DOI: 10.22092/irn.2023.128686

دیدگاه

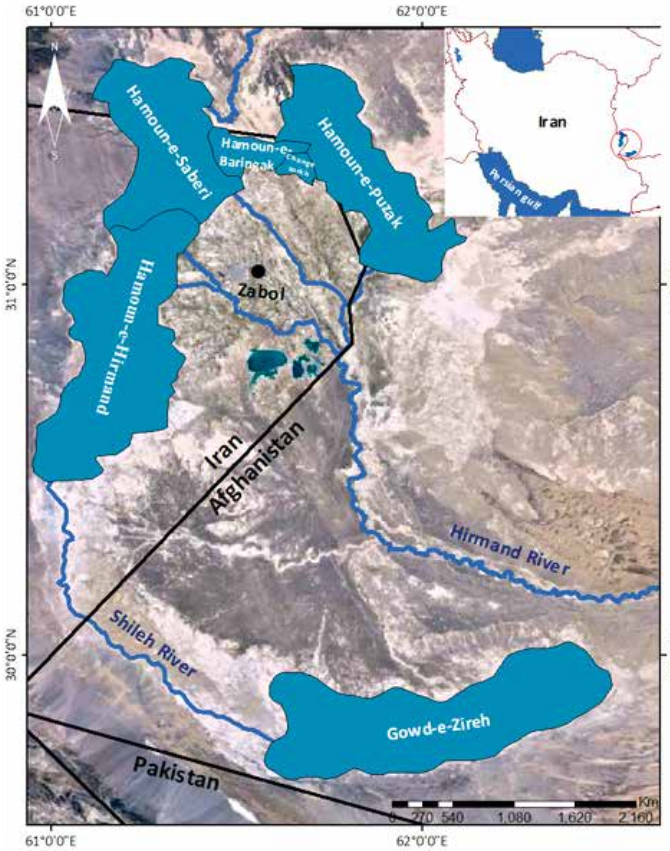
دیپلماسی گردوغبار در حل مسئله هیرمند و هامون‌های سیستان

حمیدرضا عباسی*

مقدمه

بحران آب و طوفان‌های گردوغباری و ماسه‌های روان، از معضلات اساسی دشت سیستان هستند. دشت سیستان، در شرق کشور به‌صورت یک چاله فروافتاده است که رودهای هیرمند یا هلمند، خاش‌رود، فراه‌رود و خشکه‌رودهای غربی به آن می‌ریزند (شکل ۱). مجموعه هامون‌های شش‌گانه، به‌نام‌های پوزک، چنگ سرخ، برینگک، صابری، هیرمند و گودزره دشت سیستان را دربرگرفته‌اند. هامون‌ها درواقع یک بوم‌نظام دریاچه‌ای موقت (Ephemeral Lake) هستند که همیشه در حال خشک و مرطوب شدن هستند. مساحت هامون‌های سیستان ۵۳۴۶ کیلومترمربع (بدون گودزره) است که حدود ۶۴درصد آنها در ایران و مابقی در افغانستان قرار دارد (UNEP, 2006).

رود هیرمند که از کوه‌های بابا در جنوب غربی کابل سرچشمه می‌گیرد، پس از عبور از ریگستان افغانستان، در نزدیکی شهر زرنج افغانستان با گردش به سوی شمال به مرز ایران نزدیک می‌شود. کانال آب‌رسانی نهر لشکری در این قسمت، از رود هیرمند جدا شده و اراضی کشاورزی شهر زرنج را آبیاری می‌کند. رود هیرمند، در ادامه با گردش به سمت شمال و به نقطه صفر مرزی، وارد و شاخه رود سیستان در این قسمت از آن جدا می‌شود. این شاخه داخل دشت سیستان جاری می‌شود و اراضی بخشی از آن و چاه‌نیمه‌ها را، که گودال‌های طبیعی زمین‌شناسی هستند، تغذیه می‌کند. درمجموع، هامون‌های شش‌گانه و مساحت آنها در شکل و جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- موقعیت مجموعه هامون‌های سیستان و رود هیرمند

گردش آب در هامون‌های شش‌گانه سیستان و رود هیرمند به‌گونه‌ای است که ابتدا وارد هامون پوزک و لبریز آن توسط آبراهه‌هایی در داخل برینگک، به داخل هامون صابوری وارد می‌شود. اگر حجم آب ورودی زیاد باشد، هامون‌های برینگک و چنگ سرخ نیز آبگیری می‌شوند. لبریز هامون صابری، به‌داخل هامون‌های هیرمند یک و سپس دو، وارد و درنهایت، اضافه آنها توسط رودخانه شیله به چاله گودزره در داخل خاک افغانستان تخلیه می‌شود. گودزره، یکی از شورترین دریاچه‌ها در کره زمین است.

به‌دلیل تغییر هیدرولوژیک رود هیرمند بر اثر سدسازی، خشک‌سالی و تغییرات اقلیمی، هامون‌های سیستان در سال‌های اخیر به‌شدت کوچک، یا خشک شده است. حوضه رود هیرمند، حدود ۴۰ درصد افغانستان را می‌پوشاند (UNEP, 2006).

روند کوچک شدن هامون‌های سیستان، از دوران هولوسن شروع

* نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
پست الکترونیک: abbasi.hamidreza@ymail.com

شده است. در اواسط هولوسن (حدود ۷۰۰۰ تا ۹۰۰۰ سال پیش) سطح آنها بسیار بزرگ‌تر از امروز و یکپارچه بوده است (شکل A۳) و در اواخر هولوسن (۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال پیش) کوچک‌تر و گودزره از دریای زابل جدا می‌شود (Hamzeh *et al.*, 2016).

روند کوچک شدن دریای زابل و ایجاد هامون‌های شش‌گانه سیستان تا عصر حاضر ادامه یافته است (شکل C۲) و با توجه به تغییرات اقلیمی و سناریوهای افزایش دما (IPCC, 2018)، به احتمال زیاد این روند ادامه خواهد داشت و تنها قسمت‌های گودتر از هامون‌های سیستان در سال‌های اخیر آبگیری شده‌اند. براین‌اساس، سطح بیشتری از بستر هامون‌ها، خشک شده و در معرض بادهای فرساینده قرار می‌گیرند (قسمت‌های سفید رنگ، شکل D۲).

میزان آب ورودی از هیرمند به هامون‌های سیستان، دارای نوسانات بسیار زیادی است. میزان آب ورودی به هامون‌های سیستان (بخش ایرانی)، به تفکیک حوضه آبریز، در جدول ۲ ارائه شده است (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۴۰۱). بیشترین مقدار آب از رود سیستان، پریان و فراه وارد هامون‌های سیستان می‌شود.

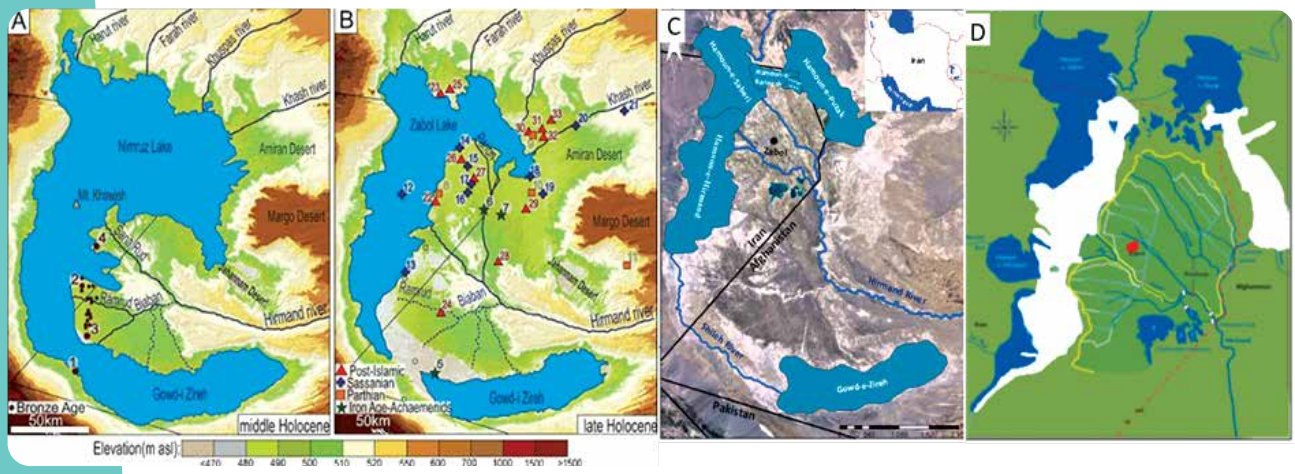
نتایج حاصل از شبیه‌سازی رواناب در دوره ۸۰ ساله در هیرمند نشان داد، میانگین دبی دوره مطالعاتی، ۱۵۴۵ میلیون مترمکعب است که قبل از احداث سد کجکی، ۱۰۱/۳ مترمکعب بر ثانیه بوده است، درحالی‌که پس از آن، به ۳۴/۳ مترمکعب بر ثانیه کاهش یافته است (شکل ۳).

نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد، کمترین میزان آب ورودی از هیرمند،۷۵۳ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۸۲ و بیشترین مقدار، ۴۶۵۶ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۷۷ بوده است (خسروشاهی، ۱۴۰۱). همه شواهد نشان می‌دهد، پس از احداث سدهای مختلف در افغانستان و ایران، میزان آب ورودی به تالاب کاهش یافته است.

ویژگی بارز دیگر دشت سیستان، وجود باد کم‌ارتفاع و پرسرعت (Low level Jet) ۱۲۰ روزه است. با شروع فصل گرما، یک سامانه کم‌فشار پاکستان، از عرض‌های پایین‌تر، بالا می‌آید و در جنوب افغانستان، مستقر می‌شود. وجود یک پرفشار مستقر روی ترکمنستان (شرق دریای خزر)، سبب ایجاد یک جریان از عرض‌های بالایی به‌سوی کم‌فشار یادشده می‌شود. ارتفاعات هندوکش افغانستان و خراسان طوری قرار گرفتند که ضمن تشدید گرادیان فشار هوا، یک دالان (کریدور) باریک را روی

جدول ۱- مشخصات عمومی هامون‌های سیستان (UNEP, 2006)

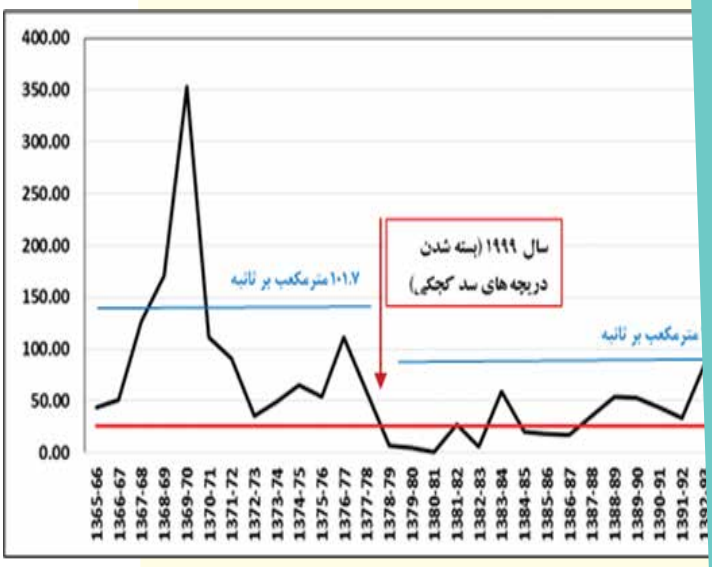
هامون	افغانستان (درصد)	ایران (درصد)	مساحت (کیلومترمربع)	عمق (متر)
برینگک	-	۱۰۰	۲۲۲	۱
جنگ سرخ	-	۱۰۰	۶۰	۱
هیرمند	-	۱۰۰	۲۳۸۹	۲
پوزک	۹۴/۸	۵/۲	۱۵۱۴	۳-۲
صابری	۵۹	۴۱	۱۱۶۲	۳
گودزره	۱۰۰	-	۲۴۱۸	۱۰



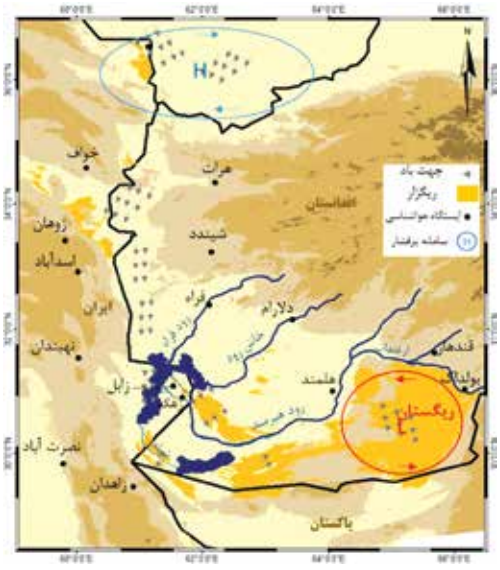
شکل۲- تغییرات سطح هامون‌های سیستان در دوره‌های کواترنر (اواسط هولوسن A، اواخر هولوسن B، دوره پرآبی اخیر C و دوره کم‌آبی اخیر D)
(شکل A و B: از حمزه، ۲۰۱۶، شکل C از نگارنده و شکل D از Van Beek and Meijer, 2006)

جدول۲- مقادیر کل آب ورودی به تالاب هامون در سال (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۴۰۱)

محدوده	دبی (مترمکعب بر ثانیه)	حجم ورودی (MCM)
حوضه آبریز رودخانه غرغر(رود شور و رود میل)	۰/۵۴	۱۶/۹
حوضه آبریز مسیل‌ها بین رودخانه غرغر (شور سربیشه) و رودخانه سین‌آباد	۰/۰۵	۱/۶
حوضه آبریز رودخانه سین‌آباد	۰/۱۵	۴/۶
حوضه آبریز مسیل‌ها بین رودخانه غرغر و رودخانه شور نهبندان	۰/۰۳	۰/۴
حوضه آبریز رودخانه شور نهبندان	۰/۴۳	۱۳/۵
حوضه آبریز مسیل‌ها بین رودخانه شور نهبندان و رودخانه شیله (شرق مسیل گچی)	۰/۰۳	۰/۹
حوضه آبریز رودخانه هیرمند داخل ایران	۰/۰۳	۱/۰
گستره آبی دریاچه هامون	۰/۰۲	۰/۶
خاش‌رود	۲/۶۵	۸۳/۵
خاسپاس‌رود	۱/۴۰	۴۴/۳
فراه‌رود	۷/۷۷	۲۴۵/۱
هاروت‌رود	۴/۰۶	۱۲۸/۰
جریان ورودی از روخانه سیستان	۳۷	۱۱۶۴
جریان ورودی از روخانه پریان	۳۲	۹۹۴
جریان ورودی تحت شرایط نرمال	۱۱۸	۳۷۰۰



شکل ۳- دبی متوسط سالانه ورودی به دشت سیستان از هیرمند در بازه ۳۰ ساله (خسروشاهی، ۱۴۰۱)



شکل ۴- موقعیت سامانه‌های هوایی دشت سیستان و ریگستان افغانستان، جریان بادها و و رسوبات بادی

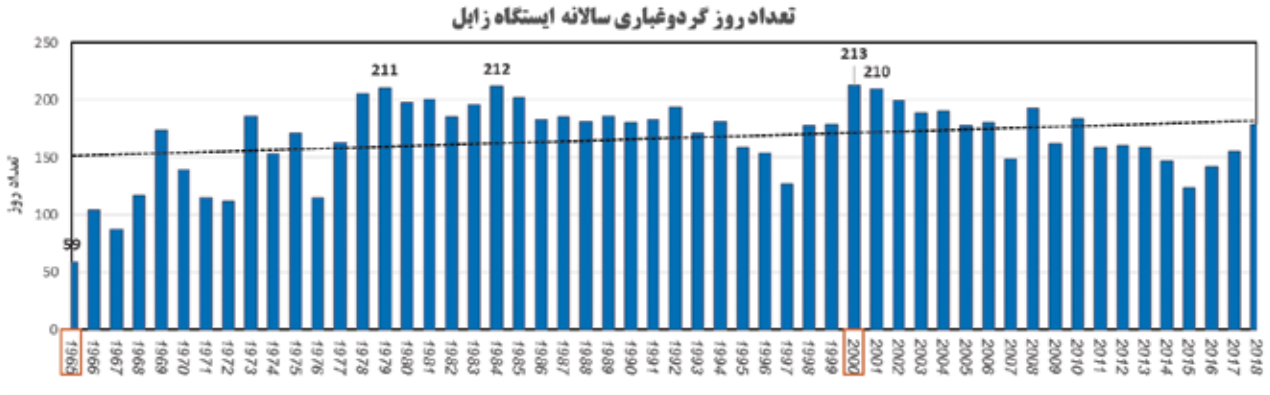
مرز شرقی کشور تشکیل می‌دهند (شکل ۴). این جریان هوایی، در داخل این دالان، شدت می‌گیرد و هنگامی که به سیستان می‌رسد، دارای بالاترین سرعت است (Abbasi *et al.*, 2018؛ Kaskaouti *et al.*, 2018) و معمولاً از اواسط بهار تا اوایل پاییز می‌وزد.

در هنگام خشکی هامون‌ها، این باد، گردوغبار و رسوبات بادی را از بستر دریاچه‌های خشک در اتمسفر منتشر می‌کند (Al-izadeh-Choobari *et al.*, 2014). چتر گردوغبار و جریان ماسه، ساختارهای زیربنایی را در دشت سیستان، جنوب افغانستان، شمال پاکستان و حتی گاهی حرکت کشتی‌های تجاری را در اقیانوس هند و دریای عمان، تحت تأثیر قرار می‌دهد. هم‌زمانی تقویم وزش این بادها با خشک‌شدن هامون‌های سیستان در فصل خشک سال، باعث تبدیل آنها به کانون گردوغبار و ماسه می‌شود.

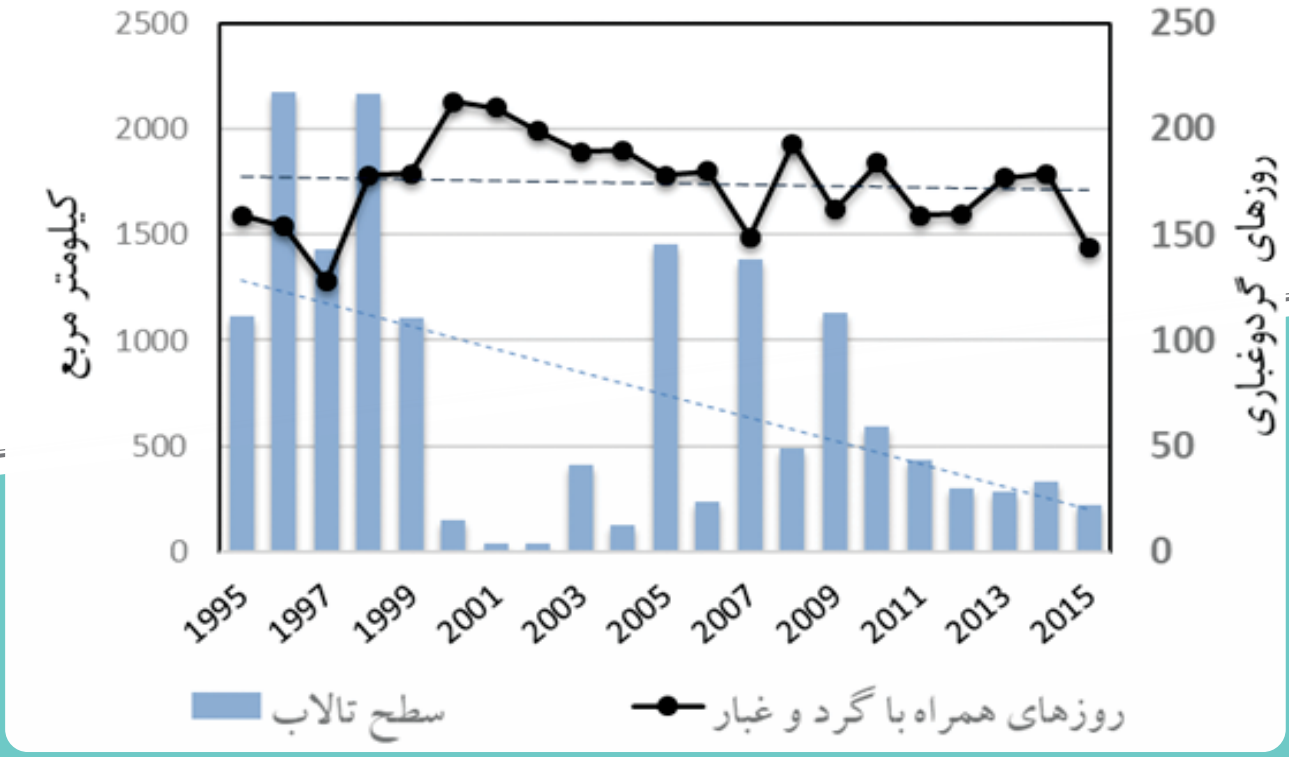
تعداد روزهای گردوغباری در منطقه سیستان

نتایج حاصل از بررسی تعداد روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه زابل طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۴۴ در شکل ۵ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، ایستگاه زابل با ۱۶۲ روز گردوغباری، دارای یکی از بیشترین تعداد روز در کشور است. همچنین، شهر زابل به‌دلیل وجود طوفان‌های گردوغباری، به‌عنوان آلوده‌ترین شهر جهان ازنظر غلظت ذرات کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون در سال ۱۳۹۴ شناخته شده است (WHO, 2016).

تغییرات روند روزهای گردوغباری در ایستگاه زابل در ارتباط با سطح تالاب (شکل ۶) نشان داد، با وجود آنکه آب در هامون‌ها



شکل ۵- روند تعداد روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه زابل (۲۰۱۸-۱۹۶۵)



شکل ۶- تعداد روزهای طوفان گردوغباری (نمودار خطی) و سطح تالاب (نمودار ستونی)

تأثیر زیادی بر کاهش گردوغبار داشته است، در برخی سال‌ها به‌دلیل پرنشدن دریاچه‌ها، گردوغبار از حاشیه آنها منتشر می‌شود (درگاهیان، ۱۴۰۱). همان طور که مشاهده می‌شود، ارتباط بین تعداد روزهای طوفانی و پتانسیل حمل ماسه در برخی سال‌ها منطقی است و در برخی سال‌ها رابطه معناداری وجود ندارد که این به‌دلیل آبدار یا خشک بودن هامون‌هاست.

همان طور که مشخص است، تعداد روزهای همراه با طوفان گردوغباری در همه سال‌ها، بیش از ۱۲۰ روز بوده است. این بدان معنی است که علاوه‌بر بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، در ماه‌های دیگر هم سرعت باد می‌تواند در منطقه سیستان تولید گردوغبار کند، یا دوره بادهای ۱۲۰ روزه طولانی‌تر شده است. بیشترین تعداد روز طوفانی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ و کمترین آن در سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۰۷ بوده است.

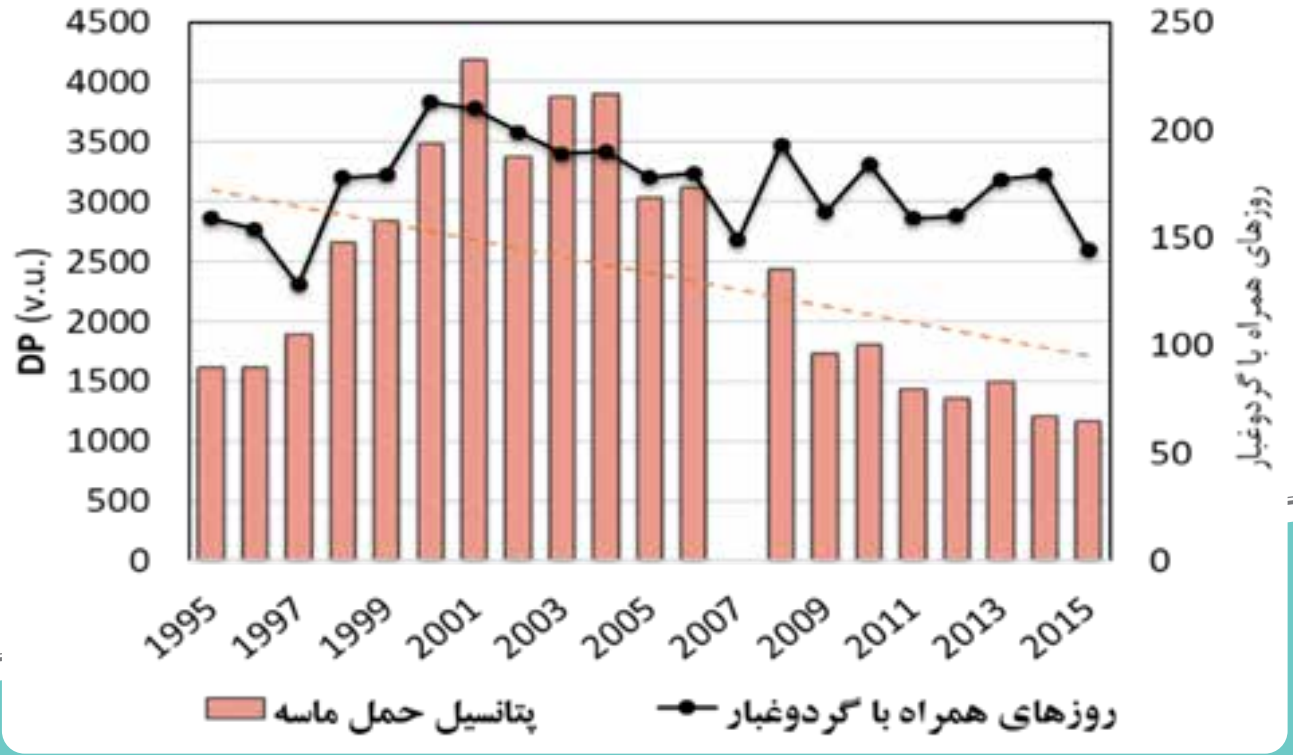
روند تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار در ایستگاه زابل، نشان‌دهنده روند افزایشی در یک دوره (۲۰۱۵-۱۹۹۴) است. درحالی‌که سرعت بادهای فرساینده، نشان‌دهنده یک روند کاهشی در دو دهه اخیر است (Abbasi *et al.*, 2018). به‌طورمثال، سرعت بادهای فرساینده براساس قابلیت حمل ماسه در ایستگاه زابل در سال ۲۰۰۰، بالاترین مقدار خود را ثبت کرده است که تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار، به ۲۱۳ روز افزایش یافته است. توجه به این امر ضروریست که سال ۲۰۰۰، پدیده خشک‌سالی به‌شدت بر منطقه حکمفرما و سطح آبدار هامون‌ها کم بوده است. با توجه به رایج بودن پدیده خشک‌سالی و خشک‌شدن هامون‌ها، شدت گرفتن سدسازی روی هیرمند به احتمال زیاد تعداد روزهای گردوغباری و طوفان‌های ماسه (شن) را در منطقه سیستان افزایش خواهد داد. درواقع در سال‌های اخیر، اگرچه سرعت بادهای فرساینده در منطقه کاهش یافته، تعداد روزهای گردوغباری روند کاهشی نداشته است (شکل ۷).

دالان‌های (کریدورهای) حمل ماسه در منطقه سیستان

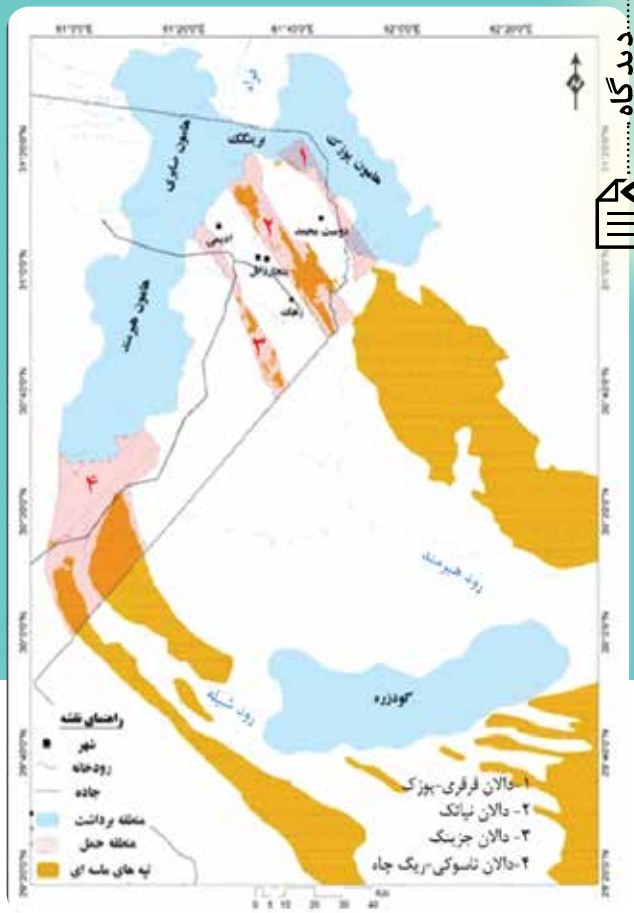
سطح هامون‌ها پس از خشک شدن، توسط بادهای ۱۲۰ روزه، جارو شده و رسوبات ریز رس و لای، به‌صورت طوفان‌های گردوغباری و ذرات ماسه به‌صورت افقی در چهار دالان فرسایشی در دشت سیستان به‌سوی افغانستان حرکت می‌کنند.

این دالان‌های حمل ماسه، در اثر توپوگرافی سرزمین و جهت بادهای فرساینده شکل گرفته‌اند که عبارتند از قرقری- پوزک (۱)، نیاتک (۲)، جزینک (۳) و تاسوکی- ریگ‌چاه (۴) (شکل ۸). جریان ماسه، بیشتر از طریق این دالان‌های فرسایشی وارد افغانستان می‌شود. هرچند، علاوه‌بر آنها، محدودهای کوچک برداشت و حمل در داخل دشت نیز قابل تشخیص هستند که سطوح بزرگ و قابل‌توجهی را دربر نمی‌گیرند (عباسی و همکاران، ۱۴۰۱).

دالان‌های قرقری- پوزک، نیاتک و جزینک، دارای جهت شمال غربی- جنوب شرقی و هم‌جهت بادهای فرساینده است، درحالی‌که جهت دالان تاسوکی- ریگ‌چاه در ایران شمالی- جنوبی و در خاک افغانستان شرقی- غربی است. بیشتر سطح دو دالان نیاتک



شکل ۷- رابطه انرژی بادهای فرساینده براساس قابلیت حمل ماسه و تعداد روزهای گردوغباری در ایستگاه زابل



شکل ۸- موقعیت چهار دالان فرسایشی حمل ماسه در دشت سیستان (عباسی و همکاران، ۱۴۰۱)

شکل ۹- حرکت تپه ماسه بادی فعال روی اراضی کشاورزی جزینک و تجمع رسوبات پشت سد تنظیمی زهک

و جزینک، به‌واسطه ناهمواری ناشی از عبور رودخانه‌های نیاتک و سیستان شکل گرفته‌اند (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). به همین دلیل، ماسه‌های روان در این مناطق در فصل خشک در داخل بستر، یا حاشیه رودخانه‌های یادشده جابه‌جا می‌شوند. درواقع، ناهمواری سطح دشت به شکلی است که سرعت جریان هوا و به‌دنبال آن حرکت ماسه در داخل این دالان‌ها بیشتر از مناطق هم‌جوار است. برهمین‌اساس، پراکنش و حرکت رسوبات بادی در دشت سیستان بیشتر در داخل این دالان‌ها مشاهده می‌شوند.

نتایج قابلیت حمل ماسه در سیستان نشان داده است، انرژی بادهای فرساینده توانایی حمل حدود ۱۷۶ مترمکعب رسوب را از یک متر واحد عرض در طول یک سال دارد (Abbasi *et al.*, 2018). با وجود چنین انرژی بادی، هر جا از سطح هامون‌ها که خشک و دارای خاک حساس به فرسایش بادی باشد، بادبردگی شدید روی می‌دهد و حجم بسیار زیادی از ماسه به داخل خاک افغانستان وارد می‌شود و ساختارهای زیربنایی را مدفون می‌کند (شکل ۹).

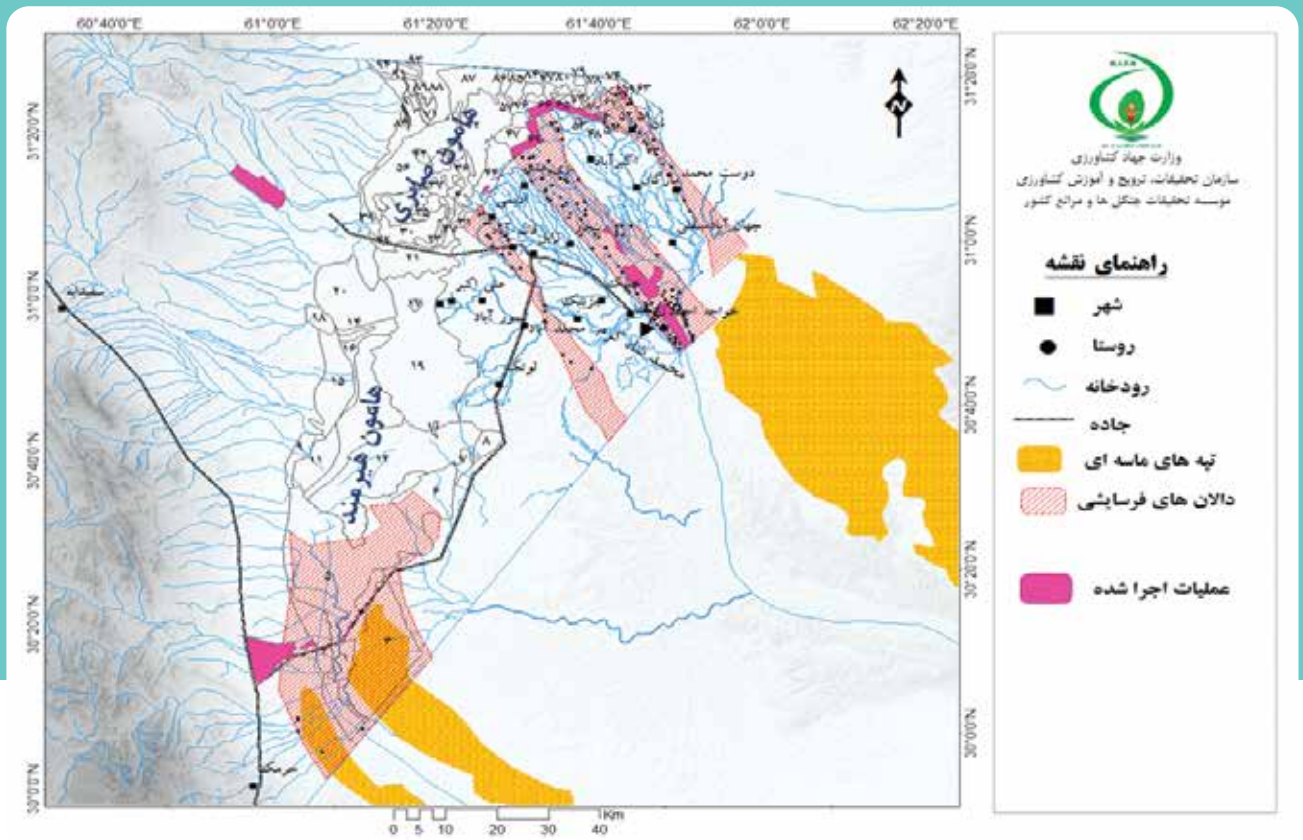
ایران از سال ۱۳۴۷، فعالیت‌های تثبیت شن را در داخل دالان‌های نیاتک و جزینک، با مالچ‌پاشی نفتی و جنگل‌کاری، که تنها راه مهار در این شرایط سخت است، در دست انجام دارد. درواقع، بیش از نیم قرن است که هر ساله تثبیت ماسه‌های روان در دشت سیستان با هزینه گزاف انجام می‌شود، شدت و حجم این فعالیت‌ها در سال‌های خشک بیشتر است.

حرکت ماسه‌های روان در سیستان و جنوب افغانستان، موجب ایجاد مشکلات اقتصادی و اجتماعی متعددی می‌شود. ازجمله کارهای ارزشمند، احداث کمربند بادشکن حفاظتی در لبه هامون‌های سیستان است که مقادیر زیادی از رسوبات بادی، در دهانه ورودی دالان‌های جزینک و نیاتک نگهداری می‌شود. شکل‌های ۱۰ و ۱۱، فعالیت‌های مختلف اجرایی را در زمینه مهار بیابانزایی از ابتدا تاکنون نشان می‌دهد (سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۴۰۰).

رویکردهای مثبت مشارکت فراسرزمینی در مهار گردوغبار و ماسه‌های روان منطقه سیستان

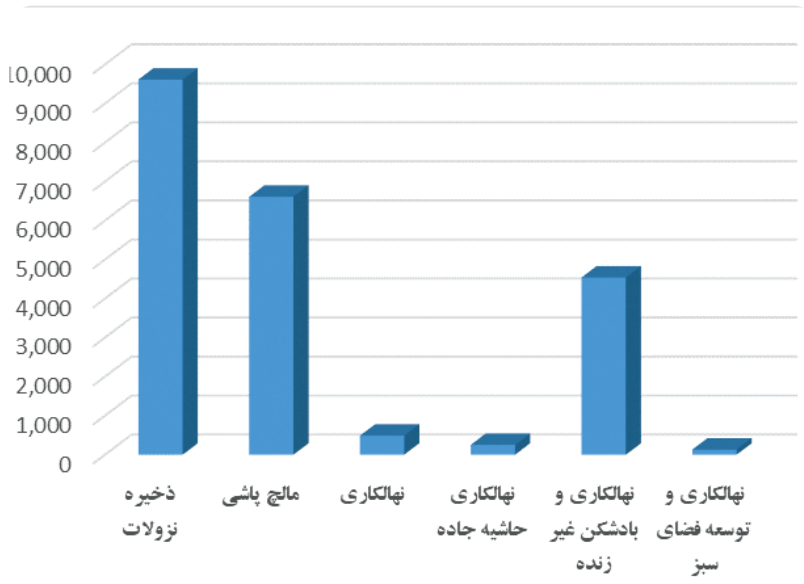
یک نقل‌قول قدیمی سیستانی در کتاب تاریخ سیستان ملک‌الشعراء می‌گوید «شرایط آبادانی سیستان بر سه بند بستن نهاده آمد: بستن بند آب و بستن بند ریگ و بستن بند مفسدان، هرگاه که این سه بند اندر سیستان بسته باشد، اندر همه عالم هیچ شهر به نعمت و خوشی سیستان نباشد و تا همی بستند چنین بود و چون ببندند چنین باشد و روزگار آن را قوام باشد.»

گفته بالا، به‌خوبی به چالش‌های اساسی این منطقه یعنی سیستان،



شکل ۱۰- موقعیت عملیات اجرایی تثبیت ماسه‌های روان در سیستان در دهه‌های گذشته

شکل ۱۲- مدفون شدن یک روستای بلوچی در حاشیه رود هیرمند سیستان



شکل ۱۱- سطح و نوع عملیات اجرایی انجام شده در دشت سیستان از ابتدا تاکنون

نیمروز، هلمند و قندهار اشاره کرده است. این مناطق، در شرایط مرطوب دچار سیل و در شرایط خشک، دچار خشک‌سالی و گردوغبار و طوفان ماسه هستند. چنانچه فعالیت‌های انسانی به هر علت، مانع ورود آب به هامون‌های سیستان شوند، بستر خشک هامون‌ها به‌عنوان کانون‌های گردوغبار و ماسه، عمل و شرایط سختی را برای منطقه فراهم می‌کند.

حدود ۴۰۰ هزار نفر در دشت سیستان و سه میلیون نفر در جنوب افغانستان، تحت تأثیر مستقیم پدیده گردوغبار و ماسه‌های روان قرار دارند. تصور ۲۱۲ روز گردوغباری برای این مردم بسیار سخت است. در چنین شرایطی، زندگی کیفیت خود را از دست

می‌دهد و مهاجرت‌های گسترده اتفاق خواهد افتد.
وابستگی معیشتی بیشتر این مردم به کشاورزی و دامداری است و گردوغبار حاصل از هامون‌های سیستان، به‌طور مستقیم، پیامدهای منفی بر کیفیت زندگی آنها می‌گذارد. این پدیده، موجب آثار و پیامدهای نامطلوبی مانند مشکلات سلامتی، اجتماعی و محیط‌زیستی می‌شود.
ذرات تولیدکننده گردوغبار، تا ارتفاع شش کیلومتر، صعود می‌کنند و تا مسافت ۶۰۰۰ کیلومتر منتقل می‌شوند و دید افقی را به ۱۰۴ تا ۱۰۳ متر کاهش می‌دهند. غبار اتمسفری، مانع از نفوذ نور خورشید، کاهش تولیدات کشاورزی به میزان ۳۰-۵ درصد، افزایش شیوع بیماری‌ها ازجمله منتژیت و تب دره و آسم و بیماری‌های ویروسی و صدمه به DNA سلول‌های پوست و ریه می‌شود. به‌ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم در مترمکعب در غلظت ذرات معلق کوچک‌تر از ۱۰ میکرون در زمان پدیده گردوغبار، میزان مرگ‌ومیر، یک درصد افزایش می‌یابد (شاهسونی و همکاران، ۱۳۸۹).
در سال گذشته، سد جدیدی به نام بند کمال‌خان روی هیرمند بسته شد که یکی از پروژه‌های مهم سدسازی در افغانستان است. این سد، در ۹۵ کیلومتری شهر زرنج از توابع ولایت نیمروز قرار دارد. به‌طور حتم، تأثیرات این سد بر دریاچه‌های هامون‌ها در سال‌های اولیه آبگیری بارز خواهد بود. این تأثیرات، به‌طور مستقیم موجب افزایش تعداد روزهای گردوغباری و تشدید حرکت ماسه‌های روان در سیستان و نیمروز خواهد شد که به نفع هیچ‌یک از طرفین نیست. مناسب است که در گفت‌وگوهای دو طرف ایران و افغانستان، برای حل مشکل آب هیرمند، به موضوع گردوغبار و ماسه‌های روان توجه ویژه‌ای شود. ممانعت از ورود آب به دشت سیستان، بیش از آنکه به گستره سرزمینی منطقه سیستان ازنظر بوم‌شناسی اجتماعی و اقتصاد اکولوژیک صدمه وارد کند، به مناطق اکولوژیک هم‌جوار منطقه سیستان واقع در افغانستان، با بیش از سه میلیون جمعیت، لطمه وارد خواهد کرد. زیرا، مناطق یادشده در پایین‌دست کانون‌های بحرانی قرار دارند.
بدون تردید، تشدید حرکت ماسه‌های روان، به ساختارهای زیربنایی منطقه زرنج، که در جنوب شرقی هامون‌ها قرار دارد، آسیب‌های زیادی وارد و نهر لشکری را همانند دو دهه قبل مدفون خواهد کرد، تمام اراضی کشاورزی این بخش از افغانستان، توان اکولوژیک خود را از دست خواهند داد و درنتیجه اقتصادی نبودن کشاورزی، شاهد مهاجرت‌های گسترده خواهیم بود. ازجمله اقدامات لازم در مهار گردوغبار و ماسه‌های روان در منطقه سیستان و جلوگیری از تبعات زیست‌محیطی آن، مشارکت فراسرزمینی و در نظر گرفتن حقابه تالاب‌هاست که این امر منجر به رویکردهای مثبت زیر خواهد شد:
الف) کانون بحرانی فرسایش بادی برینگک به مساحت ۲۲ هزار هکتار در مصب رود فراه، یک کانون مشترک بین دو کشور ایران و افغانستان است که بیشترین سهم را در تولید گردوغبار و ماسه‌های روان منطقه دارد. با توجه به تجربه بالای ایران در موضوع کنترل فرسایش بادی در غرب آسیا، مسئولیت کنترل و مهار این کانون را ایران بپذیرد و با مشارکت افغانستان برنامه‌های مهار را در آن انجام دهد. تجربه موفق این همکاری در گذشته در شهر زرنج انجام شده است. این مورد می‌تواند در ادامه طرح جامع مهار گردوغبار سیستان، که در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تهیه شده است، انجام و بودجه مالی آن توسط سازمان‌های بین‌المللی تأمین شود.
ب) با وجود قلمروی گسترده بادهای ۱۲۰ روزه در سرتاسر مرز شرقی کشور و نیازمندی کشور افغانستان به انرژی الکتریکی که علت اصلی توسعه سدها در این کشور است، توسعه استحصال انرژی پاک با ایجاد مزارع توربین‌های بادی، می‌تواند موجب کاهش وابستگی معیشتی مردم به کشاورزی در این منطقه شود و در رسیدن آب به هامون‌های سیستان کمک کند، به‌خصوص آنکه سیستانی‌ها و نهبندانی‌ها، اولین کسانی بودند که توانستند انرژی بادی را به‌صورت عمودی استحصال کنند (Ahmad and Donald Routledge, 1986). ادامه تأمین انرژی الکتریکی و آب شرب شهر زرنج افغانستان از سوی ایران نیز می‌تواند گام‌های مثبت این رویکرد را محکم‌تر کند. کمک ایران در لای‌روبی کانال‌های آبیاری پرشده در افغانستان با ماشین‌آلات نیز از رویکردهای مثبت این تعامل است. در سال‌های خشک‌سالی شدید، بیشتر نهرهای آبیاری در سیستان و نیمروز از ماسه پر می‌شوند.
ج) در صورت رویکرد مثبت افغانستان به رهاسازی آب هیرمند، تشدید عملیات تثبیت کانون‌های تولید رسوب و گردوغبار در هامون‌های صابری و هیرمند از سوی ایران، در مهار گردوغبار و ماسه‌های روان کمک شایانی خواهد کرد و باعث بهبود کیفیت زندگی و کشاورزی در ایران و افغانستان خواهد شد. طبیعی است، توقف عملیات تثبیت توسط ایران، آسیب‌های جدی به شرایط اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی منطقه سیستان و به‌خصوص افغانستان وارد خواهد کرد.

نتیجه‌گیری کلی

بحران آب و فرسایش بادی، همواره دو چالش اساسی دشت سیستان در شرق کشور است. براین‌اساس، سیل و خشک‌سالی، همواره دو چالش رایج حوضه رود هیرمند یا هلمند به طول حدود ۱۱۰۰ کیلومتر است. تغییرات اقلیمی، خشک‌سالی، سدسازی در بالادست و رعایت نکردن حقابه تالاب‌ها، موجب کاهش آب ورودی به هامون‌های شش‌گانه سیستان در دو دهه اخیر شده است. با وجود باد کم‌ارتفاع و پرسرعت ۱۲۰ روزه، هامون‌های سیستان با سطحی حدود ۷۷۳ هزار هکتار (بخش ایرانی حدود ۴۰۰ هزار هکتار)، تبدیل به کانون‌های گردوغبار و ماسه‌های روان شده‌اند. چتر گردوغبار و جریان ماسه، حدود ۴۰۰ هزار نفر در سیستان و ۳ میلیون نفر در جنوب افغانستان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تعداد روزهای همراه با پدیده گردوغبار برای دوره ۱۳۹۷-۱۳۴۴ در ایستگاه زابل، ۱۶۴ روز برآورد شده است که در برخی سال‌ها تا ۲۱۳ روز (سال ۱۳۷۹) نیز افزایش یافته است.

همچنین، شهر زابل، به‌دلیل وجود طوفان‌های گردوغباری، به‌عنوان آلوده‌ترین شهر جهان ازنظر غلظت ذرات کوچک‌تر از ۲/۵ میکرون در سال ۱۳۹۴ شناخته شده است. با وجود چنین شرایطی، نرسیدن آب به هامون‌های سیستان موجب تشدید گردوغبار می‌شود و حرکت ماسه‌های روان در داخل دالان‌های فرسایشی نیاتک، جزینک، قرقری- پوزک و ریگ چاه- تاسوکی افزایش خواهد یافت. افزایش ورودی رسوبات بادی به داخل افغانستان، به گستره فراسرزمینی منطقه، ازنظر بوم‌شناسی اجتماعی و اقتصاد اکولوژیک صدمه وارد خواهد کرد. ضمن اینکه، ساختارهای زیربنایی منطقه و به‌خصوص شهر زرنج را تهدید خواهد کرد. این در حالی است که ایران هرساله عملیات مهار ماسه‌های روان را در دالان‌های سیستان با مالچ نفتی و کشت بیولوژیکی انجام می‌دهد. در صورت تشدید حرکت ماسه‌های روان در دالان‌های نیاتک و جزینک، کانال‌های آبیاری شهر زرنج زیر ماسه مدفون خواهند شد و تعداد روزهای همراه با گردوغبار در سیستان و جنوب افغانستان افزایش خواهد یافت. در این شرایط، مناسب است که علاوه‌بر انجام دیپلماسی برای گرفتن حقابه، گفت‌وگوهای دوجانبه‌ای نیز برای چالش آب و گردوغبار پی‌ریزی و یک برنامه اقدام‌محور و جامع برای تثبیت کانون‌های گردوغباری مشترک و به‌ویژه در هامون برینگک، که فعال‌ترین کانون سیستان است، ارائه شود. هم‌اکنون طرح جامع مهار گردوغبار در هامون‌های سیستان در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور تهیه شده است و امکان گسترش این طرح به دو هامون مشترک صابری و برینگک (بخش افغانی)، که در مسیر اصلی بادهای ۱۲۰ روزه هستند، وجود دارد که تأمین هزینه‌های این کانون‌های مشترک، از طریق پروژه‌های بین‌المللی میسر است.

منابع

خسروشاهی، م.، ۱۴۰۱. مطالعات آب‌های سطحی رودخانه‌های حوزه هیرمند. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۷۳ صفحه.

درگاهیان، ف.، ۱۴۰۱. طرح جامع مهار گردوغبار و ماسه‌های روان سیستان: مطالعات اقلیم. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۶ صفحه.

سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰. آمار فعالیت‌های مهار بیابانزایی. دفتر امور بیابان، تهران، ۸۵ صفحه.

سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۴۰۱. مطالعات اجرایی مقابله با گردوغبار در تالاب بین‌المللی سیستان با سطح ۳۵۰ هزار هکتار: گزارش هیدرولوژی. دفتر ملی کنترل گردوغبار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ۳۸۰ صفحه.

شاهسونی، ع.، یاراحمدی، م.، جعفرزاده حقیقی فرد، ن.ا.، نعیم‌آبادی، ا.، محمودیان، م. ح. و صاکی، ح.، ۱۳۸۹. اثرات طوفان‌های گرد و غباری بر سلامت و محیط‌زیست. نشریه دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۲(۴): ۵۶-۴۵.

عباسی، ح.ر.، ۱۴۰۱. راهبردهای مهار فرسایش بادی در دالان‌های حمل ماسه دشت سیستان. نشریه پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۷(۲): ۱۳۸-۱۲۵.

عباسی ح.ر.، گوهردوست، آ.، خاکساریان، ف. گنجعلی، م.، ۱۳۹۶. ویژگی‌های ریخت‌شناسی رسوبات بادی و بادهای فرساینده دشت سیستان. نشریه مدیریت بیابان، ۱۰: ۶۱۲-۵۹۴.

ملک‌الشعراء بهار، ۱۳۶۶. تاریخ سیستان. انتشارات پدیده خاور، تهران، ۵۲۹ صفحه.

Abbasi, H.R., Opp. C., Groll, M. and Gohardoust, A., 2019. Wind regime and sand transport in the Sistan and Registan regions (Iran/Afghanistan). Zeitschrift für Geomorphol, 62: 041-055.

Ahmadi, H. and Donald Routledge, H., 1986. Islamic Technology: An illustrated history. Cambridge University Press, p. 54.

Alizadeh-Choobari, O., Zawar-Reza, P. and Sturman, A., 2014. The 'wind of 120days' and dust storm activity over the Sistan Basin. Atmos. Res., 143: 328–341.

Hamzeh, M.A. , Mahmudy-Gharaie, M.H., Alizadeh-Lahijani, H., Moussavi-Harami, R., Djamali, M. and Naderi-Beni, A., 2016. Paleolimpmology of Lake Hamoun (E Iran): Implication for past climate changes and possible impacts on human settlements. Palaios, 31(12): 616–629.

IPCC, 2018. Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to," pp.24.

Kaskaoutis, D.G , Rashki, A. and Houssos, E.E., 2015. Meteorological aspects associated with dust storms in the Sistan region, southeastern Iran. Clim. Dyn., 45(1–2): 407–424.

UNEP, 2006. History of Environmental Change in the Sistan Basin. 1976–2005.