



مسئولیت متن و شکل بدوش نویسنده مضمون میباشد، عقیده نویسنده لزوماً نظر افغان جرمن آنلاين نمی باشد



۲۰۲۶/۱۰/۰۷

سیف قاضی زاد

کریوسفیر هندوکش و امنیت آبی افغانستان در عصر تغییرات اقلیمی

(تحلیل پیوند پسر روی یخچال ها ، "اوج آبها" ، خطرات مرکب کوهستانی و درس های سیلاب مرگبار نیپال)

چکیده :

کریوسفیر هندوکش - هیمالیا یکی از مهم ترین سامانه های طبیعی ذخیره و تنظیم آب در آسیا به شمار می رود . یخچال ها ، برف ، زمین های دائماً منجمد و دیگر اجزای آن ، در تنظیم جریان های فصلی دریاها ، تغذیه حوزه های دریایی و پایداری ایکوسیستم های کوهستانی نقش اساسی دارند . با این حال، تغییرات اقلیمی در دهه های اخیر موجب افزایش درجه حرارت ، کاهش پوشش برف ، پسر روی و کاهش جرم یخچال ها و در برخی مناطق ذوب زمین های دائماً منجمد شده است . این تحولات نه تنها مقدار آب ذخیره شده در کوهستان را کاهش می دهد ، بلکه زمان بندی جریان آب را نیز دگرگون می سازد و از طریق پدیده ای موسوم به « اوج آب » (Peak Water) ، (دبیّت اوج سطح یا حجم آب) در کوتاه مدت می تواند موجب افزایش جریان ذوب و درازمدت سبب کاهش آب قابل دسترس شود .

این مسئله برای افغانستان که بخش مهمی از منابع آب سطحی آن از مناطق مرتفع هندوکش سرچشمه می گیرد ، اهمیت خاص دارد . افغانستان از یکسو با خطر افزایش سیلاب های ناگهانی ، شکست دریاچه های یخچالی ، لغزش زمین ، ریزش سنگ ، یخ و سایر خطرات مرکب کوهستانی مواجه است و از سوی دیگر ، درازمدت با کاهش ذخایر یخی و تغییر رژیم جریان دریاها ، خطر کمبود آب ، خشکسالی ، کاهش حاصلات زراعتی و آسیب پذیری انرژی برق آبی افزایش می یابد . بنابراین ، تغییرات کریوسفیر را نمی توان صرفاً یک مسئله محیط زیستی دانست ؛ بلکه این پدیده به یک موضوع مرتبط با امنیت آبی ، امنیت غذایی ، امنیت انرژی ، ثبات اقتصادی و در نهایت امنیت ملی افغانستان تبدیل شده است .

در این پژوهش ، با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی و تحلیل اسنادی ، پیوند میان تغییرات اقلیمی ، تحولات کریوسفیر ، رژیم آب ، خطرات مرکب کوهستانی و امنیت آبی افغانستان بررسی شده است . تجربه سیلاب مرگبار اخیر در منطقه سرحدی نیپال و چین نیز به عنوان مطالعه موردی مورد تحلیل قرار گرفته است . این رویداد نشان داد که در شرایط جدید اقلیمی ، یک حادثه کوهستانی ممکن است از طریق زنجیره ای از رویدادها - مانند فروپاشی یخ و سنگ ، ایجاد جریان آوار ، مسدود شدن موقت دریا و شکست بند طبیعی - به یک فاجعه گسترده تبدیل شود . یافته های پژوهش نشان می دهد که افغانستان برای کاهش آسیب پذیری خود به یک نظام ملی نظارت بر کریوسفیر ، سیستم هشداردهی زودهنگام چندخطره ، بانک معلومات جغرافیایی ، استفاده منظم از سنجش از راه دور ، سیستم معلومات جغرافیایی و رادار دهانه ترکیبی تداخل سنجی ، و همچنین همکاری علمی بیرون مرزی نیاز دارد . در کنار سازگاری داخلی ، دیپلماسی علمی آب و همکاری منطقه ای نیز باید به یکی از محورهای سیاست آب افغانستان تبدیل شود .

واژگان کلیدی : تغییرات اقلیمی ، کریوسفیر ، هندوکش ، یخچال ها ، پسر روی یخچال ها ، آب اوج ، امنیت آبی ، خطرات مرکب ، سیلاب یخچالی ، سنجش از دور ، GIS ، Sentinel-2 ، افغانستان .

۱. مقدمه :

د پانو شمیره : له 1 تر 15

افغان جرمن آنلاين په درنښت تاسو همکارۍ ته راښوولې . په دغه پته له مور سره اړیکه ټینګه کړئ maqalat@afghan-german.de
 یادونه: دلیکنې د لیکنیزې بڼې پازوالې د لیکوال په غاړه ده ، هیله من یو خپله لیکنه له رالیرلو مخکې په خبر و لولئ

هندوکش یکی از مهم‌ترین ساختارهای طبیعی جغرافیایی افغانستان و بخش اساسی سلسله کوهستانی (Mountain System) هندوکش - هیمالیا است. این ارتفاعات نه تنها سیمای طبیعی افغانستان را شکل می‌دهند، بلکه در تولید ذخیره و تنظیم منابع آب نیز نقش بنیادی دارند. برف و یخچال‌های مناطق مرتفع هندوکش مانند یک ذخیره طبیعی آب عمل کرده و بخشی از آب مورد نیاز حوزه‌های دریایی افغانستان را در جریان فصل‌های مختلف تأمین می‌کنند. به همین دلیل، وضعیت کریوسفر مستقیماً با امنیت آبی، زراعت، انرژی برق‌آبی، ایکوسیستم‌ها و معیشت جوامع وابسته به منابع آب ارتباط دارد.

با این حال، تغییرات اقلیمی در حال تغییر این نظام طبیعی است. یافته‌های جدید مرکز بین‌المللی توسعه یکپارچه کوهستانی (ICIMOD) نشان می‌دهد که یخچال‌های هندوکش - هیمالیا در فاصله ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ حدود ۱۲ درصد از مساحت خود را از دست داده‌اند و روند از دست رفتن یخ پس از سال ۲۰۰۰ به‌طور قابل توجهی شتاب گرفته است. بر اساس گزارش‌های جدید این مرکز، میزان از دست رفتن یخ در دوره پس از ۲۰۰۰ تقریباً دو برابر شده و در برخی یخچال‌ها تا سال ۲۰۲۶ کاهش ضخامت یخ به چندین متر رسیده است.

اهمیت این تغییرات زمانی بیشتر می‌شود که بدانیم پیامدهای تغییر کریوسفر صرفاً به کاهش مقدار یخ محدود نیست. کاهش ذخایر یخچالی می‌تواند زمان و مقدار جریان آب را تغییر دهد، خطر سیلاب‌های ناگهانی و شکست دریاچه‌های یخچالی را افزایش دهد و در درازمدت ظرفیت طبیعی کوهستان برای ذخیره آب را کاهش دهد. در نتیجه، افغانستان با یک تناقض اساسی روبه‌رو می‌شود: در برخی دوره‌ها آب بیش از حد و خطر سیلاب افزایش می‌یابد، در حالی که در دوره‌های دیگر، به‌ویژه فصل‌های خشک، دسترسی به آب کاهش می‌یابد.

از این منظر، تغییرات اقلیمی برای افغانستان صرفاً یک مسئله محیط‌زیستی نیست؛ بلکه یک مسئله چندبعدی اقتصادی، اجتماعی، جغرافیایی، سیاسی و امنیتی است. از دست رفتن ظرفیت ذخیره طبیعی آب در هندوکش می‌تواند مستقیماً بر زراعت، آب آشامیدنی، تولید انرژی، ایکوسیستم‌ها و روابط میان جوامع و حوزه‌های دریایی تأثیر بگذارد.

۲. بیان مسئله:

مسئله اصلی این پژوهش آن است که تغییرات اقلیمی در حال دگرگون‌ساختن ساختار و عملکرد کریوسفر هندوکش است، اما نظام مدیریت منابع آب و کاهش خطر حوادث در افغانستان هنوز به اندازه کافی با این شرایط جدید سازگار نشده است.

در گذشته، بخش قابل توجهی از برنامه‌ریزی منابع آب بر این فرض استوار بود که الگوهای بارندگی، برف، ذوب یخچال‌ها و جریان دریاها در آینده تا حد زیادی مشابه گذشته خواهد بود. اما تغییرات اقلیمی این فرض را تضعیف کرده است. افزایش درجه حرارت، کاهش برف، پس‌روی یخچال‌ها و تغییر زمان ذوب می‌تواند رژیم هایدرولوژیکی حوزه‌های دریایی افغانستان را تغییر دهد.

گزارش‌های جدید ICIMOD نشان می‌دهد که یخچال‌های هندوکش - هیمالیا در حال از دست دادن سریع‌تر جرم خود هستند و این روند پیامدهایی برای منابع آب، جریان دریاها و خطرات طبیعی دارد.

در چنین شرایطی، خطر تنها کاهش تدریجی آب نیست. مناطق کوهستانی ممکن است هم‌زمان با افزایش خطرات ناگهانی نیز مواجه شوند. فروپاشی بخشی از یخچال، زمین‌لغزش، ریزش سنگ و یخ، تشکیل بند طبیعی، ایجاد دریاچه موقت و سپس شکست آن می‌تواند یک زنجیره خطر ایجاد کند که با سیلاب معمولی تفاوت بنیادی دارد.

سیلاب مرگبار ۲۶ آگست ۲۰۲۶ در منطقه هندوکش - هیمالیا و مرز نیپال و چین نمونه آشکاری از این نوع خطرات مرکب بود. گزارش‌های اولیه نشان می‌دهد که فروپاشی یخ و سنگ در نزدیکی لانگتانگ لیرونک موجب ایجاد جریان عظیم یخ، سنگ، آوار و آب شد و خسارات گسترده‌ای را در امتداد دره‌ها و حوزه دریایی ایجاد کرد.

بنابراین پرسش اساسی این است که آیا افغانستان نیز ممکن است در آینده با رویدادهای مشابه مواجه شود و اگر چنین باشد، ظرفیت کنونی مدیریت خطرات طبیعی و منابع آب برای مقابله با آن کافی خواهد بود یا خیر؟

۳. اهمیت و ضرورت تحقیق:

اهمیت این پژوهش از سه سطح قابل بررسی است .

نخست ، در سطح محیط‌زیستی ، کریوسفر یکی از اجزای مهم نظام طبیعی هندوکش است . تغییر در حجم یخچال‌ها ، پوشش برف و زمین‌های دایماً منجمد می‌تواند تعادل ایکوسیستم‌های کوهستانی را برهم زند .

دوم ، در سطح اقتصادی - اجتماعی ، آب حاصل از بارندگی، برف و یخچال‌ها اساس زراعت و بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی افغانستان را تشکیل می‌دهد . کاهش قابلیت پیش‌بینی جریان آب می‌تواند برنامه‌ریزی زراعتی ، تولید برق و تأمین آب آشامیدنی را دشوارتر سازد .

سوم ، در سطح جیوپولیتیکی و امنیتی ، بخش مهمی از منابع آب افغانستان در حوزه‌های دریایی بیرون مرزی قرار دارد . از این‌رو ، تغییر در حجم و زمان جریان آب می‌تواند در آینده اهمیت بیشتری در روابط افغانستان با کشورهای پابین‌دست پیدا کند .

در نتیجه ، مطالعه کریوسفر باید از چارچوب محدود محیط‌زیست خارج شده و در چارچوب وسیع‌تر «اقلیم - آب - غذا - انرژی - امنیت» بررسی شود .

۴. اهداف تحقیق

۴.۱. هدف عمومی

هدف عمومی این پژوهش ، بررسی علمی تأثیر تغییرات اقلیمی و تحولات کریوسفر هندوکش بر امنیت آبی افغانستان و تحلیل پیامدهای آن بر زراعت ، انرژی ، ایکوسیستم‌ها ، خطرات طبیعی و امنیت ملی است .

۴.۲. اهداف اختصاصی

۱. بررسی نقش یخچال‌ها و برف در تنظیم منابع آب افغانستان ؛
۲. تحلیل روند پس‌روی و کاهش جرم یخچال‌ها در هندوکش ؛
۳. بررسی مفهوم « اوج آب » و پیامدهای آن برای آینده منابع آب ؛
۴. تحلیل خطرات مرکب و زنجیره‌ای در مناطق کوهستانی ؛
۵. بررسی تجربه سیلاب مرگبار نیپال به عنوان مطالعه موردی ؛
۶. بررسی نقش سنجش از دور ، Sentinel-2 ، GIS و InSAR در نظارت بر کریوسفر ؛
۷. بررسی ارتباط امنیت آبی با امنیت غذایی و انرژی ؛
۸. تحلیل پیامدهای جیوپولیتیکی تغییرات منابع آب ؛
۹. ارائه راهکارهای راهبردی برای افزایش تاب‌آوری اقلیمی افغانستان .

۵. پرسش‌های تحقیق

پرسش اصلی پژوهش چنین است :

تغییرات اقلیمی و پس‌روی یخچال‌های هندوکش چگونه می‌تواند امنیت آبی ، اقتصادی و ملی افغانستان را تحت تأثیر قرار دهد ؟

پرسش‌های فرعی عبارت‌اند از:

۱. پس‌روی یخچال‌ها چگونه رژیم فصلی جریان دریاها را تغییر می‌دهد؟
۲. پدیده «آب اوج» چه پیامدی برای افغانستان دارد؟
۳. آیا تغییرات کریوسفر می‌تواند خطرات مرکب کوهستانی را افزایش دهد؟
۴. افغانستان از تجربه سیلاب اخیر نیپال چه درس‌هایی می‌تواند بگیرد؟
۵. سنجش از دور و GIS چگونه می‌توانند در کاهش خطرات و مدیریت منابع آب مورد استفاده قرار گیرند؟
۶. تغییرات کریوسفر چه پیامدهایی برای امنیت غذایی، انرژی و امنیت ملی افغانستان خواهد داشت؟
۷. دیپلماسی علمی آب چگونه می‌تواند به مدیریت بهتر پیامدهای بیرون مرزی تغییرات اقلیمی کمک کند؟
۶. فرضیه‌های تحقیق؛

این پژوهش بر چند فرضیه اساسی استوار است:

فرضیه اول: افزایش درجه حرارت و پس‌روی یخچال‌های هندوکش موجب تغییر در مقدار و زمان‌بندی جریان آب شده و در درازمدت خطر کمبود آب را افزایش خواهد داد.

فرضیه دوم: ترکیب پس‌روی یخچال‌ها، ذوب زمین‌های دائماً منجمد، تغییرات برف، بارندگی‌های شدید و ناپایداری دامنه‌ها می‌تواند احتمال وقوع خطرات مرکب و زنجیره‌ای را افزایش دهد.

فرضیه سوم: توسعه نظام ملی نظارت بر کریوسفر و سیستم هشداردهی زودهنگام چندخطره می‌تواند آسیب‌پذیری جوامع و زیربنای افغانستان را کاهش دهد.

فرضیه چهارم: تغییر رژیم منابع آب می‌تواند در آینده اهمیت جیوپولیتیکی آب و ضرورت دیپلماسی علمی و همکاری فرامرزی را افزایش دهد.

۷. روش تحقیق و چارچوب تحلیلی:

این پژوهش از روش توصیفی - تحلیلی و تحلیل اسنادی استفاده می‌کند. معلومات مورد استفاده شامل گزارش‌های علمی و تخریکی سازمان‌های بین‌المللی، مطالعات مربوط به کریوسفر هندوکش - هیمالیا، پژوهش‌های اقلیمی، داده‌های سنجش از دور و مطالعات مرتبط با خطرات طبیعی و منابع آب است.

در این چارچوب، سنجش از دور و GIS به‌عنوان ابزارهای مهم تحلیل جغرافیایی مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ با این توضیح که پژوهش حاضر یک پروژه مستقل پردازش تصاویر ماهواره‌ای یا مدل‌سازی هایدرولوژیکی جدید نیست، بلکه ظرفیت این ابزارها را برای ایجاد نظام ملی نظارت و تصمیم‌گیری بررسی می‌کند.

چارچوب مفهومی پژوهش را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

تغییرات اقلیمی → افزایش درجه حرارت → پس‌روی یخچال‌ها و تغییر برف و پرمافراست → تغییر ذخیره و زمان‌بندی آب → آب اوج و سپس کاهش جریان پایه → افزایش خطر سیلاب و کمبود آب → پیامدهای زراعتی، انرژی و ایکوسیستمی → افزایش آسیب‌پذیری اقتصادی و اجتماعی → پیامدهای جیوپولیتیکی و امنیت ملی.

این چارچوب نشان می‌دهد که تغییرات کریوسفر باید به‌عنوان یک زنجیره علت و معلولی بررسی شود، نه به‌عنوان یک پدیده منفرد.

۸. کریوسفر هندوکش - هیمالیا ؛ ذخیره طبیعی آب آسیا :

کریوسفر شامل یخچال‌ها ، برف ، یخ‌های سطحی ، زمین‌های دائماً منجمد و دیگر اشکال آب منجمد است . در منطقه هندوکش - هیمالیا ، این اجزا نقش مهمی در ذخیره و تنظیم آب دارند . به همین دلیل ، این منطقه اغلب به‌عنوان یکی از « برج‌های آب آسیا » شناخته می‌شود .

International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD)

در ارزیابی‌های خود تأکید کرده است که کریوسفر هندوکش - هیمالیا تحت تغییرات سریع و گسترده قرار دارد و افزایش درجه حرارت ، کاهش برف ، ذوب یخچال‌ها و تغییرات زمین‌های دائماً منجمد از مهمترین عوامل این تحول هستند .

برای افغانستان ، اهمیت این موضوع بسیار زیاد است ؛ زیرا ارتفاعات هندوکش سرچشمه یا تغذیه‌کننده بخش مهمی از شبکه دریایی کشور است . حوزه‌های دریایی کابل ، کنر ، پنجشیر ، کوکچه ، هریرود - مرغاب ، هلمند و حوزه شمالی هر یک با شرایط متفاوت اقلیمی و جغرافیایی مواجه‌اند ، اما همگی از تغییرات بارندگی ، برف و ذوب یخ تأثیر می‌پذیرند .

بنابراین ، یخچال‌های افغانستان را نباید فقط توده‌های یخی در مناطق مرتفع دانست ؛ بلکه آنها بخشی از زیربنای طبیعی امنیت آبی کشور هستند .

۹. تغییرات اقلیمی و روند پس‌روی یخچال‌های هندوکش

یکی از مهمترین شاخص‌های تغییر اقلیم در ارتفاعات هندوکش - هیمالیا ، کاهش جرم و مساحت یخچال‌ها است . گزارش ICIMOD در سال ۲۰۲۶ نشان می‌دهد که یخچال‌های منطقه بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ حدود ۱۲ درصد از مساحت خود را از دست داده‌اند و ذخایر یخی نیز به شکل قابل توجهی کاهش یافته است . این مطالعه بر پایه تصاویر ماهواره‌ای و روش یکسان نقشه‌برداری در دوره‌های زمانی مختلف انجام شده است .

اهمیت دیگر این یافته در سرعت تغییرات است . ICIMOD در سال ۲۰۲۶ گزارش کرده است که میزان از دست رفتن یخ در یخچال‌های هندوکش - هیمالیا پس از سال ۲۰۰۰ تقریباً دو برابر شده است . همچنین برخی یخچال‌ها از سال ۱۹۷۵ تاکنون تا ۲۷ متر از ضخامت یخی خود را از دست داده‌اند .

این روند برای افغانستان اهمیت ویژه دارد ؛ زیرا کوچک‌شدن یخچال‌ها در ابتدا ممکن است حجم آب ذوب‌شده را افزایش دهد ، اما با ادامه کاهش ذخیره یخی ، ظرفیت تأمین آب در دوره‌های خشک کاهش خواهد یافت .

به عبارت دیگر ، یخچال‌ها ممکن است در مرحله نخست آب بیشتری وارد سیستم دریایی کنند ، اما در مرحله بعد ، خود منبع ذخیره‌ای که این آب را تنظیم می‌کرد ، کوچک‌تر می‌شود .

۱۰. « آب اوج » و تغییر رژیم آب افغانستان

یکی از مفاهیم کلیدی برای درک آینده منابع آب کوهستانی ، «اوج سطح آب» یا Peak Water است . اوج سطح آب (دیبیت آب) به مرحله‌ای اشاره دارد که در نتیجه افزایش ذوب یخچال‌ها ، جریان آب برای مدتی افزایش می‌یابد ، اما پس از رسیدن یخچال به مرحله کاهش شدید جرم ، میزان آب ذوب‌شده نیز کاهش پیدا می‌کند .

بنابراین ، افزایش کوتاه‌مدت آب نباید لزوماً به معنای افزایش پایدار منابع آب تلقی شود .

مطالعات مربوط به هندوکش - هیمالیا نشان می‌دهد که در سناریوهای افزایش درجه حرارت ، بسیاری از حوزه‌های دریایی منطقه ممکن است در میانه قرن به مرحله آب اوج برسند و پس از آن ، در دسترس‌بودن آب کاهش یابد .

برای افغانستان ، این پدیده می‌تواند یک مسئله راهبردی باشد . اگر مدیریت آب فقط بر مقدار آب موجود در یک دوره کوتاه تمرکز کند ، ممکن است افزایش موقتی جریان به‌عنوان یک فرصت تلقی شود ؛ در حالی که در واقع می‌تواند نشانه کاهش ذخیره یخی و آغاز یک تغییر بلندمدت در نظام آب باشد .

بنابراین ، سیاست‌گذاری منابع آب افغانستان باید از مدیریت «آب موجود» به سمت مدیریت روند ذخیره و آینده آب حرکت کند .

۱۱. چشم‌انداز آینده یخچال‌ها در سناریوهای مختلف اقلیمی

پژوهش‌های جدید درباره آینده یخچال‌های جهان نشان می‌دهد که هر مقدار افزایش درجه حرارت اهمیت دارد . مطالعه منتشرشده در مجله Science در سال ۲۰۲۵ نشان می‌دهد که در صورت محدودشدن گرمایش به ۱.۵ درجه سانتی‌گراد ، حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد از یخچال‌های هیمالیا و قفقاز می‌تواند تا پایان قرن باقی بماند ؛ در حالی که در سناریوی گرمایش ۲ درجه سانتی‌گراد ، برای هندوکش - هیمالیا تنها حدود یک‌چهارم یخ سال ۲۰۲۰ باقی خواهد ماند .

این یافته یک پیام مهم برای افغانستان دارد : سیاست اقلیمی جهان مستقیماً با آینده امنیت آبی افغانستان ارتباط دارد .

البته این ارقام به معنای آن نیست که در یک روز مشخص ۷۵ درصد یخچال‌ها از بین خواهند رفت ؛ بلکه بیانگر کاهش شدید جرم یخی در یک دوره بلندمدت و تحت سناریوی مشخص گرمایش است . ازاین‌رو ، استفاده علمی از این آمار باید با توجه به سناریوی اقلیمی و تفاوت‌های جغرافیایی انجام شود .

۱۲. تفاوت جغرافیایی حوزه‌های دریایی افغانستان

افغانستان از نظر منابع آب یک واحد جغرافیایی همگون نیست . تفاوت ارتفاع، اقلیم ، جهت دامنه‌ها ، بارندگی ، پوشش برف ، یخچال‌ها و ساختار جیولوجیکی سبب می‌شود که تأثیر تغییر اقلیم در حوزه‌های مختلف متفاوت باشد .

در مناطق شمال‌شرق و ارتفاعات هندوکش ، سهم برف و یخچال در تنظیم جریان آب اهمیت بیشتری دارد . در حوزه کابل و کنر ، تغییرات برف، بارندگی و ذوب یخچال‌ها بر جریان‌های فصلی تأثیر می‌گذارد . در حوزه هلمند ، مسئله خشکسالی ، تبخیر بالا و کاهش جریان‌های پایدار اهمیت بیشتری پیدا می‌کند . در حوزه هریرود - مرغاب نیز تغییرات بارندگی ، خشکسالی و کاهش منابع آب می‌تواند فشار بر منابع موجود را افزایش دهد .

بنابراین ، افغانستان به یک سیاست واحد و ساده برای مدیریت تغییرات اقلیمی نیاز ندارد ؛ بلکه باید یک نظام مدیریت حوزه‌محور ایجاد کند که در آن هر حوزه بر اساس شرایط اقلیمی ، هایدروژئیک و جغرافیایی خود ارزیابی شود .

۱۳. از پس‌روی یخچال‌ها تا خطرات مرکب کوهستانی

یکی از مهم‌ترین ابعاد جدید تغییرات کریوسفر ، افزایش احتمال تعامل میان چند نوع خطر طبیعی است .

برای مثال ، افزایش درجه حرارت می‌تواند موجب ذوب یخچال و زمین دایماً منجمد شود. این امر ممکن است پایداری دامنه را کاهش دهد. سپس بارندگی شدید یا تغییرات ناگهانی دما می‌تواند موجب لغزش زمین یا ریزش سنگ شود . مواد ریزش‌کرده ممکن است دریا یا مسیر آب را موقتاً مسدود کند . ایجاد بند طبیعی می‌تواند موجب تجمع آب شود و شکست ناگهانی آن ، سیلاب عظیم ایجاد کند .

در این حالت ، حادثه دیگر یک «سیلاب» ساده نیست ؛ بلکه یک خطر مرکب و زنجیره‌ای است .

زنجیره می‌تواند چنین باشد :

پس‌روی یخچال → ناپایداری دامنه → ریزش سنگ و یخ → جریان آوار → انسداد دریا → ایجاد بند طبیعی → شکست بند → سیلاب ناگهانی → تخریب زیربنا → خطرات ثانویه .

این نوع خطرات برای مناطق کوهستانی افغانستان، به‌ویژه در بدخشان، نورستان، کنر، پنجشیر و دیگر مناطق مرتفع، اهمیت بالقوه دارد.

۱۴. تجربه سیلاب مرگبار نیپال؛ مطالعه موردی برای هندوکش

سیلاب مرگبار ۲۶ اگست ۲۰۲۶ در منطقه مرزی نیپال و چین یکی از هشداردهنده‌ترین نمونه‌های جدید از تعامل خطرات کریوسفر و خطرات کوهستانی است.

بر اساس گزارش‌های اولیه، فروپاشی بخشی از یخچال و سنگ بستر در نزدیکی قله لانگتنگ لیرونگ موجب ایجاد یک جریان عظیم از یخ، سنگ و آوار شد. این جریان در امتداد دره حرکت کرد و در پایین‌دست با مقدار عظیمی از آب و رسوبات ترکیب شد و سیلاب و جریان آوار بسیار مخربی را ایجاد کرد.

شدت فاجعه به حدی بود که در روزهای پس از حادثه شمار قربانیان به بیش از ۱۲۰۰ نفر رسید و هزاران نفر همچنان مفقود گزارش شدند. ده‌ها هزار خانه و زیربنای ارتباطی و انرژی نیز آسیب دیدند.

اهمیت علمی این رویداد در این است که نشان داد یک حادثه در ارتفاعات بسیار بلند می‌تواند پیامدهایی بسیار فراتر از محل آغاز خود داشته باشد. جریان آب و آوار می‌تواند در امتداد یک حوزه دریایی حرکت کرده و مناطق ده‌ها یا حتی صدها کیلومتر دورتر را تحت تأثیر قرار دهد.

این مسئله برای افغانستان بسیار مهم است؛ زیرا بسیاری از سکونتگاه‌ها، جاده‌ها، پل‌ها، تأسیسات انرژی و فعالیت‌های اقتصادی در امتداد دره‌های کوهستانی و نزدیک به مسیر دریاها قرار دارند.

۱۵. چرا تجربه نیپال برای افغانستان اهمیت دارد؟

مهم‌ترین درس تجربه نیپال آن است که سیستم‌های هشداردهی سنتی که عمدتاً بر بارندگی و افزایش آب سطح دریا تمرکز دارند، ممکن است برای برخی خطرات جدید کافی نباشند.

در حادثه اخیر، یکی از مشکلات اساسی این بود که خطر از ارتفاعات و از طریق فروپاشی یخ و سنگ آغاز شد و الزاماً نشانه‌های معمول سیلاب بارانی را از قبل ایجاد نکرد. گزارش‌های مربوط به حادثه بر ضرورت تقویت نظارت بر فعالیت‌های یخچالی و ایجاد سیستم‌های هشداردهی مناسب برای چنین رویدادهایی تأکید کرده‌اند.

بنابر این، افغانستان نیز باید مفهوم هشداردهی را از «پیش‌بینی بارندگی» به نظارت بر کل سلسله خطر توسعه دهد. سیستم آینده باید بتواند تغییرات:

- یخچال‌ها؛

- پوشش برف؛

- دریاچه‌های یخچالی؛

- زمین‌های دایماً منجمد؛

- دامنه‌های ناپایدار؛

- بارندگی شدید؛

- سطح و سرعت جریان دریاها؛

- و زمین‌لغزش‌ها

را به صورت یکپارچه بررسی کند .

۱۶. تغییرات کریوسفیر و ناپایداری کوهستان

افزایش درجه حرارت فقط باعث ذوب یخ نمی شود ؛ بلکه می تواند ویژگی های فیزیکی محیط کوهستان را نیز تغییر دهد .

زمین های دائماً منجمد مانند یک « سیمان طبیعی » (سیمان به فرانسوی: Ciment) ماده ای است که روی سطح اجسام جامد اعمال می شود تا آنها را محکم به هم بچسباند یا به عبارت دقیق تر ، ماده پودری است . (در بسیاری از دامنه های مرتفع عمل می کنند . وقتی این زمین ها گرم و ذوب می شوند ، استحکام برخی دامنه ها کاهش می یابد . در چنین شرایطی ، سنگ ها و مواد یخ زده ممکن است ناپایدارتر شوند .

با این حال ، از نظر علمی باید میان ارتباط اقلیمی و انتساب مستقیم یک حادثه به تغییر اقلیم تفاوت گذاشت . برای یک رویداد مشخص ، نمی توان صرفاً بر اساس وقوع آن نتیجه گرفت که تغییر اقلیم علت مستقیم حادثه بوده است . اما تغییر اقلیم می تواند شرایط زمینه ای را برای افزایش احتمال یا شدت برخی خطرات فراهم کند .

همین نکته درباره حادثه اخیر نیپال نیز مطرح است . کارشناسان افزایش درجه حرارت و تغییرات یخچالی را از عوامل زمینه ساز ناپایداری می دانند ، اما تعیین سهم دقیق تغییر اقلیم در ایجاد همان حادثه به مطالعات علمی اختصاصی نیاز دارد .

۱۷. دوگانگی اقلیمی افغانستان؛ آب بیشتر و آب کمتر

یکی از پیچیده ترین پیامدهای تغییر اقلیم برای افغانستان ، هم زمانی دو خطر ظاهراً متناقض است :

خطر نخست : آب بیش از حد در زمان کوتاه

بارندگی شدید ، ذوب سریع برف ، ذوب یخچال ، شکست دریاچه های یخچالی و لغزش زمین می توانند سیلاب های ناگهانی ایجاد کنند .

خطر دوم : کمبود آب در درازمدت

کاهش ذخایر یخی ، تغییر بارندگی ، افزایش تبخیر و کاهش جریان پایه می تواند منابع آب را در فصل خشک کاهش دهد .

از این رو ، سیاست آب افغانستان نباید میان « مدیریت سیلاب » و « مدیریت خشکسالی » یکی را انتخاب کند ؛ بلکه باید هر دو را در یک چارچوب واحد مدیریت کند .

۱۸. پیامدها بر زراعت و امنیت غذایی :

زراعت افغانستان وابستگی شدیدی به منابع آب دارد . هرگونه تغییر در زمان بندی جریان آب می تواند برنامه های آبیاری ، کشت و برداشت را تحت تأثیر قرار دهد .

اگر آب در اوایل فصل به مقدار زیاد در دسترس باشد ، اما در زمان نیاز زراعتی کاهش یابد ، صرف افزایش مجموع سالانه آب نمی تواند مشکل را حل کند . مسئله اصلی زمان ، مکان و قابلیت دسترسی آب است .

تغییرات کریوسفیر می تواند از سه مسیر بر امنیت غذایی اثر بگذارد :

۱. تغییر در مقدار آب آبیاری ؛

۲. افزایش خطر سیلاب و تخریب زمین‌های زراعتی ؛

۳. افزایش خشکسالی و کاهش حاصلات در دوره‌های خشک .

بنابراین ، سازگاری زراعت افغانستان باید شامل مدیریت ذخیره آب ، توسعه آبیاری مؤثر ، استفاده از نباتات مقاوم به خشکسالی ، احیای حوزه‌های آبخیز و تقویت پیش‌بینی هیدرولوژیکی باشد .

۱۹. پیامدها بر انرژی برق‌آبی :

افغانستان از نظر انرژی برق‌آبی دارای ظرفیت قابل توجهی است ، اما تغییرات اقلیمی می‌تواند الگوی تولید این انرژی را تغییر دهد .

در صورت افزایش جریان در دوره‌های ذوب شدید ، ظرفیت تولید برق ممکن است در برخی فصل‌ها افزایش یابد ؛ اما اگر درازمدت ذخیره یخی کاهش پیدا کند، جریان‌های خشک‌فصلی ممکن است کاهش یابد .

از سوی دیگر ، سیلاب‌های شدید می‌توانند به بندها ، توربین‌ها ، کانال‌ها ، تونل‌ها و خطوط انتقال آسیب وارد کنند . حادثه اخیر نیپال نشان داد که زیربنای انرژی در مناطق کوهستانی در برابر خطرات مرکب بسیار آسیب‌پذیر هستند ؛ گزارش‌های اخیر از آسیب شدید به پروژه‌های برق‌آبی در منطقه خبر داده‌اند .

بنابراین ، ارزیابی پروژه‌های انرژی برق‌آبی افغانستان باید از مدل‌های تاریخی بارندگی فراتر رفته و سناریوهای تغییر اقلیم و خطرات مرکب را نیز شامل شود .

۲۰. پیوند آب - غذا - انرژی

سه بخش آب ، غذا و انرژی در افغانستان به‌شدت به یکدیگر وابسته‌اند .

آب → زراعت → غذا

آب → انرژی برق‌آبی → توسعه اقتصادی

انرژی → پمپاژ و انتقال آب → زراعت و آب آشامیدنی

از این رو ، بحران در یکی از این بخش‌ها می‌تواند به بخش‌های دیگر منتقل شود .

اگر منابع آب کاهش یابد ، تولید زراعتی کاهش می‌یابد ؛ کاهش تولید غذا می‌تواند فشار اقتصادی و اجتماعی ایجاد کند ؛ کاهش تولید برق نیز هزینه استخراج و انتقال آب را افزایش می‌دهد . بنابراین ، مدیریت اقلیم و آب باید بر اساس رویکرد پیوند آب - غذا - انرژی صورت گیرد .

۲۱. نقش سنجش از دور ، Sentinel-2 و GIS

یکی از مهم‌ترین فرصت‌های علمی برای افغانستان، استفاده از سنجش از دور و سیستم معلومات جغرافیایی برای نظارت بر کریوسفر است .

تصاویر ماهواره‌ای می‌توانند تغییرات :

- مساحت یخچال‌ها ؛

- خط برف ؛

- پوشش برف ؛

- دریاچه‌های یخچالید؛

- زمین‌لغزش‌ها ؛

- تغییرات پوشش زمین ؛

- و آثار سیلاب‌ها

را در مقیاس زمانی و مکانی گسترده بررسی کنند .

ماهواره‌های Sentinel-2 به دلیل تفکیک مکانی مناسب و تکرار زمانی تصاویر ، برای نظارت بر تغییرات سطح یخچال‌ها و دریاچه‌های یخچالی بسیار مفید هستند . ترکیب Sentinel-2 با Landsat ، مدل‌های ارتفاع رقومی و سایر داده‌های ماهواره‌ای می‌تواند امکان ایجاد یک آرشیف زمانی بلندمدت از تغییرات یخچال‌های افغانستان را فراهم سازد .

از سوی دیگر ، InSAR می‌تواند برای شناسایی تغییرات بسیار کوچک سطح زمین و بررسی حرکت دامنه‌ها مورد استفاده قرار گیرد . ترکیب این معلومات با GIS امکان تهیه نقشه‌های خطر را فراهم می‌کند .

۲۲ . ضرورت ایجاد نظام ملی نظارت بر کریوسفر افغانستان

افغانستان برای مدیریت علمی منابع آب و خطرات اقلیمی به یک نظام ملی نظارت بر کریوسفر نیاز دارد .

این نظام باید حداقل پنج بخش اصلی داشته باشد :

۲۲.۱ . پایگاه معلومات یخچال‌ها

موقعیت ، مساحت ، ارتفاع ، ضخامت تقریبی ، تغییرات زمانی و وضعیت هر یخچال باید ثبت شود .

۲۲.۲ . پایگاه معلومات دریاچه‌های یخچالی

تمام دریاچه‌های یخچالی بالقوه خطرناک باید شناسایی ، طبقه‌بندی و به‌صورت دوره‌ای نظارت شوند .

۲۲.۳ . نظارت بر زمین‌های دایماً منجمد

مناطق دارای پرمافراست باید نقشه‌برداری و تغییرات آنها ثبت شود .

۲۲.۴ . نظارت هایدرولوژیکی

ایستگاه‌های اتومات هایدرولوژیکی باید در نقاط مهم حوزه‌های دریایی ایجاد یا توسعه داده شوند .

۲۲.۵ . مرکز تحلیل جغرافیایی

یک مرکز تخصصی GIS و سنجش از دور باید معلومات ماهواره‌ای و زمینی را یکجا تحلیل کند .

۲۳ . سیستم هشداردهی زودهنگام چندخطره :

در شرایط جدید اقلیمی ، افغانستان به سیستم هشداردهی زودهنگام چندخطره نیاز دارد .

World Meteorological Organization (WMO)

در چارچوب ابتکار «هشدارهای زود هنگام برای همه» تأکید می‌کند که یک نظام مؤثر هشداردهی باید شامل دانش خطر، نظارت و پیش‌بینی، انتشار هشدار و آمادگی و پاسخ باشد. گزارش وضعیت جهانی سال ۲۰۲۵ نیز نشان می‌دهد که ۱۱۹ کشور، معادل ۶۰ درصد کشورهای جهان، وجود سیستم هشداردهی چندخطره را گزارش کرده‌اند.

برای افغانستان، چنین نظامی باید از مدل صرفاً بارندگی‌محور فراتر رود و اطلاعات یخچال، برف، دریاچه‌های یخچالی، زمین‌لغزش، رعدوبرق، بارندگی شدید و جریان دریاها را یکجا ترکیب کند.

۲۴. امنیت آبی؛ اساس ثبات اقتصادی و اجتماعی افغانستان

امنیت آبی به معنای دسترسی پایدار، قابل پیش‌بینی و کافی به آب با کیفیت مناسب برای مردم، اقتصاد و اکوسیستم‌ها است.

در افغانستان، امنیت آبی مستقیماً با امنیت غذایی و اقتصادی پیوند دارد. هرگونه کاهش پایدار آب می‌تواند رقابت بر سر منابع آب را افزایش دهد، مهاجرت داخلی را تشدید کند و فشار بر شهرها و مناطق حاصلخیز را بیشتر سازد. از این منظر، تغییر اقلیم می‌تواند یک عامل تشدیدکننده خطر باشد. تغییر اقلیم الزاماً به‌تنهایی موجب بحران سیاسی یا امنیتی نمی‌شود، اما می‌تواند فشارهای موجود را تشدید کند.

بنابراین، پیوند اقلیم - آب - امنیت باید در برنامه‌ریزی‌های ملی افغانستان جایگاه بیشتری پیدا کند.

۲۵. جیوپولیتیک آب و پیامدهای منطقه‌ای

بخش مهمی از منابع آب افغانستان در حوزه‌های دریایی فرامرزی قرار دارد. از این رو، هرگونه تغییر بلندمدت در مقدار و زمان‌بندی جریان آب می‌تواند بر روابط افغانستان با کشورهای پایین‌دست تأثیر بگذارد.

تغییر اقلیم ممکن است در آینده وضعیت را پیچیده‌تر سازد؛ زیرا در گذشته اختلافات آبی بیشتر بر میزان استفاده از آب تمرکز داشت، اما در آینده مسئله اصلی می‌تواند عدم قطعیت در مقدار و زمان آب باشد.

این وضعیت ضرورت همکاری علمی میان کشورهای منطقه را افزایش می‌دهد. تبادل معلومات هایدرولوژیکی، همکاری در نظارت بر سیلاب‌ها، توسعه مدل‌های مشترک پیش‌بینی و تبادل معلومات اقلیمی می‌تواند از سوءتفاهم‌ها و تنش‌های احتمالی جلوگیری کند.

۲۶. دیپلماسی علمی آب:

افغانستان برای مدیریت آینده منابع آب به دیپلماسی آب نیاز دارد؛ اما در شرایط تغییر اقلیم، این دیپلماسی باید بیش از گذشته بر علم و معلومات مشترک استوار باشد.

دیپلماسی علمی آب می‌تواند شامل:

- تبادل معلومات هایدرولوژیکی؛

- همکاری در پیش‌بینی سیلاب؛

- تبادل تصاویر ماهواره‌ای؛

- مطالعات مشترک یخچال‌ها؛

- ایجاد سیستم‌های هشداردهی مشترک؛

- آموزش متخصصان؛

- و اجرای پروژه‌های مشترک کاهش خطر باشد .

چنین رویکردی می‌تواند آب را از یک موضوع صرفاً سیاسی به یک حوزه همکاری علمی تبدیل کند .

۲۷. تغییرات اقلیمی و امنیت ملی افغانستان

امنیت ملی در قرن بیست و یکم دیگر تنها با تهدیدهای نظامی تعریف نمی‌شود. منابع آب، غذا، انرژی، محیط زیست و تغییرات اقلیمی نیز می‌توانند بر ثبات ملی تأثیر بگذارند .

برای افغانستان، این رابطه بسیار روشن است :

تغییر اقلیم → تغییر آب → فشار بر زراعت → کاهش امنیت غذایی → فشار اقتصادی و اجتماعی → مهاجرت و رقابت بر سر منابع → افزایش آسیب‌پذیری امنیتی .

از سوی دیگر :

پس‌روی یخچال → کاهش ذخیره آب → کاهش جریان خشک‌فصلی → فشار بر حوزه‌های دریایی → افزایش اهمیت ژئوپولیتیکی آب .

بنابراین ، کریوسفر هندوکش باید بخشی از محاسبات بلندمدت امنیت ملی افغانستان تلقی شود .

۲۸. بحث و تحلیل نهایی

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مسئله اصلی افغانستان تنها «کمبود آب» نیست؛ بلکه تغییرپذیری، عدم قطعیت و تغییر زمانی منابع آب است .

اگر یخچال‌ها کوچک شوند، در ابتدا ممکن است آب بیشتری آزاد شود ؛ اما این افزایش موقتی است . پس از کاهش ذخیره یخی، ظرفیت طبیعی تنظیم جریان آب کاهش می‌یابد . بنابراین ، افغانستان ممکن است هم‌زمان با سیلاب‌های شدید و کمبود آب مواجه شود .

از سوی دیگر ، تجربه نیپال نشان می‌دهد که تغییرات کریوسفر می‌تواند با سایر خطرات کوهستانی ترکیب شود . در نتیجه ، سیاست کاهش خطر باید از رویکرد تک‌خطر به رویکرد چندخطر تغییر کند .

این یافته‌ها با روندهای منطقه‌ای نیز سازگار است . ICIMOD در ارزیابی‌های اخیر خود کاهش مساحت یخچال‌ها و شتاب گرفتن از دست رفتن یخ را ثبت کرده است .

از طرف دیگر ، پژوهش‌های جدید درباره آینده یخچال‌ها نشان می‌دهد که محدودکردن گرمایش جهانی اهمیت تعیین‌کننده‌ای برای حفظ ذخایر یخی دارد.

بنابراین ، سازگاری افغانستان باید در دو سطح انجام شود :

سطح نخست : کاهش آسیب‌پذیری داخلی

از طریق مدیریت آب ، هشداردهی ، زیربنای مقاوم ، نقشه‌برداری خطر و آمادگی جوامع .

سطح دوم : همکاری منطقه‌ای

از طریق دیپلماسی آب، تبادل معلومات و همکاری علمی فرامرزی .

۲۹. راهبرد پیشنهادی برای افغانستان

بر اساس یافته‌های این پژوهش ، یک راهبرد ملی می‌تواند در هشت محور تنظیم شود :

محور اول : ایجاد مرکز ملی کریوسفر

مرکزی تخصصی برای نظارت بر یخچال‌ها، برف ، پرمافراست (Permafrost) ، دریاچه‌های یخچالی و خطرات کوهستانی ایجاد شود .

محور دوم : ایجاد بانک ملی معلومات جغرافیایی

معلومات ماهواره‌ای ، هایدرولوژیکی ، جیولوجیکی و اقلیمی در یک سیستم GIS ملی یکپارچه شود .

محور سوم: توسعه سیستم هشداردهی زودهنگام چندخطره

سیستم هشداردهی باید یخچال، بارندگی، برف ، لغزش زمین ، دریاچه‌های یخچالی و جریان دریاها را همزمان پوشش دهد .

محور چهارم : توسعه ایستگاه‌های هایدرولوژیکی

ایستگاه‌های اتومات باید در حوزه‌های حساس و مناطق بالادست توسعه داده شوند .

محور پنجم : ارزیابی خطر زیربناها

تمام بندها، نیروگاه‌های برق‌آبی ، پل‌ها ، جاده‌ها و تأسیسات مهم باید در برابر سناریوهای سیلاب ، زمین‌لغزش و خطرات مرکب ارزیابی شوند .

محور ششم : سازگاری زراعت

مدیریت ذخیره آب ، آبیاری مؤثر ، نباتات مقاوم به خشکسالی و تغییر تقویم زراعتی باید در برنامه‌های سازگاری وارد شوند .

محور هفتم : دیپلماسی علمی آب

افغانستان باید از طریق همکاری علمی با کشورهای منطقه ، به‌ویژه در زمینه معلومات هایدرولوژیکی و هشدار سیلاب، ظرفیت خود را افزایش دهد .

محور هشتم : ادغام اقلیم در امنیت ملی

تغییرات کریوسفر و امنیت آبی باید در برنامه‌های بلندمدت اقتصادی ، زیربنایی و امنیتی افغانستان در نظر گرفته شود .

۳۰. نتیجه‌گیری

کریوسفر هندوکش یکی از مهم‌ترین سرمایه‌های طبیعی افغانستان است و نقش آن در امنیت آبی کشور بسیار فراتر از ذخیره ساده آب است. یخچال‌ها و برف‌های کوهستانی به‌عنوان تنظیم‌کننده جریان آب عمل می‌کنند و تغییر در وضعیت آنها می‌تواند کل نظام هایدرولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی افغانستان را تحت تأثیر قرار دهد .

شواهد علمی جدید نشان می‌دهد که یخچال‌های هندوکش - هیمالیا با سرعت فزاینده در حال از دست دادن جرم و مساحت هستند و این روند پس از سال ۲۰۰۰ شتاب بیشتری یافته است . این وضعیت مفهوم « اوج سطح آب »

را برای افغانستان اهمیت بیشتری می‌بخشد؛ زیرا افزایش موقتی جریان آب ممکن است در نهایت به کاهش ذخیره یخی و کاهش جریان پایدار در آینده منجر شود.

در کنار مسئله کمبود آب، خطرات مرکب کوهستانی نیز در حال تبدیل شدن به یک موضوع مهم هستند. تجربه سیلاب مرگبار اخیر نیپال نشان داد که فروپاشی یخ و سنگ در ارتفاعات می‌تواند به یک زنجیره پیچیده از جریان آوار، سیلاب، تخریب زیربنا و بحران انسانی تبدیل شود. این حادثه همچنین ضرورت توسعه سیستم‌های هشداردهی را از چارچوب بارندگی محور به چارچوب چندخطره برجسته ساخت.

برای افغانستان، پیام اصلی این پژوهش روشن است: تغییرات کریوسفر باید از یک موضوع تخصصی محیط‌زیستی به یک موضوع راهبردی امنیت آبی و ملی ارتقا یابد.

افغانستان برای مقابله با این چالش به یک رویکرد یکپارچه نیاز دارد؛ رویکردی که در آن سنجش از دور (GIS، InSAR، Sentinel-2)، ایستگاه‌های هایدرولوژیکی، مدل‌سازی اقلیمی، مدیریت حوزه‌های دریایی، هشداردهی زودهنگام و آمادگی جوامع محلی در یک نظام واحد قرار گیرند.

در سطح منطقه‌ای نیز دیپلماسی آب باید از رویکرد صرفاً سیاسی به سمت دیپلماسی علمی آب حرکت کند. تبادل معلومات، همکاری در پیش‌بینی سیلاب و نظارت مشترک بر تغییرات کریوسفر می‌تواند نه تنها خطرات انسانی و اقتصادی را کاهش دهد، بلکه زمینه‌ای برای همکاری منطقه‌ای در شرایط افزایش فشار اقلیمی فراهم سازد.

در نهایت، آینده امنیت آبی افغانستان تا حد زیادی به توانایی این کشور در درک، نظارت و مدیریت تغییرات هندوکش وابسته است. هندوکش فقط یک سلسله‌کوه نیست؛ بلکه بخشی از زیربنای طبیعی حیات، اقتصاد و امنیت افغانستان است. بنابراین، حفاظت و نظارت علمی بر کریوسفر آن باید به یکی از اولویت‌های راهبردی افغانستان در قرن بیست‌ویکم تبدیل شود.

منابع و مأخذ:

International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). 2026. Changing Dynamics of Glaciers in the Hindu Kush Himalayan Region from 1990 to 2020. Kathmandu: ICIMOD. DOI: 10.53055/ICIMOD.1122.

International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). 2026. "Hindu Kush Himalaya Glaciers Losing Ice at Double the Rate Since 2000." March 18, 2026.

International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). 2026. Decadal Glacier Changes from 1990 to 2020 in the Hindu Kush Himalaya. Kathmandu: ICIMOD.

International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD). 2023. Water, Ice, Society, and Ecosystems in the Hindu Kush Himalaya: An Outlook. Kathmandu: ICIMOD.

Schuster, Lilian, Fabien Maussion, David R. Rounce, Lizz Ultee, Patrick Schmitt, Fabrice Lacroix, Thomas L. Frölicher, et al. 2025. "Irreversible Glacier Change and Trough Water for Centuries after Overshooting 1.5°C." Nature Climate Change 15: 634–641.

Zekollari, Harry, Lilian Schuster, Fabien Maussion, Regine Hock, Matthias Marzeion, David R. Rounce, et al. 2025. "Glacier Preservation Doubled by Limiting Warming to 1.5°C versus 2.7°C." Science. DOI: 10.1126/science.adu4675.

World Meteorological Organization. 2025. Global Status of Multi-Hazard Early Warning Systems 2025. Geneva: WMO .

Asian Development Bank. 2023. “ADB to Help Strengthen Climate Resilience in Hindu Kush Himalayas ”.

Reuters. 2026. “How a Glacier Collapse Triggered a Deadly Landslide and Flooding along the Nepal-China Border.” August 27, 2026 .

Reuters. 2026. “Himalayas Face Severe Glacial Flood Risks in Years Ahead, UN Official Warns.” September 1, 2026 .

Reuters. 2026. “Nepal Must Rebuild Thousands of Homes, No Letup in Search for Missing.” September 3, 2026 .

Reuters. 2026. “Nepal Flood Losses Estimated at \$2.56 Billion, Official Says.” September 4, 2026 .

عرض احترام

سیف قاضی زاد