

می‌شود. افزایش دمای جهانی تا پایان قرن به حدود ۱/۵ درجه سانتی‌گراد محدود می‌شود.

• سناریوی میانه‌رو (RCP 4.5 / SSP2-4.5): در این حالت، انتشار گازها تا میانه قرن به اوج می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. افزایش دمای جهانی در حدود ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گراد خواهد بود.

• سناریوی بدبینانه (RCP 8.5 / SSP5-8.5): این سناریو، سناریوی «کسب‌وکار طبق معمول» (Business-as-usual) است که در آن انتشار گازها به رشد خود ادامه می‌دهند. این مسیر می‌تواند منجر به افزایش دمای جهانی ۴ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر تا پایان قرن شود.

مدل‌های اقلیمی جهانی (GCMs) و مدل‌های منطقه‌ای (RCMs) که داده‌های آن‌ها توسط مراکز مانند سازمان هواشناسی کشور و پژوهشکده اقلیم‌شناسی تحلیل می‌شود، خروجی خود را بر اساس این سناریوها ارائه می‌دهند. گزارش‌های پنل بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC)، بویژه گزارش ارزیابی ششم (AR6) نیز اصلی‌ترین منبع برای این پیش‌بینی‌ها هستند.

بخش دوم: برآورد تغییرات دما در استان کرمان

تحلیل‌های ذیل بر اساس گزارش ارزیابی ششم (۲۰۲۱) IPCC و مطالعات منطقه‌ای منتشر شده در مجلاتی مانند «تحقیقات منابع آب ایران» و «مطالعات جغرافیایی» که به تحلیل خروجی مدل‌های CORDEX-MENA برای ایران پرداخته‌اند، انجام شده است.

روند کلی

تمامی مدل‌ها بر افزایش بی‌سابقه دمای هوا در استان کرمان تأکید دارند. میانگین دمای سالانه استان در تمام فصول رو به افزایش خواهد بود.

– دوره کوتاه‌مدت (تا ۲۰۵۰): حتی در خوش‌بینانه‌ترین سناریو، میانگین دمای سالانه کرمان بین ۱ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوره پایه (۲۰۱۰-۱۹۸۱) افزایش خواهد

برآورد تغییر اقلیم سال‌های آبی استان کرمان

/// مقدمه: کرمان در آینه تغییر اقلیم

استان کرمان به‌عنوان پهناورترین استان و یکی از مهم‌ترین استان‌های مرکزی ایران، همواره با چالش‌های محیط‌زیستی از جمله خشکی و کم‌آبی دست‌وپنجه نرم کرده است. قرارگیری این استان در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، آن را به یکی از مناطق پیش‌قراول (Hotspot) تغییر اقلیم تبدیل کرده است. این به آن معناست که اثرات تغییر اقلیم در کرمان می‌تواند شدیدتر و سریع‌تر از میانگین جهانی باشد. اقتصاد این استان که بر پایه کشاورزی (بویژه پسته، خرما و مرکبات)، صنعت و معدن است، به‌شدت به شرایط آب و هوایی و منابع آبی وابسته است. بنابراین، برآورد تغییرات اقلیمی آبی نه‌تنها یک مطالعه علمی، بلکه یک ضرورت برای بقای اقتصادی-اجتماعی منطقه محسوب می‌شود.

بخش اول: سناریوهای تغییر اقلیم و مدل‌های پیش‌بینی

برای پیش‌بینی آینده، دانشمندان از سناریوهای مختلفی به نام مسیرهای غلظت نماینده (RCPs) و در مدل‌های جدیدتر از «مسیرهای اجتماعی-اقتصادی مشترک (SSPs)» استفاده می‌کنند. این سناریوها بسته به میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط بشر در دهه‌ها و قرن‌های آینده تعریف می‌شوند:

• سناریوی خوش‌بینانه (RCP 2.6 / SSP1-2.6): این سناریو فرض می‌کند که جهان به‌سرعت اقدام به کاهش شدید انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌کند و اهداف توافقنامه پاریس محقق



برآوردهای اقلیمی برای استان کرمان، آینده‌ای را ترسیم می‌کنند که با گرمایش شدید، کاهش منابع آبی و افزایش فراوانی و شدت بلایای طبیعی مانند امواج گرما و سیل‌های ناگهانی همراه است. این تغییرات، پایه‌های اقتصادی، امنیت غذایی و سلامت ساکنان این استان تاریخی را به‌طور جدی تهدید می‌کند. با این حال، آینده کاملاً از پیش تعیین شده نیست. شکاف بین سناریوی خوش‌بینانه و بدبینانه، نشان‌دهنده قدرت انتخاب بشر است.



دکتر مریم سلاجقه

کارشناس مسئول هواشناسی کاربردی



یافت. در سناریوهای بدبینانه، این افزایش می‌تواند به ۲ تا ۲/۵ درجه سانتی‌گراد برسد. - دوره بلندمدت (تا ۲۱۰۰): در این بازه، شکاف بین سناریوها بسیار گسترده می‌شود. - در سناریوی RCP۲/۶ افزایش دما بین ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد تثبیت می‌شود. - در سناریوی RCP۸/۵ افزایش دما می‌تواند به ۴ تا ۶ درجه سانتی‌گراد برسد. این یک تغییر فاجعه‌بار در سیستم اقلیمی منطقه است.

تغییرات فصلی

تابستان‌های داغ‌تر و طولانی‌تر؛ تعداد روزهای با دمای بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به‌طور قابل‌توجهی افزایش خواهد یافت. شهرهایی مانند کرمان، بم و رفسنجان شاهد امواج گرمای مکرر، شدید و با مدت طولانی‌تر خواهند بود. پدیده «جزیره گرمایی» در شهرها تشدید می‌شود.

زمستان‌های معتدل‌تر؛ کاهش تعداد روزهای یخبندان یکی از پیامدهای قطعی تغییر اقلیم در کرمان است. این موضوع می‌تواند بر

نیاز سرمایی درختان میوه مانند پسته که برای شکستن خواب زمستانه به ساعت‌های مشخصی از دمای پایین نیاز دارند، تأثیر منفی بگذارد.

بخش سوم؛ برآورد تغییرات بارش و الگوهای هیدرولوژیکی

پیش‌بینی بارش در مناطق خشک با عدم قطعیت بیشتری همراه است، اما روندهای کلی قابل استنباط است.

الف) کاهش کلی بارش و تغییر الگو

مدل‌ها عموماً کاهش بارش سالانه در استان کرمان را در حد ۱۰ تا ۲۰ درصد نسبت به دوره پایه پیش‌بینی می‌کنند. با این حال، مهم‌تر از مقدار کل بارش، تغییر در الگوی بارش است:

- افزایش بارش‌های سیل‌آسا؛ احتمال وقوع بارش‌های شدید و کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد. این بارش‌ها به دلیل خشکی و نفوذناپذیری زمین، قابلیت کمی برای تغذیه آبخوان‌ها دارند و عمدتاً به‌صورت سیلاب از

دسترس خارج می‌شوند. این پدیده برای شهرها و روستاهای واقع در دامنه ارتفاعات (مانند دامنه‌های چوپار و پلوار) خطرناک است.

- کاهش بارش‌های مؤثر؛ بارش‌های ملایم و مداومی که برای کشاورزی دیم و تغذیه آبخوان‌ها حیاتی هستند، کاهش خواهند یافت.

- تغییر در نوع بارش؛ در ارتفاعات، بخشی از بارش برف به باران تبدیل می‌شود. این امر ذخیره طبیعی برف در کوهستان‌هایی مانند کوهستان‌های لاله‌زار و هزار را کاهش داده و جریان رودخانه‌ها در بهار و تابستان را که وابسته به ذوب تدریجی برف است، با مخاطره مواجه می‌کند.

ب) تأثیر بر منابع آبی

- کاهش آب قابل‌دسترس؛ ترکیب افزایش دما (و در نتیجه افزایش تبخیر و تعرق) و تغییر الگوی بارش، منجر به کاهش شدید آب قابل‌دسترس در حوضه‌های آبی استان

مانند حوضه هلیلرود و حوضه‌های داخلی کرمان خواهند شد.

- کمبود آب شدیدتر؛ استان کرمان هم‌اکنون نیز با بحران آب زیرزمینی (کاهش سطح ایستابی و فرونشست زمین) دست به گریبان است. تغییر اقلیم این بحران را تشدید خواهد کرد. پیش‌بینی می‌شود تقاضای آبی برای کشاورزی و شرب به دلیل افزایش دما بیشتر شود، درحالی‌که منابع آبی در حال کاهش است.

در بحث اثرات تغییر اقلیم بر استان کرمان، باید توجه داشت که تغییر اقلیم می‌تواند الگوهای بارشی را نیز دگرگون کند و وقوع بارش‌های نامنظم، شدید و کوتاه‌مدت (مانند بارش‌های خوب اخیر) را افزایش دهد. با این حال، این رویدادها معمولاً مشکل کم‌آبی ساختاری و بلندمدت منطقه را حل نمی‌کنند، زیرا:

- ۱. کاهش نفوذپذیری و ذخیره‌سازی؛** خشکسالی‌های پیاپی و کاهش پوشش گیاهی، توانایی زمین برای جذب و ذخیره این بارش‌ها را محدود کرده است. سهم زیادی از این آب به‌صورت روان‌آب از دست می‌رود و به سدهای زیرزمینی خشک‌شده نمی‌رسد.
- ۲. تأثیر ناچیز بر سفره‌های عمیق؛** بارش‌های پراکنده، جبران‌کننده سال‌ها برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و کاهش سطح ایستابی نیست.
- ۳. افزایش دمای کلی؛** با وجود بارش‌های مقطعی، روند بلندمدت افزایش دما و تبخیر بیشتر، تقاضای آبی در بخش‌های کشاورزی

و شرب را بالا می‌برد و فشار بر منابع آبی محدود را تشدید می‌کند.

۴. ریسک سیلاب‌های ناگهانی؛ این بارش‌ها گاهی می‌توانند به دلیل عدم آمادگی زیرساختی، منجر به سیلاب‌های مخرب شوند که آسیب‌های خود را به همراه می‌آورند.

بنابراین، بارش‌های اخیر اگرچه مثبت و خوشایند است، اما روند کلی بحران آب در استان کرمان را معکوس نمی‌کند. تغییر اقلیم در درازمدت، تنش آبی را از طریق افزایش دما، تبخیر بیشتر و نامنظم‌سازی بارش‌ها تشدید خواهد کرد و لزوم مدیریت یکپارچه منابع آب، اصلاح الگوی کشت و سازگاری با شرایط جدید را پررنگ‌تر می‌سازد.

در نتیجه بحران آب در کرمان یک چالش ساختاری و بلندمدت است که با وجود وقوع بارش‌های مقطعی خوب، همچنان نیازمند راهکارهای اساسی و برنامه‌ریزی جدی برای مقابله با پیامدهای تغییر اقلیم است.

پیامدهای زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی

۱. تشدید خشکسالی و بیابان‌زایی

افزایش دما و کاهش رطوبت خاک، دوره‌های خشکسالی هواشناسی را به سرعت به خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژیکی تبدیل می‌کند. پوشش گیاهی طبیعی ضعیف‌تر شده و فرسایش بادی افزایش می‌یابد. پیش‌روی کویر و ایجاد کانون‌های جدید ریزگرد در دشت‌های استان محتمل است.

۲. تأثیر مخرب بر کشاورزی و امنیت غذایی

- کاهش عملکرد محصولات استراتژیک؛ محصولاتانی مانند پسته که ستون اقتصاد کشاورزی کرمان است، به شدت به دما و آب حساس هستند. افزایش دما در دوره گرده‌افشانی و پر کردن مغز، می‌تواند باعث کاهش کمیت و کیفیت محصول شود. همچنین، کاهش ساعات‌های سرمای زمستانه (Chilling Hours) می‌تواند باردهی باغات را مختل کند.

- افزایش نیاز آبی گیاهان؛ به دلیل افزایش تبخیر و تعرق، گیاهان به آب بیشتری نیاز خواهند داشت، درحالی‌که آب کمتری در دسترس است.

- شیوع آفات و بیماری‌های جدید؛ تغییر اقلیم دامنه زیست و تکثیر بسیاری از آفات و علف‌های هرز را گسترش می‌دهد.

۳. تنش آبی و مهاجرت

کمبود آب و کاهش درآمد حاصل از کشاورزی می‌تواند منجر به ورشکستگی کشاورزان خرده‌پا و تخلیه تدریجی روستاها شود. این امر موجی از مهاجرت محیط‌زیستی را از مناطق روستایی به شهرهای بزرگ استان مانند کرمان و سپس به خارج از استان ایجاد خواهد کرد. این پدیده می‌تواند باعث ایجاد حاشیه‌نشینی، بیکاری و تنش‌های اجتماعی در شهرهای مقصد شود.

۴. فشار بر سلامت عمومی

- گرمادگی؛ امواج گرمای شدید و طولانی‌مدت بویژه برای گروه‌های آسیب‌پذیر (سالمدان، کودکان، کارگران فضای باز) خطرناک است و می‌تواند منجر به افزایش مرگ‌ومیر شود.

- بیماری‌های تنفسی؛ افزایش طوفان‌های گردوغبار می‌تواند شیوع بیماری‌هایی مانند آسم و آلرژی را افزایش دهد.

- بیماری‌های منتقله از آب و غذا؛ تغییرات دما و بارش می‌تواند دامنه شیوع بیماری‌هایی مانند تب کریمه‌کنگو و سالک را گسترش دهد.

نگاهی به افق دورتر (پس از سال ۲۱۰۰ تا ۲۵۰۰)

پیش‌بینی دقیق برای بیش از ۱۰۰ سال آینده در علم اقلیم‌شناسی مرسوم نیست، زیرا



کمبود آب و کاهش درآمد حاصل از کشاورزی می‌تواند منجر به ورشکستگی کشاورزان خرده‌پا و تخلیه تدریجی روستاها شود. این امر موجی از مهاجرت محیط‌زیستی را از مناطق روستایی به شهرهای بزرگ استان مانند کرمان و سپس به خارج از استان ایجاد خواهد کرد. این پدیده می‌تواند باعث ایجاد حاشیه‌نشینی، بیکاری و تنش‌های اجتماعی در شهرهای مقصد شود.



فاکتورهای انسانی و فناوری غیرقابل‌پیش‌بینی هستند. با این حال، می‌توان بر اساس فیزیک پایه سیستم اقلیم، روندها و خطرات بلندمدت را به صورت زیر ترسیم نمود:

• در صورت تداوم سناریوی بدبینانه (RCP۸/۵)

اگر جهان تا پایان این قرن به انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای ادامه دهد، سیستم اقلیم وارد یک «حالت گلخانه‌ای» (Hothouse Earth) می‌شود که خروج از آن برای هزاران سال غیرممکن خواهد بود. در این حالت، افزایش دمای کرمان می‌تواند از مرز ۸ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد نیز عبور کند. چنین شرایطی، استان کرمان را برای زندگی انسان به شدت نامساعد می‌کند. کشاورزی به شکل کنونی غیرممکن شده و منابع آبی به‌طور کامل روان‌آب می‌شوند. تمدن در چنین محیطی تنها در پناهگاه‌های مجهز و با فناوری‌های پیشرفته می‌تواند دوام آورد.

• در صورت اجرای سناریوهای کاهش شدید انتشار

اگر جهان تا پایان قرن حاضر به سناریوی RCP۲/۶ نزدیک شود و حتی فراتر رود، دمای کره زمین تثبیت شده و سپس به آرامی کاهش می‌یابد. در این حالت، استان کرمان اگرچه با شرایط گرم‌تر و خشک‌تری نسبت به امروز مواجه خواهد بود، اما سیستم‌های انسانی و طبیعی فرصت سازگاری خواهند داشت. مدیریت هوشمند آب، کشاورزی پایدار و توسعه مبتنی بر واقعیت‌های اقلیمی می‌تواند تمدن در این منطقه را حفظ کند.

پیامدهای سناریوی بدبینانه و تشریح پیامدهای «حالت گلخانه‌ای» برای کرمان

۱. فروپاشی کامل نظام آبی

- منابع آب زیرزمینی که هم‌اکنون نیز در وضعیت بحرانی هستند، به‌طور کامل خشک خواهند شد.

- بارش‌ها نهنها کم، بلکه بسیار غیرقابل‌پیش‌بینی و غالباً به‌صورت سیلاب‌های مخرب خواهند بود که قابلیت ذخیره‌سازی چندانی ندارند.

- تبخیر از سطح reservoirs (سدها) و خاک به حدی بالا خواهد رفت که هرگونه ذخیره‌سازی آب را بی‌اثر می‌کند.

۲. مرگ کشاورزی و امنیت غذایی

- محصولات استراتژیک کنونی مانند پسته که نماد مقاومت در برابر خشکی است، نیز در برابر دمای ۸ تا ۱۰ درجه بالاتر و کمبود آب مطلق، دوام نخواهند آورد.

- دامداری سنتی به دلیل نابودی مراتع و کمبود آب آشامیدنی برای دام، منقرض خواهد شد. - استان از یک قطب کشاورزی به منطقه‌ای کاملاً وابسته به واردات غذا تبدیل می‌شود.

۳. تأثیرات بهداشتی و توان زیستی

- افزایش امواج گرمای کشنده (با دمای فراتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت متداول) باعث افزایش مرگ‌ومیر، بویژه در میان سالمندان، کودکان و افراد دارای بیماری‌های زمینه‌ای می‌شود.

- وقوع طوفان‌های گردوغبار شدید و دائمی، مشکلات تنفسی را به یک بحران همگانی تبدیل می‌کند.

- گسترش بیماری‌های گرمسیری که قبلاً در منطقه سابقه نداشته‌اند، محتمل است.

۴. فروپاشی اقتصادی و مهاجرت اجباری

- صنایعی که وابسته به کشاورزی (مانند صنایع غذایی) یا آب (مانند معادن) هستند، از بین خواهند رفت.

- بیکاری گسترده، فقر شدید و ناامنی

اجتماعی را به دنبال خواهد داشت.

- استان با یک مهاجرت معکوس و خروج گسترده ساکنان به سمت مناطق با شرایط آب و هوایی معتدل‌تر مواجه خواهد شد. کرمان می‌تواند به یک «منطقه غیرقابل سکونت (Uninhabitable Zone)» تبدیل شود.

راهکارهای مقابله: از انفعال تا اقدام

سناریوی «حالت گلخانه‌ای» یک سرنوشت قطعی نیست، بلکه یک هشدار است. اقدامات ما در دو سه دهه آینده مسیر را تعیین خواهد کرد.

اقدام فوری و جهانی

کاهش سریع و رادیکال انتشار گازهای گلخانه‌ای مطابق با توافق پاریس، تنها راه برای اجتناب از رسیدن به نقطه اوج (Tipping Point) است.

اقدامات انطباقی در سطح ملی و استانی

- مدیریت آب؛ گذار از کشاورزی سنتی به کشاورزی هیدروپونیک و آبروپونیک در محیط‌های کنترل‌شده، سرمایه‌گذاری گسترده در بازیافت و نمک‌زدایی آب (اگر به دریا دسترسی باشد).

- انرژی؛ توسعه سریع انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی) برای تأمین برق موردنیاز بدون انتشار کربن و همچنین برای سیستم‌های خنک‌کننده.

- شهرسازی؛ طراحی «شهرهای سایه‌دار» با استفاده از معماری سنتی ایرانی (بادگیرها، حیاط مرکزی) و مصالح مدرن کاهنده حرارت.

- امنیت غذایی؛ سرمایه‌گذاری بر روی کشت محصولات مقاوم به شوری و خشکی در آزمایشگاه‌ها و توسعه پروتئین‌های جایگزین.

با این حال، آینده کاملاً از پیش تعیین شده نیست. شکاف بین سناریوی خوش‌بینانه و بدبینانه، نشان‌دهنده قدرت انتخاب بشر است. اقدام قاطع و فوری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح جهانی، همراه با اجرای هوشمندانه و سرمایه‌گذاری کلان در راهکارهای سازگاری در سطح ملی و استانی، می‌تواند از شدت فاجعه بکاهد و امکان زندگی و توسعه پایدار در استان کرمان را حتی در شرایط تغییر یافته اقلیمی فراهم کند. آینده کرمان در گرو تصمیمات امروز ما است. III

منابع

- IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

- Ministry of Energy, I.R. of Iran - Reports on Water Resources Management in Kerman Province.

- Iranian Meteorological organization (IRI-Mo) - National Center for Drought and Crisis Management.

- Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR) - Studies on Desertification.

- Food and Agriculture organization (FAO), 2017: The future of food and agriculture Trends and challenges.

- World Bank Group, 2021: Climate Risk Country Profile: Iran.

- مطالعات داخلی منتشر شده در نشریات علمی- پژوهشی معتبر ایران در حوزه تغییر اقلیم و منابع آب.

- مطالعات «مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران» وابسته به سازمان هواشناسی ایران

و همچنین پژوهش‌های انجام شده توسط «پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری» در مورد

تأثیر تغییر اقلیم بر رواناب حوضه‌های آبی ایران.

- گزارش‌های «سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)» در مورد تأثیر تغییر اقلیم بر کشاورزی

و گزارش‌های «برنامه توسعه ملل متحد (UNDP)» در زمینه مهاجرت‌های محیط‌زیستی.



۵. طراحی شهری سازگار با اقلیم؛ توسعه فضای سبز با گونه‌های کم‌آب‌طلب، استفاده از مصالح ساختمانی با آلودگی بالا برای کاهش اثر جزیره گرمایی و برنامه‌ریزی برای اسکان جمعیت با در نظرگیری محدودیت‌های آبی.

راهکارهای کاهش (Mitigation)

۱. گذار انرژی؛ سرمایه‌گذاری در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بویژه انرژی خورشیدی که در استان کرمان از پتانسیل بسیار بالایی برخوردار است. این امر هم به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند و هم می‌تواند منبع درآمد جدیدی برای استان باشد،

۲. بهبود بهره‌وری انرژی؛ در بخش‌های صنعت، معدن و حمل‌ونقل.

نتیجه‌گیری

برآوردهای اقلیمی برای استان کرمان، آینده‌ای را ترسیم می‌کنند که با گرمایش شدید، کاهش منابع آبی و افزایش فراوانی و شدت بلایای طبیعی مانند امواج گرما و سیل‌های ناگهانی همراه است. این تغییرات، پایه‌های اقتصادی، امنیت غذایی و سلامت ساکنان این استان تاریخی را به‌طور جدی تهدید می‌کند.

راهکارهای سازگاری و کاهش اثرات

برای مقابله با این آینده چالش‌برانگیز، اقدام فوری و همه‌جانبه ضروری است. این راهکارها باید هم در سطح ملی و هم در سطح استانی اجرا شوند:

راهکارهای سازگاری (Adaptation)

۱. مدیریت یکپارچه منابع آب؛ اجرای سیاست‌های جدی برای کاهش برداشت از آب‌های زیرزمینی، توسعه سیستم‌های آبخیزداری و آبخوان‌داری برای مهار سیلاب‌ها و تغذیه مصنوعی سفره‌ها و بازچرخانی آب‌های صنعتی و شهری،

۲. تحول در کشاورزی؛ تغییر الگوی کشت به سمت محصولات کم‌آبر و مقاوم به شوری و گرما، توسعه کشاورزی گلخانه‌ای با راندمان بالای آب و ترویج روش‌های آبیاری دقیق،

۳. ایجاد سیستم‌های هشدار زودهنگام؛ توسعه سیستم‌های پیش‌بینی و هشدار برای امواج گرما، سیل و طوفان‌های گردوغبار،

۴. حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی؛ مقابله با بیابان‌زایی از طریق کاشت گونه‌های مقاوم و مدیریت؛ چرا که به حفظ تنوع زیستی و تثبیت خاک کمک می‌کند،