



اثرات اقتصادی تغییر اقلیم |

- نام پژوهش: اثرات اقتصادی تغییر اقلیم | کدشناسایی: ۱۱۱۱۱۰۰۱۰۰۱ تهیه شده: واحد پژوهش و بررسی های اقتصادی
- انتشارات: اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی اصفهان
- تاریخ انتشار دی ماه ۱۴۰۰ صاحب امتیاز: اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی اصفهان
- تهیه کننده: سید حسن ملک حسینی
- ناظر علمی: دکتر زهرا زمانی، دکتر مصطفی مبینی دهکردی



اثرات تغییر اقلیم و تغییر پذیری اقلیم علاوه بر تاثیر مستقیم بر عوامل طبیعی، به صورت مستقیم و غیرمستقیم عوامل انسانی و اجتماعی را نیز تحت تاثیر خود قرار می دهد.

●● خلاصه مدیریتی

اثرات تغییر اقلیم و تغییر پذیری اقلیم علاوه بر تاثیر مستقیم بر عوامل طبیعی، به صورت مستقیم و غیرمستقیم عوامل انسانی و اجتماعی را نیز تحت تاثیر خود قرار می دهد، به طوری که در سال های اخیر تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی، صدمات جبران ناپذیری را به برخی کشورها وارد کرده است. اگر تغییرات اقلیمی در مسیری که در حال حاضر پیش بینی می شود، باقی بماند و توافق پاریس و اهداف انتشار صفر خالص ۲۰۵۰ محقق نشوند، جهان تا اواسط قرن نزدیک به ۱۰ درصد از کل ارزش اقتصادی را از دست خواهد داد. در حالی که اگر جهان بتواند افزایش دما را مهار کند، اغلب بازارهای نوظهور بیشترین منفعت را می برند. از نظر قرار گرفتن در معرض خطرات شدید آب و هوایی ناشی از تغییرات اقلیم، آسیای جنوب شرقی و آمریکای لاتین به احتمال زیاد بیشتر مستعد شرایط خشک هستند. در عین حال، بسیاری از کشورهای شمال و شرق اروپا شاهد بارش های بیش از حد و حوادث ناشی از سیل هستند. با ترکیب این مشاهدات با تجزیه و تحلیل تاثیر بر تولید ناخالص داخلی، شاخص اقتصاد آب و هوا نشان می دهد که بسیاری از اقتصادهای پیشرفته در نیم کره شمالی هم کمترین آسیب پذیری را در برابر تاثیرات کلی تغییرات آب و هوایی دارند و هم کمتر در معرض خطرات مرتبط هستند و هم منابع بهتری برای مقابله دارند. علاوه بر ریسک های فیزیکی، تغییرات اقلیمی ریسک های انتقال را نیز به همراه دارد که می توانند به صورت تغییرات بزرگ در ارزش دارایی ها و هزینه های بالاتر کسب و کار با حرکت جهان به سمت اقتصاد کم کربن نشان داده شوند. در این رابطه، بخش های دولتی و خصوصی، از جمله شرکت های

بیمه به عنوان تأمین کننده ظرفیت انتقال ریسک، دانش ریسک و سرمایه گذاری بلندمدت، می توانند حرکت به اقتصاد کم کربن را تسهیل کنند. به طور کلی نتایج نشان می دهد که با وجودی که افزایش دمای جهانی تا اواسط قرن بر تولید ناخالص داخلی در تمام مناطق تأثیر منفی خواهد گذاشت، دستیابی به هدف دمایی توافق پاریس مطلوب ترین نتیجه است.

●● مقدمه

اصولاً شرایط اقتصادی و اجتماعی جوامع وابستگی بسیار بالایی به شرایط اقلیمی و محیطی دارد و در دسترس بودن منابعی چون آب و پایداری آن پیش شرط هرگونه رشد و توسعه اقتصادی است. از این رو هرگونه عاملی که این دسترسی را دچار اختلال کند نه تنها مانعی بر رشد و توسعه اقتصادی خواهد بود، بلکه زمینه ایجاد مشکلات و بحران های جدی در شرایط اقتصادی و اجتماعی را نیز فراهم خواهد کرد. اثرات تغییر اقلیم و تغییر پذیری اقلیم علاوه بر تاثیر مستقیم بر عوامل طبیعی، به صورت مستقیم و غیرمستقیم عوامل انسانی و اجتماعی را نیز تحت تاثیر خود قرار می دهد. تغییرات اقلیمی در روند افزایش دمای جهانی و تغییرات شدید آب و هوایی آشکار می شود. از زمان انقلاب صنعتی، فعالیت های انسانی به طور مداوم باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه ای (GHG) در محیط زیست شده که پیامدهایی نظیر تغییر دما و متغیرهایی مانند بارش، باد و ابر را در پی داشته است، همچنین بر اساس شواهد موجود، در سال ۲۰۲۰، غلظت دی اکسید کربن (CO₂) در جو به بیش از ۴۱۴ قسمت در میلیون رسیده که می تواند نگران کننده باشد. اگرچه تأثیرات اولیه تغییرات



در ایران وقایعی همچون افزایش متوسط دما

در کشور،

کاهش بارش‌ها، افزایش تعداد و شدت حوادث

زیست‌محیطی

شدید مانند سیل

و خشکسالی

نشان‌دهنده بروز

روزافزون اثرات

گرمایش جهانی

و تغییر اقلیم

در کشور است،

به‌طوری‌که در

سال‌های اخیر

به‌عنوان یک مشکل

جدی تقریباً تمامی

استان‌های کشور

را تهدید می‌کند.

مطالعات گسترده

زیست‌محیطی نیز

نشان می‌دهند که

آسیب‌پذیری ایران

از تغییرات اقلیمی،

بیش از متوسط

جهانی است.

موارد ذکر شده اهمیت مطالعه عوامل و اثرات تغییر اقلیم، راه‌های جلوگیری از این تغییرات و نیز راهکارهای مقابله با ریسک‌های ناشی از آن را آشکار می‌سازد. از این رو در گزارش حاضر با هدف بررسی اثرات اقتصادی تغییرات اقلیمی، ضمن بررسی عوامل بروز تغییرات اقلیمی و پیامدهای تغییر اقلیم، اثرات اقتصادی آن نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که این گزارش بر مبنای مطالعه مؤسسه Swiss Re در آوریل ۲۰۲۱، نوشته شده و بر اساس آن راهکارهایی برای غلبه بر پیامدهای منفی تغییرات اقلیم ارائه می‌شود.

• مفهوم تغییر اقلیم

اقلیم، به شرایط بلندمدت جوی در یک منطقه گفته می‌شود و به‌طور کلی شامل برهم‌کنش، جو، آب‌کره، سنگ‌کره، زیست‌کره، یخ کره است و هرگونه تغییر در این کرات باعث تغییر در اقلیم منطقه می‌شود. به عبارت دیگر، اقلیم از شرایط آب‌وهوایی غالب در یک منطقه در حالت کلی و در بلندمدت است. به‌عنوان مثال اقلیم خشک، مرطوب و یا معتدل که همه این اقلیم‌ها ممکن است در شرایط آب‌وهوایی خشک و مرطوب، گرم و سرد، ابری و صاف و یا خشکسالی و ترسالی قرار بگیرند. تغییر اقلیم به تغییر طولانی‌مدت دما و الگوهای معمولی آب و هوا در یک منطقه خاص یا در سطح کره زمین اشاره دارد. در طول تاریخ زمین، آب و هوا به‌طور مداوم و با یک روند آهسته طی صدها و هزاران سال تغییر کرده اما تغییرات اقلیمی اکنون تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی با سرعت بسیار بیشتری در حال وقوع است. به‌طور کلی، تغییرات آب‌وهوایی و یا تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای موردانتظار برای وضعیت میانگین آب‌وهوایی، که در طولانی‌مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی رخ بدهد. در واقع تغییر اقلیم نشان‌دهنده تغییرات غیرعادی در اقلیم درون اتمسفر زمین و پیامدهای ناشی از آن در قسمت‌های مختلف کره‌ی زمین است. تغییرات آب‌وهوایی می‌تواند پیش‌بینی الگوهای آب‌وهوا را دشوار و غیرممکن کند و این الگوهای آب‌وهوایی غیرمنتظره می‌تواند نگهداری و پرورش محصولات را در مناطقی که به کشاورزی متکی هستند با مشکل روبه‌رو کند چراکه دیگر نمی‌توان به دمای مورد انتظار و میزان بارندگی اعتماد کرد. تغییرات آب و هوایی همچنین با سایر حوادث آب‌وهوایی مخرب مانند طوفان‌های مکرر و شدیدتر، سیل، باران و طوفان‌های زمستانی همراه است. هرچند تغییر در آب و هوا و گرم شدن زمین ممکن است به عنوان بخشی از فرایندهای طبیعی و در پی نوسانات شدت نور خورشید، انحراف در مسیر حرکت زمین و فعالیت‌های آتشفشانی ایجاد شود، اما اقلیم پس از انقلاب صنعتی و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی به طرز

آب‌وهوایی ممکن است مثبت باشد، اما در بلندمدت تاثیرات منفی بر تاثیرات مثبت غالب خواهد بود. این تاثیرات منفی در کشورهای فقیرتر و گرم‌تر قاعدتاً بیشتر خواهد بود، به‌طوری‌که کاهش فقر مکمل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان وسیله‌ای برای کاهش تاثیرات تغییرات آب‌وهوایی است؛ اگرچه تغییرات آب‌وهوایی ممکن است بر نرخ رشد اقتصاد جهانی تاثیر بگذارد و افراد بیشتری را در دام فقر بیندازد. گازهای گلخانه‌ای نظیر دی‌اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن این قابلیت را دارند تا امواج فروسرخ حاصل از بازتابش نور خورشید از سطح زمین را جذب کنند و جذب انرژی توسط مولکول‌های گاز نیز سبب جنبش مولکولی و افزایش انرژی آن می‌شود. وقتی این اتفاق در مقیاس بزرگ رخ دهد، مانند این است که زمین با یک پتو پوشانده شود. افزایش حرارت در جو زمین، باعث گرم‌تر شدن خشکی‌ها، اقیانوس‌ها و دمای هوای کره زمین خواهد شد که نتیجه آن بروز تغییراتی در این سیاره خواهد بود؛ تغییراتی که زندگی تمام مردم دنیا را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

براساس آخرین گزارش مجمع جهانی اقتصاد، از میان پنج خطر اصلی پیش‌روی حیات بشر، چهار خطر مربوط به محیط‌زیست و تغییرات اقلیمی است. در سال‌های اخیر تغییرات آب‌وهوایی و گرمایش جهانی، صدمات جبران‌ناپذیری را به برخی کشورها وارد کرده است. مطالعات نشان داده که منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا، بیشترین خسارات و صدمات اقتصادی را از گرمایش جهانی متحمل خواهند شد، درحالی‌که کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی کمترین خسارات را خواهند دید.

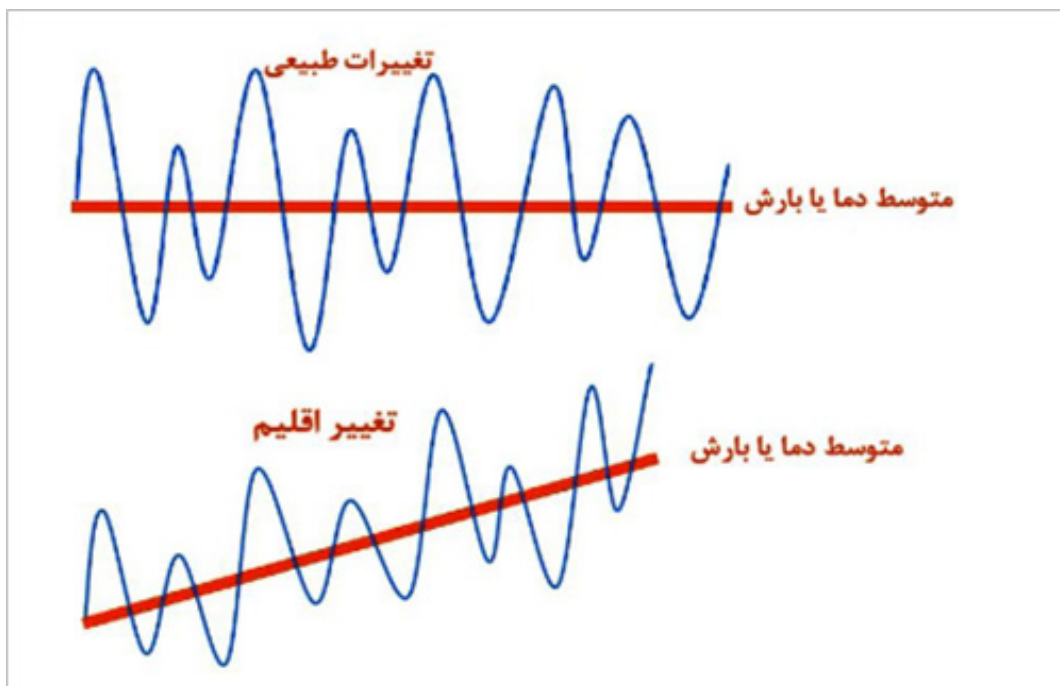
در ایران نیز وقایعی همچون افزایش متوسط دما در کشور، کاهش بارش‌ها، افزایش تعداد و شدت حوادث زیست‌محیطی شدید مانند سیل و خشکسالی نشان‌دهنده بروز روزافزون اثرات گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در کشور است، به‌طوری‌که در سال‌های اخیر به‌عنوان یک مشکل جدی تقریباً تمامی استان‌های کشور را تهدید می‌کند. مطالعات گسترده زیست‌محیطی نیز نشان می‌دهند که آسیب‌پذیری ایران از تغییرات اقلیمی، بیش از متوسط جهانی است. به‌طور کلی اگر تغییرات اقلیمی در مسیری که در حال حاضر پیش‌بینی می‌شود، باقی بماند و توافق پاریس و اهداف انتشار صفر خالص ۲۰۵۰ محقق نشوند، جهان تا اواسط قرن، نزدیک به ۱۰ درصد از کل ارزش اقتصادی را از دست خواهد داد. بسیاری از کارشناسان مسائل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و محیطی نیز تغییر اقلیم را به‌عنوان یکی از مسائل بغرنج و تأثیرگذار در عرصه‌های مختلف زندگی بشر مطرح می‌کنند و پیش‌بینی می‌کنند این موضوع به‌طور روزافزون برای جوامع انسانی بر حسب بافت اقتصادی، اجتماعی و محیطی آن‌ها مشکلات و پیامدهای مختلفی را، به‌ویژه در بعد اقتصادی به‌همراه خواهد آورد.



فزاینده‌ای تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است. همان‌طور که گفته شد، تغییر اقلیم به معنی هر نوع تغییر در الگوی کلی آب و هوایی یک منطقه و یا کره زمین است و مواردی نظیر افزایش میانگین دما، کاهش بارش، تغییر شکل بارش‌ها از باران به برف و بالعکس، خشک شدن برخی از رودخانه‌ها، آب شدن زود هنگام برف و یخبندان، زمستان‌های گرم و بی‌برف، باران‌های بی‌موقع تابستانی و ده‌ها مورد دیگر از جمله علائم تغییرات اقلیم به حساب می‌آیند. طوفان، سیل، خشکسالی و آتش‌سوزی‌های شدید در جنگل‌ها همه حاکی از تغییراتی غیر معمول با سرعتی بالا در جو زمین است. در حقیقت بر اثر تغییر اقلیم شرایط آب‌وهوایی

یک منطقه گرم‌تر، سردتر، خشک‌تر و یا مرطوب‌تر می‌شود. تغییر اقلیم می‌تواند اثر مهم و قابل توجهی بر روی چرخه هیدرولوژی از طریق بارش، تبخیر و تعرق، رطوبت خاک و دما داشته باشد. چرخه هیدرولوژی، با بارش و تبخیر بیشتر دچار دگرگونی می‌شود. با این حال، بارش اضافی ایجاد شده به صورت نامتوازن در سرتا سر جهان توزیع خواهد شد. به گونه‌ای که برخی از نقاط جهان ممکن است شاهد کاهش شدید بارش یا تغییرات کلی در مدت زمان فصول خشک و مرطوب باشند. بایستی به این نکته توجه نمود که تغییر اقلیم با تغییرات طبیعی آب و هوا که در برخی سال‌ها رخ می‌دهد تفاوت دارد، بدین معنی که در شرایط طبیعی

● شکل ۱. مقایسه تغییرات طبیعی آب‌وهوا نسبت به تغییر اقلیم



ممکن است در برخی سال‌ها دما یا بارش افزایش و در برخی سال‌ها کاهش یابد (شکل ۱).

• عوامل بروز تغییرات اقلیمی

مجموعه‌ای از عوامل مختلف به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم باعث تغییراتی اساسی در روند طبیعی اقلیم می‌شوند. به‌طور کلی می‌توان این عوامل را به عوامل طبیعی و انسانی تقسیم کرد که هر کدام از آن‌ها در مقیاس‌های زمانی و مکانی متفاوتی عمل می‌کنند عوامل انسانی امروزه بیشتر مورد توجه قرار دارند. اکثر دانشمندان و صاحب‌نظران معتقدند که چون نمی‌توان تا حدود زیادی با عوامل طبیعی تغییر اقلیم مقابله کرد به ناچار باید با عوامل انسانی که باعث تغییر اقلیم و پیامدهای آن می‌شود حتی المقدور مقابله کرد و در این راه به تقسیم‌بندی عوامل تغییر اقلیم پرداخته‌اند تا با آگاهی کامل راه‌های پیشگیری و مقابله با آن‌ها را دنبال کنند.

عواملی را که باعث تغییر اقلیم می‌شوند می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: دسته اول عوامل زمینی (پدیده‌های رخ‌دهنده در درون زمین یا سطح زمین، تغییرات مقدار نمک آب اقیانوس‌ها، تغییرات اتمسفری)، دسته دوم عوامل کیهانی (تغییرمدار زمین، جذب انرژی به‌وسیله ذرات و غبارهای کیهانی و سرانجام تغییرات ابتدایی انرژی تابشی خورشید) و دسته سوم فعالیت‌های انسانی که امروزه به‌عنوان مهم‌ترین عامل شناخته می‌شوند.

تغییرات اقلیمی تحت عوامل زمینی و کیهانی در مقیاس‌های زمانی بلندمدت اتفاق می‌افتد، در حالی که تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت‌های انسانی در مقایسه با دو عامل قبلی در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌مدت رخ می‌دهند. به‌طور کلی عامل اول و دوم را می‌توان به‌عنوان عوامل طبیعی تغییر اقلیم در نظر گرفت که انسان در آن‌ها دخالتی ندارد.

امروزه هنگامی که بحث تغییر اقلیم مطرح می‌شود، بیشتر نقش انسان و انجام فعالیت‌هایی که موجب این تغییرات می‌شود، مدنظر است. عوامل انسانی تغییر اقلیم مربوط به فعالیت‌های بشری می‌شود که می‌توان از جمله آن‌ها به تشدید غلظت گازهای گلخانه‌ای، تخریب جنگل‌ها و افزایش آلاینده‌ها اشاره کرد. پیامد عملکرد بشر از عوامل اصلی، افزایش درجه حرارت هوا (گرمایش جهانی) است که خود سبب بالا آمدن سطح آب‌های جهان و برهم‌خوردن الگو و میانگین بارندگی‌ها، پس‌روی یخچال‌ها و مناطق پوشیده از برف و یخ همیشگی، تغییر در بازدهی محصولات کشاورزی، وقوع خشکسالی، سیل و دیگر فاجعه‌ها طبیعی است. شدت تغییرات اقلیمی در چند سال اخیر به‌خاطر فعالیت‌های صنعتی و آلوده‌کننده انسانی روند افزایشی بیشتری یافته است، به‌طوری‌که میزان غلظت مواد

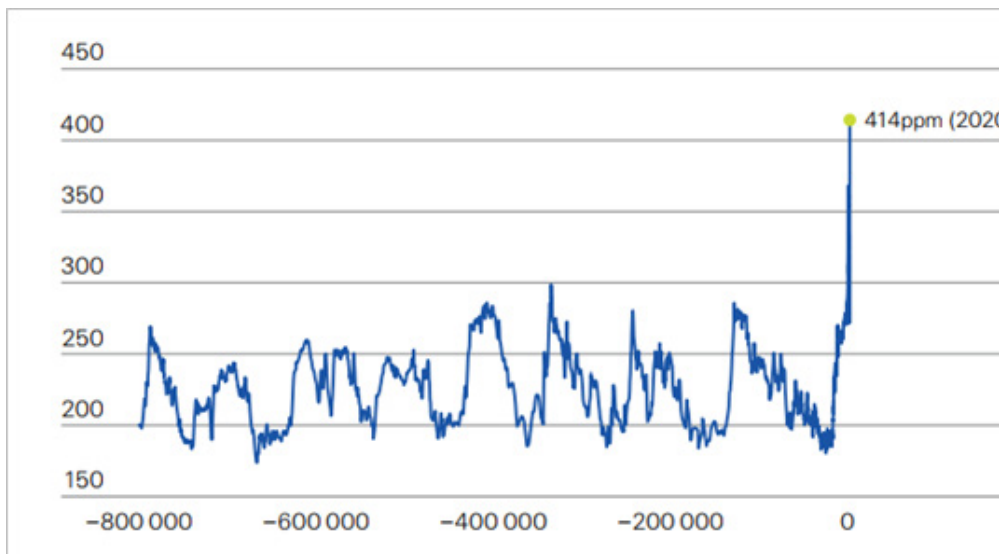
سمی و دی‌اکسید کربن در جو به حد بحرانی رسیده و آلودگی‌های حرارتی، تغییرات زیادی را در شاخص‌های آب‌وهوایی و ترکیبات اقیانوس‌ها و دریاها به‌وجود آورده‌است. اتمسفر زمین، مملو از گازهای مختلف است. برخی از این گازها شامل نیتروژن و اکسیژن هستند که روی هم ۹۹ درصد گازهای زمین را تشکیل می‌دهند و حرارت خورشید را جذب نمی‌کنند، چراکه آن‌ها به‌خارج از اتمسفر منعکس می‌کنند. گازهای دیگر، گازهای گلخانه‌ای هستند که شامل دی‌اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن هستند که همگی روی هم ۰/۱ درصد از گازهای اتمسفر را تشکیل می‌دهند. این گازها، حرارت و انرژی خورشیدی را جذب می‌کنند و آن‌ها را به سطح زمین می‌رسانند و باعث شرایطی می‌شوند که به آن اثر گلخانه‌ای می‌گویند. اثر گلخانه‌ای نقش مهمی در تنظیم طبیعی دمای کره زمین ایفا می‌کند. بدون این اثر، دمای زمین به‌طور میانگین به ۱۸- درجه سانتیگراد خواهد رسید؛ بنابراین اثر گلخانه‌ای مانع از یخ‌زدن کره زمین می‌شود. اما از زمان انقلاب صنعتی، به‌دنبال فعالیت‌های انسانی، مثل سوزاندن سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی و تکنیک‌های کشاورزی مدرن، غلظت این گازها در اتمسفر زمین افزایش یافته و این به معنای اثر گلخانه‌ای بیشتر و حرارت بالاتر است.

طبق تحقیقی که در سال ۲۰۱۳ از سوی سازمان ملل صورت گرفته، غلظت دی‌اکسید کربن از زمان انقلاب صنعتی، ۴۰ درصد افزایش یافته که باعث افزایش یک درجه‌ای دمای زمین شده است. بیانیه‌های اخیر برنامه پژوهش تغییرات جهانی ایالات متحده و انجمن ژئوفیزیک آمریکا از پذیرش واقعیت تغییرات اقلیمی حکایت دارند. در بخشی از این بیانیه آمده است: شواهد زیادی از بالای جو زمین گرفته تا اعماق اقیانوس‌ها، در خصوص تغییرات اقلیمی وجود دارد. دانشمندان و مهندسان در سرتاسر جهان با استفاده از ماهواره‌ها و شبکه‌هایی از بالون‌های هواشناسی و اندازه‌گیری تغییرات در موقعیت و رفتار گونه‌های زیستی و عملکرد اکوسیستم‌ها، با نهایت دقت این شواهد را گردآوری کرده‌اند. در مجموع، این شواهد حکایت از آن دارند که زمین در حال گرم‌شدن است و در پنجاه سال اخیر، فعالیت‌های انسان، اصلی‌ترین عامل این گرمایش بوده است. بنابراین، انسان عامل اصلی ایجادکننده تغییرات اقلیمی است در سال‌های اخیر با اقدامات و فعالیت‌های خود این تغییرات را هرچه بیشتر تشدید کرده است؛ فعالیت‌هایی نظیر بهره‌برداری بیش‌از حد از زمین، تخریب جنگل‌ها و افزایش سطح CO₂ در اثر برونده‌های مربوط به احتراق سوخت فسیلی و غیره. در ادامه به اثر گازهای گلخانه‌ای (GHG) که امروزه به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تغییر اقلیم مطرح بوده و در مطالعات مختلف نیز بر آن تأکید شده، پرداخته می‌شود.



طبق تحقیقی که در سال ۲۰۱۳ از سوی سازمان ملل صورت گرفته، غلظت دی‌اکسید کربن از زمان انقلاب صنعتی، ۴۰ درصد افزایش یافته که باعث افزایش یک درجه‌ای دمای زمین شده است.

● شکل ۲. غلظت اتمسفر CO₂ در ۸۰۰۰۰۰ سال گذشته (قسمت در میلیون، ppm)



● منبع: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Swiss Re Institute

برای پیش‌بینی انتشار گازهای گلخانه‌ای و غلظت‌های جوی

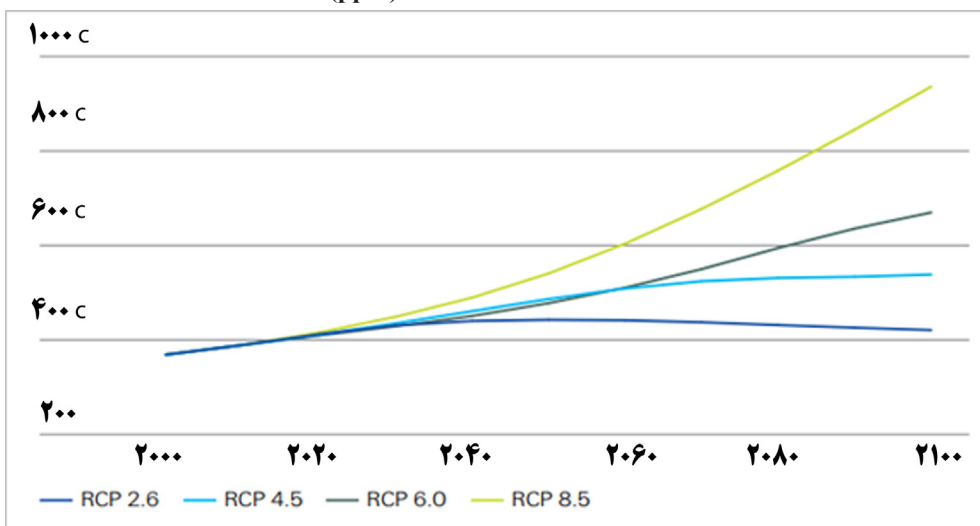
برای پیش‌بینی انتشار گازهای گلخانه‌ای و غلظت‌های جوی، هیئت بین‌الدولی تغییر اقلیم (IPCC) در گزارش ارزیابی پنجم (AR⁵) در سال ۲۰۱۴، طیفی از سناریوهای نماینده خطوط سیر غلظت گازهای گلخانه‌ای (RCP) را تعریف کرد که در جدول (۱) آمده است. بر اساس خط سیر RCP ۲.۶، اقداماتی که برای کاهش تغییرات اقلیمی انجام می‌شود، افزایش متوسط دمای جهانی را تا سال ۲۱۰۰ به کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد از دوران پیش از صنعتی شدن

● تغییرات اقلیمی: ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های (عدم اطمینان) اقتصادی

تغییرات اقلیمی در روند افزایش دمای جهانی و رویدادهای شدید آب و هوایی مشخص می‌شود. از زمان انقلاب صنعتی، فعالیت‌های انسانی به‌طور مداوم باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) شده است. با تغییر دما و متغیرهایی مانند بارش، باد و ابر در سال ۲۰۲۰، غلظت دی اکسید کربن (CO₂) در جو به بیش از ۴۱۴ قسمت در میلیون رسیده است (شکل ۲).

● سناریوهای هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC)

● شکل ۳. مسیرهای RCP برای غلظت CO₂ (ppm) بین ۲۰۰۰-۲۱۰۰



● منبع: Swiss Re Institute, IPCC AR⁵

۱- intergovernmental panel on climate change

۲- Representative concentration pathway



تغییرات اقلیمی در روند افزایش دمای جهانی و رویدادهای شدید آب و هوایی مشخص می‌شود. از زمان انقلاب صنعتی، فعالیت‌های انسانی به‌طور مداوم باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) شده است.

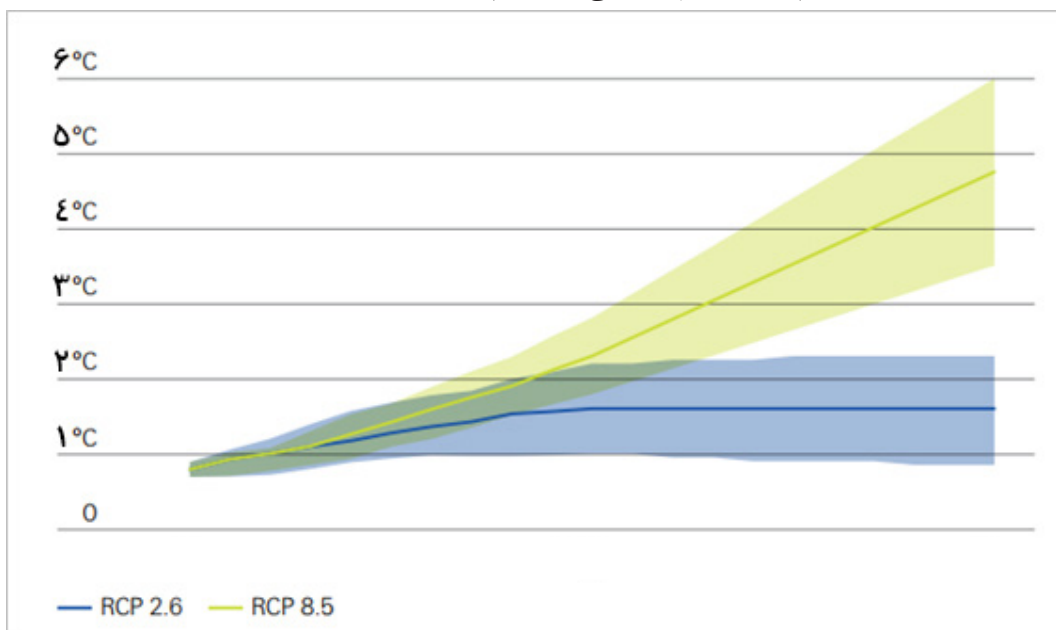
● جدول (۱) توصیف سناریوی نماینده خطوط سیر غلظت گازهای گلخانه‌ای

خط سیر	توصیف سناریو
RCP 2.6	تحت RCP 2.6، غلظت کربن به طور متوسط نیروهای تابشی ۲/۶ وات بر متر مربع (W/m ²) ایجاد می‌کند. طبق گفته IPCC، تحت یک خط سیر بسیار سختگیرانه RCP 2/6، میانگین افزایش دمای جهانی تا سال ۲۱۰۰ زیر ۲ درجه سانتیگراد باقی خواهد ماند. این هدف بلندمدت توافقتنامه پاریس، در کنار هدف آرمانی افزایش ۱/۵ درجه سانتیگراد است.
RCP 4.5	طبق گفته IPCC، RCP 4.5 یک سناریوی متوسط است. انتشار در جو در حدود سال ۲۰۴۰ به اوج خود می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. بر اساس خط سیر RCP 4.5، دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ بین ۱/۷ تا ۳/۲ درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت. برای اواسط قرن (۲۰۴۶-۲۰۶۵) این به معنای محدوده احتمالی گرمایش ۱/۵-۲/۶ درجه سانتیگراد است.
RCP 6	در RCP 6.0، انتشار در حدود سال ۲۰۸۰ به اوج خود می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد. در این سناریو، دمای جهانی بین ۲/۰ تا ۳/۷ درجه سانتیگراد بین سال‌های ۲۱۰۰-۲۰۸۱ نسبت به دوران پیش از صنعتی شدن افزایش خواهد یافت.
RCP 8.5	این خط سیر فرض می‌کند که هیچ اقدامی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام نمی‌شود. در این سناریو، طبق IPCC، دمای جهانی بین سال‌های ۲۰۸۱ تا ۲۱۰۰ بین ۳/۲ تا ۵/۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوران پیش از صنعتی شدن افزایش خواهد یافت.

● منبع: IPCC, Swiss Re Institute

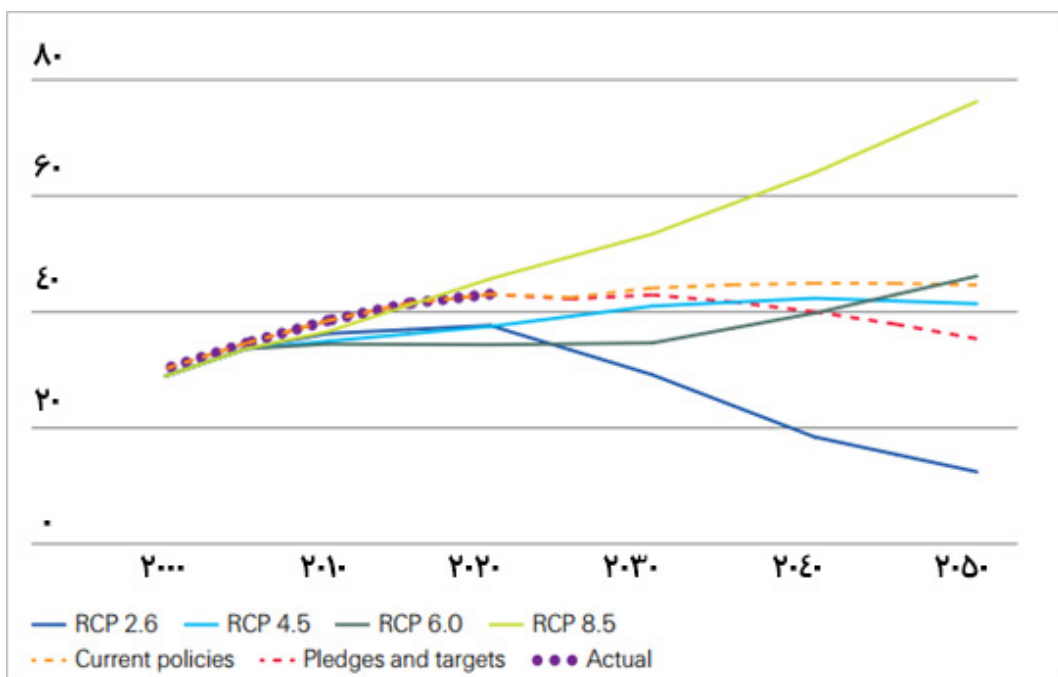
محدود می‌کند. در سناریوی شدید RCP ۸/۵ (کسب و ۲۱۰۰ بیش از ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. کار مرسوم)، که در آن هیچ تلاشی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام نمی‌شود، دمای جهانی تا سال رادر طول زمان و شکل (۴) مسیر سناریوهای RCP ۲/۶ و

● شکل ۴. محدوده گرم شدن دمای پیش بینی شده (عدم قطعیت) مرتبط با سناریوهای RCP ۲,۶, ۸,۵



● منبع: IPCC AR۵

● شکل ۵. انتشار سالانه کربن (به گیگاتون) بر اساس IPCC RCP، در مقایسه با مسیرهای تاریخی و جایگزین براساس سیاست‌ها و تعهدات



● منبع: Statista, Climate Action Tracker, IPCC AR۵



برآوردها نشان می‌دهد که از سال ۲۰۱۹، تحت اقدامات سیاستی فرونشانی موجود انتشار سالانه ۴ درصد افزایش خواهد یافت. اگر تعهدات و اهداف امروزی به طور کامل محقق شوند، انتشار سالانه تا اواسط قرن ۱۸ درصد کاهش خواهد یافت. هر دو نتیجه از محدوده پیش‌بینی‌های سناریوی RCP ۵۴ پیروی می‌کنند.

تا اواسط قرن ۱۸ درصد کاهش خواهد یافت. هر دو نتیجه از محدوده پیش‌بینی‌های سناریوی RCP ۴/۵ پیروی می‌کنند. خط سیر مرتبط و فعلی پیش‌بینی شده برای افزایش دما ۲-۲/۶ درجه سانتی‌گراد تا اواسط قرن است. تغییرات اقلیمی از طریق ریسک‌های فیزیکی و انتقال، به‌طور سیستماتیک بر اقتصاد کشورها تأثیر می‌گذارد. از جمله ریسک‌های فیزیکی شامل آسیب به اموال، اختلال در تجارت به‌دلیل شوک‌های اقلیمی (مثلاً رویدادهای شدید آب و هوایی مانند طوفان، سیل و خشکسالی) و از دست دادن بهره‌وری به‌دلیل افزایش میانگین دما است. ریسک‌های انتقال از تطابق و سازگاری با اقتصاد کم کربن ناشی می‌شود، مانند تغییرات در نحوه استقرار منابع، استفاده از فناوری و اجرای مقررات. ارزیابی مجدد سریع ارزش دارایی‌ها، تولید دارایی‌های سرگردان مانند ذخایر سوخت‌های فسیلی یا ذخایر زغال سنگ و خطر کاهش ارزش سیستماتیک برای صنعت مالی جهان را به همراه دارد. رویکردهای ارزیابی آسیب اقتصادی ناشی از تغییرات اقلیمی معمولاً به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱. مدل‌های ارزیابی یکپارچه (IAM) که اولین مدل‌هایی بوده‌اند که این رابطه را بررسی کرده و اساس ارزیابی ریسک IPCC در سال ۲۰۱۴ را تشکیل می‌دادند. ۲. مدل‌های داده‌های تابلویی جدیدتر، که به دنبال رفع نواقص در IAM هستند و ۳. تجزیه و تحلیل مبتنی بر مطالعه موردی از پایین به بالا که فعالیت بیشتری را در معرض خطر تغییرات اقلیمی

نشان می‌دهد و محدوده‌های احتمالی پیش‌بینی شده (عدم قطعیت‌ها) گرم شدن دمای مرتبط برای هر یک تا پایان این قرن را نشان می‌دهد. درحالی‌که این نمودارها گزارش AR۵ مربوط به IPCC را نشان می‌دهد، الگوهای اقلیمی جدیدتر نشان می‌دهد که حساسیت آب و هوا به غلظت CO۲ بالاتر است. این بدان معنی است که احتمال گرم شدن دما تا سطح معینی از غلظت کربن می‌تواند حتی بیشتر از آن چیزی باشد که در زیر نشان داده شده است. شکل (۴) نیز محدوده گرم‌شدن دمای پیش‌بینی شده مرتبط با سناریوهای RCP ۲۶,۸۵ را نشان می‌دهد. توجه: مناطق سایه دار محدوده دمای احتمالی پیش‌بینی شده را نشان می‌دهند. خط یکپارچه نشان دهنده میانگین است.

شکل (۵) مسیر واقعی تاریخی انتشارهای سالانه را در برابر سناریوهای IPCC نشان می‌دهد. پس از سال ۲۰۰۰، انتشار گازهای گلخانه‌ای آن چه را که در سناریوی RCP ۸/۵ برای چندین سال انتظار می‌رود، دنبال کرد. مطالعات سالانه در اغلب سال‌های اخیر نشان‌دهنده کندی بوده که منعکس‌کننده برخی از تلاش‌هایی است که در جهت کاهش و فرونشانی انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام شده که از آن زمان تاکنون اجرا شده است. برآوردها نشان می‌دهد که از سال ۲۰۱۹، تحت اقدامات سیاستی فرونشانی موجود انتشار سالانه ۴ درصد افزایش خواهد یافت. اگر تعهدات و اهداف امروزی به طور کامل محقق شوند، انتشار سالانه



مدل‌های تأثیر اقتصادی تغییر اقلیم معمولاً با میانگین کاهش‌های تولید ناخالص داخلی موردانتظار سروکار دارند. علاوه بر حلقه‌های باز خورد منفی و سایر اثرات، مدل‌ها معمولاً بلاپای پر تأثیر مانند خشکسالی و بارندگی شدید را در نظر نمی‌گیرند، که می‌تواند به میزان قابل توجهی درجه کاهش تولید ناخالص داخلی را تغییر دهد.

کاهش تولید ناخالص داخلی را تغییر دهد. در گزارش اخیر مؤسسه Swiss Re، تحقیقات موجود برای در نظر گرفتن و ارزیابی تأثیر اقتصادی مقیاس وسیع‌تری از ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های فیزیکی توسعه داده شده است. در زمینه ریسک‌های فیزیکی، این کار از طریق یک رویکرد سه مرحله‌ای جدید و مکمل انجام شده است (شکل ۶):

- ابتدا، از طریق تحلیل سناریو، نتایج اقتصادی ریسک‌های فیزیکی مرتبط با تغییر مداوم و تدریجی اقلیم در طول زمان شبیه‌سازی شده است که به‌عنوان ریسک‌های فیزیکی مزمین مرتبط با تغییر اقلیم شناخته می‌شوند. تجزیه و تحلیل این سناریو بر تحقیقات موجود (با فاکتورگیری در متغیرهای تأثیری که در تحقیقات قبلی لحاظ نشده است، مانند تأثیر اختلالات زنجیره تأمین و مهاجرت)، استوار است. تعدیل‌های این مطالعه با یافته‌های تحقیقات قبلی، تعریف جامع‌تر تمام اثرات فیزیکی بالقوه‌ای را که افزایش مداوم و تدریجی دمای جهانی می‌تواند ایجاد کند، هدف قرار می‌دهد.

- در گام دوم، بر اساس موقعیت جغرافیایی کشورها میزان مواجهه آن‌ها با خطرات فیزیکی تغییرات مداوم و تدریجی آب و هوا و همچنین رویدادهای شدید آب و هوایی ارزیابی شده که می‌تواند ناشی از شرایط اقلیمی شدیدتر (تر و خشک) باشد که افزایش دمای جهانی می‌تواند ایجاد کند. این ریسک‌ها، ریسک‌های فیزیکی حاد مرتبط با تغییر اقلیم هستند

- در گام سوم، شاخص اقتصاد اقلیمی تعریف شده که ترکیبی از مواجهه با خطرات فیزیکی مزمین و حاد همراه با اندازه‌گیری سطوح قابلیت سازگاری موجود کشورها برای مقابله با اثرات تغییر اقلیم است و اقتصادها را بر اساس آسیب‌پذیری کلی در برابر خطرات تغییر اقلیم رتبه بندی می‌کند. همچنین در یک قسمت مجزا ریسک‌های انتقال مرتبط با تغییر اقلیم از طریق تجزیه و تحلیل سناریوی مالیات کربن ارزیابی می‌شود، که نماینده‌ای برای سنجه

نسبت به روش‌های IAM یا داده‌های تابلویی نشان می‌دهد. بررسی استرن در سال ۲۰۰۶ یکی از اولین مطالعاتی بود که به طور جامع تأثیر تغییر اقلیم بر چندین کانال رشد و توسعه را بررسی کرده که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

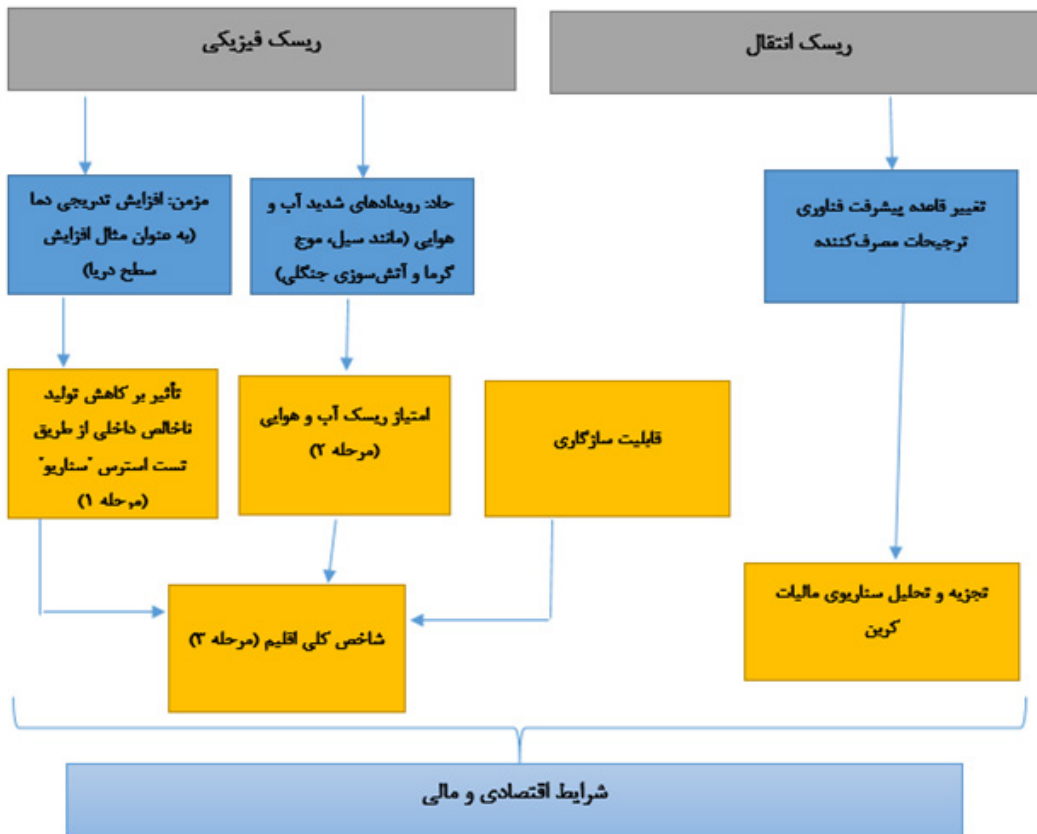
● بررسی استرن

این بررسی تعدادی از کانال‌های تأثیر تغییر اقلیم را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است، از جمله توزیع آب، بازده محصولات، ناامنی غذایی، اثرات بهداشتی ناشی از سوء تغذیه، استرس گرمایی و بیماری‌های دارای ناقل جاندار. وی از یک IAM برای تعیین کمیت تأثیر کل استفاده کرده و به این نتیجه رسیده است که بسته به مقیاس حلقه‌های بازخورد سیستم - اقلیم و از جمله خسارات غیربازاری، گرمایش جهانی منجر به خسارات متوسط تخمینی بین ۵/۳ تا ۱۳/۸ درصد از تولید ناخالص داخلی سرانه جهان در سال ۲۲۰۰ خواهد شد. در این گزارش آمده است که تغییر اقلیم عناصر اساسی زندگی مردم در سراسر جهان را تهدید می‌کند و بیان می‌کند که گر سطوح GHG در جو بین ۴۵۰ تا ۵۵۰ ppm معادل CO₂ تثبیت شود، خطر بدترین تأثیرات تغییرات آب و هوایی می‌تواند به‌میزان قابل توجهی کاهش یابد. برآورد هزینه سالانه برای دستیابی به تثبیت بین ۵۰۰ ppm و ۵۵۰ ppm معادل CO₂ حدود ۱٪ از تولید ناخالص داخلی جهانی، با اقدام قوی فوری بوده و هرگونه تأخیر خطرناک و پرهزینه‌تر خواهد بود.

● ارزیابی ریسک‌های فیزیکی و عدم قطعیت‌های مرتبط

مدل‌های تأثیر اقتصادی تغییر اقلیم معمولاً با میانگین کاهش‌های تولید ناخالص داخلی موردانتظار سروکار دارند. علاوه بر حلقه‌های بازخورد منفی و سایر اثرات، مدل‌ها معمولاً بلاپای پر تأثیر مانند خشکسالی و بارندگی شدید را در نظر نمی‌گیرند، که می‌تواند به میزان قابل توجهی درجه

شکل ۶. رویکرد ارزیابی تأثیر اقتصادی خطرات فیزیکی و انتقالی مرتبط با تغییرات آب و هوایی



منبع: Statista, Climate Action Tracker, IPCC AR۵

تغییرات آب و هوایی را در طول زمان بر اساس شش کانال تأثیر ریسک مزمّن تعیین می‌کند. این کانال‌های تأثیر که در کار روسون و سار توری تعیین شده‌اند، اثر افزایش دما بر بهره‌وری کشاورزی (مثلاً خشکسالی‌های بیشتر)، بر سلامت انسان (میزان بیماری و مرگ و میر)، بر بهره‌وری نیروی کار (استرس گرمایی)؛ بر افزایش سطح دریا و افزایش خطر سیلاب در مناطق دارای فعالیت اقتصادی، بر جریان‌های گردشگری و بر تقاضای خانوار برای انرژی می‌باشند.

● تنظیم سناریو

افزایش دمای ۲/۶ درجه سانتی‌گراد تا اواسط قرن شبیه‌سازی می‌شود که تقریباً محدوده مورد انتظار افزایش دما از دوران پیش از صنعتی شدن است که تا اواسط قرن رخ داده است.

● یک سناریوی قوی افزایش دمای ۳/۲ درجه سانتی‌گراد تا اواسط قرن نیز شبیه‌سازی شده تا مقیاس افزایش تأثیری را که گرمایش بیشتر می‌تواند بر نتایج تولید ناخالص داخلی داشته باشد، نشان دهد. افزایش ۳/۲ درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۰۵۰ سقف دامنه نتایج احتمالی تحت سناریوی RCP ۸/۵ است (شکل ۷).

● در ادامه عوامل عدم قطعیت حول نتایج اقتصادی مورد انتظار شبیه‌سازی شده است برای این منظور، ابتدا

اثرات مالی و اقتصادی اعمال چنین مالیاتی در صنایع و مناطق است. لازم به ذکر است که درجه ریسک (و عدم قطعیت‌های مرتبط) به سیاست‌های اتخاذ شده توسط سیاست‌گذاران و زمان بندی آن‌ها و سرعت و وسعت پیشرفت‌های تکنولوژیکی بستگی دارد.

● ارزیابی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم

● سناریوهای تأثیر اقتصادی ریسک‌های فیزیکی (مزمّن) تغییر اقلیم

اقتصاد جهانی ممکن است تحت تأثیر یک کاهش ۱۰ درصدی اضافی در تولید ناخالص داخلی تا اواسط قرن تحت سناریوی پایه افزایش دمای ۲ تا ۲/۶ درجه سانتی‌گرادی قرار گیرند؛ این در مقایسه با زمانی است که توافق پاریس و اهداف انتشار صفر خالص محقق می‌شوند. با بازگشت به هدف توافق پاریس، کشورهای جنوب شرقی آسیا بیشترین سود را خواهند برد (با صرفه‌جویی در حدود یک چهارم از زبان تولید ناخالص داخلی)؛ این یافته‌ها حاصل تحلیل سناریوی این مطالعه هستند که بسیاری از عدم قطعیت‌هایی که تحقیقات دیگر در نظر نمی‌گیرند را شبیه‌سازی می‌کند. این مطالعه در ابتدای کار، با یافته‌های یک مدل موجود از Moody's Analytics شروع کرده که اثرات تدریجی

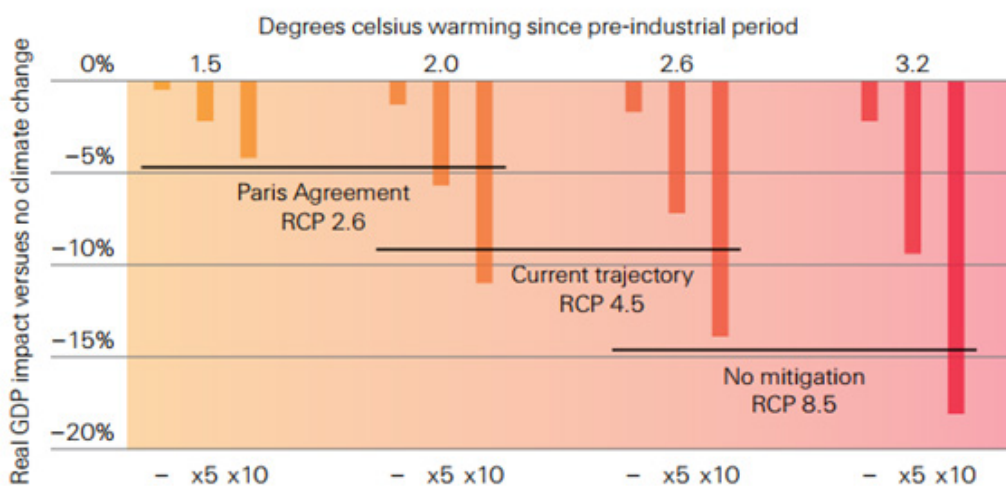


اقتصاد جهانی ممکن است تحت تأثیر یک کاهش ۱۰ درصدی اضافی در تولید ناخالص داخلی تا اواسط قرن تحت سناریوی پایه افزایش دمای ۲ تا ۲/۶ درجه سانتی‌گرادی قرار گیرند؛ این در مقایسه با زمانی است که توافق پاریس و اهداف انتشار صفر خالص محقق می‌شوند.

ممکن است تا اواسط قرن به ۱۸ درصد برسد. هر دو نتیجه را می‌توان با نتیجه‌ای که هدف توافق پاریس به دست می‌آورد، مقایسه کرد. بر اساس فرضیات مشابه برای مجهولات (ناشناخته) اما با محدود کردن افزایش دما به زیر ۲ درجه سانتی‌گراد، تولید ناخالص داخلی جهانی ۴/۲٪ کمتر از دنیای بدون تغییر آب و هوا خواهد بود. با این حال، اگر افزایش دما به زیر ۲ درجه سانتی‌گراد محدود شود، احتمال حلقه‌های بازخورد شدید منفی بسیار کاهش می‌یابد. با فرض عدم وجود نتایج مجهولات نامطلوب (ناشناخته) در سناریوی توافق پاریس، تولید ناخالص داخلی جهانی فقط ۰/۵٪ کمتر خواهد بود. به عبارتی اگر هدف توافق پاریس

اثر کانال‌های تأثیر اقتصادی که توسط شش خطر مزن در مدل Moody's Analytics پوشش داده نمی‌شوند، تقریب زده شده، به طوری که کانال‌های حذف شده را شامل شده اما محدود به آن نمی‌شوند، برای مثال، اختلال در زنجیره تأمین و تجارت جهانی، مهاجرت و تنوع زیستی. سپس، پتانسیل عدم قطعیت پارامتر دامنه ریسک (که مجهولات (ناشناخته) نامیده می‌شود)، بیان می‌شود. در نهایت، برای نمایش شدت افزایش پیامدهای بالقوه از این مجهولات (ناشناخته)، دو سناریو با اعمال ضربی X^0 (برای پیامدهای متوسط) و X^{10} (پیامدهای شدید) برای تأثیر اقتصادی انباشته از کانال‌های ریسک فیزیکی کمی و

● شکل ۷. بررسی اجمالی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر تولید ناخالص داخلی واقعی جهان تا اواسط قرن



● منبع: مؤسسه Swiss Re, IPCC AR۵

محقق شود، ضرر اقتصادی بسیار کمتر خواهد بود. در سناریوی شدید، برخی از کشورهای جنوب شرقی آسیا تا سال ۲۰۴۸، ۵۰ درصد از تولید ناخالص داخلی خود را از دست خواهند داد، در حالی که در سناریوی پایه افزایش دما ۲-۲/۶ درجه سانتی‌گراد، اقتصادهای نوظهور در مناطق گرم و تولیدکنندگان نفت بیشترین تأثیر را از افزایش دما در طول زمان خواهند دید. در شدت بالاتر پیامدهای فیزیکی مجهولات (ناشناخته) عامل (X^{10}) ، بیشترین تأثیر منفی از تولیدکنندگان نفت به آسیای نوظهور تغییر می‌کند. به طوری که این امر از اثرات نامطلوب فزاینده‌ای مانند کاهش در نیروی کار و بهره‌وری کشاورزی ناشی می‌شود. مالزی، تایلند و فیلیپین تا سال ۲۰۴۸، ۳۳ تا ۳۶ درصد از تولید ناخالص داخلی را از دست خواهند داد. اگر سناریوی شدیدتر دمای ۳/۲ درجه سانتی‌گراد اجرا شود، کاهش بالقوه تولید بیشتر کشورهای آسیب‌دیده می‌تواند تا ۴۵ درصد تولید ناخالص داخلی افزایش یابد. در سناریوی

تقریبی شبیه‌سازی می‌شود. توجه: علامت - به عدم قطعیت پارامتر شبیه‌سازی شده اشاره دارد و X^0 و X^{10} نشان‌دهنده شدت فزاینده پیامدهای بالقوه از مجهولات (ناشناخته) هستند.

● پیامد: هیچ برنده‌ای وجود ندارد.

تحلیل‌ها نشان می‌دهد که حتی با تحقق تعهدات و اهداف در مورد تغییر اقلیم، آسیب اقتصادی قابل-توجهی رخ خواهد داد. سناریوی افزایش دمای مرتبط و پایه تا اواسط قرن (۲ درجه سانتی‌گراد تا ۲/۶ درجه سانتی‌گراد و ضرب X^{10} برای مجهولات (ناشناخته))، کاهش تولید اقتصادی جهانی را نسبت به جهانی بدون تغییر اقلیم، به ترتیب به میزان ۱۱ و ۱۴ درصد نشان می‌دهد. اختلافات منطقه‌ای نیز بزرگ بوده و یک شکاف واضح شمال-جنوب ظاهر می‌شود. با این حال، هیچ کشوری از تغییر اقلیم مصون نیست. در یک سناریوی شدیدتر (یک تغییر اقلیم شدید و گرمایش بالاتر از میانگین ۳/۲ درجه سانتی-گراد) تلفات



در سناریوی پایه افزایش دما ۲-۲/۶ درجه سانتی‌گراد، اقتصادهای نوظهور در مناطق گرم و تولیدکنندگان نفت بیشترین تأثیر را از افزایش دما در طول زمان خواهند دید. در شدت بالاتر پیامدهای فیزیکی مجهولات (ناشناخته) عامل (X^{10}) ، بیشترین تأثیر منفی از تولیدکنندگان نفت به آسیای نوظهور تغییر می‌کند.

• جدول ۲. سناریوهای افزایش دما تا اواسط قرن

سناریوی افزایش دما تا اواسط قرن				اهداف پاریس
بسیار زیر ۲ درجه سانتیگراد افزایش	۲ درجه افزایش	۲/۶ درجه افزایش	۳/۲ درجه افزایش	
مورد شدید	محدوده احتمالی افزایش دمای جهانی			
شبه سازی اثرات زیان اقتصادی ناشی از افزایش دما بر حسب درصدی از تولید ناخالص داخلی، نسبت به یک جهان بدون تغییرات آب و هوایی (۰ درجه سانتی گراد)				
جهان	-۴/۲ %	-۱۱/۰ %	-۱۳/۹	-۱۸/۱ %
OECD	-۳/۱ %	-۷/۶ %	-۸/۱ %	-۱۰/۶ %
آمریکای شمالی	-۳/۱ %	-۶/۹ %	-۷/۴ %	-۹/۵ %
آمریکای جنوبی	-۴/۱ %	-۱۰/۸ %	-۱۳/۰ %	-۱۷/۰ %
اروپا	-۲/۸ %	-۷/۷ %	-۸/۰ %	-۱۰/۵ %
خاورمیانه و آفریقا	-۴/۷ %	-۱۴/۰ %	-۲۱/۵ %	-۲۷/۶ %
آسیا	-۵/۵ %	-۱۴/۹ %	-۲۰/۴ %	-۲۶/۵ %
آسیای پیشرفته	-۳/۳ %	-۹/۵ %	-۱۱/۷ %	-۱۵/۴ %
آسه آن	-۴/۲ %	-۱۷/۰ %	-۲۹/۰ %	-۳۷/۴ %
اقیانوسیه	-۴/۳ %	-۱۱/۲ %	-۱۲/۳ %	-۱۶/۳ %

توجه: افزایش دما از دوران ماقبل صنعتی تا اواسط قرن بوده و مربوط به افزایش انتشار و/یا افزایش حساسیت آب و هوا (واکنش دما به انتشار) از راست به چپ است.

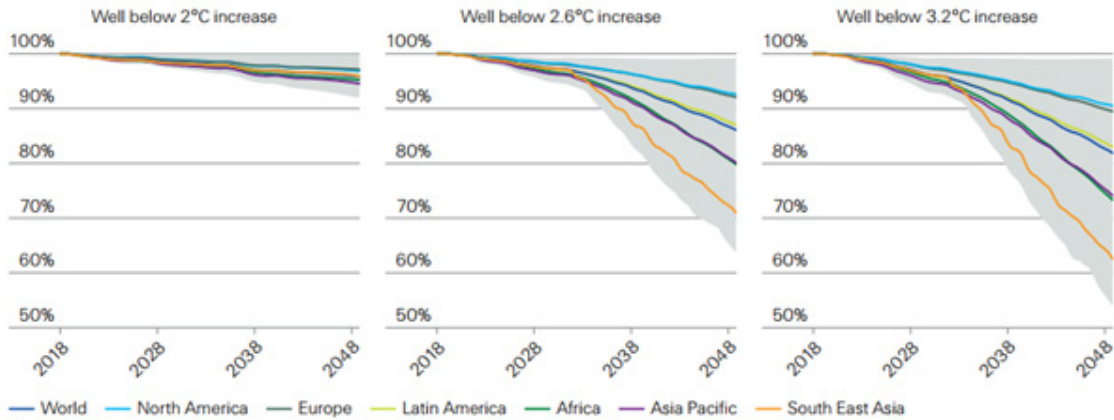
• منبع: Swiss Re Institute

جریان‌های درآمد گردشگری بیشتر به این کشورها، اثرات نامطلوب دیگر را جبران می‌کند. همچنین، با افزایش ۲/۶ درجه سانتی‌گرادی دما، کشورهای که بیشترین تأثیر را دارند، ممکن است پنج سال از تولید اقتصادی امروز خود را از دست بدهند. به عبارتی، وقتی کسری فزاینده تولید ناخالص داخلی سالانه تا اواسط قرن برای همه کشورهای مورد بررسی در تحلیل وارد می‌شود، ۱۰ درصد کشورهای که بیشترین تأثیر را دارند، ارزش پنج سال تولید اقتصادی امروز را با افزایش ۲/۶ درجه سانتی‌گرادی در دما از دست خواهند داد؛ به طوری که در میان آن‌ها، کشورهای آسیب‌پذیر آسه‌آن با میانگین ۲۹ درصد تولید کمتر در اواسط قرن، بدترین ضربه را خواهند دید. این بدان معناست که این کشورها تا سال ۲۰۵۰ تولید اقتصادی خود را بیش از هفت برابر تولید ناخالص داخلی خود در ۲۰۱۹ از دست خواهند داد. بر اساس آنچه گفته شد افزایش دمای جهانی تا اواسط قرن بر تولید ناخالص داخلی در تمام مناطق تأثیر منفی خواهد گذاشت. مسیر کنونی افزایش دما، با فرض اقدام در رابطه با تعهدات کاهش تغییر اقلیم، گرمایش جهانی ۲ تا ۲/۶ درجه سانتی‌گراد تا اواسط قرن را نشان می‌دهد. از

پایه، اقتصادهای بزرگ جهان نیز تا ۶ درصد یا بیشتر افت تولید ناخالص داخلی را خواهند داشت. از اقتصادهای بزرگ جهان، ایالات متحده، کانادا و بریتانیا تا اواسط قرن حدود ۶ تا ۷ درصد از تولید ناخالص داخلی را از دست خواهند داد. در سناریوی پایه با ضریب ۱۰ X (و تا ۹ درصد در سناریوی افزایش دمای ۳/۲ درجه سانتی‌گراد)، منطقه یورو اندکی بیشتر (۸ درصد) آسیب خواهد دید و اقتصادهایی مانند آلمان کمتر از کشورهای هم‌تای جنوبی (مانند ایتالیا) در معرض خطر قرار دارند. البته چین وضعیت بدتری خواهد داشت و در سناریوی پایه شاهد کاهش ۱۵ تا ۱۸ درصدی تولید ناخالص داخلی خواهد بود.

کشورهای اروپای شرقی و شمالی کمترین تأثیر را خواهند دید. در شرایط نسبی، چند کشور وضعیت بهتری خواهند داشت. تحلیل‌ها همچنین نشان می‌دهد که کشورهای اروپای شرقی و اسکاندیناوی (مانند دانمارک و فنلاند) نسبت به افزایش دما حساسیت کمتری دارند (بازیان تولید ناخالص داخلی از ۱٪ تا ۴٪ در سناریوی پایه افزایش دما با ضریب ۱۰ برابر نسبت به شرایط جهان بدون تغییرات آب و هوایی). یکی از دلایل آن می‌تواند این باشد که ورود

● شکل ۸. انحراف سناریوها در مقابل تولید ناخالص داخلی واقعی بدون تغییر آب و هوا



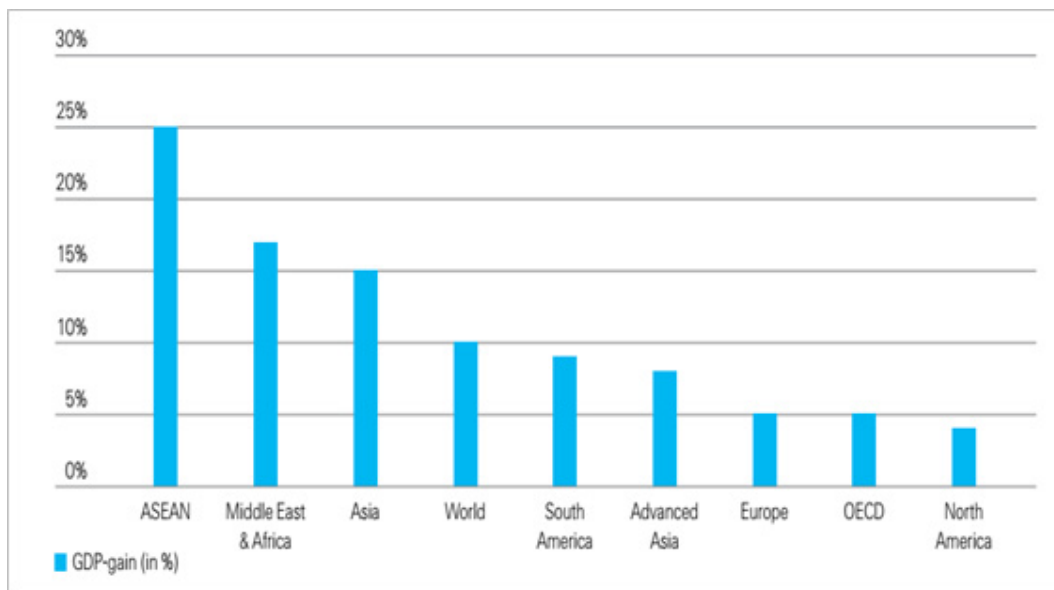
● منبع: مؤسسه Swiss Re

در سناریوهای پایه ۲-۲/۶ درجه سانتی‌گراد و شدید ۳/۲ درجه سانتی‌گراد افزایش دما، با عوامل ضربی، تأثیرات تغییرات آب و هوایی در طول زمان به‌طور قابل‌توجهی نسبت به هدف توافق پاریس تشدید می‌شود. دو فاز وجود دارد: اول اینکه، کشورها نرخ رشد تولید ناخالص داخلی را مانند گذشته حفظ می‌کنند، اقتصادهای نوظهور همچنان با سرعت بالا به بازارهای پیشرفته می‌رسند و با افزایش تدریجی دما، اثرات اقتصادی به‌ویژه در مناطقی که بیشتر در معرض آن قرار دارند، قابل‌توجه‌تر می‌شوند؛ با این حال، در بسیاری از اقتصادها نرخ رشد هنوز تا اواسط قرن مثبت است. دوم، فاز کندی که از حدود سال ۲۰۵۰ شروع می‌شود.

دست دادن ارزش اقتصادی جهانی در این سناریو می‌تواند تا ۱۰ درصد بیشتر از زمانی باشد که توافق پاریس در مورد افزایش دمای بسیار کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد حاصل شود. همان‌طور که گفته شد اقتصاد کشورهای جنوب شرقی آسیا (آسه آن) بیشترین آسیب را خواهند دید. در یک سناریوی شدید افزایش ۳/۲ درجه سانتی‌گراد دما نیز کاهش تولید ناخالص داخلی جهانی می‌تواند تا ۱۴ درصد بیشتر از میزان کاهش در اهداف پاریس باشد.

● تشدید تأثیرات اقتصادی تغییرات آب و هوایی در طول زمان پیامدهای منفی اقتصادی به مرور زمان بیشتر خواهد شد.

● شکل ۹. کاهش تولید ناخالص داخلی تا سال ۲۰۴۸ زمانی که هدف توافق پاریس برای افزایش دمای بسیار کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با سناریوی افزایش دما ۲٫۶ درجه سانتی‌گراد (عامل ۱۰x) بر آورده شد.



● منبع: مؤسسه Swiss Re



۲۰۴۸ و بیش از ۲۵ درصد در مناطق در معرض بیشتر در سال ۲۰۴۸ باشد. بازارهای نوظهور از بخش بزرگی از آسیب‌های اقتصادی مورد انتظار جلوگیری خواهند کرد و اندونزی، تایلند و عربستان سعودی بزرگترین برندگان نسبی هستند.

اقدامات بیشتر برای کاهش تغییرات آب و هوایی ضروری است. دامنه ریسک‌های بلندمدت باید از طریق اقدامات هماهنگ جهانی، از جمله سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سبز مدیریت شوند و هماهنگی بین سه تولیدکننده اصلی کربن (چین ۲۸٪، ایالات متحده ۱۵٪، هند ۷٪) که تقریباً نیمی از کل انتشار را تشکیل می‌دهند، بسیار مهم است. هند و چین بیشتر از ایالات متحده در معرض خطر تغییرات آب و هوایی هستند، به طوری که بدون هیچ اقدام کاهشی بیشتر، در یک سناریوی شدید، هند ممکن است تا اواسط قرن، ۳۵ درصد از تولید ناخالص داخلی خود را از دست بدهد.

• شاخص امتیازات ریسک اقلیمی و شاخص اقتصادی آب و هوا: معیاری از آسیب پذیری کلی کشورها

• شاخص امتیازات ریسک اقلیمی (CRS) CRS، ریسک قرار گرفتن در معرض حوادث آب و هوایی شدید و مکان‌های جغرافیایی در طول و عرض‌های جغرافیایی مختلف را در مقیاسی از صفر (کمترین) تا ۱۰ (بالاترین) ریسک ارزیابی می‌کند. این شاخص دو امتیاز فرعی را ترکیب می‌کند که نشان‌دهنده تغییرات در دمای شدید و متوسط (امتیاز خشک) و تغییرات شدید و میانگین بارش (نمرات مرطوب) است. به عبارتی دو امتیاز فرعی CRS نماینده‌ای برای فجایع واقعی مربوط به آب و هوا نظیر آتش سوزی، امواج گرما و خشکسالی (نمره خشک) و رودخانه و سیلاب ناگهانی (امتیاز مرطوب)

شود. در واقع مرحله دوم کاهش تولید ناخالص داخلی واقعی از حدود سال ۲۰۵۰ آغاز می‌شود و تأثیر آن از نظر کاهش رشد اقتصادی در نیمه دوم قرن آشکارتر خواهد شد. با احتمال ایجاد نقاط اوج، مانند ذوب شدن یخ‌ها یا فروپاشی زیست کره که منجر به تغییرات برگشت‌ناپذیر در سیستم‌های آب‌وهوایی می‌شود، خطرات ناشی از تأثیرات اقتصادی فاجعه‌بار در اواخر قرن یا بعد از آن آشکارتر می‌شود. به‌عنوان راهنمای مسیر، شکل (۸) نشان می‌دهد که چگونه تغییرات آب و هوایی به طور فزاینده‌ای بر رشد اقتصادی در نیمه دوم این قرن تأثیر می‌گذارد.

توجه: سناریوهای نشان‌داده‌شده برای کانال‌های حذف‌شده تنظیم می‌شوند و مجهولات ناشناخته افزایش بالقوه شدت پیامدهای اقتصادی ریسک‌های فیزیکی را با فاکتور ۱۰ در نظر می‌گیرند. افزایش دما از دوران ماقبل صنعتی تا اواسط قرن بیست و یکم است و ناحیه سایه‌دار خاکستری نشان‌دهنده پراکندگی نتایج بین کشوری است.

• هیچ اقدامی یک گزینه نیست

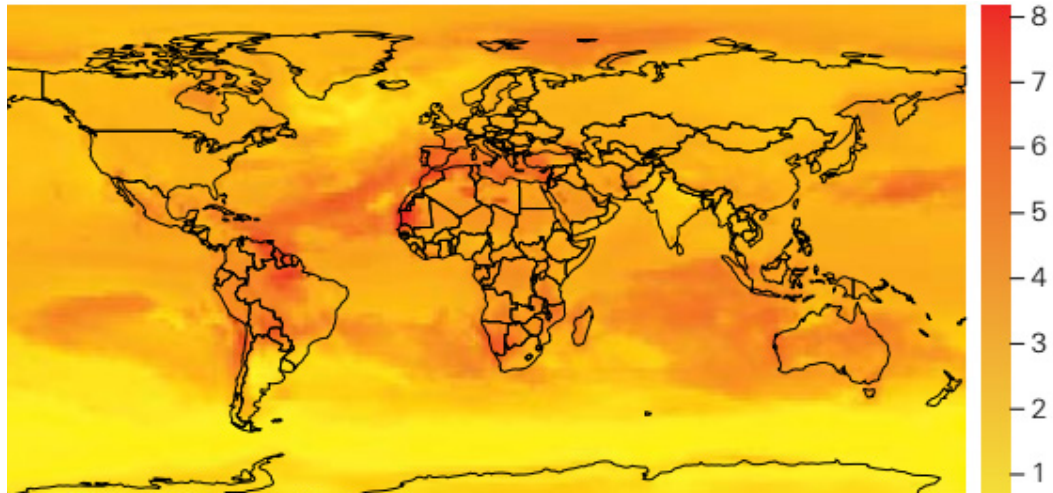
جهان نمی‌تواند به‌طور مداوم افزایش و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را تحمل کند. این سیاره نسبت به دوره پیش از صنعتی شدن ۱ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده و حتی اگر هدف توافق پاریس برای محدود کردن گرمایش زمین به زیر ۲ درجه سانتی‌گراد در قرن جاری محقق شود، هزینه‌های اقتصادی باز هم وجود خواهد داشت. اگر چه پیروی از اهداف و توافق پاریس بهترین نتیجه قابل دستیابی است. شکل (۹) درجه کاهش تولید ناخالص داخلی (یعنی یک سود نسبی) را در صورت تحقق هدف توافق پاریس نشان می‌دهد. در مقایسه با سناریوی پایه (افزایش ۲/۶ درجه سانتی‌گراد) با ضریب ضربی ۱۰X، تحت توافق‌نامه پاریس با همان ضریب ضربی برای مجهولات (ناشناخته) تولید اقتصاد جهانی می‌تواند ۱۰ درصد در سال



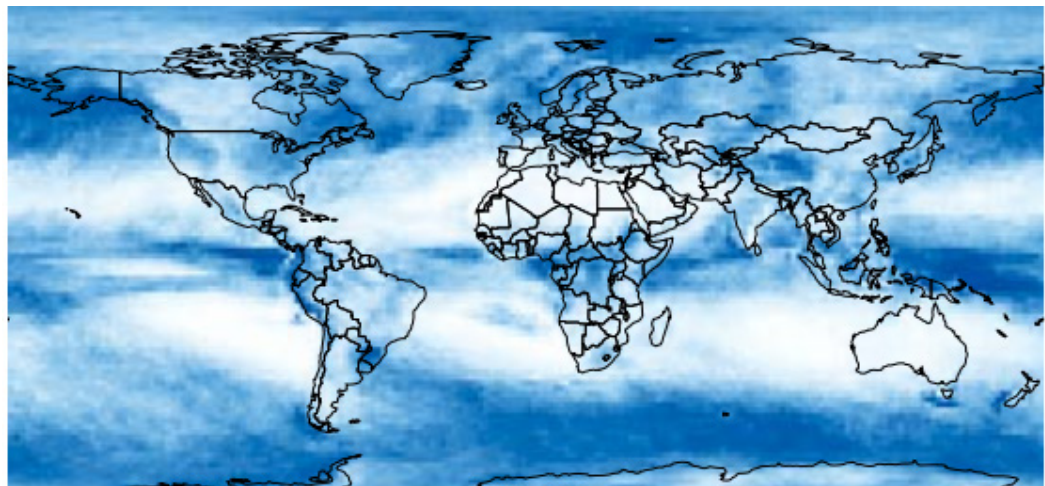
سناریوهای نشان‌داده‌شده برای کانال‌های حذف‌شده تنظیم می‌شوند و مجهولات ناشناخته افزایش بالقوه شدت پیامدهای اقتصادی ریسک‌های فیزیکی را با فاکتور ۱۰ در نظر می‌گیرند.

هستند. طبق مقادیر CRS، ریسک شرایط آب و هوایی شدید در سناریوی RCP ۸.۵ با انتشار GHG بسیار بیشتر از RCP ۲.۶ (انتشار کم) است. تحت RCP ۸.۵، شکل ۱۰. نقشه جهانی امتیازهای ریسک اقلیمی خشک و

● امتیاز خشک ۲۰۵۰، سناریو RCP ۸.۵



● امتیاز مرطوب ۲۰۵۰، سناریو RCP ۸.۵



مرطوب، RCP ۸.۵، سال ۲۰۵۰
● شاخص اقتصادی آب و هوا

ارتباط بین انتشار گازهای گلخانه‌ای و وقوع فجایع طبیعی هنوز به خوبی شناخته نشده است، اما شواهدی وجود دارد که به دلیل تغییرات آب و هوایی، فراوانی و شدت فزاینده حوادث و بلایای خطرناک ثانویه به افزایش تلفات ناشی از آن در دهه گذشته کمک کرده است. همچنین، افزایش تلفات ناشی از حوادث آب و هوایی شدید به دلیل مهاجرت بیشتر مردم به مناطق پرخطر از جمله در مناطق ساحلی و با انباشته شدن دارایی‌های اقتصادی است. در ارزیابی اثرات فیزیکی کلی ناشی از تغییرات آب و هوایی، آسیب‌پذیری اقتصادی کشورها در برابر خطرات مزمن مرتبط با افزایش دمای جهانی و خطرات حاد ناشی از رویدادهای آب و هوایی

جهان به طور بالقوه رویدادهای آب و هوایی شدیدتری را که از شرایط خشک و مرطوب شدید ناشی می‌شود، تجربه می‌کند. همان‌طور که شکل (۱۰) نشان داده شده، افزایش دما احتمالاً باعث خشک‌سالی بیشتر در آسیای جنوب شرقی و آمریکای لاتین خواهد شد و در عین حال، تعدادی از کشورهای اروپای شمالی و شرقی احتمالاً بارندگی بیش از حد و حوادث سیل را تجربه خواهند کرد. با افزایش دمای جهانی در طول زمان، بریتانیا در برابر شرایط شدید خشک و مرطوب آسیب پذیر است. برای برخی از کشورهای بزرگ که دارای چندین آب و هوا هستند (مانند روسیه، استرالیا، چین)، نابرابری منطقه ای نیز با توجه به ماهیت متنوع مکان‌های مختلف در هر کشور وجود دارد. به عنوان مثال، انتظار می‌رود شرایط خشک بیشتری در جنوب شرقی



ارتباط بین انتشار گازهای گلخانه‌ای و وقوع فجایع طبیعی هنوز به خوبی شناخته نشده است، اما شواهدی وجود دارد که به دلیل تغییرات آب و هوایی، فراوانی و شدت فزاینده حوادث و بلایای خطرناک ثانویه به افزایش تلفات ناشی از آن در دهه گذشته کمک کرده است.

شدید، گردآوری می‌شود. همان‌طور که در بالا اشاره شد، ابتدا تأثیر تولید ناخالص داخلی از طریق تجزیه و تحلیل سناریوی آب‌وهوا برآورد می‌شود. دوم، آسیب‌پذیری‌های خاص هر کشور با رویدادهای آب و هوایی شدید (امتیازات ریسک اقلیم)، بر اساس موقعیت جغرافیایی آن‌ها با میانگین‌های ملی مقایسه می‌شود. در نهایت، یک نمای کلی از وضعیت فعلی آمادگی برای مقابله با پیامدهای ناشی از تأثیرات نامطلوب تغییرات آب و هوایی با توجه به سطوح موجود قابلیت‌سازی کشورها ارائه می‌شود. به طوری که ترکیب این سه معیار رتبه‌بندی شاخص اقتصادی اقلیم را به دست می‌دهد.

● ساخت شاخص اقتصادی آب و هوا و نتایج به دست آمده از روش رتبه‌بندی ساده برای ایجاد یک شاخص کلی اقتصاد آب و هوا استفاده می‌شود. این شاخص برآوردهای تأثیر اقتصادی، امتیازات ریسک آب و هوایی از قرار گرفتن در معرض رویدادهای آب و هوایی شدید در سراسر پهنه جغرافیایی و قابلیت‌سازی فعلی کشورها با تغییرات اقلیمی را نشان می‌دهد.

● یک وزن شاخص ۷۰٪ به فضای ریسک فیزیکی اختصاص داده می‌شود که بین خطرات مزمن و حاد تقسیم می‌شود.

● براساس نتایج تجزیه و تحلیل سناریوی اقتصادی، شاخص ریسک مزمن (۳۰ درصد از شاخص کل) کشورها را بر اساس اندازه کل تأثیر منفی تولید ناخالص داخلی ناشی از تغییرات آب و هوایی، مشروط به یک پارامتر عدم قطعیت آزمون استرس مضرب ۱۰٪ رتبه‌بندی می‌کند. از درصد کاهش تولید ناخالص داخلی برای نشان دادن ریسک نسبی کشورهای مختلف برای پیامدهای اقتصادی نامطلوب تغییرات آب و هوایی استفاده می‌شود. تأثیر تولید ناخالص داخلی در دانمارک کم شدت‌ترین است (۲/۸٪- تولید ناخالص داخلی تا اواسط قرن، رتبه ۱) و شدیدترین تأثیر در مالزی است (۳۶/۳٪- تولید ناخالص داخلی، رتبه ۴۸).

● یک وزن ۵۰: ۵۰ به هر یک از امتیازات CRS خشک و مرطوب برای هر کشور اختصاص داده شده (۲۰٪ از شاخص کل هر کشور) و امتیازات خشک و مرطوب از پایین‌ترین (۱) تا بالاترین (۴۸) رتبه‌بندی می‌شود.

● در نهایت، شاخص شامل نماینده‌ای برای اندازه‌گیری ظرفیت و قابلیت فعلی یک کشور برای مقابله با تأثیر منفی تغییرات آب و هوایی است (شاخص قابلیت‌سازی تغییرات اقلیمی از Verisk Maplecroft) این یک شاخص ترکیبی با عوامل ورودی متعدد از جمله قدرت سازمانی موجود (به عنوان مثال، ثبات دولت، حضور یک وزارت ملی مدیریت بلایای طبیعی، سازمان پارگان)، سطح تحصیلات و نوآوری، مدیریت منابع (مثلاً کیفیت عرضه رژیم غذایی متوسط، فشار ناشی از رشد جمعیت در آینده)، میزان اتکا به یک اقتصاد آسیب‌پذیر (یعنی ارزش افزوده



براساس نتایج تجزیه و تحلیل سناریوی اقتصادی، شاخص ریسک مزمن (۳۰ درصد از شاخص کل) کشورها را بر اساس اندازه کل تأثیر منفی تولید ناخالص داخلی ناشی از تغییرات آب و هوایی، مشروط به یک پارامتر عدم قطعیت آزمون استرس مضرب ۱۰٪ رتبه‌بندی می‌کند

- رتبه‌بندی پنج کشور بالا و پایین بر اساس شاخص اقتصاد اقلیمی همان‌طور که گفته شد اقتصادهای جنوب و جنوب شرقی آسیا در برابر اثرات نامطلوب تغییرات آب-وهوایی و اقلیمی آسیب‌پذیرتر بوده، درحالی‌که اقتصادهای پیشرفته در نیم‌کره شمالی کمترین آسیب‌پذیری را خواهند داشت.
- جدول (۳) رتبه‌بندی پنج کشور بالا و پایین را بر اساس شاخص اقتصاد اقلیمی نشان می‌دهد.

شاخص اقتصاد اقلیم	رتبه بندی قابلیت های سازگاری فعلی**	رتبه بندی خطر فیزیکی		اثر GDP	کشور	رتبه
		خطر آبهوای شدید*				
		مرطوب	خشک			
۳/۱۱	۸	۳۲	۸	۳	فنلاند	۱
۶/۱۱	۲	۳۷	۱۲	۴	سوئیس	۲
۱/۱۵	۶	۴۱	۱۵	۷	اتریش	۳
۹/۱۵	۱۰	۳۰	۲۱	۹	پرتغال	۴
۱۶	۱۶	۲۰	۱۸	۱۲	کانادا	۵
					...	
۳۶	۳۹	۱۱	۴۳	۴۵	تایلند	۴۴
۴/۳۶	۴۶	۱۳	۳۷	۴۲	هند	۴۵
۳/۳۷	۴۳	۵	۴۸	۴۶	فیلیپین	۴۶
۳/۳۸	۳۳	۲۳	۴۷	۴۸	مالزی	۴۷
۲/۳۹	۴۴	۱۹	۴۵	۴۴	اندونزی	۴۸

● منبع: Verisk Maplecroft, Swiss Re Institute

هزینه‌های ریسک انتقال را به‌منظور سنجش تأثیر یک انتقال ناگهانی در صنایع و مناطق و ریسک بازار در پرتفوی بیمه‌گذار، نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که درآمد در بخش‌های آب و برق، مواد و انرژی بیشترین تأثیر را از تحمیل فوری ۱۰۰ دلار بر تن مالیات جهانی کربن خواهد داشت (شکل ۱۱). بر اساس منطقه نیز تأثیر درآمدهای وزنی تقریباً ۲۰٪- در آسیا و اقیانوسیه (APAC) و حدود ۱۵٪- در قاره آمریکا و اروپا خواهد بود. علاوه بر تأثیرات سود، بسیاری از شرکت‌ها می‌توانند ریسک اعتباری را نیز افزایش دهند، زیرا تغییر در درآمدها و هزینه‌های پیش‌بینی شده آن‌ها می‌تواند بر ظرفیت بازپرداخت بدهی آن‌ها تأثیر بگذارد و یا ارزش وثیقه موجود را کاهش دهد. لازم به ذکر است که تلفات اعتباری جهانی از صنایع برق و نفت و گاز به تنهایی می‌تواند بین ۵۰ تا ۳۰۰ میلیارد دلار از بدهی‌های معوق باشد؛ در حالی‌که تأثیر آن بین شرکت‌های داخل این بخش به‌طور چشمگیری متفاوت است، احتمال نکول می‌تواند دو یا سه برابر برای شرکت‌هایی که بیشترین

* خطر آب و هوای شدید توسط امتیازات خطر آب و هوایی مؤسسه Swiss Re که منعکس‌کننده قرار گرفتن احتمالی هر کشور در معرض شرایط (رویدادهای) آب‌وهوایی شدید خشک و مرطوب به‌دلیل تغییرات اقلیمی است، مشخص می‌شود.

** رتبه بندی قابلیت سازگاری بر اساس شاخص قابلیت سازگاری تغییر آب و هوایی از Verisk Maplecroft است. تحلیل ما نمونه‌ای شامل ۴۸ کشور را پوشش می‌دهد که ۹۰ درصد از تولید ناخالص داخلی جهانی را در سال ۲۰۱۹ در اختیار داشته‌اند.

● ریسک‌های انتقال: پیامدهای مالی بالقوه حرکت به سمت اقتصاد کم کربن

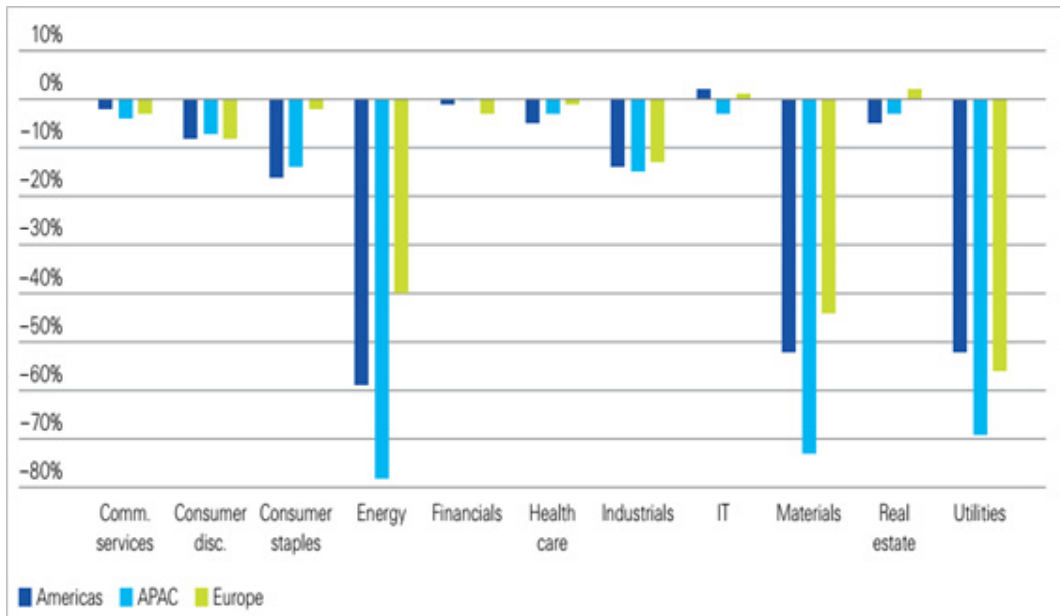
- تأثیرات بیشتر در بخش‌های آب و برق، مواد و انرژی
- ریسک‌های انتقال ناشی از تغییرات آب و هوایی از سازگاری با اقتصاد کم کربن نشأت می‌گیرد، مانند تغییر در نحوه استقرار منابع، استفاده از فناوری و مقررات در جامعه.



خورشیدی در حال حاضر هزینه کمتری نسبت به نیروگاه‌های جدید زغال سنگ یا گاز برای تولید برق دارد. انرژی خورشیدی جزء کلیدی انرژی‌های تجدیدپذیر است. با توجه به این که آژانس بین‌المللی انرژی تخمین می‌زند که انرژی‌های تجدیدپذیر با هم ۸۰ درصد از رشد تقاضای برق جهانی تا سال ۲۰۳۰ را تأمین می‌کنند، دینفعان اصلی احتمالاً مشاغل در بخش فتوولتائیک خورشیدی خواهند بود.

توجه: میله‌ها محدوده بین صدک‌های ۱۰ و ۹۰ عملکرد شرکت را در هر بخش از شاخص MSCI All Countries World نشان می‌دهند. بخش‌ها زیرمجموعه‌ای از آن‌هایی

● شکل ۱۱. تأثیر تخمینی ۱۰۰ دلار جهانی مالیات بر تن کربن بر درآمد شرکت، بر اساس بخش و منطقه



● منبع: مدل تأثیر مالیات کربن بلک راک، موسسه Swiss Re

هستند که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند، که تمام بخش‌هایی را که شرکت‌های فهرست‌شده در MSCI ACWI در آنها وجود دارد، پوشش می‌دهند.

● کاهش (فرونشانی) ریسک‌های تغییرات آب و هوایی

- پیامدها و نقش بیمه کسب‌وکار (بیمه تجاری)
- ریسک‌های مربوط به تغییرات آب‌وهوایی قابل بیمه هستند. به‌طور کلی، تأثیر اصلی تغییرات آب‌وهوایی بر بیمه‌گران افزایش هزینه‌های زیان‌دهی است. اثرات افزایش دما از طریق برخی ریسک‌های آب‌وهوایی نظیر امواج گرما، آتش‌سوزی‌های جنگلی، خشک‌سالی و بارندگی‌های سیل‌آسا به مطالبات بالاتر بیمه‌شده (مثلاً خسارت اموال، کمبود محصول، وقفه در تجارت) منجر می‌شود. این ریسک‌ها با

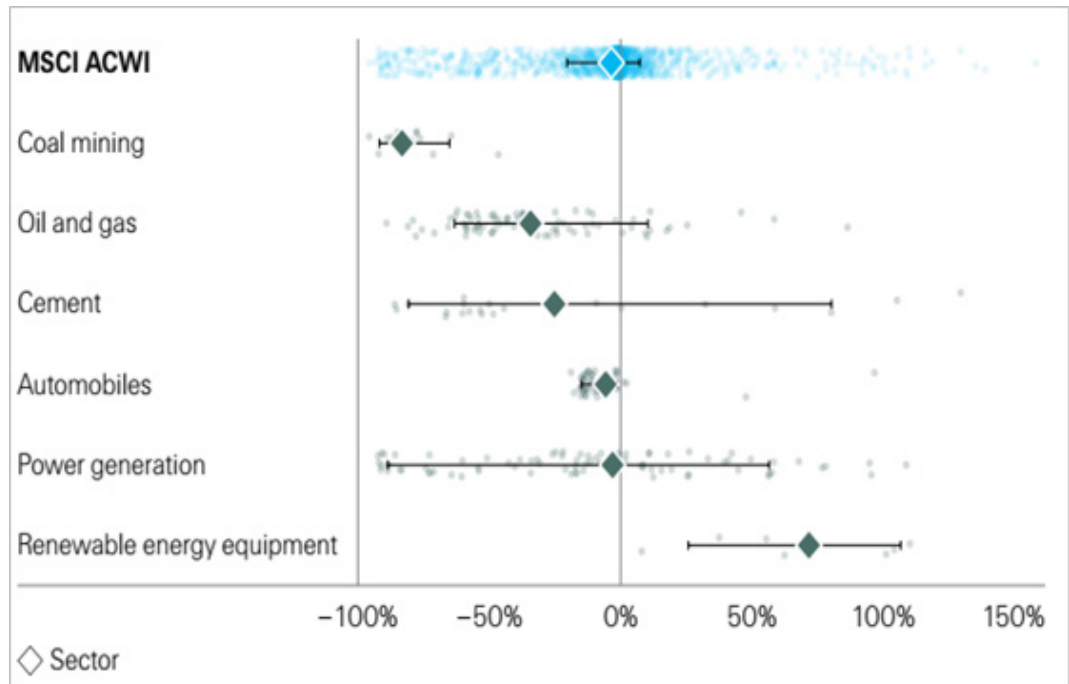
تأثیر را دارند افزایش یابد. لازم به ذکر است که زمان‌بندی تصمیم‌گیری‌های سیاستی در ایجاد انتقال بر شدت از دست دادن ارزش دارایی تأثیر می‌گذارد. به‌طوری‌که درجه ریسک‌های گذار (و عدم قطعیت‌های مرتبط) به سیاست‌های اتخاذ شده توسط سیاست‌گذاران و زمان‌بندی آنها، و سرعت پیشرفت‌های فناوری بستگی دارد. به‌عنوان مثال، میانگین تلفات ارزش برای خودروسازان بین ۵ تا ۲۰ درصد است، در حالی که برای تولیدکنندگان بتن و سیمان، میانگین تلفات ارزش می‌تواند بین ۱۰ تا ۲۵ درصد بسته به زمان اقدامات سیاستی در پیش‌برد این گذار باشد. ذکر این نکته ضروری است که کربن‌زدایی نیاز به



کربن‌زدایی نیاز به سرمایه‌گذاری بزرگ دارد و در عین حال فرصت‌هایی را در بسیاری از بخش‌ها ارائه می‌دهد. کربن‌زدایی سریع برخی از دارایی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های موجود را در معرض خطر قرار می‌دهد، اما سرمایه‌گذاری در بخش‌های جدید و غیر سنتی را تسریع می‌کند.

سرمایه‌گذاری بزرگ دارد و در عین حال فرصت‌هایی را در بسیاری از بخش‌ها ارائه می‌دهد. کربن‌زدایی سریع برخی از دارایی‌ها و سرمایه‌گذاری‌های موجود را در معرض خطر قرار می‌دهد، اما سرمایه‌گذاری در بخش‌های جدید و غیر سنتی را تسریع می‌کند. به‌عنوان مثال، برای دستیابی به هدف گرمایش زیر ۲ درجه سانتی‌گراد، IPCC برآورد می‌کند که سرمایه‌گذاری سالانه حدود ۲/۴ تریلیون دلار تا سال ۲۰۳۵ برای تغییر سیستم انرژی جهان مورد نیاز است. این نشان‌دهنده افزایش سالانه ۵۰۰ میلیارد دلاری از نرخ سرمایه‌گذاری جهانی انرژی در سه سال گذشته است. این امر همچنین مستلزم تغییر در تقاضا در بخش‌ها و درون بخش‌ها خواهد بود. برخی از شرکت‌ها، حتی در بخش‌هایی که تأثیر منفی دارند، می‌توانند سود ببرند (شکل ۱۲). به‌عنوان مثال، در بسیاری از کشورها، فتوولتائیک

● شکل ۱۲. تغییر مورد انتظار در ارزش فعلی خالص سود در سناریویی که هدف آن گرم شدن بیش از ۲ درجه سانتیگراد با شروع اقدامات در سال ۲۰۲۰، نسبت به عدم اقدام سیاستی است.



● منبع: سناریوهای انتقال کم کربن: بررسی تحلیل سناریو برای ارزیابی سهام، مدیریت دارایی جهانی HSBC، اکتبر ۲۰۱۸

تحولات اجتماعی-اقتصادی و وضعیت اقدامات محلی کاهش ریسک را برای به‌روزرسانی ارزیابی‌های مستمر دنبال کنند، به‌طوری که مدل‌های ریسک نشان‌دهنده شرایط آب و هوایی و اجتماعی-اقتصادی کنونی باشند. ● بیمه‌گذاران باید درک و شناخت خود از نسبت به خطراتی که امروزه تغییرات اقلیمی و اجتماعی-اقتصادی ایجاد می‌کنند، افزایش داده و به‌روز کنند. آن‌ها می‌توانند با بستن شکاف‌های حفاظتی، به خانوارها و مشاغل کمک کنند تا مقاومت خود را در برابر خطرات بلایای طبیعی تقویت کنند. به‌طور کلی بیمه ابزار مهمی است که به وسیله آن خانوارها و مشاغل می‌توانند انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری خود را برای مدیریت بهتر خطرات فزاینده بلایای طبیعی تقویت کنند. بر اساس برآوردهای حاصل از داده‌های سیگما، شکاف حفاظتی جهانی امروز برای تلفات مربوط به آب و هوا حدود ۷۰ درصد است. در سطح اقتصاد کلان، زیان‌های بیمه نشده ناشی از ریسک‌های فیزیکی ممکن است بر در دسترس بودن منابع و بهره‌وری اقتصادی در سراسر بخش‌ها با تأثیرات آبخاری بر سیستم مالی تأثیر بگذارد. بیمه جزء اصلی ایجاد تاب‌آوری در سطوح کلان و خرد است، به‌طوری‌که، در ۱۷ هدف توسعه پایدار (SDGs) سازمان ملل (UN) این موضوع که بیمه ابزار اصلی برای تقویت انعطاف‌پذیری (تاب‌آوری) جوامع

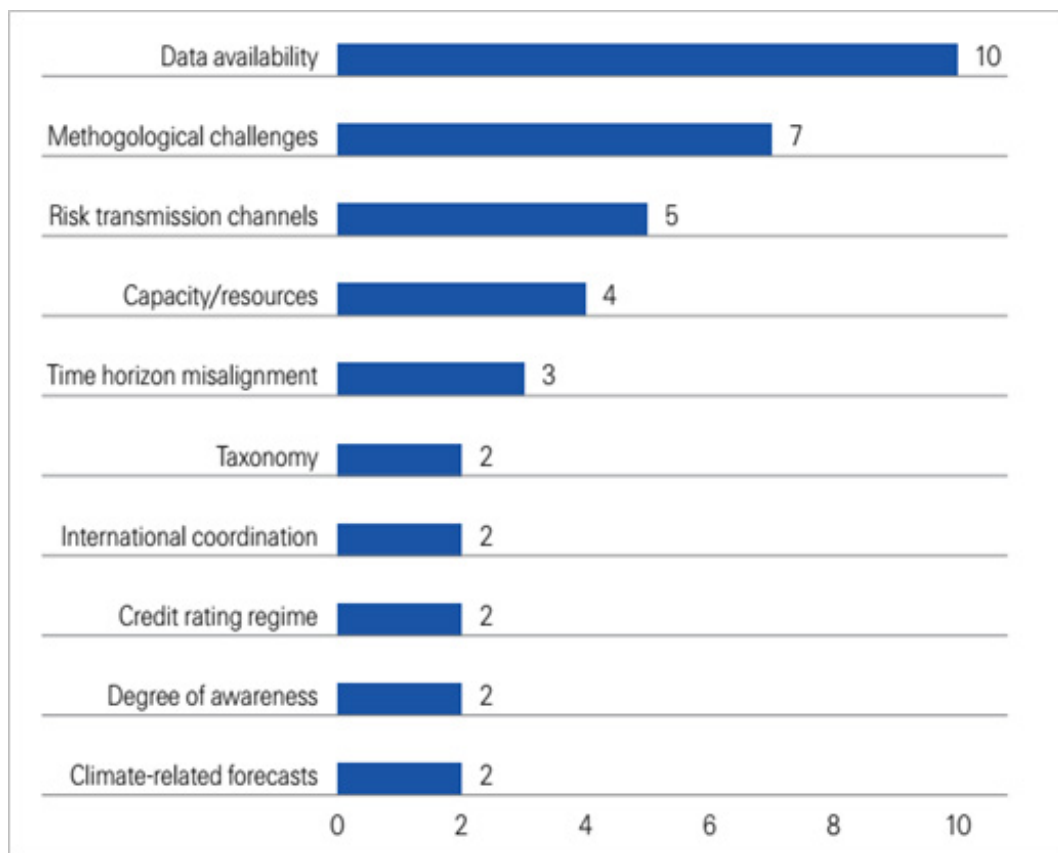
افزایش دما ارتباط مستقیم دارند (ریسک‌های ثانویه). برای سایر ریسک‌ها مانند طوفان‌ها (به اصطلاح ریسک‌های اولیه)، هنوز عدم اطمینان زیادی در مورد علت و معلول با توجه به تغییرات آب و هوا وجود دارد. این تا حد زیادی به دلیل وقوع نسبتاً نادر خطرات اولیه و پیچیدگی شکل‌گیری آن‌ها است. با این وجود، علائمی وجود دارد که تغییرات آب و هوایی بر خطر طوفان نیز تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال، نشانه‌هایی از افزایش مقیاس سیل در نتیجه بارش شدید و موج طوفان ناشی از حوادث طوفان بزرگ (به اصطلاح اثرات ثانویه خطرات اولیه) وجود دارد.

● طی سالیان متمادی هزینه‌های اقتصادی مخاطرات طبیعی (چه اولیه و چه ثانویه)، روند روبه‌رشدی داشته‌اند که ناشی از نقل مکان بیشتر افراد به مناطق پرخطر از جمله مناطق ساحلی و مناطق وحشی-شهری و نیز تجمع دارایی‌های اقتصادی در مناطق در معرض خطر است. با توجه به پتانسیل افزایش زیان ناشی از تشدید خطر و افزایش مواجهه، برای اطمینان از اینکه خطرات طبیعی قابل بیمه باقی می‌مانند، صنعت باید از طریق تحقیقات بیشتر و با کمی‌کردن مدل‌سازی عدم قطعیت در مناطقی که اطمینان پایین باقی می‌ماند، افزایش اعتماد و اعتمادسازی را مدنظر قرار دهد. علاوه بر این، بیمه‌گران باید به‌طور فعال



در سطح اقتصاد کلان، زیان‌های بیمه نشده ناشی از ریسک‌های فیزیکی ممکن است بر در دسترس بودن منابع و بهره‌وری اقتصادی در سراسر بخش‌ها با تأثیرات آبخاری بر سیستم مالی تأثیر بگذارد.

● شکل ۱۳. چالش‌های ارزیابی ریسک‌های مالی اقلیم، شناسایی شده بر اساس تعداد حوزه‌های قضایی



● منبع: Basel Committee survey, ۲۰۲۰

پذیره‌نویسی و استراتژی‌های سرمایه‌گذاری حمایت کنند و با تعیین مناسب قیمت‌های ریسک و کار بر روی محصولات جدید و ارائه راه‌حل‌های پذیره‌نویسی با ظهور خطرات جدید، تغییرات رفتاری را تشویق کنند. به‌عنوان مثال برای تسهیل گذار به اقتصاد خالص صفر، پذیره‌نویسی سوئیس ری سیاست زغال سنگ خود را تا سال ۲۰۲۳ از طریق آستانه قرار گرفتن در معرض زغال سنگ تشدید خواهد کرد. این میزان به تدریج کاهش خواهد یافت و منجر به حذف کامل قراردادهای ذغال سنگ حرارتی در کشورهای OECD تا سال ۲۰۳۰ و در سایر نقاط جهان تا سال ۲۰۴۰ خواهد شد.

● ابتکارات جهانی

● گروه کاری هیئت ثبات مالی در مورد افشای اطلاعات مالی مرتبط با آب و هوا (TCFD) مجموعه‌ای از توصیه‌ها را برای اطمینان از افشای ریسک مالی مرتبط با اقلیم توسط شرکت‌ها ایجاد کرده است و همچنان به دنبال پذیرش بین‌المللی (داوطلبانه) استانداردها در تمام خدمات مالی است. اخیراً، یک گروه جهانی از بانک‌های مرکزی شبکه‌ای برای سبز کردن سیستم مالی (NGFS) ایجاد کرده‌اند که هدف آن هدایت سرمایه به سمت سرمایه‌گذاری‌های سبز و کم

است، مطرح شده است. دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار اشاره‌های صریحی به کاهش خطر بلایا دارد و شامل اهداف متعددی است که جنبه‌های مختلف تاب‌آوری را در بر می‌گیرد.

● به عنوان سرمایه‌گذاران بلندمدت، بیمه‌گران می‌توانند از گذار به اقتصاد کم کربن حمایت کنند. به‌عبارت دیگر، بیمه‌گذاران با تعهد به دارایی، سبد تعهدی و PPPهای (مشارکت‌های عمومی خصوصی) صفر خالص، از انتقال ریسک‌های آب و هوایی حمایت می‌کنند. بیمه‌گران همچنین می‌توانند در عملکرد خود به‌عنوان سرمایه‌گذاران نهادی و ارائه‌دهندگان ظرفیت ریسک، به فرصت‌های انتقال به اقتصاد کم کربن کمک کرده و از آن بهره‌برند. برای برخی از صنایع، تغییرات آب و هوایی منجر به کاهش ارزش دارایی‌های بیمه‌شده و یا ضرر در ارزش‌گذاری اوراق بهادار مرتبط (دارایی‌های سرگردان) می‌شود. صنایعی که بر فناوری سبز، انرژی‌های تجدیدپذیر، جذب و ذخیره کربن تمرکز دارند، فرصت‌های بیمه و سرمایه‌گذاری جدیدی را نیز فراهم می‌کنند. بیمه‌گران همچنین می‌توانند از طریق همکاری با مشتریان خود، از انتقال آنها به اقتصاد کم کربن از طریق فعالیت‌های

کربن و ادغام ریسک‌های مرتبط با آب و هوا در نظارت بر ثبات مالی و نظارت خرد است.

● در سطح ملی، قانون‌گذاران در سراسر اروپا (به عنوان مثال، بریتانیا، هلند، فرانسه، آلمان)، آسیا اقیانوسیه (مانند استرالیا، سنگاپور) و در ایالات متحده بررسی‌هایی را درباره نحوه مدیریت ریسک‌های گذار ناشی از تغییرات آب و هوایی توسط مؤسسات مالی انجام داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تعداد کمی از شرکت‌ها از رویکرد استراتژیک استفاده می‌کنند. با توجه به این یافته‌ها، اداره مقررات احتیاطی بریتانیا اولین تنظیم‌کننده در سطح جهانی بود که دستورالعمل‌های خاصی را در مورد اینکه چگونه شرکت‌ها باید به‌طور استراتژیک ریسک آب و هوا را مدیریت کنند، صادر کرد و در دسامبر ۲۰۱۹، بانک انگلستان مقاله‌ای را برای استفاده از سناریوی اکتشافی دوسالانه ۲۰۲۱ (BES) در مورد خطرات مالی ناشی از تغییرات آب و هوایی منتشر کرد. این کشور قصد دارد در سال ۲۰۲۱ تست استرس مرتبط با آب و هوا را برای بزرگترین بانک‌ها، شرکت‌های بیمه و سیستم مالی بر اساس چارچوب سناریوی NGFS اجرا کند.

● علی‌رغم این ابتکارات، برای دستیابی به هدف خالص صفر تعیین‌شده در توافق‌نامه پاریس، تلاش‌ها و اقدامات بیشتری مورد نیاز است. به عنوان مثال، در واکنش به همه‌گیری COVID-۱۹، دولت‌ها در سراسر جهان بیش از ۱۲ تریلیون دلار محرک مالی در سطح جهان متعهد شده‌اند، اما تعداد بسیار کمی از این اقدامات برای اهداف سبز، پایدار یا آب‌وهوایی است. در اتحادیه اروپا، کشورهای عضو باید نشان دهند که ۲۵ درصد از هزینه‌های آن‌ها باید مطابق با اهداف آب و هوایی باشد تا به صندوق بازایی تازه ایجاد شده دسترسی پیدا کنند، اما اقدامات ایالات متحده و کشورهای آسیایی تا حد زیادی خاموش است. در عین حال، بیشتر بانک‌های مرکزی ریسک‌های آب‌وهوایی را در چارچوب‌های سرمایه‌گذاری خود لحاظ نکرده‌اند. دلیل اصلی این است که تجزیه و تحلیل ریسک آب و هوا ذاتاً پیچیده است، در حالی که شکاف‌های داده‌ها و چالش‌های روش شناختی به‌عنوان موانع اصلی برای ارزیابی ریسک‌های مالی آب و هوا در نظر گرفته می‌شوند (شکل ۱۳).

● اقدامات و سیاست‌گذاری‌های مرتبط با آب و هوا توسط بخش‌های دولتی و خصوصی تغییر اقلیم یک ریسک سیستماتیک است که نیاز به یک واکنش هماهنگ جهانی دارد. برای مبارزه

با تغییرات اقلیمی و تسهیل حرکت به اقتصاد کم کربن، بخش‌های دولتی و خصوصی باید اقدامات سیاسی مرتبط با آب و هوا را تسریع کنند و با یکدیگر همکاری کنند. موارد زیر به‌عنوان اقدامات کلیدی برای کاهش پیامدهای منفی آب و هوایی پیشنهاد می‌شود.

● بخش عمومی

● تسریع و تقویت اثربخشی سیاست عمومی: مالیات جهانی کربن که از تصمیم‌گیری بلندمدت پشتیبانی می‌کند، از انتقال خالص صفر نیز پشتیبانی می‌کند. مالیات کربن، با افزایش آشنایی و درک، به ارتقای شفاف‌تر قیمت‌گذاری ریسک‌های مرتبط با آب و هوا که در بازارهای مالی منعکس می‌شود، کمک می‌کند.

● بانک‌های مرکزی معیارهای پایداری را در چارچوب‌های وثیقه بگنجانند تا مفاد نقدینگی را به مؤسسات تعمیم دهند. این ابزار قدرتمندی برای هدایت وثیقه‌های تعهدشده به سمت دارایی‌های سبزتر و پایدارتر به شیوه‌ای سازگار با بازار خواهد بود.

● مشوق‌های مالی برای جذب و کاهش کربن و توسعه انعطاف‌پذیر آب و هوا. مشوق‌های مالیاتی می‌تواند کسب و کارها را به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جذب کربن و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تشویق کند. این همچنین می‌تواند منجر به تحقیقات بیشتر و توسعه در این مناطق شود و جریان‌های مالی بیشتری را به سمت توسعه انعطاف‌پذیر آب و هوا ممکن کند.

● بسته مالی دولت‌ها باید هزینه‌های احتمالی آب و هوا را در نظر بگیرد. دولت‌ها باید از رویکرد ترازنامه کامل برای نشان دادن ثروت خالص خود استفاده کنند. با انجام این کار، آن‌ها باید هزینه‌های احتمالی آب و هوا را نیز در نظر بگیرند زیرا ممکن است به شدت بر بودجه مالی آن‌ها تأثیر بگذارد.

● رویکردهای نظارتی هماهنگ جهانی، از جمله رویکردهای سناریوی آب و هوا. قانون‌گذاران و صنعت باید به‌طور مشترک مدل‌سازی ریسک آب‌وهوا را توسعه دهند که نه تنها بتواند در سراسر حوزه‌های قضایی انعطاف‌پذیر باشد، بلکه با مجموعه‌ای از مفروضات، سناریوها و دستورالعمل‌ها همسو باشد. مقررات مالی مرتبط با اقلیم باید مبتنی بر ریسک و اصول باشد و در سطح بین‌المللی هماهنگ شود. ● شفافیت و استانداردهای سازگاری پیرامون تعاریف، داده‌ها، استانداردها و معیارها مورد نیاز است. برای مثال، تعریفی که در مورد سبز و پایدار به کار می‌رود،



بانک‌های مرکزی معیارهای پایداری را در چارچوب‌های وثیقه بگنجانند تا مفاد نقدینگی را به مؤسسات تعمیم دهند. این ابزار قدرتمندی برای هدایت وثیقه‌های تعهدشده به سمت دارایی‌های سبزتر و پایدارتر به شیوه‌ای سازگار با بازار خواهد بود.



و فجایع طبیعی بهتر درک شود و کاهش یابد.

• نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد.

• ریسک آب و هوا یک ریسک سیستمیک است و نیاز به اقدام هماهنگ دارد. هیچ کشوری از اثرات تغییرات آب و هوایی مصون نیست و در واقع هیچ اقدامی یک گزینه نیست. بسیاری از اقتصادهای بزرگ در مدت ۳۰ سال تقریباً ۱۰ درصد از تولید ناخالص داخلی خود را از دست خواهند داد، در حالی که برخی از اقتصادهای جنوب شرقی آسیا ممکن است تقریباً نیمی از تولید ناخالص داخلی خود را در این بازه زمانی از دست بدهند. کشورهایی که بیشترین تأثیر منفی را از تغییرات آب‌وهوایی می‌بینند، اغلب کشورهایی هستند که کمترین منابع را برای سازگاری و کاهش تأثیر افزایش دمای جهانی دارند بنابراین. اقدامات سیاست جهانی برای اطمینان از پیشرفت عادلانه در اقتصادهای سبز، هم برای منافع محلی و هم برای انعطاف‌پذیرتر کردن اقتصاد جهانی در بلندمدت مورد نیاز است.

• حرکت به سمت اقتصاد کم کربن غیرقابل مذاکره است، اما پیامدهایی برای ارزیابی‌ها دارد. ریسک‌های انتقال تغییرات آب و هوایی می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر ارزش سهام و ارزش‌گذاری اعتبار داشته باشد، به طوری که، بخش‌هایی که بیش از همه در معرض مالیات جهانی کربن قرار دارند عبارتند از آب و برق، مواد و انرژی

• اهداف پاریس بهترین نتیجه قابل دستیابی هستند و بازگشت به آن اهداف و دستیابی به آن نیازمند اقدامات هماهنگ سیاست جهانی است. بخش‌های دولتی و خصوصی، از جمله شرکت‌های بیمه به‌عنوان تأمین‌کننده ظرفیت انتقال ریسک، دانش ریسک و سرمایه‌گذاری بلندمدت، می‌توانند گذار به اقتصاد کم کربن را تسهیل کنند، به طوری که افزایش شفافیت، داده‌ها و افشای ریسک‌های قیمت و انتقال مورد نیاز است. برای این منظور، ما باید اقدامات سیاستی بیشتری را در مورد قیمت‌گذاری کربن همراه با راه‌حل‌های مشوق مبتنی بر طبیعت و جبران کربن ببینیم. همگرایی بین‌المللی در تعریف آنچه سرمایه‌گذاری سبز و پایدار محسوب می‌شود، نیز مورد نیاز است. به‌عنوان بخشی از گزارش‌دهی شرکت‌ها، مؤسسات همچنین باید نقشه‌های راه خود را در مورد این که چگونه قصد دارند به اهداف خالص صفر و پاریس در سال ۲۰۵۰ برسند، افشا کنند.

باید جهانی باشد. استانداردهای مشترک، که امکان ایجاد برخی تغییرات منطقه‌ای را فراهم می‌کند، برای کشف قیمت کربن کلیدی است و قابلیت مقایسه گزارش‌های شرکتی را تقویت می‌کند.

• بخش خصوصی

• حمایت فعال از حرکت به اقتصاد کم کربن: سرمایه‌گذاران نهادی، از جمله شرکت‌های بیمه، با پیوستن به ائتلاف مالکان خالص دارایی‌های صفر سازمان ملل متحد، می‌توانند تعهد جسورانه‌ای برای انتقال پرتفوی خود به انتشار گازهای گلخانه‌ای خالص صفر تا سال ۲۰۵۰ ارائه دهند. بیمه‌گذاران باید به‌کارگیری شیوه‌های پذیره‌نویسی پایدار را در نظر بگیرند.

• آژانس‌های رتبه بندی باید با صراحت بیشتری تغییرات آب و هوایی را در نظر بگیرند. تغییر اقلیم یک ریسک سیستماتیک است که آژانس‌های رتبه‌بندی باید هنگام ارزیابی ترازنامه شرکت‌ها در روش رتبه‌بندی خود آن را در نظر بگیرند. آن‌ها می‌توانند نقش کلیدی در شکل‌دهی به بهترین شیوه‌ها در مورد آنچه که یک رتبه‌بندی آب و هوایی خوب را تشکیل می‌دهد، برای جلوگیری از سبزشویی جریان‌های سرمایه‌ایفا کنند.

• مشارکت‌های عمومی-خصوصی (PPPs) و بانک‌های توسعه چندجانبه

• ایجاد PPP با اهداف اقلیمی و معیارهای پایداری در هسته آنها: PPP ها باید برای طراحی، کاهش ریسک و تأمین مالی پروژه‌های اقلیمی مثبت استفاده شوند. در همین حال، انتشار گازهای گلخانه‌ای را می‌توان تا ۱۵ درصد در این بازه زمانی کاهش داد. صندوق بین‌المللی پول برآورد می‌کند که ضریب‌های اقتصادی مخارج سبز ۲ تا ۷ برابر بیشتر از هزینه‌های مرتبط با مخارج غیر دوستدار محیط زیست است.

• حمایت از سرمایه‌گذاری‌های پایدار در مقیاس بازار با مکانیسم‌های اشتراک ریسک کافی از طریق بخش‌های دولتی و خصوصی: داشتن رویکردهای شفاف و استاندارد شده به اشتراک‌گذاری ریسک، مقیاس‌گذاری پروژه‌های مرتبط با پایداری زیست محیطی را تسهیل می‌کند. بیمه‌گذاران می‌توانند با ارائه پوشش ریسک و کسب تخصص برای حمایت بیشتر از هدایت جریان‌های سرمایه از ترازنامه بانک‌های توسعه‌ای چندجانبه و مؤسسات خصوصی به پروژه‌های مثبت اقلیمی از این حرکت حمایت کنند.

• دانش و تخصص ریسک باید به اشتراک گذاشته شود: بخش خصوصی و به ویژه شرکت‌های بیمه اتکایی باید تخصص خود را در مورد مدل‌های ریسک و فناوری‌های جدید به اشتراک بگذارند تا اثرات تغییرات آب و هوایی



حمایت از سرمایه‌گذاری‌های پایدار در مقیاس بازار با مکانیسم‌های اشتراک ریسک کافی از طریق بخش‌های دولتی و خصوصی: داشتن رویکردهای شفاف و استاندارد شده به اشتراک‌گذاری ریسک، مقیاس‌گذاری پروژه‌های مرتبط با پایداری زیست محیطی را تسهیل می‌کند.