

کنترل فرسایش بادی در کانونهای تولید کننده گرد و غبار و ماسه های روان با تاکید بر

مدیریت سرزمین: مطالعه موردی خوزستان و سیستان

حمیدرضا عباسی^{۱*}

۱- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. پست الکترونیک: hamidabbasi9999@gmail.com

چکیده

هدف از این نوشتار، ارائه راهکارهای کاهش تولید گردوغبار و ماسه های روان در دو کانون جنوب شرق اهواز و دشت سیستان به عنوان حساسترین مناطق در کشور براساس مدیریت سرزمین می باشد. بدین منظور ویژگیهای منابع اکولوژیکی سرزمین شامل اقلیم، زمین شناسی، خاک و منابع اراضی، پوشش گیاهی، فرسایش بادی، وضعیت کشاورزی و دامداری با استفاده از تصاویر ماهواره ای و عملیات میدانی گسترده جمع آوری شد. با استفاده از روش روی هم گذاری نقشه ها، سطح کانونها به واحدهای همگن اکولوژیکی (واحد کاری) تقسیم بندی و با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکها، قابلیت رویشی (امکان تثبیت بیولوژیکی) براساس نیاز اکولوژیکی گونه های گیاهی بومی منطقه مشخص شد. ارزیابی توان سرزمین براساس روش سیستمی برای کاربریهای حفاظت، جنگلکاری و مرتعداری انجام گرفت. خط مشی عملیات تثبیت با توجه به نوع زیست بوم (اکوسیستم) برنامه ریزی شد و پروژه های کنترل گردوغبار با توجه به نوع کاربری در هر اکوسیستم تعریف گردید. در نهایت سه گروه پروژه های (۱) تثبیت بیولوژیکی شامل بوته کاری، جنگل کاری، درخت کاری درحاشیه جاده ها، بادشکن زنده حاشیه مزارع، (۲) عملیات فیزیکی-مکانیکی مانند مرطوب سازی، آب شویی، احداث بادشکن غیرزنده، جمع آوری هرزآبهای سطحی و ذخیره نزولات و (۳) برنامه های مدیریتی شامل عملیات قرق، مدیریت چرا، کشاورزی حفاظتی و غیره پیشنهاد شد. علل فعال شدن کانونهای ریزگرد نیز در تدوین برنامه های کنترل فرسایش بادی از اهمیت خاصی برخوردار است.

واژگان کلیدی: فرسایش پذیری، حساسیت اراضی، تثبیت، ریزگرد

مقدمه

پدیده گرد و غبار (ریزگرد) تبدیل به یکی از چالشهای اساسی کشور در حوزه منابع طبیعی و محیط زیست شده است. شدت و پیامدهای مختلف این پدیده طبیعی در استانهای خوزستان و سیستان و بلوچستان بیشتر از دیگر مناطق کشور نمود پیدا کرده است (Opp et al. 2021). سازمان بهداشت جهانی اهواز و زابل را به عنوان آلوده ترین شهرهای جهان به ترتیب در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۹۵ از نظر غلظت ذرات کوچکتر از ده و دو و نیم میکرون معرفی کرده است (WHO 2013, 2016). میانگین تعداد روزهای همراه با پدیده گرد و غبار در اهواز، آبادان و بستان، سه شهر در معرض گرد و غبار استان خوزستان، به ترتیب ۱۰۴، ۸۹ و ۹۴ روز در بازه زمانی ۱۳۵۸ تا ۱۳۹۶ می باشد (Abbasi et al. 2022). همچنین بر اساس مطالعات متعدد در ایستگاه زابل، میانگین سالانه روزهای همراه با پدیده گردوغبار در این منطقه بین ۱۲۰ تا ۱۸۰ روز در سال متغیر بوده و این تغییرات وابسته به شرایط اقلیمی، شدت بادهای ۱۲۰ روزه، خشکسالی و خشک شدن سطح هامونها می باشد (سبحانی و همکاران ۱۳۹۴، جهانبخش و همکاران ۱۴۰۲).

بیشترین توفان های گرد و غباری که خوزستان را تحت تاثیر قرار می دهد از شبه جزیره عربستان، سوریه و عراق منشاء می گیرند (Middleton 1986; Foroushani et al. 2021; Abdi et al. 2022). قسمت پایینی میان رودان (بین النهرین)^۱

¹ - Lower Mesopotamia

غبارآلودترین منطقه خاورمیانه است که حدود ۲۰٪ کل انتشار گرد و غبار را در این منطقه تولید می کند (Hennen 2017). با این وجود، کانوهای ریزگرد داخلی استان خوزستان نیز در دهه اخیر به علت خشکسالیهای فصلی، تغییر اقلیم و بهره برداری بیش از حد از سرزمین فعال شده اند. در بهمن ماه ۱۳۹۵ در استان خوزستان پدیده گرد و غبار شدیدی از روی کانوهای داخلی استان رخ داد که همراه با قطعی برق و آب برای چند روز، مشکلات اجتماعی و امنیتی بوجود آورد. این امر نشان داد که تاثیر کانوهای داخلی ریزگرد مانند کانون جنوب شرق اهواز بر استان و بخصوص شهر اهواز بسیار شدیدتر از فعال شدن کانوهای خارجی است. براین اساس تدوین طرح مطالعات جامع کنترل گرد و غبار با منشاء داخلی استان با هدف دستیابی به روشهای کارآمد و پایدار به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور محول گردید. پس از اتمام مطالعات خوزستان، بلافاصله طرح کنترل گرد و غبار در سیستان در سال ۱۴۰۰ با همان اهداف شروع شد. این مقاله خلاصه ای از برنامه های تهیه شده در این دو کانون است.

کنترل فرسایش بادی در یک منبع تولید گرد و غبار نیاز به کارشناسان مختلف مرتبط با محیط زیست، منابع طبیعی و کشاورزی بصورت گروهی دارد. برنامه ریزی برای این هدف نیاز به تهیه لایه های مختلف منابع اکولوژیکی بصورت نقشه دارد (Makhdom 2008). رویکرد کلی تثبیت کانوهای ریزگرد به عنوان اکوسیستمهای تخریب شده، براساس بازیابی اکوسیستم با انجام یکسری عملیات کهنده پیامدهای مخرب سرزمین پی ریزی می گردد (جلیلی ۱۳۹۹). بدین منظور منابع اکولوژیکی پایدار (منابع اراضی، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی) و ناپایدار (اقلیم و منابع آب) و همچنین نیازهای اقتصادی-اجتماعی مرتبط با گرد و غبار در راستای هدف بایستی مطالعه شوند تا برنامه احیاء اکوسیستم پی ریزی شود.

هر کانون تولید ریزگرد دارای ویژگیهای ژئومورفولوژیکی، اقلیمی و اکولوژیکی خاص خود است؛ از این رو، راهکارهای تثبیت و بازسازی آن باید متناسب با شرایط بومسازگان همان منطقه طراحی و اجرا شوند. فعال شدن این کانونها معمولاً تحت تاثیر دو دسته عامل اصلی صورت می گیرد: نخست، تغییرات اقلیمی نظیر خشکسالیهای ممتد و کاهش رطوبت خاک؛ دوم، بهره برداری ناپایدار انسانی از منابع طبیعی در مناطق خشک و نیمه خشک که منجر به بیابانزایی می شود. در بسیاری موارد، ترکیب این دو عامل به تشدید فرسایش بادی و افزایش پتانسیل تولید گردوغبار منجر می گردد. شناسایی سهم نسبی هر یک از این عوامل در فعال سازی کانونهای ریزگرد، نقش کلیدی در تدوین راهکارهای مدیریتی مؤثر و پایدار ایفا می کند (Poornazari et al. 2021). به عنوان نمونه، خشکسالیهای متوالی در سالهای اخیر در استان خوزستان و سیستان موجب شده است که کشاورزان دیم کار از ادامه فعالیت صرف نظر کرده و اراضی خود را رها کنند. این اراضی رها شده در جنوب شرق اهواز به مناطقی با استعداد بالا در تولید ریزگرد تبدیل شده اند (Yasrebi et al., 2022) و کاهش آورد آبی رود هیرمند از یکسو و ممانعت از ورود آب در بند کمال خان موجب خشک شدن منطقه سیستان و افزایش تولید گرد و غبار گردیده است. از این رو، تحلیل دقیق عوامل مؤثر در فعال شدن کانونهای گردوغبار، پیش نیاز اساسی در کنترل و مدیریت این پدیده محسوب می شود. همچنین، بهره برداری هدفمند از ظرفیت های طبیعی موجود در حوضه های آبخیز منتهی به این کانونها، می تواند زمینه ساز ارائه راهکارهای پایدار برای غیرفعال سازی آنها باشد.

از نظر شکل شناسی، کانوهای ریزگرد را می توان به سه دسته کانوهای نقطه ای، خطی و صفحه ای تقسیم بندی کرد. این طبقه بندی به رویکرد کلی تثبیت کانوهای ریزگرد کمک شایانی می نماید (عباسی ۱۳۹۶). نوع اکوسیستم و کاربری در هر یک از این اشکال کانونها، جزییات نوع تثبیت را مشخص می نماید. کانوهای نقطه ای مشتمل بر دریاچه های موقت و زودگذر در مناطق بیابانی مانند هامونها، هورها و تالابهای خشک شده می باشند که دارای سطح محدود بوده و بیشتر در اثر دخالت نامعقول در چرخه آب، خشک شده و فعال می شوند. راه حل پایدار (دراز مدت) این کانونها بازگرداندن چرخه آب به حالت طبیعی و دادن حقایق اکوسیستم های پایین دست حوزه در طول یک رودخانه می باشند. اما از آنجاییکه به دلیل مصارف بیش از حد در بالادست، آب کمتر به پایین دست می رسد راهکارهای میان مدت بایستی در نظر گرفته شود. این راهکارها شامل شناسایی مناطق حساس به فرسایش در سطح بستر دریاچه ها و مرطوب سازی در فصول زمستان، احیاء پوشش گیاهی و تدوین برنامه های مدیریت چرا و فرق در مناطق بسیار حساس می باشد (عباسی ۱۳۹۶). کانوهای خطی معمولاً در جاده های خاکی، حاشیه بستر دریاها و یا بستر خشکه رودها در مناطق خشک شکل می گیرند.

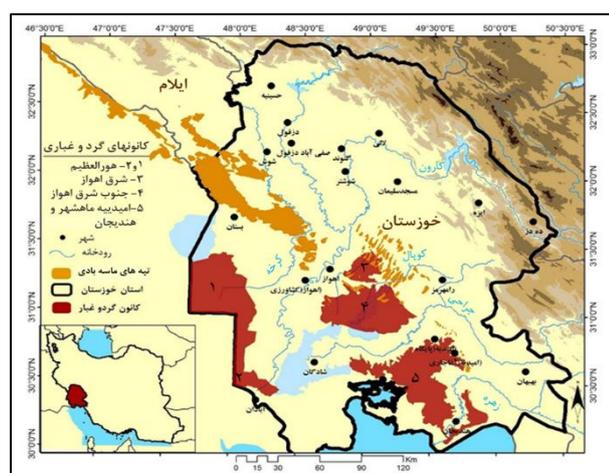
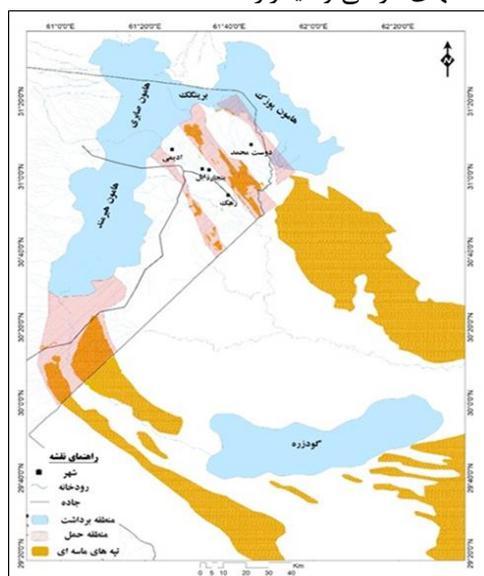
کانونهای صفحه‌ای دارای وسعت زیاد و تنوع منابع اکولوژیکی مانند تنوع خاکی، پوشش گیاهی و دارای کاربریهای متفاوت می باشند. تثبیت این کانونها پیچیده و مشکل است و برنامه‌های متنوع را می طلبد. از سوی دیگر وسعت این کانونها بسیار بزرگ بوده و پیاده سازی برنامه های اجرایی تثبیت زمان بر و پرهزینه است. بطور مثال از نظر کاربری اراضی، سطح کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز، ۳۷ درصد مراتع، ۱۰ درصد اراضی بدون پوشش، ۱۱ درصد تالاب‌های خشک شده، ۲۴ درصد زراعت دیم و ۱۳ درصد زراعت آبی است (عباسی و همکاران ۱۴۰۳). از آنجاییکه یک کانون ریزگرد، یک اکوسیستم تخریب شده است که در اثر بیابانزایی طبیعی و انسانی به مرحله ای از درجه تخریب رسیده است که تولید گرد و غبار می نماید پس رویکرد مهار آن بایستی بر احیاء اکوسیستم استوار باشد. براین اساس یافتن مناطق با حساسیت بالا به تولید ریزگرد براساس روشهای علمی و کارا که همراه با اندازه گیریهای میدانی برای چند سال متوالی باشد ضمن مشخص کردن حد و حدود منابع تولید گردوغبار، نرخ تولید رسوب بادی برای هر واحد اراضی نیز مشخص خواهد شد. با وجود این نتایج ضمن مشخص شدن ویژگیهای منابع تولید ریزگرد که برای برنامه ریزی تثبیت از اهمیت ویژه ای برخوردار است، اولویت بندی تثبیت برای مناطق حساس نیز حاصل خواهد شد. در واقع شاه کلید تدوین برنامه تثبیت در یک کانون ریزگرد، تهیه نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی است. توجه به این نکته ضروریست که حساسیت اراضی جامع تر از فرسایش پذیری خاک می باشد و مهمترین فاکتورهای موثر در این امر فرسایش پذیری خاکها، پوشش گیاهی و درجه فرساینده‌گی باد می باشد.

برنامه ریزی تثبیت کانون جنوب شرق اهواز و دشت سیستان براساس یک برنامه ریزی سرزمین و با یک روش نوین پی ریزی گردید. رویکرد اساسی تهیه این برنامه ها برکاهش عوامل تخریب اکوسیستم و کمک به احیاء آن پایه گذاری گردید که به نام روش تثبیت کانونهای ریزگرد موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع^۲ (RIFR-SDSC) نامگذاری گردید که می تواند الگوی مناسبی برای تثبیت کانونهای ریزگرد در کشور باشد.

مواد و روش‌ها

۱- موقعیت کانونهای تولید کننده گرد و غبار

دو نمونه متفاوت از نظر مورفولوژی و شرایط اکولوژیکی یعنی کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز و دشت سیستان مد نظر قرار گرفت. کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز در فاصله حدود ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر اهواز با مختصات جغرافیایی ۴۷°، ۴۸° تا ۱۷'، ۴۹° طول شرقی و ۴۵'، ۳۰° تا ۱۵'، ۳۱° عرض شمالی و مساحت حدود ۱۸۵۰۴۳ هکتار گسترش یافته است (کانون شماره ۴ در شکل ۳). این منطقه دارای آب و هوای خشک گرم تا فرا خشک گرم می باشد متوسط دمای سالانه آن ۲۷ درجه سانتیگراد و متوسط دمای حداکثر ۳۳/۸ و حداقل آن ۱۹/۶ درجه سانتیگراد است و بارش متوسط سالانه آن ۱۹۰ میلیمتر می باشد. پدیده بیابانزایی در این محدوده باعث افت کیفیت و کارایی اکوسیستمهای مرتعی و دیمزارها شده است



شکل ۱- موقعیت کانونهای گرد و غباری جنوب شرق اهواز (شماره ۴) و هامونهای سیستان و دالانهای حمل ماسه

² -Research Institute of Forests and Rangelands-Sand and Dust Storms Sources Control.

دشت سیستان در شرق کشور تحت تاثیر چالش فرسایش بادی بعنوان یکی از فرآیندهای بیابانزایی است. این دشت از رسوبگذاری رود هیرمند یا هلمند در پایین دست حوضه آبخیز بوجود آمده و متشکل از مجموعه هامون‌های شش گانه است که دشت سیستان را در عرض جغرافیایی $30^{\circ} 48'$ تا $31^{\circ} 26'$ شمالی و طول جغرافیایی $61^{\circ} 15'$ تا $61^{\circ} 51'$ شرقی دربر گرفته اند. هامون‌های شش گانه سیستان بخصوص هامون‌های پوزک، صابری، برینگک، چنگ سرخ و هیرمند در هنگام خشکی بعنوان چشمه‌های تولید رسوبات بادی عمل می نماید که در محدوده مرزی ایران و افغانستان واقع شده اند (شکل ۱). سطح کانون ریزگرد در بخش ایرانی حدود 394000 هکتار است. از منظر اقلیم شناسی جزو مناطق با آب و هوای خشک، بارش سالانه $60/8$ میلی‌متر، میانگین، حداقل و حداکثر دمای سالانه به ترتیب حدود 22 ، $14/5$ و $29/5$ درجه سانتی‌گراد در دوره 1959 تا 2008 ، با تابستان‌های خشک و خشکسالی‌های بلند مدت هیدرولوژیکی که در چند سال اخیر به سبب سدسازی بر روی رود هیرمند شدت گرفته است. در مجموع حدود 400 هزار نفر در دشت سیستان ساکن هستند که مهمترین مناطق مسکونی آن شهرهای زابل، زهک، ادیمی و هیرمند است.

روش تحقیق

برای دستیابی به روش های کنترل و تثبیت کانون گرد و غبار جنوب شرق اهواز و هامونهای سیستان مراحل زیر انجام شد:

۱- تجزیه و تحلیل بادهای فرساینده: برای بررسی وضعیت بادهای فرساینده در سطح استان خوزستان و محدوده جغرافیایی بادهای 120 روزه، با استفاده از آمار ساعتی سرعت و جهت باد ایستگاه هواشناسی در بازه زمانی 20 ساله تجزیه و تحلیل شد و تقویم وزش، میانگین، بیشینه، کمینه و انرژی بادهای بالاتر از آستانه فرسایش بادی خاکها و مقدار پتانسیل حمل ماسه^۳ (برحسب واحد برداری VU)، جهت حرکت نهایی ماسه^۴، اندازه برداری حمل ماسه^۵ و شاخص همگنی تغییرپذیری جهات باد^۶ براساس روش Fryberger and dean (1979) و با کمک روابط زیر در 16 جهت اصلی محاسبه و با کمک مدل‌های زمین آمار پهنه بندی شدند.

$$DP = U^2 (U - U_t)t$$

که در آن:

U: سرعت باد برحسب نات یا متر بر ثانیه، t: مدت وزش باد

VU مقدار پتانسیل حمل در جهت های ۱۶ گانه برحسب واحد وکتوری، θ : زاویه وزش باد نسبت به شمال در جهت عقربه های ساعت،

میزان انرژی بادهای فرساینده براساس پتانسیل حمل ماسه به سه گروه انرژی کم ($DP < 200$)، انرژی متوسط ($200 - 400$) و انرژی زیاد ($DP > 400$) تقسیم بندی شد (Fryberger and Dean 1979) در محدوده های مطالعاتی، انرژی باد براساس قابلیت حمل ماسه با روش مناسب زمین آمار پهنه بندی شدند.

۲- تعیین ویژگیهای خاک و تفکیک واحدهای اراضی: به منظور تدوین برنامه تثبیت کانونهای ریزگرد، در ابتدا ویژگیهای عمومی خاکی و پوشش گیاهی در یک شبکه 2×2 کیلومتر برداشت گردید. نمونه های خاک از اعماق $0-30$ ، $30-60$ و $60-90$ سانتیمتر و گاهای بیشتر تهیه و تجزیه های بافت، اسیدیته، شوری، ESP، SAR، مواد آلی، آهک و گچ بر روی آنها انجام شد. ویژگیهای عمومی خاکها و اراضی، وجود سخت لایه و جنس آن، نوع پوشش گیاهی و کاربری، آثار و علایم فرسایش مانند

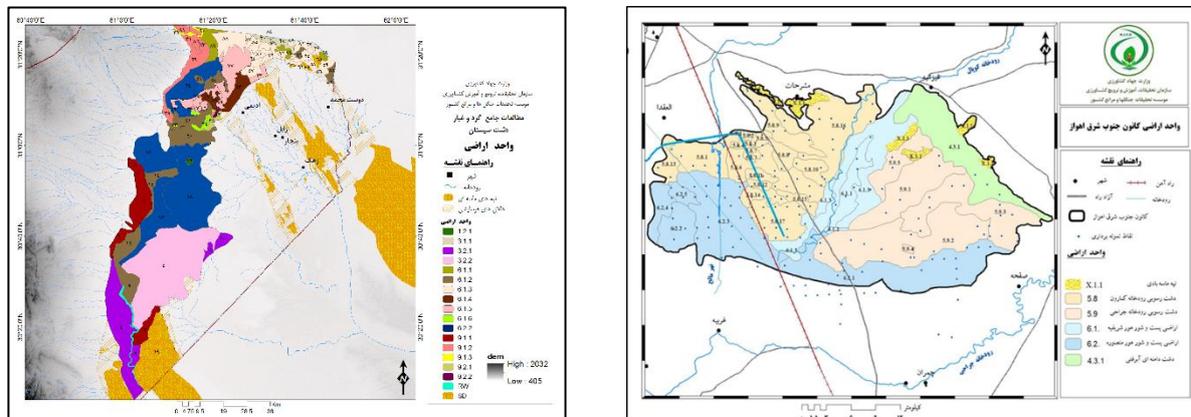
³ -Drift Potential (DP)

^۴ -Resultant Drift Direction (RDD)

^۵ -Resultant Drift Potential (RDP)

^۶ - The ratio of RDP/DP

وجود نمک و پیکان ماسه ای در پشت گیاهان و غیره برداشت گردید. واحدهای اراضی با استفاده از روش منابع اراضی و با استفاده از مرفولوژی سرزمین و ویژگیهای خاک و کاربری اراضی تا سر حد اجزاء واحد اراضی (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) از یکدیگر تفکیک شدند و به عنوان واحدهای کاری مورد استفاده قرار گرفتند



شکل ۲- نقشه اجزاء احد اراضی در کانونهای جنوب شرق اهواز و هامونهای سیستان

۳- فرسایش پذیری خاکها و حساسیت اراضی: به منظور تعیین فرسایش پذیری خاکها، آستانه فرسایش بادی و میزان رسوبدهی خاکها در مقابل باد از تونل باد ثابت استفاده شد. به همین منظور نمونه خاک در سینی‌هایی به ابعاد 35×60 و به عمق ۵ سانتیمتر از هر یک از اجزا واحداراضی (نقشه خاک و منابع اراضی) تهیه شد. این نمونه خاکها دست خورده بودند زیرا در سطح کانون ریزگرد به دلیل شدت بالای فعالیت انسانی مانند رفت و آمد بومیان، فعالیتهای کشاورزی، صنعتی و تردد گله های گوسفند، موجب شکسته شدن سله سطحی و برهم خوردن خاک سطحی می شوند. نمونه ها براساس واحدهای کاری تفکیک شده در نقشه خاک و منابع اراضی تهیه و آستانه فرسایش بادی و میزان بادبردگی از هر رسوب در سرعتهای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و گاه ۳۰ متر در طول مدت ۲ دقیقه تعیین شد و نمودارهای مقدار هدررفت خاک برحسب گرم بر مترمربع در دقیقه محاسبه گردید. بدین ترتیب سرعت آستانه فرسایش خاک برای هر واحد کاری مشخص شد سپس با رویهم گذاری نقشه فرسایش پذیری با نقشه تراکم پوشش گیاهی (NDVI)، نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی تهیه شد. برای اولویت بندی عملیات تثبیت، از نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی استفاده شد. واحدهای کاری بر اساس میزان حساسیت به چهار اولویت تقسیم شدند؛ به طوری که واحدهای با حساسیت بالا (اولویت های ۱ و ۲) برای اجرای فوری عملیات احیایی پیشنهاد شدند و واحدهای با اولویت پایین تر (۳ و ۴) در صورت تأمین بودجه در مراحل بعدی مدنظر قرار گرفتند.

۴- برنامه ریزی تثبیت کانون جنوب شرق اهواز

فرآیند برنامه ریزی پس از شناسایی منابع اکولوژیکی و تهیه نقشه‌های موضوعی با مقیاس مناسب انجام شد. در این مرحله، نقشه اجزای واحدهای اراضی به عنوان واحدهای کاری پایه انتخاب شدند زیرا چالش گرد و غبار به خاک باز می گردد. در مناطق دشتی، نقشه منابع اراضی به خوبی نمایانگر مورفولوژی زمین بود، زیرا خاک عامل اصلی تفکیک واحدهای زمین محسوب می شود. برای تکمیل اطلاعات، داده‌های مربوط به منابع ناپایدار مانند اقلیم، منابع آب، و انرژی باد به واحدهای کاری افزوده شد. ویژگی‌هایی نظیر تقویم و شدت بادهای فرساینده، وضعیت منابع آب حاصل از بارش، نوع و تراکم پوشش گیاهی، خصوصیات خاک، عمق و کیفیت آب زیرزمینی، قشر سخت، نوع کاربری و مالکیت، مبنای تصمیم‌گیری برای انتخاب نوع عملیات اجرایی در هر واحد قرار گرفتند. بانک اطلاعات در محیط GIS که شامل اقلیم، زمین شناسی، خاک و منابع اراضی، پوشش گیاهی، فرسایش بادی، وضعیت کشاورزی و دامداری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عملیات میدانی گسترده جمع آوری و تهیه شد.

ارزیابی توان سرزمین برای حفاظت، جنگلکاری و جنگلداری و مرتعداری با روش سیستماتیک انجام گرفت و نقشه های قابلیت اراضی برای حفاظت، جنگلکاری و مرتعداری تهیه شد. در راستای تحقق اهداف تثبیت در کوتاه ترین زمان ممکن، پروژه های اجرایی برای هر واحد تعریف شدند؛ برخی از پروژه ها نیازمند اجرای مقدماتی دیگر پروژه ها جهت آماده سازی بستر بودند. عدم رعایت این ترتیب می تواند منجر به افزایش هزینه ها و کاهش اثربخشی اقدامات شود.

با توجه به اینکه بخش عمده ای از محدوده کانون جنوب شرق اهواز و تمامی سطح کانون هامونهای سیستان در اراضی ملی قرار دارد، اجرای پروژه ها با استفاده از نیروهای محلی و بدون در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی-اجتماعی صورت می گیرد. در اراضی مستثنیات خوزستان، برنامه هایی نظیر احداث بادشکن زنده و پرچین با گیاهان اقتصادی و دارویی طراحی شد، اما به دلیل نبود تعامل کافی با جوامع محلی، اجرا نشد. در سال دوم طرح، رایزنی های گسترده ای با مردم بومی و بزرگان قومی برای جلب مشارکت انجام گرفت. در سیستان هنوز این برنامه به مرحله اجرا نرفته است.

نتایج و بحث

۱- ویژگی های بادهای فرساینده

نتایج تجزیه و تحلیل بادهای در خوزستان نشان دهنده وجود ۴ باد شمال غربی، غربی، جنوبی و جنوب شرقی بر روی استان خوزستان در طول سال است. تقریباً دو باد با جهت مخالف یکدیگر بر سطح استان حکم فرماست. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است متوسط سرعت سالانه بادهای در استان خوزستان به مراتب کمتر از سیستان می باشد (جدول ۱). در استان خوزستان، بالاترین متوسط سرعت بادهای بالاتر از آستانه ۶ متر بر ثانیه در لبه غربی استان با عراق و ایلام و سپس در حاشیه خلیج فارس، بندر ماهشهر و امیدیه است. هر چقدر از جنوب به شمال و از غرب به شرق استان حرکت کنیم متوسط سرعت باد کاهش می یابد بطوریکه در اهواز کمترین متوسط سرعت مشاهده می شود.

این درحالیست که در قلمرو باد ۱۲۰ روزه، بالاترین شدت در منطقه سیستان است. باد ۱۲۰ روزه با جهت شمالی جنوبی در لبه شرقی کشور، یعنی سرتاسر مرز ایران و افغانستان از سرخس تا سیستان تا لوت و بلوچستان می وزد. این باد در سیستان به شمال غربی تغییر جهت می دهد و در جنوب افغانستان دارای جهت غربی-شرقی می شود (Abbasi et al. 2019).

پهنه بندی انرژی بادهای فرساینده براساس پتانسیل حمل ماسه در جنوب غرب کشور و لبه شرقی عراق نشان داد که لبه شرقی مرز عراق و قسمت کوچکی از استان ایلام و خوزستان دارای انرژی زیاد می باشد که به سمت شرق استان خوزستان مقدار آن کاهش می یابد (Abbasi et al. 2021). این درحالیست که در سیستان مقدار انرژی باد در کلاس زیاد و (DP=2535 VU) است که یکی از بالاترین مقدار در بیابانهای داخلی کره زمین است.

جدول ۱- ویژگی بادهای فرساینده در خوزستان و سیستان

ایستگاه	دوره	% باد آرام	DP (v.u)	RDD°	RDP	RDP/DP	متوسط سرعت (m/s)
اهواز	۱۳۷۴-۱۳۹۲	۳۱	۷۰	۱۴۹	۲۶	۰/۴	۲/۴
ماهشهر	۱۳۷۴-۱۳۹۲	۲۷	۳۳۱	۱۴۰	۱۷۱	۰/۵	۳/۶
هندیجان	۱۳۷۹-۱۳۹۲	۷	۳۲۸	۱۴۷	۱۴۵	۰/۴	۴/۴
امیدیه	۱۳۷۴-۱۳۹۲	۴۴	۳۰۲	۱۶۱	۶۸	۰/۲	۲/۹
زهک	۱۹۹۵-۲۰۱۵	۱۷	۱۷۱۷	۱۲۳	۱۵۸۱	۰/۹	۶/۲
زابل	۱۹۹۵-۲۰۱۵	۱۹	۲۵۱۶	۱۲۱	۲۳۸۰	۰/۹	۵/۲

۲- ویژگیهای اکولوژیکی

کانون جنوب شرق اهواز از نظر زمین ساختی در اثر رسوبگذاری رودخانه های کوپال، و بخشهای کوچکی از آن توسط رودهای جراحی و کارون بوجود آمده است. از نظر هیدرولوژی، محدوده کانون ریزگرد در قلمرو سه حوضه آبخیز رودهای کوپال، جراحی و نهرمالچ (کارون) قرار دارد. سه هور شریفیه، و قسمتهایی از هور منصوریه و حاشیه تالاب شادگان در این کانون قرار دارند. هور شریفیه در واقع در مسیر رودخانه کوپال به هور منصوره شکل گرفته است و یکی از نقاط حساس به فرسایش بادی در هنگام خشکی است. جریان حاصل از سیلابهای رودخانه کوپال سطح کانون جنوب شرق اهواز و هور منصوره را در گذشته مرطوب می کرد. دستکاریهایی که در نظام طبیعی رودخانه کوپال و احداث بندهای آبخیزداری، سدها و کانالهای انحراف جریان منجر به تغییر در روند طبیعی آبیگری پهنه های سیل گیر در سطح کانون ریزگرد شده است. بعد از ۱۳۸۷، نشان داد متأسفانه حقایق سیلابی هور شریفیه و هور منصوره از رودخانه کوپال حذف و بعد از این سال هیچ آبی در مواقع سیلابی از رودخانه کوپال به این دو هور وارد نشده است.

از دیدگاه خاک و منابع اراضی کانون گرد و غباری کانون جنوب شرق اهواز در قلمرو سه تپ اراضی دشت رسوبی (5)، اراضی پست و شور (6) و اراضی متفرقه تپه های ماسه بادی (X) قرار دارد. تپ اراضی دشت رسوبی مسطح و دارای خاک عمیق تا خیلی عمیق، با محدودیت شوری و سدیمی است. تپ اراضی پست و شور شامل هور شریفیه و قسمتی از هور منصوره است. تپه های ماسه بادی که حاصل رفت و روب بادهای جنوبی، جنوب شرقی و شمال غربی است در دامنه ناهمواریهای شمال شرقی و شرقی این کانون از نوع گیرافتاده در توپوگرافی می باشند (Abbasi et al 2021). از نظر رده بندی خاکهای موجود در دو رده انتی سول ها (Entisols) و اریدی سولها (Aridisols) شناسائی و تفکیک شدند. وجود افقهای سالیک و کلسیک و عدم وجود افقهای مشخصه دیگر، رده اریدی سولها را در گروههای بزرگ Haplosalids، Aquosalids و Haplocalcids و رده انتی سولها را در گروه بزرگ Torriorthents و ماسه های بادی در زمره Psamments قرار گرفتند.

بر اساس مشاهدات میدانی تعداد ۱۹۵ گونه گیاهی در مناطق بیابانی جنوب غرب ایران شناسایی شدند. در جنوب شرق اهواز مطابق جدول ۶ تعداد ۵۷ گونه گیاهی خشکی زی متعلق به ۱۸ تیره شناسایی شد (Dinarvand et al., 2022). تعداد ۶ گونه درختچه ای و شبه درختچه ای منطقه را انواع شورگرهای محلی (Tamarix spp.)، اشنان (Seidlitzia rosmarinus) و (Ehrenb.) Bge. ex Boiss. و نوعی سویدا (Suaeda vermiculata Forssk. ex J.F. Gmel.) تشکیل می دهد (Dinarvand et al., 2018). همچنین بررسی کاربری اراضی کانون جنوب شرق اهواز نشان داد مراتع ۳۷ درصد، زراعت دیم ۲۴ درصد، اراضی بدون پوشش ۱۰ درصد، تالابهای خشک شده ۱۱ درصد و زراعت آبی ۱۳ درصد اراضی را بخود اختصاص داده است (Yasrbi et al. 2021).

محدوده جنوب شرق اهواز، بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ دارای ۸۰۷۵ نفر جمعیت و ۲۰۰۵ خانوار روستایی بوده است. آبادی های عگله زوید، عوفی، سودان، ایستگاه خسروی، العقدا، تل اسود، بستین، مدینات و حفیره حاجی برین از آبادیهای نسبتاً پر جمعیت محدوده بشمار می آیند. افزایش سطح زیرکشت محصولات می مانند نیشکر و برنج در استان خوزستان تقریباً دو برابر شده است و با بالا رفتن مصرف آب در بخش کشاورزی، تامین حقایق هورها و دشتهای سیلابی میسر نیست و طبیعی است که بیشتر آنها خشک شوند (سیداخلاقی و همکاران ۱۳۹۶).

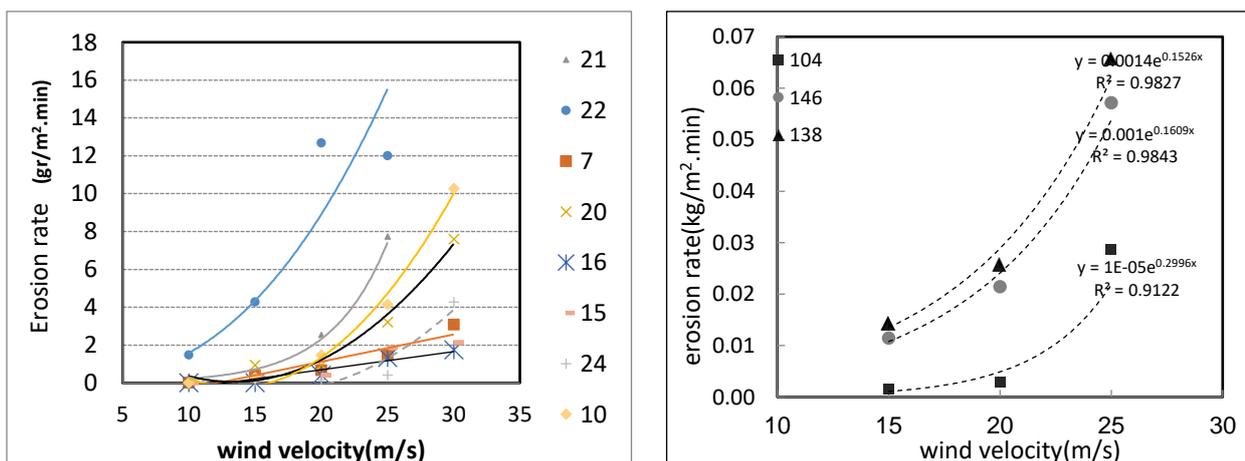
منطقه سیستان در انتهای حوضه رود هیرمند با شش دریاچه زودگذر، رسوبات بادی و گردوغبار را در هنگام خشکی از بستر هامونها برداشت می نماید. گرد و غبار منطقه سیستان و جنوب افغانستان و در برخی مواقع شمال پاکستان و حتی بخشهایی از هند و گذرگاه آبی عمان را تحت تاثیر خود قرار می دهد. حدود ۳۰۰ هزار نفر در سیستان و ۷ میلیون افغان از این پدیده آسیب می بینند. جریان ماسه بیشتر از طریق چهار دالان (کریدور) حمل ماسه بنامهای قرقری-پوزک، نیاتک، جزینک و تاسوکی ریگ چاه وارد افغانستان می شود (شکل ۱). جهت قرارگیری کریدورهای فرسایشی قرقری، نیاتک و جزینک شمالغربی-جنوب شرقی و کریدور تاسوکی -ریگ چاه شمالی-جنوبی و سپس غربی -شرقی است که جریان ماسه در نهایت در به داخل افغانستان می رود. در واقع هامونها سیستان (بخش آبی رنگ در شکل

۱) منطقه برداشت و دشت سیستان و کریدورهای فرسایشی منطقه حمل می باشند. رویکرد مهار فرسایش بادی در این دو منطقه متفاوت است. از دیدگاه منابع اراضی، هامونهای سیستان اراضی پست و شور (6)، و دشت سیستان یک دشت رسوبی هیرمند (۵) بشمار می آید. خاک در منطقه برداشت دارای محدودیت شوری و سدیمی متوسط است. حدود اراضی کشاورزی دشت سیستان ۱۲۰ هزار هکتار است که در محدوده ۴۶ هزار هکتار آن برنامه شبکه آبیاری طراحی و اجرا شده است.

بهرحال ویژگیهای اکولوژیکی سرزمین شامل منابع اراضی، خاک، شدت فرسایش، پوشش گیاهی، هیدرولوژی، اقلیم در بانک اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. مهمترین بخش این اطلاعات، تهیه لایه حساسیت اراضی به فرسایش بادی است.

۳- حساسیت اراضی به فرسایش بادی

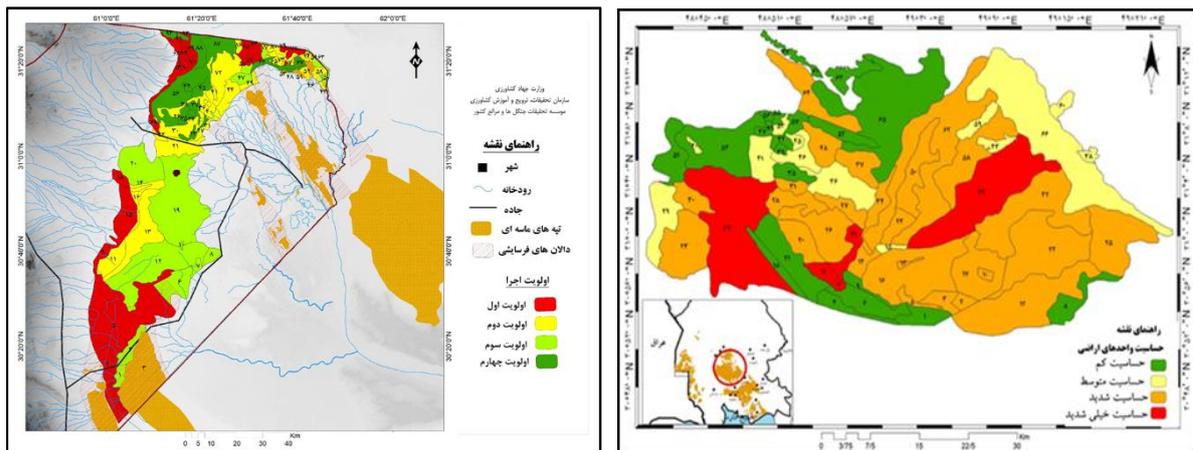
پس از تهیه نقشه خاک، در هر اجزاء واحد اراضی که به عنوان واحد کاری تلقی گردید یک نمونه خاک تهیه و آستانه سرعت فرسایش بادی به عنوان معیاری از فرسایش پذیری خاک مورد استفاده قرار گرفت. نتایج پهنه بندی فرسایش پذیری خاکها در هر یک از اجزاء واحد اراضی بصورت آستانه فرسایش و مقدار رسوب منتقل شده برحسب گرم در مترمربع در دقیقه با استفاده از تونل باد انجام شد (شکل ۳) که نتایج آن در کانون جنوب شرق خوزستان نشان دادند که آستانه فرسایش پذیری خاکها از حدود ۵/۵ متر بر ثانیه تا ۱۳/۵ متر بر ثانیه تغییر می کند. بیشترین فرسایش پذیری خاکها متعلق به خاکهای محدوده جنوب تا جنوب شرقی کانون است. نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی نشان داد که ۲۲ درصد سطح کانونها دارای حساسیت زیاد و در اولویت یک، ۲۶ درصد در اولویت دو، ۲۵ درصد در اولویت سوم و ۲۷ درصد در اولویت چهارم برای عملیات تثبیت هستند (شکل ۱۳). مستعدترین مناطق تولید کننده ریزگرد در حاشیه هورهای شریفیه و شمال تالاب شادگان و همچنین اراضی پف کرده شور می باشند.



شکل ۳- میزان فرسایش پذیری خاک سطحی در سیستان (سمت راست) و خوزستان (سمت چپ) در تونل باد

در هامونهای سیستان، حاشیه غربی دریاچه ها که بیشتر متشکل از مخروط افکنه های پلایایی خشکه رودهای غربی هامون صابری و هیرمند و انتهای رودخانه فراه در قسمت شمالی هامون برینگک هستند دارای بیشترین فرسایش

پذیری می باشند. بدین جهت اولویت تثبیت گرد و غبار در کانونهای مذکور براساس این نقشه ها پی ریزی شده است. با این رویکرد، مساحت هایی که دارای اولویت تثبیت می باشند بسیار کمتر از سطح کل کانون می باشد. نتایج اندازه گیری بادبردگی در هامون برینگک با استفاده از پین فرسایشی نیز نشان داد که خاکهای دارای فرسایش پذیری بالاتر (بطور مثال ۸ سانتیمتر در طول وزش بادهای ۱۲۰ روزه) دارای اولویت تثبیت به مراتب ضروریت نسبت به خاکهای دارای فرسایش پذیری کم (۲ میلیمتر در طول وزش بادهای ۱۲۰ روزه) است. با رویهم گذاری نقشه فرسایش پذیری (آستانه فرسایش) با تراکم پوشش گیاهی و مقاومت برشی خاکها (برای اعمال نقش سله)، نقشه حساسیت اراضی



به فرسایش بادی تهیه شد (شکل ۴)

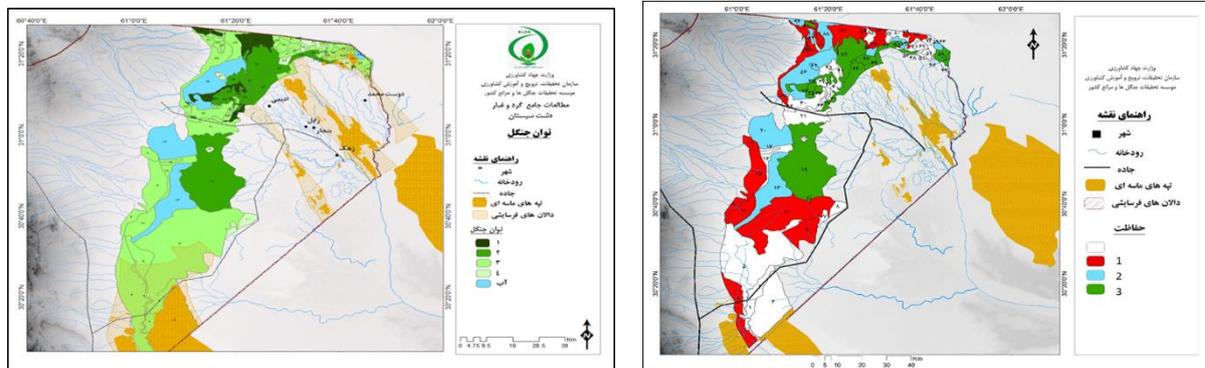
شکل ۴- نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی در واحدهای کاری در کانون جنوب شرق اهواز و هامونهای سیستان

به همین سبب مهمترین نقشه برای تثبیت کانونهای تولید کننده ریزگرد، نقشه دقیق حساسیت اراضی به فرسایش بادی است. مبنای تعیین الویت در اجرای پروژه های تعریف شده، نقش و سهم هر واحد در تولید گردوغبار است. الویت های تعیین شده به عنوان مبنای الویت در اجرای پروژه ها باهدف تسریع در کنترل و کاهش گردو غبار پیشنهاد شد. با توجه به گستردگی عرصه های دارای قابلیت تولید گردوغبار، محدودیت منابع مالی و امکانات اجرایی بر مبنای الویت های تعیین شده امری اجتناب ناپذیر بود. بعد از تعیین الویت ها، اقدامات و فعالیت های اجرایی از نظر فنی برای هر واحد متناسب با خصوصیات آن تعیین گردید.

۴- برنامه ریزی تثبیت کانون های گرد و غبار

برنامه تثبیت با توجه به نوع اکوسیستم و کاربری های مختلف موجود در کانون ریزگرد صورت گرفت. برای احیاء اکوسیستم های تخریب یافته در یک کانون گرد و غباری براساس روش مدیریت سرزمین، لازمست که ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین برای کاربری های حفاظت، جنگلکاری و جنگلداری (در صورت وجود جنگلهای مناطق خشک)، مرتعداری و دیمکاری (در صورت وجود دیمزار) که معمولا کاربری های رایج (البته بجز حفاظت) هستند باید انجام گیرد. کاربری حفاظت از آن جهت اهمیت دارد که برخی واحدهای کاری به دلایلی بایستی مدیریت حفاظت صورت گیرد. دلایلی که باعث می شود یک واحد اراضی در یک کانون ریزگرد به عنوان حفاظتی اعلام شود وجود حساسیت بیش از حد به فرسایش و یا وجود گونه های گیاهی اندمیک و ... می باشد. برای ارزیابی توان اکولوژیک برای کاربری حفاظت، جنگلکاری و مرتعداری با توجه به وضعیت خاک، پوشش گیاهی و وضعیت هیدرولوژیکی محدوده کانون،

کلاسهای مختلف تعریف شد. بهترین شرایط در کلاس یک و بدترین شرایط در کلاس چهار تعریف شد. سپس با مقایسه ویژگیهای هر واحد اراضی با کلاسهای هر کاربری، ارزیابی توان برای آن کاربری تعیین شد. بطور نمونه ارزیابی توان هامونهای سیستان برای حفاظت، جنگلکاری و مرتعداری در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج این قسمت به تعریف پروژه ها کمک می نماید. بطور مثال واحدهایی که تا طبقه ۳ جنگلکاری توان دارند امکان تثبیت بیولوژیک برای آن واحدها فراهم است و بالاتر از آن طبقه امکانپذیر نیست.



شکل ۵- ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین برای کاربری حفاظت و جنگلکاری در هامونهای سیستان

۵- تعریف پروژههای اجرایی

در مجموع برنامه‌های پیشنهادی در سه راهکار کلی با پروژه‌های مختلف با توجه به شرایط هر واحد کاری در کانون جنوب شرق اهواز و هامونهای سیستان تعریف شد: ۱- برنامه‌های تثبیت بیولوژیکی شامل بوته کاری، جنگل کاری، درختکاری حاشیه جاده‌ها، بادشکن زنده حاشیه مزارع، غنی سازی، ۲- برنامه‌های عملیات فیزیکی و مکانیکی (جمع‌آوری هرز آب سطحی) شامل پخش آب و مرطوب‌سازی، آبخوبی خاک و کاربرد مواد اصلاح کننده، احداث حفیره، فارو، هالالی، پیتینگ، افزایش زبری خاک سطحی، مالچ پاشی و بادشکن غیرزنده و ۳- برنامه‌های مدیریتی به تفکیک نوع کاربری شامل قرق و مدیریت چرا در مراتع تخریب شده و پروژه‌های نگهداری بقایای گیاهی، کاهش عملیات خاک‌ورزی، کشت نواری، کاهش عرض کرت‌ها و ایجاد زبری در خاک‌های با بافت سنگین با شخم نواری که در جدول ۲ ارائه شده است. اگرچه برخی از پروژه‌های پیشنهادی به دلیل مشکلات اقتصادی-اجتماعی و معارضات، به مرحله اجرایی نرسید ولی مشارکت روستاییان در احیاء اکوسیستم تخریب یافته به دلیل جذب در شرکت‌های پیمانکاری حائز اهمیت بود. لازم به ذکر است یک اکوسیستم زمانی شروع به تولید گردوغبار می کند که در اوج تخریب خود قرار گیرد. این‌گونه اراضی معارض زیادی ندارند. همانطور که گفته شد، مبنای پروژه‌های اجرایی تعریف شده با توجه به نوع اکوسیستم و کاربری‌های موجود در آن اکوسیستم تعریف شدند. امکان یا عدم امکان تعریف پروژه‌ها با توجه به ویژگی‌های خاک و میزان حساسیت آن‌ها نسبت به فرسایش بادی صورت گرفت.

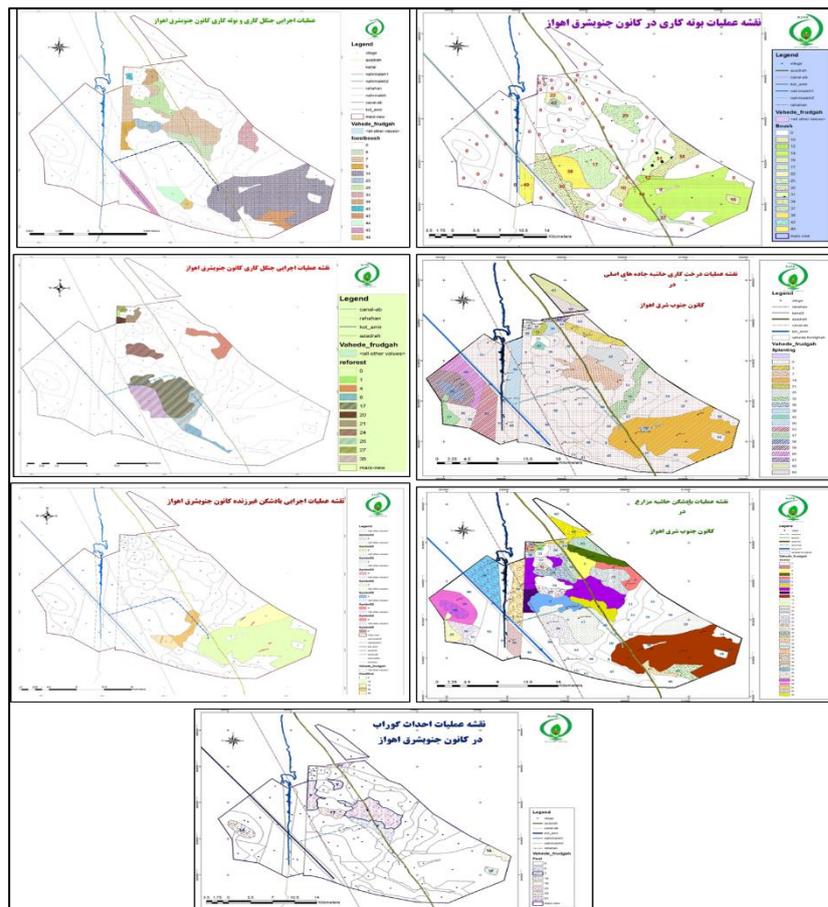
مهمترین عامل عدم امکان تثبیت بیولوژیک، محدودیت شوری و سدیمی و ماندابی شدن خاک بودند که توان آنها در طبقه ۴ جنگلکاری است. توجه به ارزیابی توان مانع اشتباهاتی مانند جنگل کاری در کف یک تالاب (هور خشک شده) می شود. برخی از پروژه‌ها را می‌توان برای هر کاربری استفاده کرد و برخی وابسته به کاربری خاصی بودند بطور مثال آبخوبی سطحی خاک در هر دو کاربری کشاورزی و منابع طبیعی قابل کاربرد است ولی روش‌های آن‌ها کاملاً متفاوت می‌باشد. معمولاً برخلاف کشاورزی که آب فراوان در تمام سطح پخش می‌شود در کاربری مرتبط با منابع طبیعی، با احداث فارو و رهاسازی آب در آن، ضمن کاهش میزان شوری خاک، به واسطه بانک بذر خاک، گونه‌های بومی در

فواصل بین نهال‌های کاشته شده استقرار یافتند. چون نمک رایج در خاک، کلرید سدیم بود محدودیت دمایی برای شستشو وجود نداشت و هر زمانی که آب کافی وجود داشت این کار صورت می‌گرفت.

جدول ۲- عملیات اجرایی قابل پیشنهاد برای احیاء اکوسیستم‌های تخریب شده در یک کانون ریزگرد و سطح عملیات اجرا شده برخی از آنها در کانون جنوب شرق اهواز

ردیف	راهکارهای کلی	پروژه‌های پیشنهادی	سطح اجرا شده (هکتار)
۱	تثبیت بیولوژیک	جنگل کاری	۲۴۰۰۰
		بوته کاری	
		بادشکن زنده	
		درختکاری حاشیه جاده‌ها و بزرگراه	
۲	عملیات فیزیکی و مکانیکی (جمع‌آوری هرز آب سطحی)	پخش آب و مرطوب‌سازی	۷۰۰۰
		آبشویی خاک و کاربرد مواد اصلاح کننده	
		احداث حفیره	
		احداث فارو	
		احداث هلالی	
		پیتینگ	
		افزایش زبری خاک سطحی	
		مالج پاشی	
		بادشکن مرده	
۳	عملیات مدیریتی	مراتع (تخریب یافته)	۳۹۰۰۰
		قرق	
		مدیریت چرا	
		مدیریت بقایای گیاهی	
		کاهش عملیات خاک ورزی	
		کشت نواری	
کاهش عرض قطعات کشت			
۷۰۰۰۰	جمع کل		

با توجه به حذف سیلابها از محدوده و اهمیت سرعت اجرای پروژه های مهار گرد و غبار، بالابردن درصد موفقیت پروژه های جنگلکاری و مرطوب سازی، نیاز به آبرسانی به منطقه داشت. به همین جهت کانال انتقال آب (کانال پورشریفی) به طول ۴۴ کیلومتر توسط شرکت جهاد نصر احداث گردید که بعدا یک کانال نیز به نام کانال منابع طبیعی توسط اداره کل منابع طبیعی به شبکه آبرسانی پروژه ها اضافه شد. از طریق این کانال، آب از کارون، بیشتر در مواقع سیلابی، به پروژه های مذکور رسانده می شد.



شکل ۶- نقشه های اجرایی برخی از عملیات پیشنهادی برای تثبیت کنترل گرد و غبار در کانون جنوب شرق اهواز

۶- بحث و نتیجه گیری

آنچه مسلم است خشکسالی (فصلی)، چرای بیش از حد، تجمع املاح و افزایش شوری و سدیم در خاکها و مهمتر از همه حذف ظرفیت سیلابی، موجب فعال شدن کانون گردوغبار در جنوب شرق اهواز و هامونهای سیستان شده است. بازیابی اکوسیستمهای تخریب شده بایستی به سرعت انجام می گرفت و تعریف پروژه های احیایی ضروری بودند. به طور کلی می توان مباحث زیر را در ارتباط با برنامه ریزی عملیات احیایی مد نظر قرار داد:

۱- کنترل پدیده ریزگرد با این شدت در کانون جنوب شرق اهواز، یک تجربه جدی برای کشور و شاید اولین تجربه در این خصوص بود. شناخت از این پدیده و نحوه کنترل آن در ۱۳۹۵ به خوبی مشخص نبود و توجه

به شرایط اجتماعی و امنیتی در آن زمان ضروری است. تجارب کشور بیشتر به تثبیت تپه‌های ماسه‌ای محدود بود ولی پس از اجرایی شدن عملیات تثبیت در خوزستان، ایران یکی از کشورهای سرآمد منطقه در موضوع تثبیت منابع گرد و غبار بشمار می‌آید.

۲- نتایج تجزیه و تحلیل روند بادهای فرساینده نشان داد که تغییرات مهمی در شدت و جهت وزش آنها در محدوده کانونهای خوزستان و سیستان در سال‌های اخیر به وجود نیامده است پس شدت گرفتن میزان برداشت گردوغبار از سطح این کانون به مسائل دیگری به غیر از باد مانند پارامترهای دیگر اقلیمی و ویژگیهای اراضی (فشار انسانی) برمی‌گردد.

۳- عدم اختصاص حقاله‌ها به اکوسیستم‌های پایین دست و همچنین احداث بندهای متعدد آبخیزداری در حوضه بالادست و یا خشکسالی و تغییر اقلیم باعث تبدیل شدن هامونها، هورها و اراضی دشت رسوبی به کانون تولید ریزگرد شده است. همچنین احداث سدها در حوضه هیرمند، فراه، کارون و جراحی و بندهای آبخیزداری بر روی رودخانه کوپال، موجب کاهش ظرفیت سیلابی شده است و میزان املاح در سطح خاک افزایش یافته است. بیشتر سطح کانونهای مذکور دارای مشکل شوری و سدیمی است و با توجه به ژئومرفولوژی دشت رسوبی که بواسطه طغیان رودخانه‌ها در گذشته شستشوی املاح صورت می‌گرفته و هم اکنون بواسطه ساخت سدها متوقف شده است. با توجه به این شرایط بازگرداندن اکوسیستم به شرایط عادی به راحتی امکانپذیر نیست.

۴- تثبیت بیولوژیک به عنوان راهکار اساسی برای احیاء اکوسیستم پایه گذاری مد نظر قرار گرفت و با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های خاک، با الهام از طبیعت، ۱۵ شیوه و تکنیک پیشنهاد شد. براین اساس حدود ۲۰ گونه برای کاشت انتخاب شدند، که غالب آنها بومی بوده، یا در منطقه سازگار شده‌اند ولی با توجه به عدم وجود نهال در بازار، در سال اول نهال کاری بیشتر از یک‌گونه استفاده شد.

۵- اگرچه بسیاری از پروژه‌های اجرا شده با موفقیت نسبتاً بالایی همراه بوده است ولی هنوز تا رسیدن به تثبیت کل کانون جنوب شرق اهواز راه درازی مانده است. در سیستان به دلیل عدم تامین اعتبارات مالی و علیرغم تهیه برنامه، اجرای عملیات متوقف مانده است. راهکارهایی مانند تأمین حقاله هامونها، پوزک، صابری و هیرمند براساس معاهده موجود، و هور شریفیه و اراضی اطراف آن در خوزستان از اهمیت بسزایی برخوردار است. همچنین بخش‌هایی دیگری از سطح کانون جنوب شرق اهواز که دارای اولویت یک تثبیت بوده‌اند، اما به دلیل وجود مسائل اجتماعی و معارضت‌ها، تاکنون عملیات تثبیت در آنها انجام نشده است. این امر بیشتر در دیم‌کاری‌های رها شده مطرح است که احداث بادشکن و کمربندهای حفاظتی راهکار آن است.

۶- پروژه مهار گردوغبار خوزستان یکی از معدود پروژه‌هایی بود که با همکاری چند جانبه بخش‌های اجرایی منابع طبیعی، مؤسسات پژوهشی، دانشگاه‌ها و سازمان محیط‌زیست انجام شد که از این نظر نقطه عطفی در عملیات تثبیت است. همچنین مسئولیت نظارت بر اجرای پروژه‌های مهار گردوغبار نیز از مهر ماه سال ۱۳۹۸ به دستور دولت، به مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور واگذار شد. این امر از آن جهت که اصلاح و بروزرسانی پروژه‌های پیشنهادی را امکان‌پذیر می‌ساخت در نوع خود بی‌نظیر بود.

۷- با توجه به اتفاقات افتاده در حوزه هیرمند و تغییر روند طبیعی هیدرولوژیک رودخانه هیرمند با توجه به سدسازی‌های اخیر و احداث بند کمال خان، امکان رسیدن آب به سیستان کمرنگ شده است. تغییر رویکرد تبدیل مزارع کشاورزی به مزارع توربین‌های بادی و تولید برق و فروش آن به افغانستان می‌تواند باعث تغییر رویکرد هیدرولوژیک گردد زیرا افغانستان بیشتر برای تولید برق اقدام به سدسازی و افزایش ارتفاع سدهای خود می‌نماید.

۸- با توجه به انرژی باد بسیار زیاد در سیستان، امکان تثبیت ماسه های روان در منطقه حمل و در داخل کریدورهای فرسایشی وجود ندارد. همچنین ساخت بادشکن های بلند که منجر به کاهش سرعت باد گردند امکانپذیر نیست. پس رویکرد نگهداری ماسه در منطقه حمل باید به باز کردن کریدورها و تسریع حرکت ماسه به داخل خاک افغانستان تغییر یابد. برای کاهش اثرات گرد و غبار و ماسه های روان بر روستاییان داخل کریدورها، باید آنها را از داخل کریدور به خارج آن منتقل کرد. شاید اگر ۷ تا ۸ روستا، به خصوص شهرک محمد شاه کرم، را از داخل کریدورها به خارج آن منتقل شود مشکلات عدیده منطقه در این خصوص کمتر می شود.

۹- جاده های خاکی ۳/۵ برابر اراضی کشاورزی تولید گرد و غبار می نمایند. پس زیرسازی جاده های خاکی تا درجه ۴ (سر مزارع کشاورزی) باعث کاهش پیامدهای گرد و غبار بر کشاورزی و مردم روستایی می شود.

۱۰- تعامل با افغانستان باید از موضوع آب به موضوع گرد و غبار و ماسه های روان در حوضه رود هیرمند تغییر یابد. نرسیدن آب به هامونهای سیستان موجب افزایش تعداد روزهای گرد و غباری حتی تا ۲۲۰ روز خواهد شد. این مورد در سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ اتفاق افتاده است. اینمورد بیش از آنکه ۳۰۰ هزار نفر سیستانی را آزار دهد به ۷ میلیون افغان در جنوب افغانستان آسیب خواهد رساند که بیشتر شغل آنه کشاورزی و دامداری است که مستقیماً از این پدیده متضرر می شوند.

تشکر و قدردانی

حمایت مالی این پروژه توسط وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست و با همکاری سازمان جنگل ها و مراتع کشور و اداره کل منابع طبیعی خوزستان صورت گرفت. همچنین تقریباً تمامی کارکنان در موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به نحوی در این پروژه درگیر بودند. پیگیرها و بازدیدهای مستمر از عملیات انجام شده توسط بالاترین مقامات وزراتخانه نقش مهمی در پیشبرد اهداف طرح داشت. جا دارد از تمامی کسانی که به هر شکل در این امر ما را یاری دادند نهایت تشکر را بنماییم.

فهرست منابع

سبحانی، ب.، صلاحی، ب.، گل دوست، ا. (1394). بررسی گرد و غبار و ارزیابی امکان پیش بینی آن بر اساس روش های آماری و مدل ANFIS در ایستگاه زابل. نشریه جغرافیا و توسعه، (38)13ص: ۱۲۳-۱۳۸. DOI: 10.22111/gdij.2015.1935138-123

جهانبخش، س.، رضایی بنفشه، م.، خورشیددوست، ع.م.، فرمند، ه. (1402). توزیع زمانی-مکانی فصلی گردوغبار در شرق و جنوب شرق ایران بر اساس داده های ایستگاهی و سنجش از دور. نشریه پژوهش های جغرافیایی، ۲۰(۸۷): ۲۸. DOI: 10.22034/gp.2024.17732

عباسی ح.ر. (۱۳۹۶) برنامه ریزی برای تثبیت کانونهای ریزگرد، طبیعت ایران، جلد ۲، شماره ۳، ص. ۱۷-۱۲.

عباسی، ح.ر.، جلیلی، ع.، خسروشاهی، م.، فیاض، م.، خاکساریان، ف.، کنشلو، ه.، گوهر دوست، آ.، بهنام فر، ک.، دیناروند، م.، یثربی، ب.، سیداخلاقی، س.ج.، درگاهیان، ف.، زندی فر، س.، لطفی نسب اصل، س.، رضوی زاده، س.، شفیع، ش.، کاشی زنوزی، ل.، انصافی مقدم، ط.، سعیدی فر، ز.، تیموری، س.، قاسمی آریان، ی.، باقری دلجانی، ن.، کنشلو، ف.، نعیمی، م.، آرامی، س.ح. و عالی محمودی سراب، س. (۱۴۰۳). روش های مدیریت سرزمین برای کاهش تولید گردوغبار در کانون جنوب شرق اهواز. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران، ۲۲(۲)، ۳۷۴-۴۰۱. doi: 10.22092/ijfrpr.2025.365596.1622

Abbasi, H. R., Opp, C., Groll, M. Rohipour H., and Gohardoust, A. (2019), Assessment of the Distribution and Activity of Dunes in Iran based on Mobility Indices and Ground Data, *Aeolian research Journal*, Volume 41, 100539. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2019.07.005>

Abbasi, H. R., Opp, C., Groll, M. Rohipour, H., Khosroshahi, M., Khaksarian, F. and Gohardoust, A. (2018): Spatial and temporal variation of the aeolian sediment transport in the ephemeral Baringak Lake (Sistan Plain, Iran) using field measurements and geostatistical analyses. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Vol. 61/4: 315-326. DOI: 10.1127/zfg/2018/0451

Abbasi, H. R., Opp, C., Groll, M., and Gohardoust, A., Rohipour H. (2021), Wind regime and aeolian sand transport in Khuzestan Sand Sea, *Aeolian research Journal*, 53, 2021, 100746. <https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2021.100746>

Abdi Vishkaee, F., Flamant, C., Cuesta, J., Oolman, L., Flamant, P., Khalesifard, H. R., (2012). Dust transport over Iraq and northwest Iran associated with winter Shamal: A case study. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D3). <https://doi.org/10.1029/2011JD016339>

Dinarvand, M. and Jamzad, Z., 2020. Plant diversity of Khuzestan and dust sources in the southwest of Iran. with a checklist of vascular plants. *Phytotaxa*, 434(3): 219-254.

Foroushani, A.M.; Opp, C.; Groll, M. (2021) Investigation of Eolian Dust Deposition Rates in Different Climate Zones of Southwestern Iran. *Atmosphere*, 12, 229. <https://doi.org/10.3390/atmos12020229>

Fryberger, S.G. Dean, G., 1979. Dune forms and wind regime. In: McKee, E.D. (Ed.), *A Study of Global Sand Seas*, U.S. Geological Survey, Washington, Professional Paper 1052, 137–169.

Hennen, M., White, K., Shahgedanova, M., 2017. An assessment of SEVIRI imagery at different temporal resolutions and the effect on accurate dust emission mapping. *EGUGA*, P. 9974.

Jalili, A., (2020) Do's and don'ts in desert ecosystems and selecting the proper management strategy. *Iran Nature*, 5(2): <https://doi.org/10.22092/irn.2020.121625> Persian). 3-3. (In Persian)

Makdoun, M., 2008. *Land Use Planning*, Tehran University, 192p

Middleton, N. J., 1986. Dust storms in the Middle East. *Journal of Arid Environments*, 10(2), 83-96.

Opp, Christian, Michael Groll, Hamidreza Abbasi, and Mansour Ahmadi Foroushani. 2021. Causes and Effects of Sand and Dust Storms: What Has Past Research Taught Us? A Survey. *Journal of Risk and Financial Management* 14: 326. <https://doi.org/10.3390/jrfm14070326>

Poornazari N, Khalilimoghadam B, Hazbavi Z, Bagheri Bodaghabadi M. (2021) Land degradation assessment in the dust hotspot of Southeastern Ahvaz, Iran. *Land Degrad Dev.* 2021; 32: 896–913. <https://doi.org/10.1002/ldr.3748>

Seyed Akhlagi, S.J. and Banj shafie, S.h., 2020. Investigating the socio-economic issues of dust sources in Khuzestan/Iran. *Research Institute Forests and Rangelands, Technical Report*, 164p (In Persian).

WHO (2013). *Ambient air pollution database 2013*. Geneva: World Health Organization. Available at: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases (Accessed: 23 October 2025).

WHO (2016). *Ambient air pollution database 2016*. Geneva: World Health Organization. Available at: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases (Accessed: 23 October 2025).

Yasrebi, B., Abbasi, H.R, Behnamfar, K. and Dinarvand, M., 2022. Land use/ Land Cover Dynamic Modeling Using RS and GIS with Emphasis on Maximum Likelihood Rule and Transition Matrix. *Ecopersia*, 10 (3): 191-202.

Wind erosion control in sand and dust storms sources based on land management: A case study of Khuzestan and Sistan hotspot sources

Hamidreza Abbasi

Desert Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), 13165-116 Tehran, Iran; abbasi.hamidreza@gmail.com

Abstract

The purpose of this paper is to present strategies to reduce the production of aeolian sand and dust storms in the two hotspots of southeast Ahvaz and the Sistan Plain, as the most sensitive areas in the country, based on land management. For this purpose, the land's ecological resources—including climate, geology, soil and land resources, vegetation cover, wind erosion, and the status of agriculture and livestock—were collected using satellite imagery and extensive fieldwork. Using a map overlay method, the hotspot areas were divided into homogeneous ecological units (land units), and, taking into account the physical and chemical properties of the soils, vegetative potential (the possibility of biological stabilization) was determined based on the ecological requirements of the region's native plant species. Land capability was assessed using a systematic method for conservation, afforestation, and rangeland uses. Stabilization operation policies were planned according to the type of biome (ecosystem), and dust-control projects were defined according to land use type. Ultimately, three groups of control wind erosion projects were defined including 1) biological projects like shrub planting, afforestation, roadside tree planting, living windbreaks along field margins 2) physical and mechanical operations such as flood distribution and irrigation degraded rangelands, soil washing, dead or nonliving windbreaks, surface runoff collection and rainfall storage methods, and 3) management programs including enclosure operations, grazing management, conservation agriculture, and so on. The causes of activation of the dust-source hotspots are also of particular importance in formulating wind erosion control programs.

Keywords: Erodibility, Land sensitivity, rehabilitation ecosystem.