شوری، به کسب آگاهی درمورد طراحی معیارهای زهکشی، کمک می‌کند. سطح زهکشی برای کاهش شوری خاک، معیار اصلی محسوب می‌شود. براساس اتکا به بافت خاک و بارندگی، باید سفره آب زیرزمینی در منطقه، تا اعماق دو الی سه متری از سطح زمین، پایین رود. اگرچه پژوهش‌های مربوط به واکنش بین شرایط ماندابی و شوری، نشان می‌دهد که بهبود اساسی در رشد گیاه، با کاهش اندکی در شرایط ماندابی، امکان‌پذیر است. این نوع تغییرات، ممکن است با ایجاد زهکش، به دست آیند و کنترل آب سطحی را بهبود بخشند. توصیه بر این است که زهکش‌های مذکور در آستانه‌های بحرانی در سطح رویشگاه، احداث شوند.

با ترسیم منحنی‌های S شکل (سیگموئیدی) در طول زمان و در فواصل مختلف گرادیان محیطی، آستانه‌های بحرانی برای اهداف مدیریتی، مشخص خواهد شد و روند بهبودی ویژگی‌های ساختاری و عملکردی، مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در منحنی‌های مذکور (شکل ۳۷)، نقاطی از منحنی که بیشترین خمیدگی در آنجاست، می‌تواند به‌عنوان آستانه‌ها معرفی شود (نوک پیکان). نقطه بالایی، به‌عنوان متمایزکننده بین چشم‌اندازهای خود پایدار و نزدیک به هدف نهایی، تلقی شده و نقاطی که زیر این قسمت هستند، در معرض خطر فرسایش تشدیدشونده قرار دارند (Noymeir, 1973؛ Tongway & Hindley, 2004؛ Bastin, 2005).

براساس مدل ارائه‌شده در این پژوهش (شکل ۳۱)، فواصل ۶۰۰ و ۱۰۰۰ متری از کانون شوری (دریا) را می‌توان به‌عنوان آستانه‌های بحرانی تعریف کرد و لازم است در این آستانه‌ها، ضمن ایجاد زهکش، به‌منظور توقف و پیشروی کانون گرد و غبار، در یک نوار به عرض ۱۰ متر، عملیات بیولوژیک با تراکم بیشتر و به‌صورت شطرنجی، انجام شود. طبیعی است که پوشش گیاهی بومی در فاصله بین دو آستانه ذکر شده، در صورت ممانعت از چرا، به‌واسطه بانک بذر غنی، قادر خواهند بود به خوبی تجدیدحیات و از سطح خاک در برابر فرسایش بادی، جلوگیری کنند.

نتایج حاصل از این پژوهش، می‌تواند به سازمان‌های اجرایی، در عملیات مرتع‌کاری مکان‌های دارای اولویت حفاظت و مراقبت از پیشروی کانون ریزگرد نمکی، کمک کند. در این ارتباط، مکان‌هایی در اولویت حفاظت و حفظ شرایط موجود هستند که ازلحاظ شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز، دارای مقادیر بالایی هستند. همچنین، مناطقی با فضای بین‌لکه‌ای زیاد یا شاخص سازمان‌یافتگی چشم‌انداز کم، می‌توانند برای انجام عملیات اصلاحی، در اولویت قرار گیرند.

منابع

حشمتی، غ.ع.، سیروسی، ح. و شیدای کرکج، ا.، ۱۳۹۶. انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی تغییرات عملکرد بوم‌سازگان در گرادیان چرایی مناطق نیمه‌خشک (مطالعه موردی: دشت گرگان). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۴(۴): ۷۵۶-۷۴۲.

قدسی، م.، مصداقی، م.، حشمتی، غ.ع. و قنبریان، غ.ع.، ۱۳۸۹. بررسی ابعاد لکه‌های اکولوژیک در مناطق مرجع و بحرانی در فصل‌های بهار و تابستان (مطالعه موردی: مراتع نیمه‌استپی پارک ملی گلستان و مناطق هم‌جوار). مرتع، ۴(۱): ۸۲-۹۲.

معتمدی، ج.، مفیدی‌چلان، م.، وخداقلی، م.، ۱۳۹۸. ارزیابی اثرات اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی اقدامات احیایی دریاچه ارومیه از دیدگاه جوامع محلی. طبیعت ایران، ۴ (۱۸) : ۴۳-۵۱.

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, 112 p.

Bastin, G., 2005. Change in the rangelands of the desert uplands region. Queensland. Report to the Australian Collaborative Rangeland Information System (ACRIS) Management Committee, CSIRO Sustainable Ecosystems, Alice Springs. CSIRO Alice Springs, 156p.

Khan, M. A. and Weber, D. J., 2008. Ecophysiology of high salinity tolerant plants. Springer, Amsterdam, 407p.

Ludwig, J. A. and Tongway, D. J., 2000. Viewing rangelands as landscape systems. In: Arnalds, O. and Archer, S., Rangeland Desertification. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 39-52.

Noymeir, I., 1973. Desert ecosystems: environment and producers Annual. Review of Ecology & Systematics, 4: 25-51.

Tongway, D. J. and Hindley, N. L., 2004. Landscape function analysis. Procedures for monitoring and assessing landscapes with special reference to minesites and rangelands, GSIRO sustainable ecosystems, Canberra, Australia, 158 p.

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.