مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب ایران

گزارش تلفیق ششمین گزارش ارزیابی IPCC (AR6)

خلاصه‌ای برای سیاست‌گذاران

تهیه شده در گروه آب و محیط‌زیست

مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب

گزارش تلفیق ششمین گزارش ارزیابی IPCC (AR6)

خلاصه‌ای برای سیاست‌گذاران

فهرست مطالب

مقدمه..... ۱

۱. وضعیت و روند فعلی..... ۲

کادر SPM.1 : سناریوها و مسیرها..... ۹

۲- آینده تغییر اقلیم، مخاطرات و پاسخ های بلند مدت..... ۱۳

۳- پاسخ‌های کوتاه مدت..... ۲۹

مقدمه

گزارش تلفیق ششمین گزارش ارزیابی IPCC (AR6) خلاصه‌ای از آخرین یافته‌ها در زمینه تغییر اقلیم، اثرات و مخاطرات گسترده آن و کاهش اثرات و سازگاری با تغییر اقلیم است. این گزارش یافته‌های اصلی گزارش ارزیابی ششم (AR6) را براساس دستاوردها و تلفیق سه کارگروه[1] و سه گزارش ویژه[2] ارائه کرده است. خلاصه‌ای برای سیاست‌گذاران در سه بخش تهیه شده است: ۱. وضعیت و روند فعلی، ۲. آینده تغییر اقلیم، مخاطرات و پاسخ‌های بلندمدت ۳. پاسخ‌های کوتاه‌مدت.[3]

این گزارش وابستگی متقابل اقلیم، اکوسیستم و تنوع زیستی و جوامع انسانی؛ ارزش انواع مختلف دانش؛ و ارتباط تنگاتنگ بین سازگاری با تغییر اقلیم، کاهش انتشار، سلامت اکوسیستم، رفاه انسان و توسعه پایدار را به رسمیت شناخته و منعکس‌کننده‌ی تنوع فزاینده‌ی ذی‌مدخلان در اقدام اقلیم است.

بر اساس فهم علمی، می‌توان یافته‌های کلیدی را به صورت بیان یک حقیقت مسلم (Fact) یا همراه با سطح اطمینان ارزیابی شده، با استفاده از زبان کالیبره شده IPCC، ارائه نمود.[4]

---

[1] سه گزارش کارگروه ارزیابی ششم عبارتند از: گزارش ارزیابی تغییر اقلیم ۲۰۲۱: مبانی علوم فیزیکی؛ گزارش ارزیابی تغییر اقلیم ۲۰۲۲: اثرات، سازگاری و آسیب‌پذیری و گزارش ارزیابی تغییر اقلیم ۲۰۲۲: کاهش اثر تغییر اقلیم. این سه ارزیابی به ترتیب مقالات علمی را که تا تاریخ ۳۱ ژانویه ۲۰۲۱، ۱ سپتامبر ۲۰۲۱ و ۱۱ اکتبر ۲۰۲۱ جهت انتشار پذیرفته شده‌اند را تحت پوشش قرار داده‌اند.

[2] سه گزارش ویژه عبارتند از: گرمایش جهانی ۱/۵ درجه سانتیگراد (۲۰۱۸): گزارش ویژه IPCC درباره اثرات گرمایش جهانی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بر سطوح مختلف صنعت و انتشار گازهای گلخانه‌ای، واکنش و تقویت جامعه جهانی در زمینه مخاطرات تغییر اقلیم، توسعه پایدار و از بین بردن فقر؛ تغییر اقلیم و زمین (۲۰۱۹): گزارش ویژه IPCC در مورد تغییرات اقلیم، بیابان‌زدایی، تخریب زمین، مدیریت پایدار زمین، امنیت غذایی و جریان گازهای گلخانه‌ای در اکوسیستم‌های زمین؛ اقیانوس و یخ‌کره در اقلیم در حال تغییر (۲۰۱۹). این سه ارزیابی به ترتیب مقالات علمی را که تا تاریخ ۱۵ می ۲۰۱۸، ۷ آوریل ۲۰۱۹ و ۱۵ می ۲۰۱۹ جهت انتشار پذیرفته شده‌اند را تحت پوشش قرار داده‌اند.

[3] در این گزارش منظور از پاسخ‌های کوتاه مدت تا سال ۲۰۴۰ و پاسخ‌های بلندمدت در زمانی بیشتر از سال ۲۰۴۰ است.

[4] هر کدام از یافته‌ها مبتنی بر ارزیابی شواهد و توافقات است. زبان کالیبره شده IPCC از پنج گزاره کیفی خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد برای بیان سطح اطمینان استفاده می‌کند که با فونت ایتالیک نمایش داده شده‌اند. عبارات زیر برای نشان دادن احتمال ارزیابی شده یک نتیجه استفاده می‌شوند: تقریباً قطعی: ۹۹-۱۰۰ درصد، بسیار محتمل: ۹۰-۱۰۰ درصد، محتمل: ۶۶-۱۰۰ درصد، احتمال وقوع بیشتر از عدم وقوع > ۵۰-۱۰۰ درصد، احتمال وقوع و عدم وقوع یکسان: ۳۳-۶۶ درصد، احتمال بعید ۰-۳۳ درصد، احتمال بسیار بعید ۰-۱۰ درصد، احتمال استثنایی بعید ۰-۱ درصد. شرایط اضافی (احتمال به شدت محتمل ۹۵-۱۰۰ درصد، احتمال وقوع بیشتر از عدم وقوع > ۵۰-۱۰۰ درصد، به شدت بعید ۰-۵ درصد) نیز در صورت لزوم استفاده می‌شود.

۱. وضعیت و روند فعلی

گرمایش مشاهده شده و علل ایجاد آن

۱-۱- فعالیت‌های انسانی، عمدتاً از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای، بدون هیچ تردیدی منجر به گرم شدن کره زمین شده‌اند، به طوری که دمای سطح زمین در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۱ نسبت به سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰ ، ۱/۱ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای ناشی از استفاده ناپایدار انرژی و زمین، تغییر کاربری اراضی، سبک زندگی و الگوهای تولید و مصرف در مناطق مختلف، کشورها و در میان افراد افزایش یافته است *(سطح اطمینان زیاد)* (شکل ۱-۲ و ۲-۲).

۱-۱-۱- دمای سطح زمین در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۱، ۱/۰۹ درجه سانتی‌گراد (۱/۲۰ – ۰/۹۵ درجه سانتی‌گراد)[۵] بیشتر از سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰[۶] بود. افزایش دما در سطح زمین (۱/۵۹ درجه سانتی‌گراد (۱/۸۳- ۱/۳۴ درجه سانتی‌گراد)) بیشتر از سطح اقیانوس‌ها (۰/۸۸ درجه سانتی‌گراد (۱/۰۱- ۰/۶۸ درجه سانتی‌گراد)) بود. افزایش گرمایش جهانی در دو دهه ابتدایی قرن ۲۱ (۲۰۲۱-۲۰۰۱)، ۰/۹۹ درجه سانتی‌گراد (۱/۱۰- ۰/۸۴ درجه سانتی‌گراد) بیشتر از ۱۹۰۰-۱۸۵۰ بود. افزایش دمای سطح جهان از سال ۱۹۷۰ سریعتر از هر دوره ۵۰ ساله دیگری طی ۲۰۰۰ سال گذشته بوده است (۱-۱-۲، شکل ۲-۱).

۱-۱-۲- بازه محتمل افزایش دمای سطح زمین ناشی از فعالیت‌های انسانی تا ۲۰۱۰-۲۰۱۹[۷] در مقایسه با ۱۸۵۰-۱۹۰۰، ۸/۳-۰/۱ درجه سانتی‌گراد و بهترین تخمین آن ۱/۰۷ درجه سانتی‌گراد بوده است. در این مدت، گازهای گلخانه‌ای موجب افزایش ۲-۱ درجه سانتی‌گرادی دما شده‌اند.[۸] سایر محرک‌های انسانی (عمدتاً آئرو سول‌ها) موجب کاهش ۰/۸-۰ درجه سانتی‌گرادی دما شده است. محرک‌های طبیعی (خورشیدی و آتشفشانی) موجب تغییر ۰/۱± درجه سانتی‌گرادی دمای سطح زمین شده‌اند و تغییرپذیری درونی دما نیز موجب تغییر ۰/۲± درجه سانتی‌گرادی دمای سطح زمین است (۱-۱-۲، شکل ۲-۱).

۱-۱-۳- افزایش مشاهده شده در غلظت مخلوط گازهای گلخانه‌ای از حدود سال ۱۷۵۰، بدون هیچ تردیدی ناشی از فعالیت‌های انسانی است. مقدار تجمعی انتشار خالص CO_2 از سال ۱۸۵۰ تا ۲۰۱۹ ، $2400 \pm 240 GtCO_2$ بوده است که بیش از ۵۸ درصد آن بین سال‌های ۱۸۵۰ تا ۱۹۸۹ و حدود ۴۲ درصد آن در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ اتفاق افتاده است (*سطح اطمینان زیاد*). بیشترین غلظت CO_2 ($410 ppm$) طی دو میلیون سال گذشته *(سطح اطمینان*

---

[۵] محدوده‌های داده‌شده در سرتاسر گزارش محدوده‌های بسیار محتمل (محدوده ۵ تا ۹۵ درصد) را نشان می‌دهد، مگر اینکه خلاف آن ذکر شده باشد.

[۶] افزایش تخمینی دمای سطح زمین از زمان پنجمین گزارش ارزیابی، اساساً به دلیل افزایش چشمگیر دما (۰/۱۹+ درجه سانتی‌گراد (۰/۲۲-۰/۱۶ درجه سانتی‌گراد) از سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۳ بود. به علاوه، پیشرفت‌های روش‌شناختی و مجموعه‌های داده جدید، نمایش فضایی کامل‌تری را از تغییرات دمای سطح، از جمله در قطب شمال ارائه کرده‌اند. این پیشرفت‌ها موجب افزایش مقدار تخمین زده شده دمای سطح جهان به اندازه ۰/۱ درجه سانتی‌گراد شده است. اما این افزایش تغییر فیزیکی در دمای زمین را نسبت به گزارش پنجم نشان نمی‌دهد.

[۷] علت تفاوت دوره با بند ۱-۱-۱ این است که مطالعات اسنادی این دوره‌ی کمی قدیمی‌تر را در نظر گرفته‌اند. گرمایش مشاهده شده تا ۲۰۱۰-۲۰۱۹، ۱/۰۶ درجه سانتی‌گراد است [۱/۲۱ -۰/۸۸ درجه سانتی‌گراد]

[۸] نتایج ارزیابی سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای از سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰ تا ۲۰۱۰-۲۰۱۹ در افزایش دما: CO_2 ۰/۸ (۱/۲-۰/۵) درجه سانتی‌گراد، متان ۰/۵ (۰/۸-۰/۳) درجه سانتی‌گراد، اکسید نیتروژن ۰/۱ (۰/۲-۰) درجه سانتی‌گراد و گازهای فلوئوردار ۰/۱ (۰/۲-۰) درجه سانتی‌گراد.

زیاد) و بیشترین غلظت‌های متان (۱۸۶۶ ppm) و اکسید نیتروژن (۳۳۲ ppm) طی ۸۰۰,۰۰۰ سال گذشته در سال ۲۰۱۹ ثبت شده است *(سطح اطمینان بسیار زیاد)* (۲-۱-۱، شکل ۲-۱).

۱-۱-۴- انتشار خالص گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی در سال ۲۰۱۹ $GtCO_2$-eq[9] ۶/۶± ۵۹ برآورد شده است که مقدار آن ۱۲ درصد ($GtCO_2$-eq ۶/۵) بیشتر از سال ۲۰۱۰ و ۵۴ درصد ($GtCO_2$-eq ۲۱) بیشتر از سال ۱۹۹۰ بوده است. همچنین بیشترین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای ناخالص از طریق CO_2 و متان تولید شده در فرآیند احتراق سوخت‌های فسیلی و فرایندهای صنعتی (CO_2-FFI) بوده است، در حالیکه بیشترین نرخ رشد نسبی مربوط به گازهای فلوئوردار است که از سال ۱۹۹۰ در سطوح پایین تولید شده است. میانگین انتشار سالانه گازهای گلخانه‌ای در سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۰ بیشتر از دهه‌های گذشته بوده است درحالیکه نرخ رشد در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ (۱/۳ بر سال) کمتر از نرخ رشد در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ (۲/۱ بر سال) بوده است. در سال ۲۰۱۹، تقریباً ۷۹ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان مربوط به بخش‌های انرژی، صنعت، حمل و نقل و ساختمان بوده است و ۲۲ درصد[9]ناشی از فعالیت بخش‌های کشاورزی، جنگل‌داری و سایر کاربری‌های اراضی بوده است. میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید شده در فرایند احتراق سوخت‌های فسیلی و فرایندهای صنعتی به دلیل بهبود وابستگی GDP به انرژی و وابستگی تولید انرژی به کربن، کمتر از مقدار افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی در جهان در بخش‌های صنعت، انرژی، حمل و نقل، کشاورزی و ساختمان بوده است *(سطح اطمینان زیاد)* (۱-۱-۲).

۱-۱-۵- مقدار سهم انتشار CO_2، در فرآیند احتراق سوخت‌های فسیلی و فرآیندهای صنعتی و سهم در انتشار CO_2 خالص از کاربری اراضی، تغییر کاربری اراضی و جنگلداری، در مناطق مختلف بسیار متفاوت است. در سال ۲۰۱۹، ۳۵ درصد جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می‌کردند که سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای بیش از ۹ tCO_2-eq (بجز CO_2 منتشر شده از بخش‌های کاربری اراضی و جنگلداری) داشتند و ۴۱ درصد مردم جهان در کشورهای با سرانه انتشار کمتر از ۳ tCO_2-eq زندگی می‌کردند که بخش قابل توجهی از این کشورها از خدمات انرژی مدرن محروم بودند. کشورهای کمتر توسعه‌یافته و جزایر کوچک در حال توسعه سهم بسیار کمتری از سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای (۱/۷ tCO_2-eq و ۴/۶ tCO_2-eq) در مقایسه با متوسط جهانی (۶/۹ tCO_2-eq) ، بجز در بخش‌های کاربری اراضی و جنگلداری دارند. ۱۰ درصد خانوارهای جهان که بالاترین سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا هستند، ۴۵-۳۴ سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای خانگی را برعهده دارند. این در حالیست که ۵۰ درصد جمعیت جهان که کمترین انتشار را دارا هستند، در انتشار ۱۵-۱۳ درصد گازهای گلخانه‌ای خانگی نقش دارند *(سطح اطمینان زیاد)* (۱-۲-۱، شکل ۲-۲).

[9] سطوح انتشار گازهای گلخانه‌ای به دو رقم قابل توجه گرد می‌شود. بنابراین ممکن است تفاوت‌های کوچکی در حاصل جمع درصدها بدلیل گردکردن رخ دهد.

تغییرات و اثرات مشاهده شده

۱-۲- تغییرات سریع و گسترده‌ای در اتمسفر، اقیانوس، یخ‌کره و زیست‌کره اتفاق افتاده است. تغییرات اقلیم ناشی از فعالیت‌های انسانی تأثیرات بسیاری را بر آب و هوا و اقلیم در مناطق مختلف جهان می‌گذارد که منجر به اثرات نامطلوب گسترده‌ای در طبیعت و مردم شده است *(سطح اطمینان زیاد)*. این تغییرات، جوامع آسیب‌پذیر را، که کمترین نقش تاریخی را در ایجاد تغییر اقلیم داشته‌اند، به شکلی غیرمتناسب با میزان نقش آن‌ها، تحت تأثیر قرار می‌دهد *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۱، جدول ۲-۱، شکل ۲-۲ و ۲-۳) (شکل SPM.1).

۱-۲-۱- فعالیت‌های انسانی به طور قطع موجب گرم‌شدن اتمسفر، اقیانوس و زمین شده است. میانگین سطح جهانی دریاها در سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۰۱، ۰/۲ (۰/۲۵- ۰/۱۵) متر افزایش یافته است. نرخ متوسط بالا آمدن سطح دریاها در سال‌های ۱۹۷۱ -۱۹۰۱، ۱/۳ (۲/۱-۰/۶) میلی‌متر در سال بود و در سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۷۱، ۱/۹ (۲/۹-۰/۸) میلی‌متر در سال افزایش یافت و در سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۶ به مقدار ۳/۷ (۴/۲-۳/۲) میلی‌متر در سال رسید *(سطح اطمینان زیاد)*. حداقل از سال ۱۹۷۱ فعالیت‌های انسانی به احتمال زیاد عامل اصلی این افزایش‌ها بوده است. شواهد تغییرات مشاهده شده در وقایع حدی مانند امواج گرمایی، بارش‌های شدید، خشکسالی و طوفان‌های استوایی، و به ویژه ارتباط این وقایع با اثرات انسانی، از زمان گزارش ارزیابی پنجم تقویت شده است. فعالیت‌های انسانی احتمالاً موجب افزایش احتمال وقوع وقایع حدی ترکیبی، از جمله وقوع امواج گرما و خشکسالی‌های همزمان، از دهه ۱۹۵۰ شده است (سطح اطمینان زیاد) (۲-۱-۲، جدول ۱-۲، شکل ۲-۳ و ۲-۳) (شکل SPM.1).

۱-۲-۲- تقریباً ۳/۶-۳/۳ میلیارد نفر در جهان در برابر تغییرات اقلیم آسیب‌پذیر هستند. آسیب‌پذیری انسان و اکوسیستم به یکدیگر وابسته است. مناطق و جمعیت‌هایی که محدودیت‌های توسعه قابل توجهی دارند آسیب‌پذیری بالایی در برابر خطرات اقلیمی دارند. افزایش وقوع رخدادهای شدید اقلیمی و آب‌وهوایی موجب عدم امنیت غذایی مزمن[۱۰] و کاهش امنیت آبی برای میلیون‌ها نفر در سراسر جهان شده است که بیشترین اثرات این مسأله در مناطق و/یا جوامع در آفریقا، آسیا، آمریکای مرکزی و جنوبی، کشورهای کمتر توسعه یافته، جزایر کوچک و قطب شمال و همچنین مردم بومی، تولیدکنندگان کوچک‌مقیاس موادغذایی و خانوارهای کم‌درآمد رخ داده است. طی سال‌های ۲۰۲۰ - ۲۰۱۰ مرگ و میر انسانی ناشی از سیل، خشکسالی و طوفان در مناطق بسیار آسیب‌پذیر، ۱۵ برابر مناطق با آسیب‌پذیری بسیار پایین بوده است *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۱-۲، ۴-۴) (شکل SPM.1).

۱-۲-۳- تغییر اقلیم باعث خسارات قابل توجه و جبران‌ناپذیری در اکوسیستم‌های زمینی، آب‌های شیرین، یخ‌کره، مناطق ساحلی و اقیانوس‌ها شده است *(سطح اطمینان زیاد)*. از بین‌رفتن صدها گونه‌ی مختلف جانوری و گیاهی به دلیل افزایش شدید گرما در سطح زمین *(سطح اطمینان زیاد)* و وقایع تلفات جمعی در روی زمین و در اقیانوس‌ها ثبت شده است *(اطمینان بسیار زیاد)*. اثرات تغییر اقلیم بر برخی از اکوسیستم‌ها، مانند تغییرات هیدرولوژیکی ناشی از ذوب شدن یخچال‌ها یا تغییرات برخی از اکوسیستم‌های کوهستانی *(سطح اطمینان متوسط)* و اکوسیستم‌های

[۱۰] عدم امنیت غذایی حاد می‌تواند در هر زمانی و با هر شدتی صرف نظر از علل، زمینه یا مدت وقوع آن، زندگی، معیشت یا هر دو را تهدید کند. برای ارزیابی نیازمند کمک‌های بشردوستانه است.

قطبی به دلیل ذوب شدن لایه‌های خاک منجمد، به سمت غیرقابل برگشت‌شدن پیش می‌رود *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۱-۲، شکل ۲-۳) (شکل SPM.1).

۱-۲-۴- تغییر اقلیم موجب کاهش امنیت آب و غذا و مانع تلاش برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار است *(سطح اطمینان زیاد)*. اگرچه بهره‌وری کشاورزی افزایش یافته است اما تغییرات اقلیم موجب کاهش سرعت رشد این افزایش طی ۵۰ سال گذشته در سراسر جهان شده است *(سطح اطمینان متوسط)*. اثرات منفی این تغییرات بیشتر در مناطقی با عرض جغرافیایی متوسط و پایین و اثرات مثبت آن بیشتر در مناطقی با عرض جغرافیایی بالا ظاهر شده است *(سطح اطمینان زیاد)*. گرم شدن و اسیدی شدن اقیانوس‌ها در برخی از مناطق اقیانوسی بر تولید مواد غذایی حاصل از ماهیگیری و آبزی‌پروری صدف تأثیر منفی گذاشته است *(سطح اطمینان زیاد)*. در حال حاضر تقریباً نیمی از جمعیت جهان برای بخشی از سال با کمبود شدید آب ناشی از عوامل اقلیمی و غیراقلیمی مواجه هستند *(سطح اطمینان متوسط)* (۲-۱-۲، شکل ۳-۲) (شکل SPM.1).

۱-۲-۵- در تمام مناطق افزایش گرمای شدید موجب مرگ و میر و بیماری‌های انسانی شده است *(سطح اطمینان بسیار زیاد)*. رخداد بیماری‌های ناشی از غذا و آب (*سطح اطمینان بسیار زیاد*) و وقوع بیماری‌های منتقله به وسیله ناقلین (سطح اطمینان بالا) افزایش یافته است. در مناطق ارزیابی شده، برخی از مشکلات سلامت روان با افزایش دما (*سطح اطمینان بالا*)، ترامای ناشی از وقایع حدی (*سطح اطمینان بسیار زیاد*)، و از دست رفتن معیشت و فرهنگ *(سطح اطمینان زیاد)* مرتبط بوده است. وقایع حدی آب و هوایی و اقلیمی به شکل فزاینده‌ای موجب مهاجرت و نقل مکان در آفریقا، آسیا، شمال آمریکا *(سطح اطمینان زیاد)*، مرکز و جنوب آمریکا *(سطح اطمینان متوسط)* شده است و کشورهای جزیره‌ای کوچک و کم‌جمعیت در دریای کارائیب و اقیانوس آرام، نامتناسب با جمعیت کم‌شان، تحت تأثیر قرار گرفته‌اند *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۱-۲، شکل ۳-۲) (شکل SPM.1).

۱-۲-۶- تغییرات اقلیم اثرات نامطلوب، تلفات و خسارات[۱۱] گسترده‌ای را برای طبیعت و برای مردمی موجب شده است که این اثرات در سیستم‌ها، مناطق و بخش‌های مختلف به شکل نابرابر توزیع شده است. آسیب‌های اقتصادی ناشی از تغییر اقلیم در بخش‌های حساس به اقلیم مانند کشاورزی، جنگلداری، شیلات، انرژی و گردشگری بروز کرده است. زندگی افراد از طرقی مانند تخریب شدن منازل و زیر ساخت‌ها و از دست‌دادن اموال، درآمد، سلامت و امنیت غذایی، تحت تأثیر تغییر اقلیم قرار می‌گیرد و این مسأله اثرات نامطلوبی بر روی برابری جنسیتی و اجتماعی دارد *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۱-۲) (شکل SPM.1).

۱-۲-۷- در مناطق شهری، تغییر اقلیم اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان، معیشت و زیرساخت‌های کلیدی بجا گذاشته است. شدت گرمای حدی در شهرها افزایش پیدا کرده است. زیر ساخت‌های شهری از جمله سیستم‌های حمل‌ونقل، آب، فاضلاب و انرژی در اثر وقایع حدی و وقایع کند[۱۲] در معرض خطر قرار گرفته‌اند و نتیجه آن زیان‌های اقتصادی، اختلال در خدمات و اثرات منفی بر رفاه اجتماعی بوده است. اثرات نامطلوب اقتصادی و اجتماعی مشاهده

---

[۱۱] در این گزارش، اصطلاح «تلفات و خسارات» به اثرات نامطلوب اقتصادی و یا غیراقتصادی مشاهده‌شده و یا پیش‌بینی‌شده اشاره دارد.

[۱۲] وقایع کند در میان محرک‌های تأثیر اقلیم در گزارش WGI AR6 به مواردی مانند افزایش میانگین دما، بیابان‌زایی، کاهش بارش، از دست دادن تنوع زیستی، تخریب زمین و جنگل، عقب‌نشینی یخچال‌ها و اثرات آن، اسیدی شدن اقیانوس‌ها، بالا آمدن سطح دریا و شور شدن آن اشاره دارد.

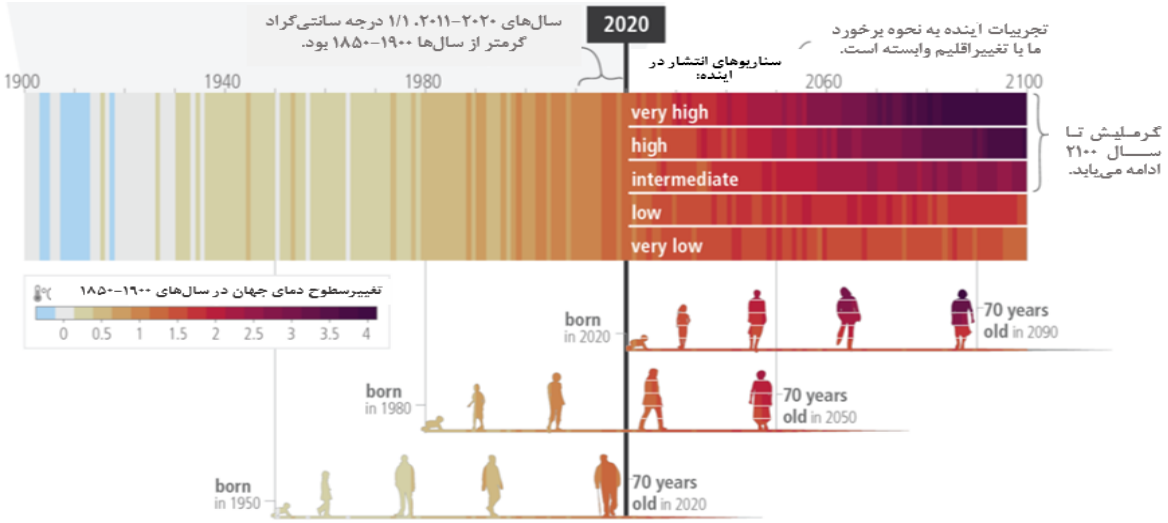
شده در شهرها بیشتر متوجه ساکنینی است که از نظر اقتصادی و اجتماعی به حاشیه رانده شده‌اند *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۱-۲).

اثرات نامطلوب تغییر اقلیم ناشی از فعالیت‌های انسانی همچنان تشدید خواهد شد.

۱) اثرات گسترده و پایدار و تلفات و خسارات مربوط به تغییر اقلیم

۲) اثرات نامطلوب تغییرات شـــرایط فیزیکی چندگانه اقلیم به طور فزاینده‌ای تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد.

۳) میزان گرما و تفاوت جهان در زمان حال و آینده وابسته به انتخاب‌های حال حاضر و کوتاه مدت است.



شکل SPM.1: الف) تغییر اقلیم تلفات و خسارات گسترده‌ای را در سیستم‌های انسانی سبب شده و موجب تغییر در اکوسیستم‌های زمین، آب‌های شیرین و اقیانوس در سراسر جهان شده است. در دسترس بودن فیزیکی آب شامل بیلان آب در دسترس از منابع مختلف از جمله آب‌های زیر زمینی، کیفیت آب و تقاضای آب است. نتایج ارزیابی‌های جهانی سلامت روان و مهاجرت تنها به مناطق ارزیابی شده محدود است. سطوح اطمینان منعکس‌کننده میزان ارتباط اثرات مشاهده شده به تغییر اقلیم است. **ب)** تأثیرات مشاهده شده به تغییرات فیزیکی اقلیمی ارتباط داده شده‌اند که بسیاری از آن‌ها به تأثیرات انسان نسبت داده شده‌اند. سطوح اطمینان و احتمال بیانگر ارزیابی از نسبت تأثیر اقلیمی مشاهده شده به اثرات انسانی هستند. **ج)** تغییرات مشاهده شده (۲۰۲۰-۱۹۰۰) و پیش‌نگری شده (۲۱۰۰-۲۰۲۱) دمای سطح جهان (نسبت به ۱۹۰۰-۱۸۵۰) که به تغییر در شرایط و اثرات اقلیمی مرتبط شده‌اند، نشان دهنده نحوه تغییر اقلیم طی سه نسل (متولد شده در ۱۹۵۰، ۱۹۸۰ و ۲۰۲۰) و نحوه تغییرات آینده‌ی آن است. پیش‌نگری‌های آینده (۲۱۰۰-۲۰۲۱) تغییرات دمای سطح جهان به ازای سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطوح خیلی کم (SSP1-1.9)، کم (SSP1-2.6)، متوسط (SSP2-4.5)، زیاد (SSP3-7.0) و خیلی زیاد (SSP5-8.5) نشان داده شده است. تغییرات دمای سالانه سطح زمین به صورت نواری نشان داده شده است. پیش‌نگری‌های آینده نشان‌دهنده اثرات بلند مدت فعالیت‌های انسانی بر تغییر اقلیم و مدولاسیون تغییرپذیری‌های طبیعی (در اینجا با استفاده از سطوح مشاهده شده تغییرپذیری طبیعی گذشته نشان داده شده است) است. رنگ‌های روی نمادهای مربوط به نسل‌های مختلف با نوارهای دمای سطح جهانی برای هر سال مطابقت دارند و بخش‌های روی نمادهای مربوط به آینده تجربیات احتمالی آینده را متمایز می‌کند (۲-۱-۱، ۲-۱-۲، شکل ۲-۱، جدول ۲-۱، ۱-۳، شکل ۳-۳، ۱-۴، ۴-۳) (کادر SPM.1).

پیشرفت فعلی در سازگاری، شکاف‌ها و چالش‌ها

۱-۳- برنامه‌ریزی سازگاری و اجرای آن در تمامی بخش‌ها و مناطق پیشرفت کرده است و مزایای این پیشرفت مستند سازی شده. اثربخشی این برنامه‌ها در مناطق و بخش‌های مختلف متفاوت بوده است. علیرغم پیشرفت‌های صورت گرفته، شکاف‌هایی در برنامه سازگاری وجود دارد و با سرعت پیاده‌سازی فعلی شکاف‌ها افزایش خواهد یافت. برخی اکوسیستم‌ها و مناطق به محدودیت‌های نرم و سخت برای رسیدن به سازگاری رسیده‌اند. در برخی از بخش‌ها و مناطق ناسازگاری در حال وقوع است. جریان‌های مالی جهانی فعلی به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه برای پیاده‌سازی گزینه‌های سازگاری کافی نیستند و موجب محدودیت در پیاده‌سازی آنها می‌شوند *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۲ و ۲-۳).

۱-۳-۱- پیشرفت در برنامه‌ریزی و اجرای برنامه سازگاری در تمام بخش‌ها و مناطق مشاهده شده است و مزایای متعددی را به همراه داشته است (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). افزایش آگاهی عمومی و سیاسی از اثرات و مخاطرات اقلیم موجب شده است حداقل ۱۷۰ کشور جهان و بسیاری از شهرهای جهان سازگاری را در سیاست‌های اقلیمی و فرآیندهای برنامه‌ریزی خود در نظر بگیرند (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۲-۲).

۱-۳-۲- اثر بخشی[۱۳] سازگاری در کاهش مخاطرات اقلیمی برای[۱۴] بسترها، بخش‌ها و مناطق خاص مستند شده است (*سطح اطمینان زیاد*). نمونه‌هایی از گزینه‌های سازگاری موثر عبارتند از: بهبود رقم کشت، مدیریت و ذخیره آب در مزرعه، حفظ رطوبت خاک، آبیاری، اگروفارستری[1][5]، سازگاری مبتنی بر جامعه، تنوع‌بخشی به مزارع و چشم‌انداز

[۱۳] اثربخشی در اینجا به میزان پیش بینی یا مشاهده یک گزینه سازگاری برای کاهش مخاطرات اقیمی اشاره دارد.

[۱۴] ضمیمه ۱. واژه‌نامه (۳-۲-۲)

1 Agroforestry 5

در کشـــاورزی، رویکردهای مدیریت پایدار زمین، اســـتفاده از اصـــول اگرواکولوژیکی[۶]؛ ســـایر رویکردهایی که با فرآیندهای طبیعی در حال انجام هستند (*سطح اطمینان زیاد*). رویکردهای سازگاری مبتنی بر اکوسیستم شامل سبز کردن فضای شهری، احیای تالاب‌ها و اکوسیستم‌های جنگلی بالادست که در کاهش خطرات سیل و گرمای شهری موثر بوده است (*سطح اطمینان زیاد*). ترکیب اقدامات غیر سازه‌ای مانند سیستم‌های هشدار زودهنگام و اقدامات سازه‌ای مانند خاکریزها موجب کاهش تلفات جانی در صورت وقوع سیلاب می‌شوند (*سطح اطمینان متوسط*). گزینه‌های سازگاری مانند مدیریت ریسک، سیستم‌های هشدار زودهنگام، خدمات اقلیمی و شبکه‌های ایمنی-اجتماعی کاربرد گسترده‌ای در بخش‌های چندگانه دارند (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۲-۳).

۱-۳-۳- بیشتر پاسخ‌های سازگاری به صورت تکه‌تکه برای یک بخش خاص و به صورت نابرابر در سراسر مناطق توزیع شده‌اند. علیرغم پیشرفت‌ها، شکاف‌هایی در برنامه سازگاری در بخش‌ها و مناطق مختلف وجود دارد و با سرعت پیاده‌سازی فعلی این شکاف به رشد خود ادامه خواهد داد. شکاف‌های سازگاری در میان گروه‌های کم درآمد مشهودتر است (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۳-۲).

۱-۳-۴- شواهد نشان دهنده ناسازگاری در بخش‌ها و مناطق مختلف می‌باشد (*سطح اطمینان زیاد*). ناسازگاری بر گروه های حاشیه‌ای و آسیب‌پذیر اثرات سوء بیشتری را برجای می‌گذارد (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۳-۲).

۱-۳-۵- در حال حاضر محدودیت‌های نرم در زمینه سازگاری در نتیجه محدودیت‌های مالی، حاکمیتی، نهادی و سیاسی (*سطح اطمینان زیاد*) برای کشاورزان در مزارع کوچک و خانوارها در مناطق ساحلی کم ارتفاع رخ داده است (*سطح اطمینان متوسط*). محدودیت‌های سخت در زمینه سازگاری نیز در برخی از اکوسیستم‌های استوایی، ساحلی، قطبی و کوهستانی رخ داده است (*سطح اطمینان زیاد*). سازگاری حتی در شرایط عدم وجود محدودیت‌های نرم و سخت نیز مانع وقوع همه تلفات و خسارات نمی‌شود (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۳-۲).

۱-۳-۶- موانع اصلی سازگاری عبارتند از: محدودیت منابع، فقدان مشارکت بخش خصوصی و شهروندان، حمایت ناکافی مالی (از جمله در زمینه مطالعات و پژوهش)، سواد اقلیمی پایین، فقدان تعهد سیاسی، تحقیقات و پیشرفت‌های محدود در زمینه سازگاری، پایین بودن حساسیت به فوریت سازگاری. تفاوت‌های گسترده‌ای بین بودجه پیش‌بینی شده و اختصاص یافته به سازگاری وجود دارد (*سطح اطمینان زیاد*). بودجه مالی سازگاری عموماً از منابع عمومی تأمین شده و تنها بخش کوچکی از آن از منابع مالی تغییر اقلیم تأمین می شود (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). اگرچه تأمین مالی برنامه‌های تغییر اقلیم از زمان پنجمین گزارش ارزیابی رو به افزایش است اما جریان‌های مالی جهانی کنونی (دولتی و خصوصی) برای سازگاری ناکافی هستند و این امر موجب محدویت اجرای گزینه‌های سازگاری به ویژه در کشورهای در حال توسعه شده است (*سطح اطمینان زیاد*). اثرات نامطلوب تغییر اقلیم می‌تواند با ایجاد تلفات و خسارات و ممانعت از رشد اقتصادی ملی، موجب کاهش دسترسی به منابع مالی و در نتیجه افزایش محدودیت منابع مالی مورد نیاز برای اجرای برنامه‌های سازگاری، به ویژه در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته، شود (*سطح اطمینان متوسط*) (۲-۳-۲; ۲-۳-۳).

1 Agroecological principles 6

کادر SPM.1. استفاده از سناریوها و مسیرهای مدل سازی شده در گزارش ترکیبی AR6

سناریوها و مسیرهای[17] مدل سازی شده برای بررسی آینده انتشار گازهای گلخانه‌ای، تغییر اقلیم، اثرات و مخاطرات مرتبط با آن و استراتژی‌های کاهش احتمالی این اثرات و سازگاری استفاده می شوند. این سناریوها و مدل‌ها بر اساس طیفی از مفروضات، از جمله متغیرهای اجتماعی- اقتصادی و گزینه‌های کاهش اثرات سوء تغییر اقلیم هستند. سناریوهای مذکور پیش‌نگری (projection) هستند و پیش‌گویی (prediction) یا پیش‌بینی (forecast) نیستند. مسیرهای انتشار مدل‌سازی شده از جمله مسیرهای مبتنی بر رویکردهای مقرون به صرفه، حاوی مفروضات و دستاوردهایی متفاوت برای مناطق مختلف هستند و می‌بایست با شناخت دقیق این مفروضات ارزیابی شوند. بیشتر مدل‌ها فرضیات صریحی در مورد برابری جهانی، عدالت زیست‌محیطی یا توزیع درآمد درون منطقه‌ای ندارند. IPCC نسبت به مفروضات سناریوهای موجود در تحقیقات مورد ارزیابی در این گزارش، که ممکن است تمام آینده‌های ممکن را پوشش نداده باشند، بی‌طرف است[18] (کادر ۲).

شاخص‌های حکمرانی جهانی (WGI) به ارزیابی پاسخ اقلیم به پنج سناریوی مبتنی بر مسیرهای اجتماعی-اقتصادی مشترک[19] (SSPها)، که طیف حالت‌های ممکن برای توسعه محرک‌های انسانی تغییر اقلیم در آینده را در بر می‌گیرند، پرداخت. در سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای بالا و بسیار بالا (SSP3-7.0 و SSP5-8.5) مقدار انتشار CO_2 در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ نسبت به سطح فعلی دو برابر می‌رسد. در سناریوی انتشار متوسط گازهای گلخانه‌ای (SSP2-4.5) مقدار انتشار CO_2 تا اواسط قرن در سطح فعلی می‌باشد. سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای بسیار کم و کم (SSP1-1.9 و SSP1-2.6) نیز کاهش انتشار CO_2 و رسیدن آن به صفر خالص به ترتیب در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ و پس از این سال‌ها سطوح مختلفی از انتشار خالص منفی CO_2 را در بر می‌گیرند. علاوه بر این، مسیرهای تمرکز منتخب (RCPs)[20] برای ارزیابی تغییرات اقلیمی، اثرات و مخاطرات آن در سطح منطقه‌ای توسط WGI و WGII به کار گرفته شدند. در WGIII تعداد زیادی از مسیرهای انتشار مدل‌سازی شده جهانی مورد ارزیابی قرار گرفتند که از این میان ۱۲۰۲ مسیر بر اساس ارزیابی‌های گرمایش جهانی در قرن ۲۱ طبقه‌بندی شدند. طبقه‌بندی‌ها مسیرهای مختلف را نشان می‌دهند: از مسیر افزایش گرمایش تا ۱/۵ درجه سانتیگراد به احتمال بیش از ۵۰ درصد (که از این گزارش به صورت <۵۰٪ نمایش داده شده است) بدون تخطی از هدف یا با تخطی محدود از هدف (مسیر C1) تا مسیر افزایش دمای بیش از ۴ درجه سانتیگراد (کادر SPM.1، جدول ۱) (کادر ۲).

---

[17] در متون نگارشی، اصطلاحات مسیرها و سناریوها بجای یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. مسیرها بیشتر در رابطه با اهداف اقلیم بکار می‌رود. WGI عموماً از اصطلاح سناریوها و WGIII از اصطلاح مسیرهای مدلسازی شده کاهش و انتشار استفاده کرده‌اند. همچنین SYR در ارجاع به WGI از اصطلاح سناریوها و در ارجاع به WGIII از اصطلاح مسیرهای مدلسازی شده کاهش و انتشار استفاده می‌کند.

[18] حدود نیمی از مسیرهای جهانی مدلسازی شده، رویکردهای مقرون به صرفه‌ای را در نظر می‌گیرند که به گزینه‌های کاهش/کاهش جهانی سرمایه وابسته هستند. نیم دیگر به سیاست‌های موجود و اقدامات متمایز منطقه‌ای و بخشی می‌پردازند.

[19] سناریوهای مبتنی بر SSP با عنوان SSPx-y نامیده می‌شوند که در آن SSPx به مسیر اجتماعی-اقتصادی مشترکی اشاره دارد که زیربنای سناریوها را توصیف می‌کند، و y به سطح نیروی تابشی (Wm^{-2}) ناشی از سناریو در سال ۲۱۰۰ اشاره دارد. (کادر۲)

[20] احتمال وقوع سناریوهای انتشار بسیار محتمل کم است اما نمی‌توان آن‌ها را رد کرد. سطوح گرمایش بیش از ۴ درجه سانتی‌گراد ممکن است ناشی از سناریوهای انتشار بسیار زیاد باشد اما در صورت تخمین مناسب حساسیت‌های اقلیم یا بازخوردهای چرخه کربن، سناریوهای انتشار کمتر نیز می‌توانند رخ دهند.

[21] سناریوهای RCP با عنوان RCPy نامیده می‌شوند که در آن y به سطح نیروی تابشی (Wm^{-2}) ناشی از سناریو در سال ۲۱۰۰ اشاره دارد. سناریوهای SSP محدوده وسیع‌تری از گازهای گلخانه ای و آلاینده هوا در آینده را نسبت به RCPها را پوشش می‌دهند. این سناریوها مشابه هستند اما یکسان نیستند و دارای تفاوت در مسیر تمرکز می‌باشند. اجبار تابشی مؤثر کلی برای SSPها در مقایسه با RCPهای با همان برچسب (سطح اطمینان متوسط) بیشتر است. (کادر ۲)

سطوح گرمایش جهانی (GWL) نسبت به سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰ به منظور یکپارچه‌سازی ارزیابی‌های تغییر اقلیم و اثرات و مخاطرات آن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. چرا که الگوهای تغییر بسیاری از متغیرها در یک GWL معین برای همه سناریوهای در نظر گرفته شده مشترک و مستقل از زمان رسیدن به آن GWL است (کادر ۲).

کادر SPM.1، جدول ۱: شرح و رابطه بین سناریوها و مسیرهای مدل سازی شده در گزارش‌های کارگروه‌های AR6 (کادر ۲، شکل ۱).

طبقه‌بندی WGIII	شرح طبقه‌بندی	سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای (SSPها*) در WGI و WGII	RCPها در WGI و WGII
C1	محدودسازی گرمایش به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد) بدون تخطی یا با تخطی محدود از هدف***	خیلی کم (SSP1-1.9)	
C2	بازگشت گرمایش به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد) بعد از یک افزایش زیاد در گرمایش***		
C3	محدودسازی گرمایش به ۲ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۶۷ درصد)	کم (SSP1-2.6)	RCP 2.6
C4	محدودسازی گرمایش به ۲ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد)		
C5	محدودسازی گرمایش به ۲/۵ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد)		
C6	محدودسازی گرمایش به ۳ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد)	متوسط (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	محدودسازی گرمایش به ۴ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد)	زیاد (SSP3-7.0)	
C8	فرا رفتن گرمایش از ۴ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد)	خیلی زیاد (SSP5-8.5)	RCP 8.5

* برای اصطلاحات SSP به پاورقی ۱۹ مراجعه شود.

**برای اصطلاحات RCP به پاورقی ۲۱ مراجعه شود.

*** تخطی گرمایش از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد تا حدود ۰/۱ درجه سانتی‌گراد به عنوان تخطی محدود و در محدوده ۰/۳-۰/۱ درجه سانتی‌گراد به عنوان تخطی زیاد شناخته می‌شود.

میزان پیشرفت فعلی در برنامه کاهش، چالش‌ها و شکاف‌ها

۴-۱- سیاست‌ها و قوانین مربوط به کاهش به طور مداوم از زمان برنامه پنجم توسعه گسترش یافته است. انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی در سال ۲۰۳۰ طبق اسناد تعهدات ملی (NDCها) اعلام شده در اکتبر ۲۰۲۱، به معنای محتمل بودن این مسأله است که گرمایش در طول قرن بیست و یکم از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد فراتر خواهد رفت و موجب د شواری محدود کردن گرمایش به کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد می شود. اختلاف‌هایی بین مقدار پیش‌نگری انتشارات بر اساس سیا ست‌های پیاده سازی شده و مقدار انتشار بر اساس NDCها وجود دارد. جریان‌های مالی اختصاص یافته کمتر از میزان مورد نیاز برای دستیابی به اهداف اقلیمی در همه بخش‌ها و مناطق هستند *(سطح اطمینان زیاد)* (۲-۲، ۲-۳، شکل ۲-۵، جدول ۲-۲).

۱-۴-۱- UNFCCC، پروتکل کیوتو و موافقتنامه پاریس از افزایش سطح بلندپروازی ملی حمایت می‌کنند. موافقت‌نامه پاریس که تحت کنوانسیون UNFCCC با مشارکت تقریباً کامل جهانی به تصویب رسید، منجر به توسعه سیاست و تعیین هدف در سطوح ملی و زیرملی، به ویژه در رابطه با کاهش گازهای گلخانه‌ای و همچنین افزایش شفافیت اقدامات و حمایت از اقلیم شده ا ست (*سطح اطمینان متو سط*). بسیاری از ابزارهای نظارتی و اقتصادی با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند (*سطح اطمینان زیاد*). در بسیاری از کشورها، سیاست‌ها موجب افزایش بهره‌وری انرژی، کاهش نرخ جنگل‌زدایی و تسریع در استقرار فناوری شده است که نتیجه آن جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای و در برخی موارد کاهش و یا حذف انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده است (*سطح اطمینان زیاد*). شواهد مختلف نشان می‌دهد که سیا ست‌های کاهش موجب جلوگیری از انتشار چندین Gt CO_2-eq[۲۲] از گازهای گلخانه‌ای در سال شده است (*سطح اطمینان متوسط*). حداقل ۱۸ کشور کاهش مطلق تولید گازهای گلخانه‌ای و کاهش تولید CO_2 مبتنی بر مصرف را طی یک دوره بیش از ۱۰ ساله حفظ کرده‌اند. این کاهش‌ها فقط تا حدودی رشد جهانی انتشار گازهای گلخانه‌ای را جبران کرده است (*سطح اطمینان زیاد*) (۱-۲-۲، ۲-۲-۲).

۲-۴-۱- گزینه‌های کاهش به ویژه انرژی خور شیدی، انرژی بادی، سیستم‌های برق‌ر سانی شهری، زیر ساخت‌های فضای سبز شهری، بهره‌وری انرژی، مدیریت تقا ضا، بهبود مدیریت جنگل و علفزار و کاهش ضایعات مواد غذایی از نظر فنی قابل اجرا بوده و به طور فزاینده‌ای مقرون به صرفه است و عموماً توسط مردم حمایت می‌شوند. از سال ۲۰۱۰-۲۰۱۹ کاهش مداوم هزینه‌های واحد انرژی خورشیدی (۸۵ درصد)، انرژی باد (۵۵ درصد) و باتری‌های لیتیوم (۸۵ در صد) و افزایش تو سعه و ا ستقرار آن‌ها به عنوان مثال، افزایش ۱۰ در صدی انرژی خور شیدی و افزایش ۱۰۰ در صدی خودروهای برقی (با شدت و ضعف در مناطق مختلف)، رخ داده ا ست. ابزارهای سیا ستی که موجب کاهش هزینه‌ها و افزایش پذیرش همگانی شده‌اند شامل تحقیق و تو سعه عمومی، تأمین بودجه برای پروژه‌های آزمایشی و ابزارهای ایجاد تقا ضا مانند تخ صیص یارانه ه ستند. در برخی از مناطق و بخش‌ها هزینه نگهداری سیستم‌هایی که

[۲۲] حداقل ۱/۸ $GtCO2\text{-}eq\ yr^{-1}$ را می‌توان برای اثرات ابزارهای اقتصادی و نظارتی با تجمیع برآوردهای جداگانه در نظر گرفت. تعداد فزاینده‌ی قوانین و دستورات اجرایی بر انتشار جهانی تأثیر گذاشته و تخمین زده شد که در سال ۲۰۱۶ مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ۵/۹ $GtCO2\text{-}eq\ yr^{-1}$ کمتر از میزان انتشار گازهای گلخانه ای در سایر دوره‌ها باشد (*سطح اطمینان متوسط*) (۲-۲-۲).

مقدار انتشـار گازهای گلخانه‌ای در آن‌ها زیاد اسـت، بیشـتر از هزینه انتقال به سـیسـتم‌هایی با انتشـار کم گازهای گلخانه‌ای است (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۲-۲، شکل ۲-۴).

۱-۴-۳- انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۳۰ براساس اسناد تعهدات ملی (NDCها) اعلام شده قبل از کنفرانس احزاب سـازمان ملل (COP26) اختلاف قابل توجهی با مقادیر انتشـار مسـیرهای مدل‌سـازی شـده کاهش با فرض اقدامات فوری، که گرمایش را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (بیش از ۵۰ در صد)، بدون تخطی یا با تخطی محدود از ۱/۵ درجه، و ۲ درجه سـانتی‌گراد (بیش از ۶۷ درصـد) محدود می‌کنند (*سـطح اطمینان زیاد*) دارند. به همین دلیل این احتمال وجود دارد که گرمایش جهانی در قرن بیست و یکم از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد فراتر رود (*سطح اطمینان زیاد*). مسیرهای کاهش مدل‌سازی شده که، با فرض انجام اقدامات فوری، گرمایش را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (بیش از ۵۰ درصـد)، بدون تخطی یا با تخطی محدود از ۱/۵ درجه، و ۲ درجه سـانتی‌گراد (بیش از ۶۷ درصـد) محدود می‌کنند، کاهش شدید انتشار گازهای گلخانه‌ای در این دهه را نشان می‌دهند (*سطح اطمینان زیاد*) (کادر SPM.1، جدول ۱ و ۲-۶).[۲۳] مسیرهای مدل سازی شده‌ای که تا سال ۲۰۳۰ با اسناد تعهدات ملی (NDCها) اعلام شده قبل از COP26 مطابقت دارند و فراتر از آنها نمی‌روند، انتشـار بالاتری دارند و منجر به افزایش ۲/۸ درجه سـانتی گرادی (۲/۳-۱/۴ درجه سانتی‌گراد) دما تا سال ۲۱۰۰ می‌شود (*سطح اطمینان متوسط*). بسیاری از کشورها قصد دارند تا اواسط قرن، مقدار خالص انتشار گازهای گلخانه‌ای و یا مقدار خالص CO_2 تولید شده را تا حدود اواسط قرن به صفر برسانند اما تعهدات در کشورهای مختلف از نظر دامنه و مشخص بودن متفاوت است و تاکنون سیاست‌های محدودی برای اجرای این تعهدات وضع شده است (۲-۳-۱، جدول ۲-۲، شکل ۲-۵، جداول ۳-۱ و ۴-۱).

۱-۴-۴- خط و مشـی‌های موجود در بخش‌های مختلف نابرابر اسـت (*سـطح اطمینان زیاد*). پیش‌بینی می‌شـود که سیاست‌های اجرا شده تا پایان سال ۲۰۲۰ موجب انتشار مقدار بیشتری از گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۳۰ نسبت به مقدار گزارش شده توسط اسناد تعهدات ملی (NDCها) شود که این مسأله نشان‌دهنده «شکاف در پیاده‌سازی» است (*سطح اطمینان زیاد*). پیش‌نگری‌ها نشان می‌دهند در صورت عدم تقویت سیاست‌ها مقدار گرمایش جهانی تا سال ۲۱۰۰ به ۳/۲ درجه سانتی‌گراد (۲/۵-۲/۳ درجه سانتی‌گراد) برسد (*سطح اطمینان متوسط*). (۲-۲-۲، ۱-۳-۲، شکل ۲-۵) (کادر SPM.1، شکل SPM.5)

۱-۴-۵- به‌کارگیری فناوری‌هایی کم‌انتشـار در اکثر کشـورهای در حال توسـعه، و به ویژه کشـورهای کمتر توسـعه یافته، به دلیل محدودیت مالی، توسعه و انتقال فناوری و ظرفیت‌های موجود به کندی انجام می‌گیرد (*سطح اطمینان متوسط*). حجم جریان‌ها و کانال‌های تأمین مالی اختصاص یافته به بخش اقلیم در دهه گذشته افزایش یافته است اما سرعت این رشد از سال ۲۰۱۸ کند شده است (*سطح اطمینان زیاد*). جریان‌های مالی در مناطق و بخش‌های مختلف به شکل ناهمگن توسعه یافته‌اند (سطح اطمینان زیاد) هنوز هم جریان‌های مالی دولتی و خصوصی اختصاص داده شده به سوخت‌های فسیلی بیشتر از منابع مالی برای سازگاری و کاهش تغییرات اقلیم می‌باشد (*سطح اطمینان زیاد*). بخش عمده بودجه اختصاص داده شده به بخش اقلیم در بخش کاهش اثرات تغییر اقلیم هزینه می‌شود، با این وجود این مقدار بودجه کمتر از مقادیر مورد نیاز برای محدود کردن گرمایش به ۲-۱/۵ درجه سـانتی‌گراد در همه

[۲۳] اگر همه عناصر مشارکت تعیین شده ملی مشروط در نظر گرفته شوند، انتشار گازهای گلخانه‌ای پیش‌بینی شده در سال ۲۰۳۰ ۵۰ (۴۷-۵۵) GtCO2-eq در نظر گرفته می‌شود.

بخش‌ها و مناطق است (۲-۷-۳) (*سطح اطمینان خیلی زیاد*). در سال ۲۰۱۸، جریان‌های مالی بخش خصوصی اختصاص داده شده به بخش اقلیم از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه کمتر از مقدار هدف (۱۰۰ میلیارد دلار در سال تا سال ۲۰۲۰ در چارچوب اقدامات معنی‌دار کاهش و شفافیت در اجرا) تحت توافقنامه UNFCCC و پاریس بود (*سطح اطمینان متوسط*). (۲-۲-۲، ۲-۳-۱، ۲-۳-۳)

۲- آینده تغییر اقلیم، مخاطرات و پاسخ‌های بلند مدت

آینده تغییر اقلیم

۲-۱- ادامه انتشار گازهای گلخانه‌ای موجب افزایش گرمایش جهانی خواهد شد، بهترین تخمین سناریوهای در نظر گرفته شده و مسیرهای مدل سازی شده نشان دهنده افزایش ۱/۵ درجه سانتیگرادی در کوتاه مدت است. کوچک‌ترین مقدار گرمایش جهانی موجب تشدید خطرات متعدد و هم‌زمان خواهد شد (*سطح اطمینان زیاد*). کاهش عمیق، سریع و پایدار انتشار گازهای گلخانه‌ای موجب کاهش قابل توجه گرمایش جهانی در حدود دو دهه و همچنین تغییرات قابل ملاحظه در ترکیبات اتمسفر طی چند سال خواهد شد (*سطح اطمینان زیاد*). (کادر ۱ و ۲، ۳-۱-۳، جدول ۳-۱، شکل ۳-۱، ۳-۴) (شکل SPM.2، کادر SPM.1)

۲-۱-۱- گرمایش جهانی[۲۴] تقریباً در تمام سناریوها و مسیرهای مدلسازی شده، در دوره کوتاه مدت (۲۰۴۰-۲۰۲۱) افزایش می‌یابد که دلیل اصلی آن افزایش تجمعی انتشار CO_2 است. حتی در سناریوی انتشار بسیار کم گازهای گلخانه ای (SSP1-1.9) احتمال اینکه گرمایش جهانی به ۱/۵ درجه سانتیگراد برسد بیشتر از احتمال نرسیدن به این گرمایش است و در سناریوهای انتشار بالاتر، فراتر رفتن از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد محتمل یا بسیار محتمل است. مطابق سناریوها و مسیرهای مدل‌سازی شده، زمان رسیدن به گرمایش ۱/۵ درجه سانتی‌گراد در کوتاه مدت[۲۵] است. گرمایش جهانی در برخی از سناریوها و مسیرهای مدل‌سازی شده تا پایان قرن بیست و یکم به کمتر از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد باز می‌گردد (۲-۷). ارزیابی پاسخ اقلیم به سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای نشان می‌دهد بهترین تخمین گرمایش برای سال‌های ۲۱۰۰-۲۰۸۰ بین ۱/۴ درجه سانتی‌گراد برای سناریو انتشار بسیار کم گازهای گلخانه‌ای (SSP1-1.9) تا ۲/۷ درجه سانتی‌گراد برای سناریو انتشار متوسط (SSP2-4.5) و ۴/۴ درجه

---

[۲۴] گرمایش جهانی در اینجا به صورت میانگین متحرک ۲۰ ساله در مقایسه با ۱۸۵۰-۱۹۰۰ گزارش می‌شود، مگراینکه چیزی غیر از این بیان شود. دمای سطح جهان در هر سال می تواند بالاتر یا پایین تر از روند طولانی مدت ناشی از فعالیت‌های انسانی باشد. تغییرپذیری دمای جهانی سطح زمین در هر سال در حدود ±۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (محدوده ۹۵-۵ درصد، *سطح اطمینان زیاد*).. وقوع یک سال خاص با دمای جهانی سطح زمین بیش از یک مقدار مشخص به این معنا نیست که گرمایش جهانی به آن میزان رسیده است (۴-۳، کادر ۲)

[۲۵] در مسیرهای مدل سازی شده لحاظ شده در WGIII، مقدار میانه بازه پنج ساله‌ای که در آن گرمایش جهانی ۱/۵ درجه سانتیگراد (به احتمال ۵۰ در صد) ۲۰۳۰-۲۰۳۵ است. مطابق پنج سناریوی ارزیابی شده در WGI، دمای جهانی سطح زمین می‌تواند به احتمال ۴۰ تا ۶۰ در صد در یکی از سال‌ها تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۱/۵ درجه سانتیگراد نسبت به سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰ افزایش یابد (*سطح احتمال متوسط*). در تمام سناریوهای در نظر گرفته شده در WGI به جز سناریوی انتشار بسیار بالا (SSP5-8.5)، نقطه میانی اولین دوره متوسط متحرک ۲۰ ساله که در آن میانگین تغییرات دما به ۱/۵ درجه سانتی گراد می رسد، در نیمه اول دهه ۲۰۳۰ قرار دارد. در سناریوی انتشار گازهای گلخانه ای بسیار بالا، نقطه میانی در اواخر دهه ۲۰۲۰ قرار دارد (۳-۱-۱، ۱-۳-۳، ۳-۴) (کادر SPM.1).

سانتی‌گراد برای سناریو انتشار بسیار زیاد (SSP5-8.5)[۲۶] با دامنه عدم قطعیت محدودتر[۲۷] نسبت به گزارش برنامه پنجم پیش‌بینی شده است (کادر ۱ و ۲، ۳-۱-۱، ۳-۳-۴، جدول ۳-۱ و ۴-۳) (کادر SPM.1).

۲-۱-۲- تفاوت‌های قابل تشخیص در روندهای دمای سطح جهانی در سناریوهای مختلف انتشار (SSP1-1.9 و SSP1-2.6 در مقابل SSP3-7.0 و SSP5-8.5) ناشی از تغییرات طبیعی طی حدود ۲۰ سال شروع به ظهور خواهند کرد. تحت این سناریوها به دلیل کنترل هدفمند آلودگی هوا و کاهش پایدار و قدرتمند انتشار متان، اثرات قابل تشخیصی در طی چند سال در مورد غلظت گازهای گلخانه‌ای و زودتر از آن در افزایش کیفیت هوا، وقوع خواهد یافت. کاهش هدفمند انتشار آلاینده‌های هوا، در مقایسه با فقط کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، موجب تسریع بهبود کیفیت هوا طی چند سال می‌شود. اما در بلندمدت در سناریوهایی که اقدامات کاهش آلاینده‌های هوا و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به صورت ترکیبی رخ دهند، پیشرفت‌های بیشتری پیش‌نگری می‌شود (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۱-۱) (کادر SPM.1).

۲-۱-۳- ادامه روند انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اجزاء اصلی سیستم اقلیم اثرات بیشتری خواهد گذاشت. با هر افزایش هرچند جزئی در گرمایش جهانی، تغییر در وقایع حدی بیشتر خواهد شد. پیش‌نگری می‌شود که تداوم گرمایش جهانی موجب ایجاد تغییرات شدیدی در چرخه جهانی آب از جمله تغییرپذیری، بارش‌های موسمی جهانی و رویدادهای آب و هوایی و اقلیمی و فصول بسیار مرطوب و بسیار خشک می‌شود (*سطح اطمینان زیاد*). در سناریوهایی که همراه با افزایش انتشار CO_2 هستند، پیش‌نگری می شود مقدار جذب کربن در سینک‌های طبیعی زمینی و اقیانوسی کربن روند کاهشی داشته باشد (*سطح اطمینان زیاد*). سایر تغییرات پیش‌نگری شده شامل کاهش وسعت و یا حجم همه عناصر یخ‌کره[۲۸] (*سطح اطمینان زیاد*)، افزایش سطح جهانی دریاها (*با قطعیت*)، افزایش اسیدی شدن اقیانوس‌ها (*با قطعیت*) و اکسیژن‌زدایی (*سطح اطمینان زیاد*) است. (۳-۱-۱، ۱-۳-۳، شکل ۳-۴) (شکل SPM.2).

۲-۱-۴- پیش‌نگری می‌شود که هر منطقه تغییرات فزاینده و همزمانی را در عوامل اثرگذار بر اقلیم تجربه کند. پیش‌نگری می‌شود که فرکانس وقوع امواج گرما و خشکسالی، از جمله وقوع وقایع همزمان در مکان‌های مختلف افزایش یابد (*سطح اطمینان زیاد*). با توجه به افزایش نسبی سطح دریا، تحت همه سناریوهای در نظر گرفته شده، پیش‌نگری می‌شود که رویدادهای حدی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله سطح آب دریا، تا سال ۲۱۰۰ در بیش از نیمی از ایستگاه‌های سنجش جزر و مد به صورت سالانه رخ دهند (*سطح اطمینان زیاد*). سایر تغییرات منطقه‌ای پیش‌نگری‌شده عبارتند از تشدید طوفان‌های گرمسیری و یا فراگرمسیری (*سطح اطمینان متوسط*) و افزایش خشکی و آتش‌سوزی (سطح اطمینان متوسط و زیاد). (۳-۱-۱، ۳-۱-۳)

---

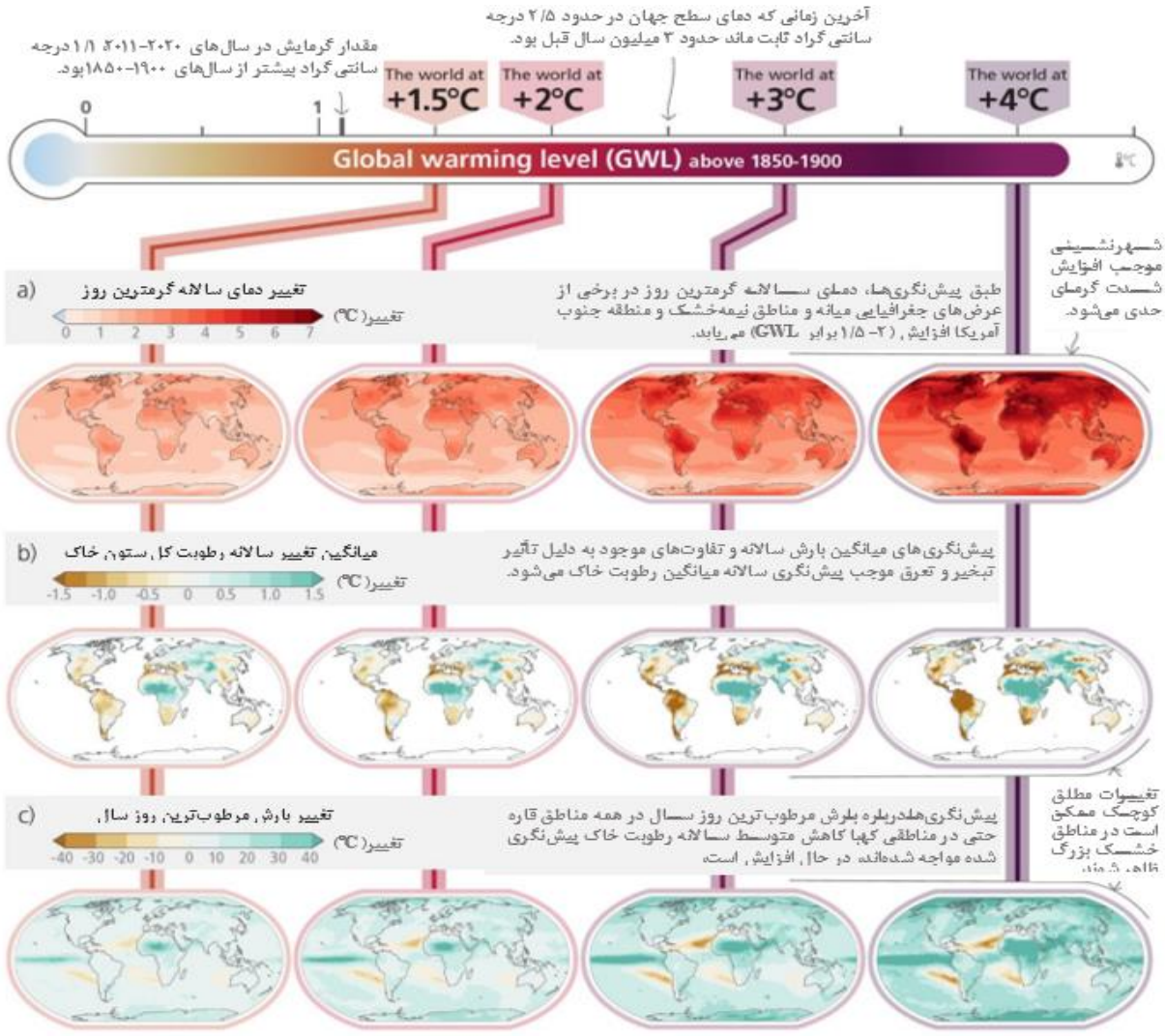
[۲۶] بهترین تخمین (و بازه با احتمال زیاد) برای سناریوهای مختلف عبارتند از: ۱/۴ درجه‌سانتی‌گراد (۱/۸-۱ درجه سانتی‌گراد) (SSP1-1.9)؛ ۱/۸ درجه سانتی‌گراد (۲/۴-۱/۳ درجه سانتی‌گراد) (SSP1-2.6)؛ ۲/۷ درجه سانتی‌گراد (۳/۵-۲/۱ درجه سانتی‌گراد) (SSP2-4.5)؛ ۳/۶ درجه سانتی‌گراد (۴/۸-۲/۴ درجه سانتی‌گراد) (SSP3-7.0)؛ ۴/۴ درجه‌سانتی‌گراد (۵/۷-۳/۳ درجه سانتی‌گراد) (SSP5-8.5) {۳-۱-۱} (کادر SPM.1).

[۲۷] تغییرات ارزیابی شده در دمای جهان برای اولین بار از طریق ترکیب پیش‌بینی‌های چندمدله با قیود مشاهده‌ای و ارزیابی حساسیت اقلیم تعادلی و پاسخ‌های گذار اقلیمی بدست آمده‌اند. محدوده عدم قطعیت در گزارش ششم با توجه به بهبود دانش در مورد فرآیندهای اقلیم، شواهد و قیود ضروری مبتنی بر مدل نسبت به گزارش پنجم کمتر شده است (۳-۱-۱).

[۲۸] انجماد دائم، پوشش برف فصلی، یخچال‌های طبیعی، صفحات یخ گرینلند و قطب جنوب و یخ‌های دریای قطب شمال.

۲-۱-۵- تغییرپذیری طبیعی همچنان تغییرات اقلیم نا شی از اثرات ان سانی را، به صورت افزایش یا کاهش تغییرات پیش‌نگری شـده، تعدیل خواهد کرد و تأثیر کمی بر گرمایش جهانی در مقیاس صـد سـاله خواهد داشـت (*سـطح اطمینان زیاد*). این تعدیل‌ها در برنامه‌ریزی سازگاری، به ویژه در مقیاس منطقه‌ای و کوتاه‌مدت، مهم هستند. اگر یک فوران آت شفشانی انفجاری بزرگ به وقوع می‌پیو ست به طور موقت و تا اندازه‌ای تغییرات اقلیم نا شی از فعالیت‌های انسانی را با کاهش دمای سطح زمین و بارش برای یک تا سه سال پوشش می‌داد (*سطح اطمینان متوسط*). (۴-۳)

با کوچک‌ترین افزایش در گرمایش جهانی، تغییرات اقلیم متوسط و حدی منطقه‌ای شدیدتر و گسترده‌تر می‌شود.



شکل SPM.2: تغییرات پیش‌نگری‌شده حداکثر دمای حداکثر روزانه در هر سال، میانگین سالانه رطوبت کل ستون خاک و حداکثر بارش یک روزه در هر سال در سطوح گرمایش جهانی ۱/۵، ۲، ۳ و ۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به سال‌های ۱۸۵۰-۱۹۰۰. a) حداکثر تغییر دمای روزانه در هر سـال (درجه سـانتی‌گراد) **b)** میانگین سـالانه رطوبت کل سـتون خاک (انحراف معیار) **c)** حداکثر تغییر بارش یک روزه در هر سـال (درصـد). پنل‌ها تغییرات میانه چند مدل CMIP6 را نشـان می‌دهند. در پنل‌های (b) و (c)، تغییرات نسبی بزرگ مثبت در مناطق خشک ممکن است با تغییرات مطلق کوچک مطابقت داشته باشد. در پنل (b)، واحد برابر با انحراف معیار تغییرپذیری درون‌سالی رطوبت خاک در سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰ است. انحراف معیار ویژگی پرکاربردی در توصیف شدت خشکسالی ا ست. پیش‌نگری کاهش رطوبت متو سط خاک به اندازه یک انحراف معیار به معنای شرایط رطوبت خاک در یک خ شکسالی ا ست که در

سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰ هر شش سال یکبار اتفاق می‌افتد. برای بررسی تغییرات بیشتر در سیستم اقلیم به ازای سطوح گرمایش جهانی مختلف ارائه شده در این شکل می‌توان از اطلس تعاملی WGI بهره گرفت. (شکل۳-۱،کادر ۲)

اثرات و ریسک‌های تغییر اقلیم

۲-۲- به ازای همه سطوح گرمایش آینده، بسیاری از ریسک‌های مرتبط با اقلیم از ارزیابی‌های گزارش پنجم بیشتر هستند و اثرات بلندمدت پیش‌بینی شده چندین برابر شرایط مشاهده شده کنونی هستند (*سطح اطمینان زیاد*). ریسک‌ها، اثرات نامطلوب پیش‌بینی شده و خسارات و تلفات مربوطه ناشی از تغییرات اقلیم با افزایش گرمایش جهانی افزایش می‌یابند (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). ریسک‌های اقلیمی و غیراقلیمی به طور فزاینده‌ای با هم تعامل خواهند داشت و موجب ایجاد ریسک‌های ترکیبی و متصل به یکدیگر خواهند شد که پیچیده‌تر هستند و مدیریت آن‌ها بسیار دشوارتر است (*سطح اطمینان زیاد*). (کادر ۲، ۳-۱، ۳-۴، شکل ۳-۳، شکل ۴-۳) (شکل SPM.3، شکل SPM.4)

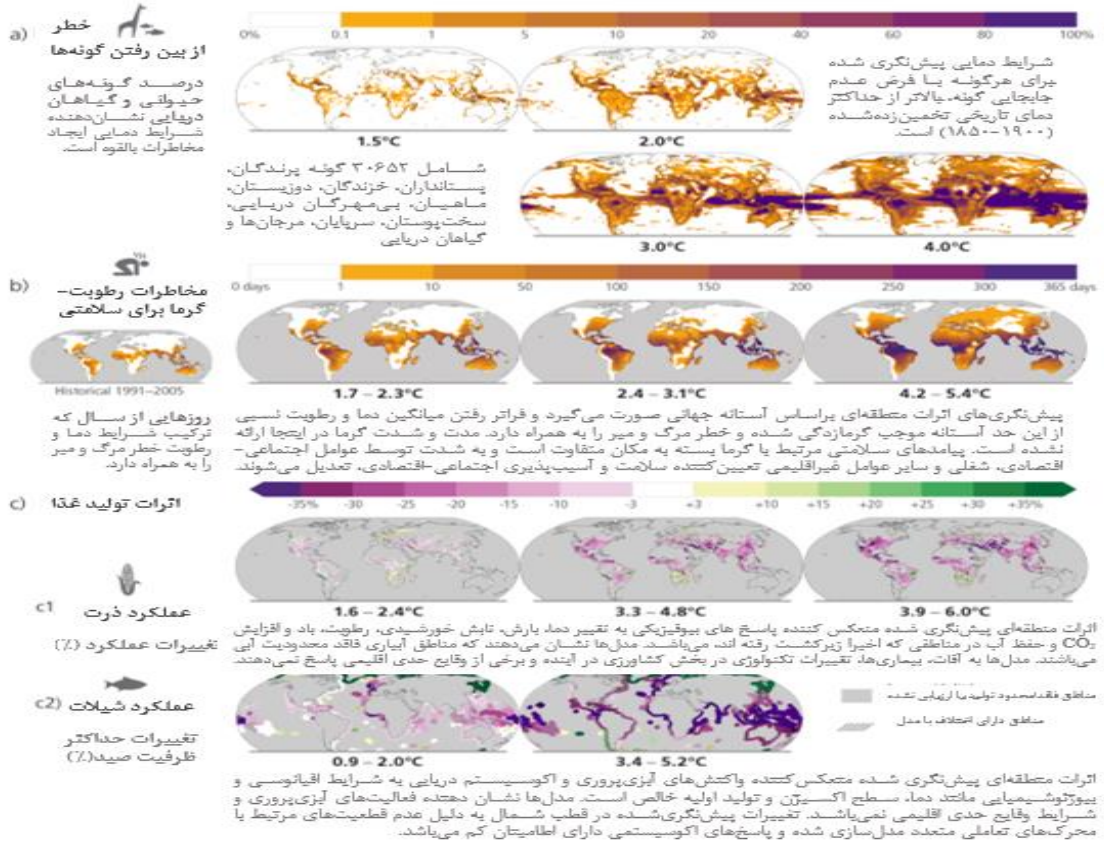
۲-۲-۱- در دوره کوتاه مدت، هر منطقه‌ای از جهان با افزایش مخاطرات اقلیمی پیش‌نگری شده مواجه است (*سطح اطمینان متوسط تا زیاد* بسته به منطقه و مخاطرات) که موجب افزایش مخاطرات متعدد مرتبط با اکوسیستم و انسان می شود (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). مخاطرات و ریسک‌های کوتاه مدت شامل افزایش مرگ و میر انسانی ناشی از گرما (*سطح اطمینان زیاد*)، بیماری‌های منتقل شده از طریق آب و غذا (*سطح اطمینان زیاد*) و چالش‌های سلامت روان (*سطح اطمینان بسیار زیاد*)، وقوع سیل در مناطق ساحلی و مناطق و شهرهای کم ارتفاع (*سطح اطمینان زیاد*)، از دست دادن تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی، آب‌های شیرین و اقیانوس‌ها (*سطح اطمینان متوسط تا زیاد بسته به اکوسیستم*) و کاهش تولید غذا در برخی از مناطق (*سطح اطمینان زیاد*) است. تغییرات مرتبط با یخ‌کره (سیل، رانش زمین و در دسترس بودن آب) ممکن است موجب ایجاد عواقب شدیدی برای مردم، زیرساخت‌ها و اقتصاد در بیشتر مناطق کوهستانی شود (*سطح اطمینان زیاد*). افزایش پیش‌نگری‌شده‌ی مقدار و شدت بارش‌های سنگین (*سطح اطمینان زیاد*) باعث افزایش سیلاب‌های محلی (*سطح اطمینان متوسط*) می‌شود. (شکل ۳-۲، شکل ۳-۳، ۴-۳، شکل ۴-۳) (شکل SPM.3، شکل SPM.4)

۲-۲-۲- با هر میزان جزئی گرمایش جهانی، ریسک‌ها، اثرات نامطلوب پیش‌نگری شده، تلفات و خسارات مرتبط با تغییرات اقلیم به شدت افزایش خواهد یافت (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). مقدار این ریسک‌ها در گرمایش جهانی به میزان ۱/۵ درجه سانتیگراد بیش از شرایط فعلی است و در شرایط گرمایش تا ۲ درجه سانتیگراد از آن هم بیشتر است. (*سطح اطمینان زیاد*). در مقایسه با گزارش پنجم، با توجه به بهبود درک فرایندها و دانش‌های جدید در زمینه آسیب‌پذیری سیستم‌های انسانی و طبیعی، از جمله محدودیت‌های موجود سازگاری، سطح ریسک تجمعی جهانی (دلایل نگرانی) در سطوح گرمایش پایین‌تر، بالا یا بسیار بالا ارزیابی شده است (*سطح اطمینان زیاد*). به دلیل افزایش اجتناب‌ناپذیر سطح دریا (۲-۳ را ببینید)، ریسک در اکوسیستم‌های ساحلی، انسان‌ها و زیر ساخت‌ها پس از سال ۲۱۰۰ به افزایش خود ادامه خواهد داد (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۱-۲، ۳-۱-۳، شکل ۳-۴، شکل ۴-۳) (شکل SPM.3، شکل SPM.4)

۲-۲-۳- گرمایش بیشتر، موجب پیچیدگی و دشوار شدن مدیریت ریسک‌ها در تغییر اقلیم می شود. محرک‌های ریسک چندگانه اقلیمی و غیراقلیمی در تعامل خواهند بود که نتیجه آن ترکیب ریسک کلی و ریسک‌های موجود در بخش‌ها و مناطق خواهد بود. به عنوان مثال، با افزایش گرمایش جهانی آن و با تعامل آن با محرک‌های ریسک غیراقلیمی مانند رقابت بر سر زمین به منظور توسعه شهری و تولید غذا، بیماری‌های همه‌گیر و درگیری‌ها، ناامنی غذایی و ناپایداری تأمین ناشی از اقلیم افزایش خواهد یافت (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۱-۲، ۴-۳، شکل ۴-۳)

۲-۲-۴- به ازای تمام سطوح مختلف گرمایش، سطح ریسک به روند آسیب‌پذیری انسان‌ها و اکوسیستم و میزان قرار گرفتن آن‌ها در معرض گرمایش بستگی دارد. میزان قرار گرفتن انسان‌ها و اکوسیستم‌ها در معرض مخاطرات اقلیمی به دلیل روندهای توسعه اقتصادی-اجتماعی شامل مهاجرت، رشد نابرابر جمعیت و افزایش شهرنشینی در حال افزایش است. آسیب‌پذیری انسانی موجب اقامت در سکونت‌گاه‌های غیرمتعارف و افزایش سرعت استفاده از سکونت‌گاه‌های کوچک شده است. در مناطق روستایی آسیب‌پذیری برای افرادی که معیشت آن‌ها به تغییرات اقلیم حساس است، بیشتر خواهد بود. آسیب پذیری اکوسیستم‌ها به شدت تحت تأثیر الگوهای مصرف، تولید ناپایدار در گذشته، حال و آینده، افزایش جمعیت و مدیریت و بهره‌برداری ناپایدار و مداوم از زمین، اقیانوس و آب خواهد بود. از دست دادن اکوسیستم‌ها تأثیرات نامطلوب و بلندمدتی را بر مردم جهان به‌ویژه مردم بومی و جوامع محلی که مستقیماً جهت برآورده کردن نیازهای اساسی شان به اکوسیستم‌ها وابسته هستند بجای می‌گذارد (*سطح اطمینان زیاد*). (کادر ۲، شکل C-۱، ۳-۱-۲، ۴-۳)

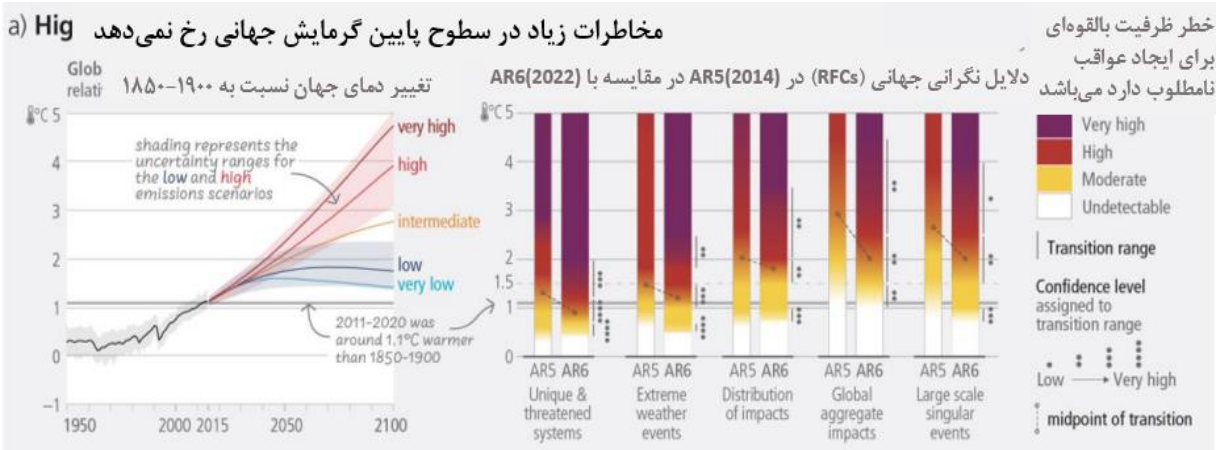
مطابق پیش‌نگری‌ها تغییر اقلیم در آینده موجب افزایش اثرات نامطلوب در سیستم‌های طبیعی و انسانی شده و تفاوت‌های منطقه‌ای را افزایش می دهد. مثال‌هایی از اثرات بدون سازگاری

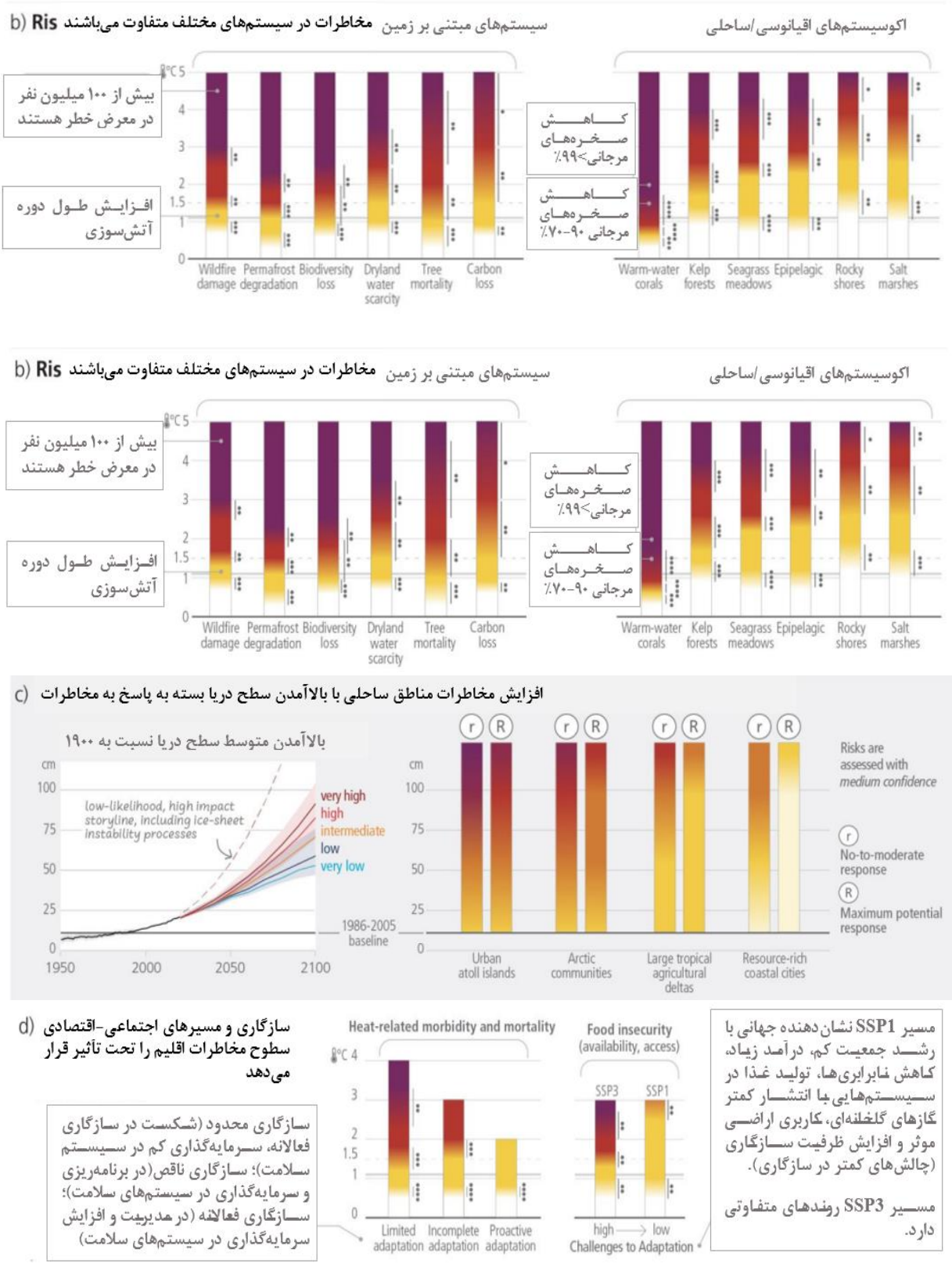


شکل SPM.3: ریسک‌ها و اثرات پیش‌نگری شده تغییر اقلیم بر سیستم‌های طبیعی و انسانی در سطوح مختلف گرمایش جهانی (GWLهای مختلف) در مقایسه با سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰. ریسک‌ها و اثرات پیش‌نگری شده نشان داده شده در این نقشه‌ها مبتنی بر خروجی‌های زیرمجموعه‌های مختلف از مدل‌های سیستم زمین و تأثیر است که برای پیش‌نگری هر شاخص اثر بدون سازگاری به کار گرفته شده‌اند. WGII با استفاده از این پیش‌نگری‌ها و شواهد به ارزیابی بیشتری از اثرات تغییر اقلیم بر سیستم‌های انسانی و طبیعی پرداخته است. A) خطر تلفات گونه‌های مختلف برحسب درصد گونه‌هایی که در صورت افزایش دمای ۱/۵، ۲، ۳ و ۴ درجه سانتی‌گراد در معرض شرایط دمایی بالقوه خطرناک قرار دارند. شرایط دمایی بالقوه خطرناک به صورت حداکثر دمای متوسط سالانه بیش از مقدار برآورد شده تاریخی (۲۰۰۵- ۱۸۵۰) تجربه شده توسط هر گونه تعریف می‌شود. پیش‌نگری‌های دمای مربوطه با ۲۱ مدل سیستم زمین است و حوادث حدی که بر اکوسیستم‌هایی مانند قطب شمال اثر می‌گذارد را در نظر نمی‌گیرد. B) ریسک‌های سلامتی انسان به صورت تعداد روزهایی از سال که جمعیت در شرایط هایپرترمیک که خطرات مرگ و میر را به همراه دارد در دوره تاریخی (۱۹۹۱-۲۰۰۵) و در GWLهای ۱/۷-۲/۳ درجه سانتی‌گراد (مقدار متوسط= ۱/۹ درجه سانتی‌گراد، ۱۳ مدل تغییر اقلیم) ، ۲/۴-۳/۱ درجه سانتی‌گراد (مقدار متوسط= ۲/۷ درجه سانتی‌گراد، ۱۶ مدل تغییر اقلیم) ، ۴/۲-۵/۴ درجه سانتی‌گراد (مقدار متوسط=۴/۷ درجه سانتی‌گراد، ۱۵ مدل تغییر اقلیم) ، نشان داده شده است. دامنه بین‌چارکی GWLها تا سال‌های ۲۱۰۰-۲۰۸۱ براساس RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5. شاخص ارائه شده با شاخص‌های موجود در ارزیابی‌های WGI و WGII سازگار است. C) تأثیر بر تولید غذا: (C1) تغییر در عملکرد ذرت در سال‌های ۲۰۹۹-۲۰۸۰ در مقایسه با سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۸۶ در GWLهای ۱/۶-۲/۴ درجه سانتی‌گراد (۲ درجه سانتی‌گراد) ، ۴/۸-۳/۳ درجه سانتی‌گراد (۴/۱ درجه سانتی‌گراد) و ۳/۹-۶/۰ درجه سانتی‌گراد (۴/۹ درجه سانتی‌گراد). میانه‌ی تغییرات عملکرد از ترکیب ۱۲ مدل گیاهی از پروژه مقایسه و بهبود مدل کشاورزی (AgMIP) و پروژه مقایسه مدل تأثیر بین بخشی (ISIMIP) به دست آمده است که هرکدام از این مدل‌ها بر اساس خروجی‌های اصلاح شده از ۵ مدل سیستم زمین اجرا می‌شوند. نقشه‌ها، مناطق درحال رشد (بیشتر از ۱۰ هکتار) را در سال‌های ۲۰۹۹-۲۰۸۰ در مقایسه با سال های ۲۰۰۵-۱۹۸۶ با در نظر گرفتن سطوح گرمایش جهانی اثرات تولید غذا S، SSP3-7.0 و SSP5-8.5) نشان می‌دهند. هاشورها مناطقی را نشان می‌دهند که کمتر از ۷۰ درصد از ترکیب مدل‌های سیستم زمین با استفاده شده بر نشانه اثر توافق دارند. (C2) تغییر در حداکثر پتانسیل صید ماهی بین سال‌های ۲۰۹۹-۲۰۸۱ در مقایسه با سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۸۶ در سطوح پیش‌نگری شده گرمایش جهانی: ۰/۹-۲/۰ درجه سانتی‌گراد (۱/۵ درجه سانتی‌گراد) و ۳/۴-۵/۲ درجه سانتی‌گراد (۴/۳ درجه سانتی‌گراد). سطوح گرمایش جهانی در سال‌های ۲۱۰۰-۲۰۸۱ مبتنی بر RCP2.6 و RCP8.5 هستند. هاشورها مناطقی را نشان می‌دهند که دو مدل اقلیم-صیدماهی در جهت تغییر توافق ندارند. تغییرات نسبی بزرگ در مناطق کم بازده ممکن است با تغییرات مطلق کوچک مطابقت داشته باشد. تنوع زیستی و صیدماهی در قطب جنوب به دلیل محدودیت داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفت. امنیت غذایی ممکن است تحت تأثیر شکست‌هایی در محصول و صیدماهی قرار گیرد که در اینجا ذکر نشده است. (۳-۱-۲، شکل ۳-۲، کادر ۲) (کادر SPM.4)

با هر میزان هرچند اندک گرمایش ریسک‌ها افزایش می‌یابند

۱) مخاطرات زیاد در سطوح پایین گرمایش جهانی اتفاق نمی‌افتند.





شکل SPM.4: زیرمجموعه‌ای از پیامدهای اقلیمی ارزیابی شده و ریسک‌های اقلیمی منطقه‌ای و جهانی مربوطه. نتایج حاصل از استنباط خبرگان مبتنی بر بررسی ادبیات فنی. **پنل (a): چپ**- تغییرات دمای سطح زمین بر حسب درجه سانتی‌گراد نسبت به سال‌های ۱۹۰۰-۱۸۵۰. این تغییرات با ترکیب شبیه‌سازی‌های مدل CMIP6 با محدودیت‌های مشاهده‌ای براساس گرمایش شبیه سازی شده در گذشته و همچنین ارزیابی به‌روز از حساسیت تعادل اقلیم به دست آمد. بازه‌های «*بسیار محتمل*» برای سناریوهای

انتشار گازهای گلخانه‌ای کم و زیاد نشان داده شده است (SSP1-2.6 و SSP3-7.0) (کادر ۲). **راست**– دلایل نگرانی جهانی (RFC) که ارزیابی‌های AR6 (میله‌های ضخیم) را با ارزیابی‌های AR5 (میله‌های باریک) مقایسه می‌کنند. انتقال ریسک، با به‌روز شدن فهم علمی، به سمت دماهای پایین سوق داده شده است. نمودارها برای هر RFC، با فرض عدم سازگاری و یا سازگاری کم، نمایش داده شده‌اند. خطوط، نقاط میانی ریسک‌های متوسط و زیاد را در گزارشات پنجم و ششم بهم متصل می‌کنند. **پنل (b)**: ریسک‌های جهانی انتخاب شده برای اکوسیستم‌های خشکی و اقیانوس نشان‌دهنده افزایش عمومی ریسک با افزایش سطوح گرمایش جهانی در شرایط عدم سازگاری و یا سازگاری کم هستند. **پنل (c)**: **چپ**– تغییر میانگین جهانی سطح دریا نسبت به سال ۱۹۰۰. تغییرات تاریخی سطح دریا (مشکی رنگ) تا قبل از سال ۱۹۹۲ بوسیله دستگاه‌های سنجش جزر و مد و بعد از آن با ارتفاع‌سنج اندازه‌گیری شد. تغییرات آتی تا سال ۲۱۰۰ (خطوط رنگی و سایه‌ها) به طور مداوم با محدودیت‌های مشاهده‌ای و بر اساس شبیه‌سازی مدل‌های CMIP، صفحات یخی و یخچال‌های طبیعی ارزیابی شده‌اند و بازه‌های محتمل برای SSP1-2.6 و SSP3-7.0 نشان داده شده‌اند. **راست**– ارزیابی ریسک ترکیبی سیلاب، فرسایش و شور شدن نواحی ساحلی ناشی از تغییر میانگین و مقدار حدی سطح دریا، برای چهار منطقه جغرافیای ساحلی در سال ۲۱۰۰ تحت دو سناریو پاسخ، نسبت به دوره پایه SROCC (۲۰۰۵-۱۹۸۶). ارزیابی‌ها تغییرات حدی سطح دریا بیش از آنچه که به دلیل افزایش میانگین سطح دریا رخ می‌دهد، در نظر نمی‌گیرند. در صورتی‌که تغییرات دیگر در مقادیر حدی سطح دریا (به عنوان مثال تغییر در بارش‌های شدید موسمی) در نظر گرفته شود، ممکن است سطوح ریسک افزایش یابد. "بدون پاسخ یا پاسخ متوسط" بیانگر ادامه تلاش‌های صورت گرفته تا به امروز است. "حداکثر پاسخ بالقوه" نشان‌دهنده ترکیبی از پاسخ‌هایی است که به صورت کامل، و در نتیجه در قالب تلاش‌هایی بسیار بیشتر از امروز، و با فرض حداقل موانع مالی، اجتماعی و سیاسی پیاده‌سازی می‌شوند (در اینجا منظور از «امروز» سال ۲۰۱۹ است). معیارهای ارزیابی عبارتند از قرار گرفتن در معرض ریسک و آسیب‌پذیری، مخاطرات ساحلی، پاسخ‌های درمحل و جابجایی‌های برنامه‌ریزی شده. منظور از جابجایی برنامه‌ریزی شده عقب‌نشینی یا اسکان مجدد است. اصطلاح پاسخ در اینجا به جای سازگاری مورد استفاده قرار گرفته است زیرا برخی از پاسخ‌ها مانند عقب‌نشینی ممکن است به عنوان سازگاری قلمداد نشوند. **پنل (d)**: ریسک‌های انتخاب شده تحت مسیرهای مختلف اجتماعی-اقتصادی، نشان‌دهنده چگونگی تأثیر استراتژی‌های توسعه و چالش‌های سازگاری بر ریسک هستند. **چپ**– پیامدهای اثر گرما بر سلامت انسان تحت سه سناریو اثربخشی سازگاری. نمودارها تغییرات دما را برحسب درجه سانتی‌گراد در سال ۲۱۰۰ تحت سه سناریو مختلف نشان می‌دهند. **راست**– ریسک‌های مرتبط با امنیت غذایی ناشی از تغییر اقلیم و الگوهای توسعه اجتماعی- اقتصادی. ریسک امنیت غذایی شامل فراهمی و دسترسی به غذا است و مواردی همچون جمعیت در معرض خطر گرسنگی، افزایش قیمت مواد غذایی و مجموع سال‌های از دست رفته در اثر مرگ زودرس یا معلولیت ناشی از سوء تغذیه در دوران کودکی را در برمی‌گیرد. ریسک‌ها از دو مسیر اقتصادی-اجتماعی مختلف (SSP1 و SSP3) بدون در نظر گرفتن اثرات سیاست‌های کاهش تغییر اقلیم و سازگاری با آن، ارزیابی می‌شوند. (شکل ۳-۳) (کادر SPM.1).

احتمال و ریسک‌های تغییرات اجتناب‌ناپذیر، برگشت‌ناپذیر و یا ناگهانی

۲-۳- برخی از تغییرات در آینده اجتناب‌ناپذیر و/یا برگشت‌ناپذیر هستند اما می‌توانند با کاهش عمیق، سریع و پایدار انتشار گازهای گلخانه‌ای محدود شوند. با افزایش سطوح گرمایش جهانی، احتمال تغییرات ناگهانی و/یا برگشت ناپذیر افزایش می‌یابد. همچنین افزایش سطوح گرمایش جهانی موجب افزایش احتمال وقوع پیامدهای نامطلوبی که احتمال آن‌ها کمتر و اثرات نامطلوب آن‌ها بسیار بزرگ است نیز می‌شود (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۱).

۲-۳-۱- محدودسازی دمای سطح جهان از تغییرات مداوم مؤلفه‌های سیستم اقلیمی که مقیاس زمانی پاسخ آن‌ها چند دهه‌ای یا طولانی‌تر است، جلوگیری نمی‌کند (*سطح اطمینان زیاد*). بالا آمدن سطح دریاها به دلیل گرم شدن اعماق اقیانوس‌ها و ذوب شدن صفحات یخی برای قرن‌ها یا هزاران سال اجتناب‌ناپذیر است و سطح دریاها چندین

هزار سال بالا خواهد ماند (*سطح اطمینان زیاد*). با این‌حال، کاهش عمیق، سریع و پایدار انتشار گازهای گلخانه‌ای موجب محدود شدن شتاب بالا آمدن دریاها و بالا آمدگی بلندمدت پیش‌نگری شده دریاها می‌شود. نسبت به سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۵، میانگین بالا آمدن سطح دریاها تحت سناریوی انتشار گازهای گلخانه‌ای SSP1-1.9 تا سال ۲۰۵۰، ۰/۲۳-۰/۱۵ متر و تا سال ۲۱۰۰، ۰/۵۵-۰/۲۸ متر پیش‌نگری شده است (*سطح اطمینان متوسط*). طی ۲۰۰۰ سال آینده، در صورت افزایش گرمایش جهانی به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد متوسط سطح دریاها ۳-۲ متر افزایش خواهد یافت و در صورتی‌که گرمایش جهانی به ۲ درجه سانتی‌گراد بر سد، متو سط سطح دریاها ۶-۲ متر افزایش خواهد یافت (*سطح اطمینان کم*). (۳-۱-۳، شکل ۳-۴) (کادر SPM.1)

۲-۳-۲- افزایش گرمایش جهانی، احتمال و اثرات تغییرات ناگهانی و یا اجتناب‌ناپذیر در سیستم اقلیم شامل تغییراتی که در نقطه اوج اتفاق می‌افتد را افزایش می‌دهد (*سطح اطمینان زیاد*). با افزایش گرمایش جهانی، ریسک انقراض گونه‌ها یا از بین رفتن تنوع زیستی شامل جنگل‌ها (سطح اطمینان متو سط)، صخره‌های مرجانی (*سطح اطمینان خیلی زیاد*) و مناطق قطبی (*سطح اطمینان زیاد*) در اکوسیستم افزایش می‌یابد. در سطوح گرمایش پایدار بین ۲ تا ۳ درجه سانتی‌گراد، صفحات یخ گرینلند و ناحیه غربی قطب جنوب طی هزاران سال به طور کامل از بین می‌روند و این امر موجب افزایش چند متری سطح دریا می‌شود (مطابق شواهد محدود). افزایش دما همچنین موجب افزایش سرعت ذوب شدن توده‌های یخ می‌شود (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۱-۲، ۳-۱-۳)

۲-۳-۳- افزایش سطوح گرمایش جهانی موجب افزایش احتمال وقوع حوادثی می شود که در حالت نرمال احتمال وقوع آن‌ها کم بوده است (*سطح اطمینان زیاد*). به دلیل عدم قطعیت مرتبط با فرآیند لایه‌های یخی، میانگین سطح جهانی دریاها از محدوده احتمالی فراتر می‌رود، مطابق سناریو انتشار گازهای گلخانه‌ای بسیار زیاد (SSP5-8.5)، بالا آمدن سطح دریاها تا سال ۲۱۰۰ به اندازه ۲ متر و تا سال ۲۳۰۰ به اندازه ۱۵ متر خواهد بود (*سطح اطمینان کم*). در سطح اطمینان متوسط، تا سال ۲۱۰۰ واژگونی نصف‌النهار اقیانوس اطلس به طور ناگهانی اتفاق نخواهد افتاد. اما در صورت وقوع این اتفاق، تغییرات ناگهانی در الگوهای آب‌وهوایی رخ خواهد داد و اثرات بزرگی بر اکوسیستم و فعالیت‌های انسانی خواهد داشت. (۳-۱-۳) (کادر SPM.1).

گزینه‌های سازگاری و محدودیت‌های آن در دنیای گرم‌تر

۲-۴- امروزه گزینه‌های سازگاری امکان‌پذیر و مؤثر هستند اما افزایش گرمای جهانی موجب محدودتر شدن و کم اثرتر شدن این گزینه‌ها می‌شوند. افزایش گرمایش زمین موجب افزایش خسارات و تلفات شده و سیستم‌های انسانی و طبیعی را با محدودیت‌های سازگاری مواجه خواهد کرد. با ایجاد برنامه‌های انعطاف‌پذیر، چند بخشی، فراگیر و بلندمدت و همچنین با اجرای اقدامات سازگاری متناسب با منافع مشترک بسیاری از بخش‌ها و سیستم‌ها، می‌توان از ناسازگاری جلوگیری کرد. (سطح اطمینان زیاد) (۳-۲، ۴-۱، ۴-۲، ۴-۳)

۲-۴-۱- افزایش گرما، اثربخشی سازگاری بر اکوسیستم و مسائل مرتبط با آب را کاهش می‌دهد. امکان سنجی و اثربخشی گزینه‌ها با ادغام راه‌حل‌های یکپارچه و چندبخشی، موجب تمایز پاسخ‌ها بر اساس ریسک اقلیم، شکاف بین سیستم‌ها و رسیدگی به نابرابری‌های اجتماعی می شود. از آنجایی‌که گزینه‌های سازگاری اغلب زمان اجرای طولانی دارند، برنامه‌ریزی بلندمدت موجب افزایش کارایی آن‌ها می‌شود. (سطح اطمینان زیاد) (۳-۲، شکل ۳-۴، ۴-۱، ۴-۲)

۲-۴-۲- با افزایش گرمایش جهانی، جلوگیری از محدودیت‌های سازگاری و خسارات و تلفات ناشی از آن، به خصوص در میان جمعیت‌های آسیب‌پذیر، دشوار خواهد شد (سطح اطمینان زیاد). در مقادیر بیش از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد گرمایش جهانی، محدودیت منابع آب شیرین موجب ایجاد محدودیت‌های بالقوه سازگاری برای جزایر کوچک و مناطق وابسته به یخچال‌های طبیعی و ذوب برف خواهد شد (سطح اطمینان متوسط). در سطوح بالاتر گرمایش، اکوسیستم‌هایی مانند برخی صخره‌های مرجانی آب گرم، تالاب‌های ساحلی، جنگل‌های بارانی و اکوسیستم‌های قطبی و کوهستانی به محدودیت سازگاری سخت خواهند رسید یا از آن فراتر خواهند رفت و در نتیجه، برخی از اقدامات سازگاری مبتنی بر اکوسیستم کارایی خود را از دست خواهد داد. (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۳-۲، ۳-۲-۳، ۴-۳)

۲-۴-۳- اقداماتی که بر بخش‌ها و ریسک‌ها به‌صورت مجزا و بر منافع کوتاه‌مدت متمرکز هستند، در بلند مدت موجب ناسازگاری شده و بن بست مشکلات، آسیب‌ها و ریسک‌هایی را ایجاد می‌کنند که تغییر آن‌ها دشوار است. به عنوان مثال، دیواره‌های دریایی در کوتاه مدت موجب کاهش اثرات بر انسان و دارایی‌ها می‌شوند اما در بلند مدت اگر با برنامه‌های سازگاری ادغام نشوند، اثرات ریسک‌های اقلیم را افزایش می‌دهند. انجام اقدامات نامناسب در سازگاری می‌تواند نابرابری‌های موجود را به‌ویژه برای مردم بومی و گروه‌های حاشیه‌نشین بدتر کند و انعطاف‌پذیری اکوسیستم و تنوع زیستی را کاهش دهد. ایجاد برنامه‌های انعطاف‌پذیر، چندبخشی، فراگیر، درازمدت و انجام اقدامات سازگاری متناسب با منافع مشترک بخش‌ها و سیستم‌ها می‌تواند از عدم سازگاری جلوگیری کند. (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۳-۲، ۲-۳)

بودجه کربن و انتشار خالص صفر

۲-۵- محدودکردن گرمایش جهانی ناشی از فعالیت‌های انسانی مستلزم انتشار خالص صفر CO_2 است. زمان رسیدن انتشار تجمعی کربن به صفر خالص و کاهش سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای در دهه کنونی تا حد زیادی تعیین خواهد کرد که آیا امکان محدودسازی گرمایش به ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد وجود دارد یا خیر (*سطح اطمینان زیاد*). مقدار انتشار کربن پیش‌نگری شده از زیر ساخت‌های سوخت‌های فسیلی موجود بدون کاهش انتشار، از بودجه کربن باقی‌مانده تا رسیدن به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد فراتر خواهد رفت (۵۰ درصد) (سطح اطمینان زیاد). (۲-۳، ۳-۱، ۳-۳، جدول ۳-۱)

۲-۵-۱- از دیدگاه علم فیزیک، محدود کردن گرمایش جهانی ناشی از فعالیت‌های انسانی به یک سطح خاص مستلزم محدود سازی انتشار CO_2 تجمعی، رسیدن به انتشار خالص صفر CO_2 همراه با کاهش شدید سایر گازهای گلخانه‌ای است. رسیدن به انتشار خالص صفر گازهای گلخانه‌ای نیازمند کاهش شدید مقدار CO_2، متانول و سایر گازهای گلخانه‌ای و همچنین انتشار خالص منفی CO_2 است.[۲۹] حذف دی‌اکسید کربن (CDR) برای دستیابی به انتشار خالص منفی CO_2 ضروری است (۲-۶). پیش‌نگری می‌شود در صورتی که انتشار خالص گازهای گلخانه‌ای به

[۲۹] انتشار خالص صفر گازهای گلخانه‌ای با پتانسیل ۱۰۰ ساله گرمایش جهانی تعریف شده است.

صفر برسد و این وضعیت تداوم یابد، موجب کاهش تدریجی دمای سطح جهان پس از یک پیک شود. (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۱-۱، ۳-۳-۱، ۳-۳-۲، ۳-۳-۳، جدول ۳-۱، کادر ۱)

۲-۵-۲- به ازای هر ۱۰۰۰ $GtCO_2$ منتشر شده ناشی از فعالیت‌های انسانی، دمای سطح جهان ۰/۴۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد (بهترین تخمین، بازه محتمل آن ۰/۲۷ تا ۰/۶۳ درجه سانتی‌گراد است). بهترین تخمین بودجه کربن باقیمانده از سال ۲۰۲۰، برای محدودسازی گرمایش جهانی به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد با احتمال ۵۰ درصد ۵۰۰ $GtCO_2$ و برای محدودسازی گرمایش جهانی به ۲ درجه سانتی‌گراد با احتمال ۶۷ درصد ۱۱۵۰ $GtCO_2$ است[۳۰]. هرچه کاهش انتشار گازهای غیر CO_2 بیشتر شود، دمای حاصله در یک سطح معین از بودجه کربن باقیمانده کمتر شده یا بودجه کربن باقیمانده در یک سطح معین تغییر دمایی بیشتر خواهد بود.[۳۱] (۳-۳-۱)

۲-۵-۳- در صورتی‌که انتشار سالانه CO_2 طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ در سطح سال ۲۰۱۹ باقی بماند، انتشار تجمعی حاصل، موجب برهم زدن بودجه کربن باقی‌مانده برای گرمایش ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (۵۰ درصد) و همچنین تخلیه حدود یک سوم کربن باقی‌مانده برای گرمایش ۲ درجه سانتی‌گراد (۶۷ درصد) می‌شود. تخمین‌های انتشار گاز CO_2 ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بدون کاهش اضافی نشان‌دهنده فراتر رفتن بودجه کربن باقی‌مانده برای محدود کردن گرمایش به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (۵۰ درصد) است (*سطح اطمینان زیاد*). مقدار پیش‌بینی شده انتشار تجمعی CO_2 ناشی از سوخت‌های فسیلی در آینده، در صورت حفظ الگوهای عملیاتی فعلی و بدون کاهش انتشار، تقریباً معادل بودجه کربن باقی‌مانده برای محدود کردن گرمایش جهانی به ۲ درجه سانتی‌گراد با احتمال ۸۳ درصد[۳۲] است (*سطح اطمینان زیاد*). (۲-۳-۱، ۳-۳-۱، شکل ۳-۵)

۲-۵-۴- بر اساس تخمین‌های مرکزی، انتشار خالص CO_2 تجمعی تاریخی بین سال‌های ۱۸۵۰ و ۲۰۱۹، حدود چهار پنجم کل بودجه کربنی برای محدود کردن گرمایش به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد با احتمال ۵۰ درصد (تخمین مرکزی حدود ۲۹۰۰ $GtCO_2$)، و حدود دو سوم بودجه کربن برای محدود کردن گرمایش جهانی به ۲ درجه سانتی‌گراد با احتمال ۶۷ درصد (تخمین مرکزی حدود ۳۵۵۰ $GtCO_2$) است. (۳-۳-۱، شکل ۳-۵)

مسیرهای کاهش

۲-۶- تمام مسیرهای مدل سازی شده جهانی که گرمایش را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد محدود می‌کنند (بدون فراتر رفتن از گرمایش ۱/۵ درجه یا با فراتر رفتن به صورت محدود) (با احتمال بیش از ۵۰ درصد) و آن‌هایی که گرمایش جهانی را به ۲ درجه سانتی‌گراد محدود می‌کنند (با احتمال بیش از ۶۷ درصد)، شامل کاهش سریع و شدید و در برخی موارد فوری، انتشار گازهای گلخانه ای در همه بخش‌ها در دهه کنونی هستند. انتشار جهانی خالص صفر CO_2 برای این مسیرها به ترتیب در دهه‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ بدست می‌آید. (سطح اطمینان زیاد)

---

[۳۰] پایگاه‌های اطلاعاتی جهانی اطلاعات مختلفی درباره اینکه کدام انتشار ناشی از فعالیت‌های انسانی است را منتشر می‌کنند. بیشتر کشورها مقدار جریان CO_2 ناشی از فعالیت‌های انسانی (مانند تغییر محیط‌زیست) در زمین‌های مدیریت شده را در فهرست موجودی گازهای گلخانه‌ای خود گزارش می‌کنند. با استفاده از تخمین‌های انتشار بر اساس داده‌های موجود، بودجه کربن باقی‌مانده می‌بایست کاهش یابد. (۳-۳-۱)

[۳۱] به عنوان مثال، در انتشارهای زیاد و کم غیرکربن، مقدار بودجه کربن باقیمانده برای گرمایش ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (به احتمال ۵۰ درصد) می‌تواند به ترتیب ۳۰۰ یا ۶۰۰ $GtCO_2$ باشد در مقایسه با مقدار $GtCO_2$ ۵۰۰ در نمونه مرکزی.

[۳۲] WGI بودجه کربن را در راستای محدود کردن گرمایش جهانی در سطوح احتمال ۵۰، ۶۷ و ۸۳ درصد فراهم کرده است. (۳-۱-۳)

۲-۶-۱- مسیرهای جهانی مدل سازی شده اطلاعاتی از محدود سازی سطوح مختلف گرمایش فراهم می‌کنند. این مسیرها، به خصوص ویژگی‌های بخشی و منطقه‌ای آن‌ها، مبتنی بر مفروضات ارائه شده در کادر SPM.1 هستند. مسیرهای جهانی مدل‌سازی شده که گرمایش جهانی را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیش از ۵۰ درصد) بدون فراتر از رفتن از این گرمایش محدود می‌کنند یا گرمایش جهانی را به ۲ درجه سانتی گراد (با احتمال بیش از ۶۷ در صد) محدود می‌کنند، دارای مشخصه کاهش شدید و سریع، و در برخی موارد فوری، گازهای گلخانه‌ای هستند. مسیرهایی که گرمایش را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیش از ۵۰ درصد)، بدون فراتر رفتن از این میزان یا با فراتر رفتن از آن به صورت محدود، محدود می‌کنند، در اوایل دهه ۲۰۵۰ به صفر خالص CO_2 و در ادامه به انتشار خالص منفی CO_2 می‌رسند. همچنین مسیرهایی که گرمایش را به ۲ درجه سانتی‌گراد (بیش از ۶۷ در صد) محدود می‌کنند، در اوایل دهه ۲۰۷۰ به انتشار خالص صفر CO_2 می رسند. پیش‌نگری می‌شود که انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی بین سال‌های ۲۰۲۰ و حداکثر تا قبل از سال ۲۰۲۵ در مسیرهای مدل سازی شده جهانی که گرمایش را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (بیش از ۵۰ درصد)، بدون فراتر رفتن از این میزان گرمایش یا با فراتر رفتن به صورت محدود، و همچنین در مسیرهایی که گرمایش را به ۲ درجه سانتی‌گراد (بیش از ۶۷ درصد) محدود می‌کنند، به اوج خود بر سد. بنابراین می‌بایست اقدام فوری صورت گیرد (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۳-۲، ۳-۳-۴، ۴-۱، جدول ۳-۱، شکل ۳-۶) (جدول XX)

جدول XX: کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و CO_2 نسبت به سال ۲۰۱۹، میانه و صدک‌های ۵ و ۹۵. (۳-۳-۱، ۴-۱، جدول ۳-۱، شکل ۲-۵، کادر SPM1)

		کاهش سطح انتشار از سال ۲۰۱۹ (درصد)			
		۲۰۳۰	۲۰۳۵	۲۰۴۰	۲۰۵۰
محدود ساختن گرمایش به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بدون فراتر رفتن از این مقدار یا با فراتر رفتن به صورت محدود	GHG	(۳۴-۶۰) ۴۳	۶۰ (۴۹-۷۷)	۶۹ (۵۸-۹۰)	۴۳(۳۴-۶۰)
	CO_2	(۳۶-۶۹) ۴۸	۶۵ (۵۰-۹۶)	۸۰(۶۱-۱۰۹)	۴۳(۳۴-۶۰)
محدود ساختن گرمایش به ۲ درجه سانتی‌گراد	GHG	۲۱ (۱-۴۲)	۳۵ (۲۲-۵۵)	۴۶ (۳۴-۶۳)	۴۳(۳۴-۶۰)
	CO_2	۲۲ (۱-۴۴)	۳۷ (۲۱-۵۹)	۵۱ (۳۶-۷۰)	۴۳(۳۴-۶۰)

۲-۶-۲- رسیدن به انتشار خالص صفر CO_2 یا گازهای گلخانه‌ای نیازمند کاهش شدید و سریع گازهای گلخانه‌ای و همچنین کاهش سریع در انتشار ناخالص CO_2 و کاهش قابل توجه در گازهای گلخانه‌ای غیر از CO_2 است (*سطح اطمینان زیاد*). به عنوان مثال، در مسیرهای شبیه سازی شده که مقدار گرمایش را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، بدون فراتر رفتن از این میزان گرمایش یا با فراتر رفتن محدود از آن، محدود می‌کنند، مقدار انتشار متان در سال ۲۰۳۰ در مقایسه با سال ۲۰۱۹، ۳۴ درصد (۵۷-۲۱ درصد) کاهش یافته است. اما برخی از گازهای گلخانه‌ای که به سختی کاهش می‌یابند (مانند انتشار حاصل از کشاورزی، هوانوردی، کشتیرانی و فرایندهای صنعتی)، می‌بایست بوسیله روش‌های حذف دی اکسید کربن (CDR) جبران شوند تا انتشار خالص صفر CO_2 یا گازهای گلخانه‌ای به دست آید

(*سطح اطمینان زیاد*). در نتیجه، رسیدن به انتشار خالص صفر دی اکسید کربن سریع‌تر از انتشار خالص صفر گازهای گلخانه‌ای به دست می‌آید (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۳-۲، ۳-۳-۳، جدول ۳-۱، شکل ۳-۵) (شکل SPM5)

۲-۶-۳- مسیرهای کاهش مدل سازی شده جهانی برای رسیدن به انتشار خالص صفر گازهای گلخانه‌ای و CO_2 عبارتند از: تغییر منابع انرژی از سوخت‌های فسیلی فاقد جذب و ذخیره کربن (CCS) به منابعی با مقدار تولید کربن بسیار کم یا تولید کربن صفر مانند منابع تجدیدپذیر یا سوخت‌های فسیلی، اقدامات مربوط به تقاضا و بهبود راندمان، کاهش گازهای گلخانه‌ای غیر از CO_2 و حذف دی اکسید کربن[۳۳]در اغلب مسیرهای مدل‌سازی شده جهانی، بخش‌های تغییر کاربری اراضی و جنگل‌داری (احیای جنگل‌ها و کاهش جنگل‌زدایی) و بخش تأمین انرژی پیش از بخش‌های ساختمان، صنعت و حمل و نقل، به انتشار خالص صفر CO_2 دست می‌یابند. (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۳-۳، ۳-۴-۱، ۳-۴-۵، شکل ۴-۱) (شکل SPM5 و کادر SPM1)

۲-۶-۴- گزینه‌های کاهش اغلب با سایر جنبه‌های توسعه پایدار هم‌افزایی دارند، اما برخی از گزینه‌ها می‌توانند با یکدیگر تعارض داشته باشند. به عنوان مثال هم‌افزایی بالقوه‌ای میان توسعه پایدار، راندمان انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. به طور مشابه، بسته به زمینه،[۳۴]روش‌های بیولوژیکی حذف دی اکسید کربن مانند احیای جنگل، مدیریت بهبودیافته جنگل، ترسیب کربن خاک، احیای پوده‌زار و مدیریت کربن آبی ساحلی می‌تواند موجب تقویت تنوع زیستی و کارکردهای اکوسیستم و اشتغال و معیشت محلی شود. با این حال، جنگل‌کاری یا تولید محصولات زیست‌توده بویژه در مقیاس بزرگ یا در مناطقی که زمین مالکیت زمین غیرایمن است، می‌تواند اثرات نامطلوب اجتماعی-اقتصادی و زیست‌محیطی را از جمله بر تنوع زیستی، امنیت غذایی و امنیت آبی، معیشت محلی و حقوق مردمان بومی بر جای بگذارد. مسیرهای مدل‌سازی‌شده که استفاده کارآمدتر از منابع را در نظر گرفته و توسعه جهانی را به سمت پایداری پیش می‌برند، چالش‌های کمتری را به همراه دارند. از جمله می‌توان به وابستگی کمتر به حذف دی‌اکسید کربن و اعمال فشار کمتر بر اراضی و تنوع زیستی اشاره کرد. (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۴-۱)

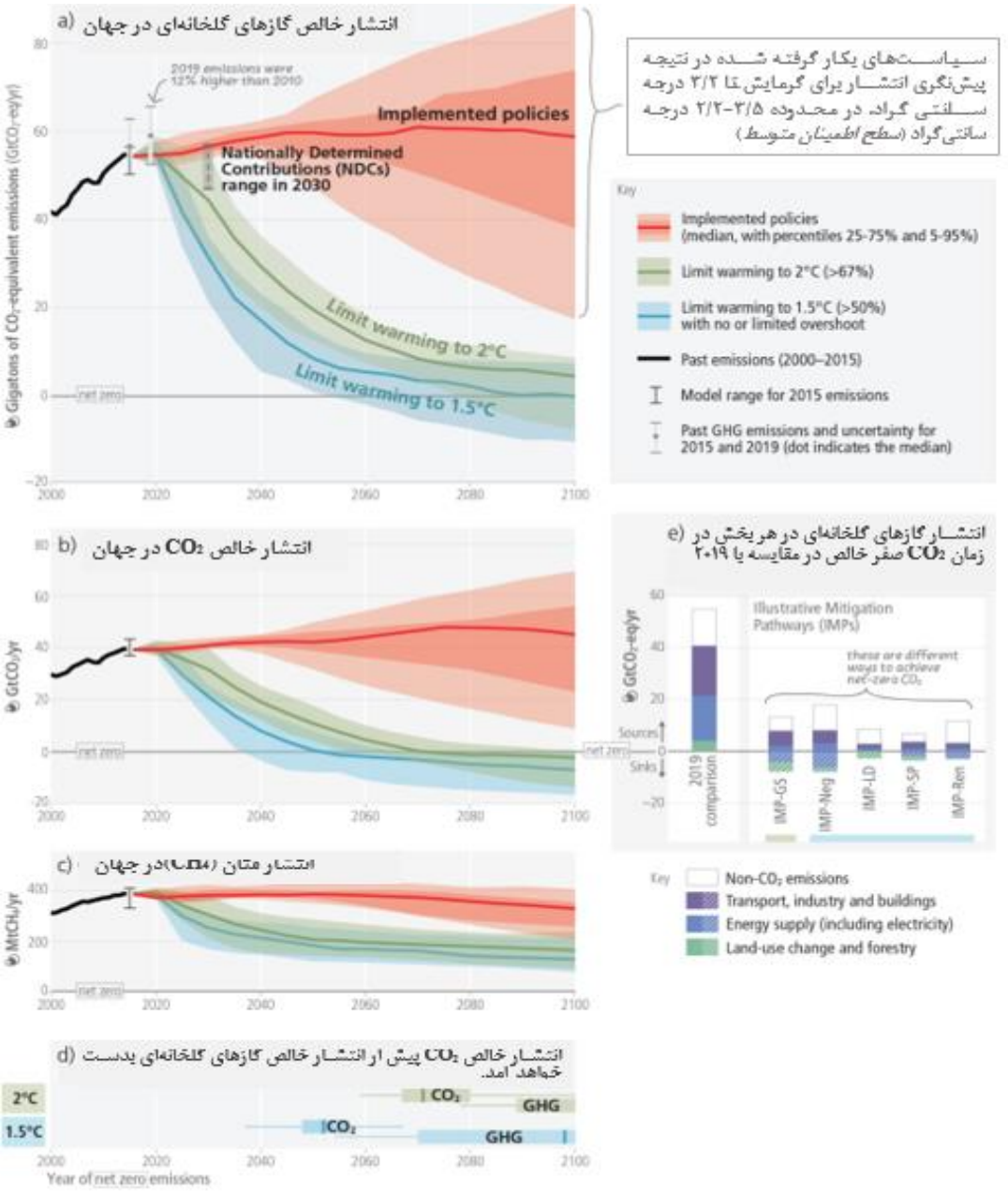
---

[۳۳] جذب و ذخیره کربن گزینه‌ای برای کاهش گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع انرژی در صنایع و در مقیاس بزرگ و با شرط موجود بودن ذخیره ژئولوژیکی است. هنگامی که CO_2 به طور مستقیم از اتمسفر (DACCS) و یا زیست‌توده (BECCS) جذب می‌شود، CSS مؤلفه ذخیره را برای روش‌های CDR فراهم می‌کند. جذب CO_2 و تزریق زیرسطحی یک فناوری تکامل یافته در فرایندهای گاز و افزایش بازیابی نفت می‌باشد. در مقایسه با بخش گاز و نفت، در بخش انرژی و تولید مواد شیمیایی و سیمان تکامل نیافته است و به عنوان یک گزینه کاهش بحرانی می‌باشد. ظرفیت ذخیره‌سازی ژئولوژیکی حدود $GtCO_2$ ۱۰۰۰ تخمین زده شده است، که این مقدار بیشتر از ذخیره CO_2 مورد نیاز برای محدود کردن گرمایش جهانی به ۱/۵ درجه سانتی گراد تا سال ۲۱۰۰ می‌باشد، اگرچه موجودین منطقه‌ای ذخیره ژئولوژیکی یک فاکتور محدود کننده می‌باشد. در صورت انتخاب و مدیریت مناسب ذخیره ژئولوژیکی، می‌توان CO_2 را به طور دائم از اتمسفر جدا نمود. اجزای جذب و ذخیره کربن در حال حاضر با موانع فنی، اقتصادی، نهادی، زیست محیطی و اجتماعی-فرهنگی مواجه هستند. در حال حاضر، نرخ جهانی جذب و ذخیره CO_2 برای محدود کردن گرمایش جهانی به ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد، بسیار کمتر از مسیرهای مدلسازی شده است. ایجاد شرایطی مانند بکارگیری ابزارهای سیاستی، حمایت عمومی و نوآوری‌های تکنولوژیکی می تواند موجب کاهش این موانع شود (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۳-۳)

۳۴ اثرات، ریسک‌ها و مزایای مشترک حذف دی‌اکسید کربن بر اکوسیستم‌ها، تنوع زیستی و مردم بسته به روش، مکان، نحوه اجرا و مقیاس آن بسیار متغیر خواهد بود (سطح اطمینان زیاد).

محدود کردن گرمایش به ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد نیازمند کاهش سریع، شدید و در برخی موارد فوری گازهای گلخانه‌ای است.

انتشار خالص صفر CO_2 و گازهای گلخانه‌ای با کاهش شدید انتشار در تمامی بخش‌ها محقق می‌شود.



شکل SPM5: مسیرهای انتشار جهانی مطابق با سیاست‌های اجرا شده و استراتژی‌های کاهش. پنل (a)، (b) و (c) نشان دهنده توسعه انتشار گازهای گلخانه‌ای، CO_2 و متان در مسیرهای مدلسازی شده است، **پنل (d)** نشان‌دهنده زمان رسیدن انتشار گازهای گلخانه‌ای و CO_2 به سطح خالص صفر است. محدوده‌های رنگی نشان‌دهنده صدک ۵ ام تا ۹۵ ام در سراسر مسیرهای مدل سازی شده جهانی است که در یک دسته‌بندی مشخص قرار می‌گیرند و در کادر SPM.1 توضیح داده شده است. محدوده قرمز نشان دهنده مسیرهای انتشار با فرض سیاست‌های اجرا شده تا پایان سال ۲۰۲۰ است. محدوده‌های مدل سازی شده که گرمایش را به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد محدود می‌کنند (با احتمال بیشتر از ۵۰ درصد)، بدون فراتر رفتن از ۱/۵ درجه یا با فراتر رفتن به صورت محدود، با رنگ آبی روشن نشان داده شده‌اند (طبقه‌بندی C1) و مسیرهایی که گرمایش را تا ۲ درجه سانتی‌گراد محدود می‌کنند (با احتمال بیشتر از ۶۷ درصد) با رنگ

سبز نشان داده شده‌اند (طبقه‌بندی C3). مسیرهای انتشار جهانی که گرم شدن را تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ در صد)، بدون فراتر رفتن از ۱/۵ درجه یا فراتر رفتن به صورت محدود، مقید می‌کنند، در نیمه دوم قرن، بین سال‌های ۲۰۷۵-۲۰۷۰ به انتشار خالص صفر گازهای گلخانه‌ای می‌رسند. **پنل (e)** سهم بخش‌های مختلف از منابع و سینک‌های انتشار CO_2 و گازهای گلخانه‌ای غیر CO_2، در زمان رسیدن به انتشار خالص صفر CO_2 در مسیرهای کاهش مصور (IMPها) متناظر با مقید کردن گرمایش به ۱/۵ درجه سانتیگراد با اتکای زیاد به انتشار منفی خالص (IMP-neg) ("فراتر رفتن از ۱/۵ درجه به میزان زیاد")، بالاتر رفتن کارآیی منابع (IMP-LD)، تمرکز بر توسعه پایدار (IMP-SP)، انرژی‌های تجدیدپذیر (IMP-Ren) و محدود کردن گرمایش به ۲ درجه سانتی‌گراد با کاهش اولیه سریع انتشار و تقویت تدریجی آن (IMP-GS) را نشان می‌دهد. انتشارهای مثبت و منفی برای IMPهای مختلف با مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۹ مقایسه شده است. تأمین انرژی (از جمله الکتریکی) شامل استفاده از انرژی زیستی با جذب و ذخیره دی اکسید کربن یا جذب و ذخیره دی اکسید کربن به صورت مستقیم از هوا همراه است. انتشار CO_2 ناشی از تغییر کاربری اراضی و جنگل‌داری را می‌توان فقط به عنوان یک عدد خالص نشان داد زیرا بسیاری از مدل‌ها مقدار انتشار و سینک‌ها را در این طبقه‌بندی به طور جداگانه نشان نمی‌دهند. (شکل ۳-۶، ۴-۱) (کادر SPM1)

فراتر رفتن از هدف‌های گرمایش: فراتر رفتن گرمایش از یک سطح و بازگشت به آن

۲-۷- در صورتی‌که گرمایش از یک سطح مشخص، مثلاً از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، فراتر رود، این مقدار می‌تواند به تدریج با دستیابی و حفظ انتشار گازهای گلخانه‌ای منفی جهانی کاهش یابد. این امر مستلزم حذف مقادیر بیشتری از دی اکسید کربن در مقایسه با مسیرهایی است که از سطوح گرمایش فراتر نرفته‌اند و همین موجب ایجاد نگرانی‌های بیشتر درمورد امکان سنجی و پایداری می شود. فراتر رفتن گرمایش جهانی از اهداف گرمایشی اثرات نامطلوبی، که برخی از آن‌ها برگشت‌ناپذیر هستند و ریسک‌های بیشتری را برای سیستم‌های طبیعی و انسانی به همراه دارد که میزان این اثرات نامطلوب وابسته به میزان و مدت فراتر رفتن گرمیاش از هدف گرمایشی است (*سطح اطمینان زیاد*) (۱-۳، ۳-۳، ۴-۳، جدول ۳-۱، شکل ۳-۶)

۲-۷-۱- تنها تعداد کمی از مسیرهای مدل‌سازی شده گرمایش جهانی را تا سال ۲۱۰۰ در سطح ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (با احتمال بیشتر از ۵۰ در صد)، بدون عبور موقتی از این سطح گرمایش، محدود می‌کنند. دستیابی و حفظ انتشار خالص منفی جهانی CO_2 با نرخ CDR سالانه بیشتر از انتشار CO_2 باقیمانده، به تدریج موجب کاهش سطوح گرمایش می شود (*سطح اطمینان زیاد*). اثرات نامطلوبی که در این دوره‌ی فراتر رفتن از هدف گرمایشی رخ می‌دهند از طریق مکانیسم‌های بازخورد مانند افزایش آتش‌سوزی، از بین رفتن درختان، خشک شدن پوده‌زارها، ذوب شدن خاک‌های منجمد، تضعیف سینک‌های کربن طبیعی زمین و افزایش انتشار گازهای گلخانه ای، موجب گرمایش بیشتر می‌شوند و همین امر بازگشت از این شرایط را چالش برانگیزتر می‌کند. (*سطح اطمینان متوسط*) (۳-۳-۲، ۳-۴-۳، جدول ۳-۱، شکل ۳-۶) (کادر SPM1)

۲-۷-۲- هر چه اندازه فراتر رفتن از هدف گرمایشی بیشتر شده یا مدت آن طولانی‌تر شود، اکوسیستم‌ها و جوامع بیشتری در معرض تغییرات بزرگتر و گسترده‌تر محرک‌های اثر اقلیمی قرار گرفته و ریسک سیستم‌های طبیعی و انسانی افزایش می‌یابد. در مقایسه با مسیرهایی که در آنها تخطی از اهداف گرمایشی رخ نمی‌دهد، جوامع با ریسک‌های بیشتری در زیرساخت‌ها، سکونت‌گاه‌های ساحلی کم ارتفاع و معیشت‌های مربوطه مواجه می شوند. فراتر رفتن از گرمایش ۱/۵ درجه سانتی‌گرادی، به واسطه تأثیر بر یخ‌ها، ذوب یخچال‌ها یا بالا آمدن سریع سطح دریا،

اثرات نامطلوب غیرقابل برگشتی بر اکوسیستم‌های‌خاص با تاب‌آوری کم، مانند اکوسیستم‌های قطبی، کوهستانی و ساحلی خواهد داشت. (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۱-۲، ۳-۳-۴)

۳-۷-۲- هر چه میزان تخطی از هدف گرمایشی بیشتر شود، انتشار خالص منفی CO_2 بیشتری جهت بازگشت گرمایش به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۱۰۰ مورد نیاز خواهد بود. افزایش سرعت رسیدن به انتشار خالص صفر CO_2 و کاهش سریع‌تر انتشار گازهای غیر از CO_2 مانند متان موجب محدود شدن پیک گرمایش شده و نیاز به انتشار خالص منفی CO_2 را کاهش می‌دهد. در نتیجه نگرانی‌های پایداری و ریسک‌های اجتماعی و زیست محیطی مرتبط با حذف دی اکسید کربن در مقیاس بزرگ کاهش خواهد یافت. (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۳-۳، ۳-۳-۴، ۳-۴-۱، جدول ۳-۱)

۳- پاسخ‌های کوتاه مدت

ضرورت اقدامات یکپارچه و کوتاه مدت اقلیمی

۳-۱- تغییر اقلیم تهدیدی برای رفاه انسان و سلامت کره زمین است (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). فرصت‌های تضمین آینده‌ای قابل زیست و پایدار برای همه، به سرعت در حال کاهش هستند (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). توسعه تاب‌آور اقلیمی، به منظور پیشبرد توسعه پایدار برای همه، سازگاری و کاهش انتشار را به شکل یکپارچه در بر می‌گیرد. این امر با افزایش همکاری‌های بین‌المللی از جمله دسترسی بهتر به منابع مالی کافی، به ویژه برای مناطق، بخش‌ها و گروه‌های آسیب پذیر و حاکمیت فراگیر و سیاست‌های هماهنگ امکان‌پذیر خواهد شد (*سطح اطمینان زیاد*). انتخاب‌ها و اقدامات اجرا شده در دهه حاضر، اثراتی را در حال حاضر و برای هزاران سال آینده در بر خواهد داشت (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۱، ۳-۳، ۴-۱، ۴-۲، ۴-۳، ۴-۴، ۴-۷، ۴-۸، ۴-۹، شکل ۳-۱، شکل ۳-۳، شکل ۴-۲) (شکل SPM1، شکل SPM6)

۳-۱-۱- شواهد موجود از اثرات نامطلوب، تلفات و خسارات، ریسک‌های پیش‌بینی شده، سطوح و روند آسیب‌پذیری و محدودیت‌های سازگاری نشان‌دهنده این امر است که اقدام برای توسعه تاب‌آور اقلیمی ضروری‌تر و فوری‌تر از آن چیزی است که در گزارش ارزیابی پنجم برآورد شده بود. توسعه تاب‌آور اقلیمی، به منظور پیشبرد توسعه پایدار، سازگاری و کاهش انتظار گازهای گلخانه‌ای را به شکل یکپارچه در بر می‌گیرد. مسیرهای توسعه تاب‌آور اقلیمی توسط توسعه انجام گرفته در گذشته، انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییر اقلیم محدود شده است و هر میزان افزایش گرما، به ویژه گرمایش فراتر از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، موجب افزایش هر چه بیشتر محدودیت‌های توسعه تاب‌آور اقلیمی می‌شود. (*سطح اطمینان بسیار زیاد*) (۳-۴؛ ۳-۴-۲؛ ۴-۱)

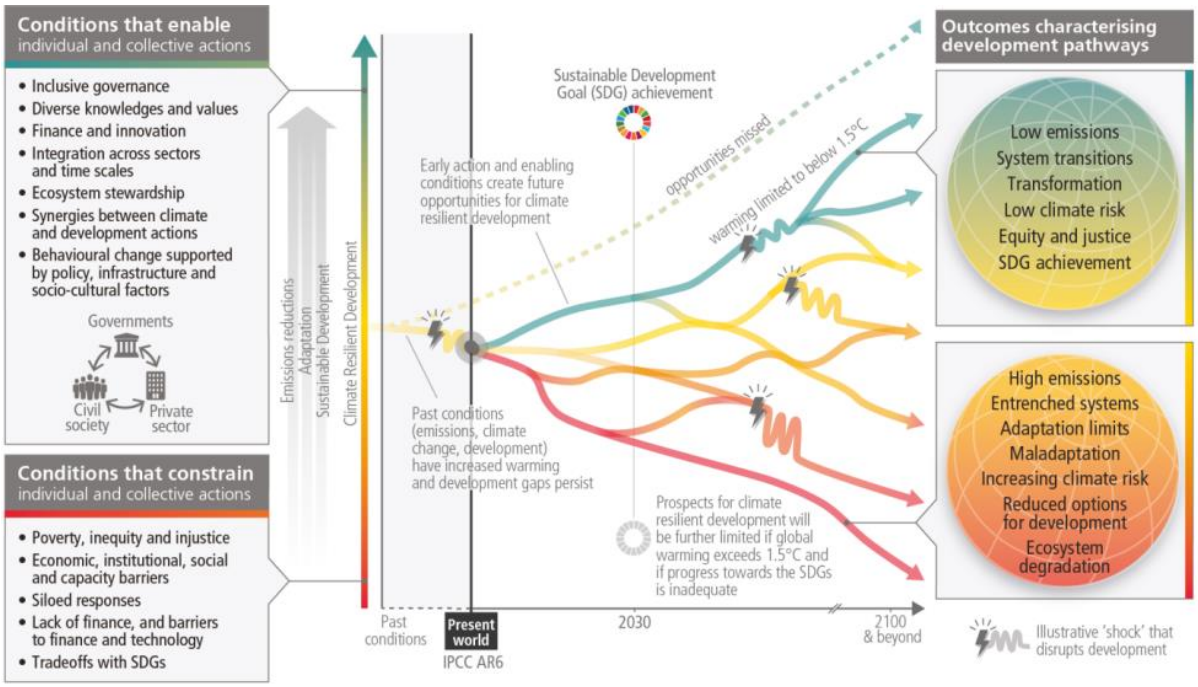
۳-۱-۲- اقدامات دولتی در سطوح مختلف زیرملی، ملی و بین‌المللی همراه با جامعه مدنی و بخش خصوصی، نقش مهمی را در ایجاد و تسریع تغییرات به سمت پایداری و توسعه تاب‌آور اقلیمی ایفا می‌کنند (سطح اطمینان بسیار زیاد). توسعه تاب‌آور اقلیمی زمانی امکان‌پذیر می‌شود که دولت‌ها، جامعه مدنی و بخش خصوصی انتخاب‌های فراگیر توسعه‌ای را با اولویت‌دادن به کاهش ریسک، برابری و عدالت انجام دهند و فرآیندهای تصمیم‌گیری، مالی و اقدامات حاکمیتی، در سطوح حاکمیتی، بخش‌ها و چارچوب‌های زمانی با یکدیگر یکپارچه شود (*سطح اطمینان بسیار زیاد*).

الزامات امکان‌پذیر شدن توسعه تاب‌آور اقلیمی، بسته به موقعیت‌های جغرافیایی به صورت ملی، منطقه‌ای و محلی با یکدیگر تفاوت دارد و شامل: تعهدات و پیگیری‌های سیاسی، سیاست‌های هماهنگ، همکاری‌های اجتماعی و بین‌المللی، مدیریت اکوسیستم، حکمرانی فراگیر، تنوع دانش، نوآوری تکنولوژی، پایش و ارزیابی و دسترسی بهتر به منابع مالی کافی بویژه در مناطق، بخش‌ها و جوامع آسیب‌پذیر است. (۳-۴؛ ۴-۲؛ ۴-۴؛ ۴-۵؛ ۴-۷؛ ۴-۸) (شکل SPM6)

۳-۱-۳- ادامه انتشار گازهای گلخانه‌ای موجب ایجاد اثرات بیشتری بر تمامی اجزای اصلی سیستم اقلیم می‌شود، و بسیاری از این اثرات در مقیاس زمانی صدها یا هزاران سال باقی خواهند ماند و افزایش گرمایش جهانی نیز موجب تشدید این اثرات خواهد شد. در صورتی که اقدامات کاهش تغییر اقلیم و سازگاری با آن به صورت سریع، مؤثر و عادلانه انجام نشوند، تغییر اقلیم به طور فزاینده‌ای اکوسیستم‌ها، تنوع زیستی و معیشت، سلامت و رفاه نسل فعلی و آینده را تهدید می‌کند (سطح اطمینان زیاد) (۳-۱-۳، ۳-۳-۳، ۳-۴-۱، شکل ۳-۴، ۴-۱، ۴-۲، ۴-۳، ۴-۴) (شکل SPM1، شکل SPM6)

پنجره فرصت‌های توسعه تاب‌آور اقلیمی به سرعت در حال بسته شدن است.

انتخاب‌ها و اقدامات متعدد متقابل می‌توانند مسیرهای توسعه تاب‌آوری را به سمت پایداری تغییر دهند



شکل SPM6: مسیرهای توسعه ترسیم شده (قرمز به سبز) و نتایج مرتبط با آن (پانل سمت راست) نشان می‌دهد که پنجره فرصت به سمت آینده‌ای زیست‌پذیر و پایدار به سرعت در حال بسته شدن است. توسعه تاب‌آور اقلیمی فرایندی است شامل انجام اقدامات کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سازگاری اقلیمی به منظور حمایت از توسعه پایدار. مسیرهای واگرا نشان‌دهنده انتخاب‌ها و فعالیت‌های مختلف دولت، بخش خصوصی وجامعه مدنی است که می‌تواند موجب توسعه تاب‌آور اقلیمی، پیشبرد مسیرها به سمت پایداری، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سازگاری شود. حوادث اقلیمی و غیراقلیمی، مانند خشکسالی، سیل یا بیماری‌های همه‌گیر، شوک‌های شدیدتری به مسیرهایی با تاب‌آوری اقلیمی کمتر (قرمز تا زرد) نسبت به مسیرهایی با تاب‌آوری اقلیمی بالاتر (سبز) وارد می‌کنند. محدودیت‌های سازگاری و پتانسیل انطباق برای سیستم‌های انسانی و طبیعی در گرمایش جهانی ۱/۵ درجه سانتی گراد وجود دارد و تشدید گرمایش

موجب افزایش تلفات و خسارات می شود. مسیرهای توسعه در تمامی کشورها با هر سطحی از توسعه اقتصادی موجب ایجاد اثراتی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و چالش‌ها و فرصت‌های کاهش ناشی از آن می‌شود، این اثرات در کشورها و مناطق مختلف، متفاوت است. مسیرها و فرصت‌ها بر اساس اقدامات قبلی (یا عدم اقدام، فرصت‌های از دست رفته و مسیرهای شکست) و شرایط محدود کننده (پنل چپ) شکل گرفته و در مفهوم ریسک‌های اقلیمی، محدودیت‌های سازگاری و شکاف‌های توسعه قرار می‌گیرند. هر چه زمان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای طولانی‌تر شود، گزینه‌های سازگاری مؤثر کمتر می‌شوند. (شکل ۴-۲؛ ۳-۱؛ ۳-۲؛ ۳-۴؛ ۴-۲؛ ۴-۴؛ ۴-۵؛ ۴-۶؛ ۴-۹)

فواید اقدامات کوتاه مدت

۳-۲- در این دهه، کاهش عمیق، سریع و پایدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و تسریع پیاده‌سازی اقدامات سازگاری موجب کاهش تلفات و خسارات پیش‌نگری شده برای انسان و اکوسیستم می‌شود (*سطح اطمینان بسیار زیاد*) و منافع مشترک بسیاری بخصوص در زمینه کیفیت هوا و سلامتی (*سطح اطمینان زیاد*) را به همراه دارد. تأخیر در کاهش انتشار و سازگاری موجب مسدود شدن زیرساخت‌های پرانتشار، افزایش ریسک دارایی‌های به گل نشسته و افزایش هزینه‌ها، کاهش امکان انجام و افزایش تلفات و خسارات می شود (*سطح اطمینان زیاد*). اقدامات کوتاه مدت شامل سرمایه‌گذاری‌های اولیه زیاد و تغییرات مخرب بالقوه است که می‌توان با اجرای سیاست‌های بسترساز کاهش آنها را کاهش داد (*سطح اطمینان زیاد*). (۲-۱؛ ۲-۲؛ ۳-۱؛ ۳-۲؛ ۳-۳؛ ۳-۴؛ ۴-۱؛ ۴-۲؛ ۴-۳؛ ۴-۴؛ ۴-۵؛ ۴-۶؛ ۴-۷؛ ۴-۸)

۳-۲-۱- کاهش عمیق، سریع و پایدار تغییر اقلیم و تسریع اقدامات سازگاری در این دهه موجب کم‌شدن خسارات و تلفات مرتبط با تغییرات اقلیم بر انسان و اکوسیستم‌ها در آینده می‌شود (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). از آنجایی که اجرای گزینه‌های سازگاری اغلب زمان‌بر هستند، تسریع اقدامات اجرایی به منظور از بین‌بردن شکاف‌ها در این دهه ضروری می‌باشد (سطح اطمینان زیاد). (۴-۱، ۴-۲، ۴-۳)

۳-۲-۲- تأخیر در اقدامات کاهش تغییر اقلیم موجب افزایش گرمایش جهانی و خسارات و تلفات ناشی از آن شده و همچنین محدودیت سازگاری در سیستم‌های انسانی و طبیعی را ایجاد خواهد کرد (*سطح اطمینان زیاد*). چالش‌های ناشی از تأخیر در اقدامات سازگاری و کاهش تغییر اقلیم شامل ریسک افزایش هزینه، مسدود شدن زیرساخت‌ها، افزایش دارایی‌های به گل نشسته و کاهش امکان‌سنجی و اثربخشی گزینه‌های سازگاری و کاهش است (*سطح اطمینان زیاد*). بدون اقدامات سریع و پایدار کاهش و همچنین اقدامات تسریع‌کننده سازگاری، تلفات و خسارات، از جمله اثرات سوء پیش‌بینی شده در آفریقا، LDCها، SIDS، مرکز و جنوب آمریکا، آسیا و قطب شمال، بیش از پیش افزایش خواهند یافت و به طور نامتناسبی بر آسیب‌پذیری جمعیت اثرگذار خواهند بود (*سطح اطمینان زیاد*). (۲-۱-۲؛ ۳-۱-۲؛ ۳-۲؛ ۳-۳-۱؛ ۳-۳-۳؛ ۴-۱؛ ۴-۲؛ ۴-۳) (شکل SPM.3، شکل SPM.4)

۳-۲-۳- اقدامات اقلیمی تسریع شده می‌توانند منافع مشترکی را نیز به همراه داشته باشند (۳-۴ را نیز ببینید). بسیاری از اقدامات کاهش تغییر اقلیم از طریق کاهش آلودگی هوا، انجام فعالیت‌های محرک (مانند پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری) و تغییر رژیم‌های غذایی سالم و پایدار برای سلامتی مفید هستند. کاهش عمیق، سریع و پایدار انتشار متان می‌تواند در کوتاه مدت گرمایش را محدود کرده و از طریق کاهش ازن، کیفیت هوا را در سطح جهانی بهبود بخشد (*سطح اطمینان زیاد*). سازگاری همچنین مزایای متعدد دیگری را مانند بهبود بهره‌وری کشاورزی،

نوآوری، سلامت و رفاه، امنیت غذایی، معیشت و حفاظت از تنوع زیستی ایجاد می‌کند (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). (۲-۴، ۴-۵-۴، ۵-۵-۴، ۶-۴)

۳-۲-۴- تحلیل‌های هزینه-فایده در نشان‌دادن تمام خسارات ناشی از تغییرات اقلیم که از آنها جلوگیری شده است، دارای محدودیت هستند (*سطح اطمینان زیاد*). منافع اقتصادی ایجاد شده برای سلامت انسان، مانند بهبود کیفیت هوا بر اثر اقدامات کاهش، می‌تواند به اندازه هزینه‌های کاهش و یا حتی بیشتر از آن باشد (*سطح اطمینان متوسط*). در بیشتر مقالات ارزیابی شده، حتی بدون در نظر گرفتن تمام مزایای جلوگیری از خسارات احتمالی، منافع اقتصادی و اجتماعی ناشی از محدود کردن گرمایش جهانی به ۲ درجه سانتی‌گراد از هزینه کاهش تغییر اقلیم بیشتر است[۳۵] (*سطح اطمینان متوسط*). کاهش سریعتر اثرات تغییر اقلیم، همزمان با رسیدن سریعتر به پیک انتشار، موجب افزایش منافع مشترک شده و ریسک و هزینه‌ها را در بلند مدت کاهش می‌دهد اما دستیابی به این امر نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه بیشتر است (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۴-۱، ۴-۲)

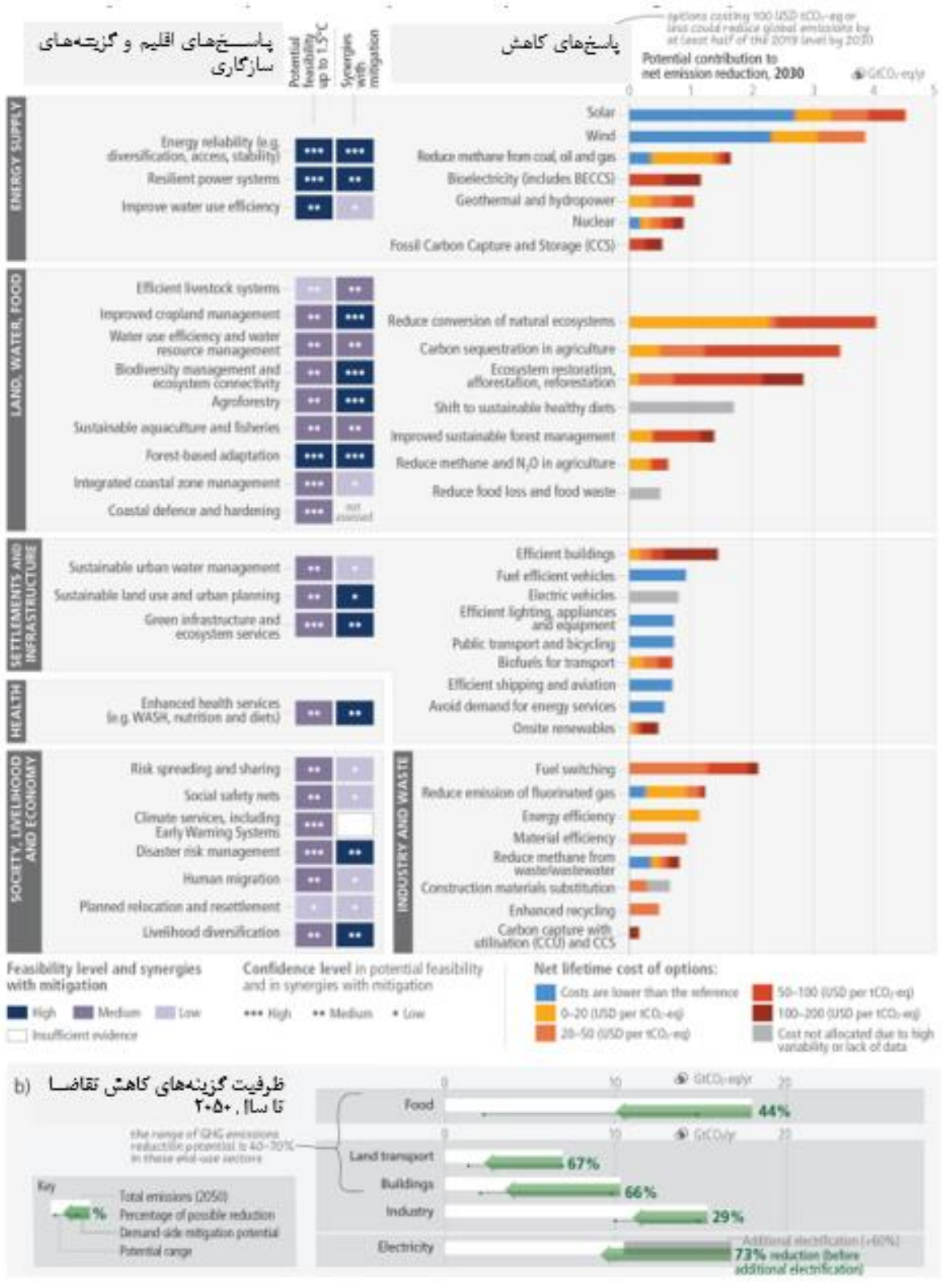
۳-۲-۵- مسیرهای کاهش بلندپروازانه مستلزم تغییرات بزرگ و گاه مخرب در ساختارهای اقتصادی موجود، با دستاوردهای قابل توجه در داخل و خارج کشورها است. به منظور تسریع اقدامات اقلیمی، دستاوردهای نامطلوب این تغییرات را می‌توان با اصلاحات مالی، نهادی، نظارتی و یکپارچه‌سازی اقدامات اقلیمی با سیاست‌های کلان اقتصادی با روش‌های زیر تعدیل نمود:

۱) بسته‌های اقتصادی که با شرایط ملی متناسب بوده و از مسیرهای رشد پایدار با انتشار کم گازهای گلخانه‌ای حمایت می‌کنند؛
۲) حمایت اجتماعی و شبکه‌های امن تاب‌آور اقلیمی؛
۳) بهبود دسترسی به منابع مالی برای زیر ساخت‌ها و تکنولوژی‌های کم‌انتشار به خصوص در کشورهای در حال توسعه (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۲، ۴-۴، ۴-۷، ۴-۸-۱)

[۳۵] به دلیل محدود بودن شواهد، نمی‌توان نتیجه مشابهی را برای محدود کردن گرمایش تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد گرفت. اگرچه محدود کردن گرمایش به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بجای ۲ درجه سانتی‌گراد، موجب افزایش هزینه‌های کاهش می‌شود، اما کاهش اثرات و ریسک‌های مرتبط و همچنین کاهش نیاز به سازگاری را نیز افزایش می‌دهد (*سطح اطمینان زیاد*).

فرصت‌های متعددی جهت ارتقای اقدامات اقلیمی وجود دارد

a) امکان‌سنجی پاسخ‌های اقلیمی و سازگاری و ظرفیت برای گزینه‌های کاهش در کوتاه‌مدت



شکل SPM.7: فرصت‌های متعدد جهت ارتقای اقدامات اقلیمی. پنل (a) نشان دهنده گزینه‌های کاهش و سازگاری انتخاب شده در سیستم‌های مختلف می‌باشد. سمت چپ پنل a نشان دهنده ارزیابی‌های انجام شده پیرامون پاسخ‌های اقلیم و گزینه‌های سازگاری در زمینه امکان‌سنجی چندبعدی آن‌ها در مقیاس جهانی در دوره کوتاه مدت و برای گرمایش تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد است. از آنجایی‌که تحقیقات کمی در مورد گرمایش بیشتر از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد وجود دارد، احتمال تغییر امکان سنجی در سطوح بالاتر گرمایش وجود دارد اما در حال حاضر امکان ارزیابی دقیقی در این مورد وجود ندارد. اصطلاح «پاسخ» در اینجا به مواردی غیر از سازگاری اشاره دارد زیرا برخی از پاسخ‌ها مانند مهاجرت، تغییر مکان و سکونت مجدد ممکن است به عنوان سازگاری در نظر گرفته نشود. سازگاری در زمینه جنگل شامل مدیریت پایدار جنگل، حفاظت و احیای آن و جنگل‌کاری است. WASH به آب، فاضلاب و بهداشت اشاره دارد. به منظور محاسبه امکان‌سنجی پاسخ‌های اقلیمی و گزینه‌های سازگاری، همراه با هم‌افزایی آن‌ها با کاهش اثر تغییر اقلیم، از شش بعد امکان‌سنجی (اقتصادی، فناوری، نهادی، اجتماعی، محیطی و ژئوفیزیکی) استفاده شد. امکان سنجی‌های کم، متوسط و زیاد به منظور بررسی ابعاد و ظرفیت امکان‌سنجی در شکل نشان داده شده است. هم‌افزایی با کاهش اثر به صورت زیاد، متوسط و کم مشخص شده است.

سمت راست پنل مروری بر گزینه‌های کاهش انتخاب شده، هزینه‌های پیش‌بینی شده آن‌ها و ظرفیت‌ها در سال ۲۰۳۰ است. هزینه‌ها بیانگر هزینه پولی خالص ناشی از جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای در طول زمان هستند که نسبت به یک فناوری مرجع سنجیده می‌شوند. ظرفیت‌ها و هزینه‌های نسبی بر اساس مکان، زمینه و زمان متغیر هستند و در بلندمدت نسبت به سال ۲۰۳۰ متفاوت خواهند بود. ظرفیت (محور افقی)، کاهش خالص انتشار گازهای گلخانه‌ای (مجموع کاهش گازهای گلخانه‌ای ویا افزایش مخازن) است که به طبقه‌بندی‌های هزینه (قطعات نوار رنگی) نسبت به خط پایه انتشار مبتنی بر سناریوهای مرجع سیاست فعلی (در محدوده سال ۲۰۱۹) بر اساس پایگاه داده‌های برنامه ارزیابی ششم، تقسیم شده است. ظرفیت‌ها به طور مستقل برای هر گزینه بررسی شده‌اند و قابل جمع شدن نیستند. گزینه‌های کاهش اثر بر سیستم سلامت بیشتر شامل سکونت‌گاه‌ها و زیر ساخت‌ها (مانند ساختمان‌های مراقبت‌های بهداشتی) بوده و نمی‌توان آنها را بطور جداگانه مشخص کرد. تغییر سوخت در صنعت به تغییر منبع تأمین انرژی به برق، هیدروژن، انرژی زیستی و گاز طبیعی اشاره دارد. تغییر تدریجی رنگ نشان‌دهنده عدم قطعیت در طبقه‌بندی هزینه‌ها به دلیل عدم قطعیت یا وابستگی شدید به زمینه است. عدم قطعیت در کل ظرفیت‌ها حدود ۵۰-۲۵ درصد است.

پنل (b) ظرفیت شاخص گزینه‌های کاهش اثر سمت تقاضا را برای سال ۲۰۵۰ نشان می‌دهد. ظرفیت‌ها بر اساس ۵۰۰ مطالعه در مناطق مختلف جهان پیش‌بینی شده است. خط پایه (نوار سفید) براساس میانگین بخشی انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۵۰ مبتنی بر دو سناریو (IEA-STEPS و IP_ModAct) مطابق با سیاست‌های اعلام شده از سوی دولت‌ها تا سال ۲۰۲۰ ارائه می‌شود. فلش سبز نشان‌دهنده ظرفیت‌های کاهش انتشار در سمت تقاضا است. محدوده ظرفیت‌ها بوسیله خط‌چین نشان داده شده است که معرف بیشترین و کمترین ظرفیت‌ها در این گزارش است. بخش «غذا» نشان‌دهنده ظرفیت استفاده از زیرساخت‌ها و ویژگی‌های اجتماعی-فرهنگی در سمت تقاضا و تغییر در الگوهای کاربری اراضی با تغییر در تقاضای غذا است. اقدامات سمت تقاضا و روش‌های جدید ارائه خدمات می‌تواند موجب کاهش ۴۰ تا ۷۰ درصدی گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مصرف (ساختمان، حمل و نقل و غذا) تا سال ۲۰۵۰ در مقایسه با سناریوهای پایه شود، درحالیکه برخی از مناطق و گروه‌های اقتصادی-اجتماعی نیازمند منابع و انرژی بیشتری هستند. ردیف آخر نشان دهنده چگونگی اثرگذاری گزینه‌های کاهش تقاضا بر تقاضای کلی برق در سایر بخش‌ها است. نوار خاکستری تیره نشان‌دهنده افزایش پیش‌نگری شده تقاضای برق بعد از سال ۲۰۵۰ به دلیل افزایش برقرسانی در سایر بخش‌ها است. بر اساس ارزیابی پایین به بالا، این افزایش پیش‌بینی شده تقاضای برق را می‌توان از طریق گزینه‌های کاهش تقاضا در حوزه‌هایی مانند زیرساخت‌ها، عوامل فرهنگی-اجتماعی موثر در مصرف برق، حمل‌ونقل و ساختمان، محدود کرد (فلش سبز). (شکل ۴-۴)

گزینه‌های کاهش و سازگاری در سراسر سیستم‌ها

۳-۳- برای دستیابی به کاهش پایدار انتشار گازهای گلخانه‌ای و تضمین آینده‌ای قابل زیست و پایدار، ضروری است که تغییرات سریع و گسترده در همه بخش‌ها و سیستم‌ها صورت پذیرد. این تغییرات در سیستم‌ها شامل ارتقاء قابل توجه مجموعه گسترده‌ای از گزینه‌های کاهش و سازگاری است. گزینه‌های عملی، مؤثر و کم‌هزینه‌ای برای سازگاری و کاهش وجود دارد که در سیستم‌ها و مناطق مختلف تفاوت‌هایی دارند. (سطح اطمینان زیاد)

۳-۳-۱- تغییرات سیستماتیک مورد نیاز جهت دستیابی به کاهش سریع و عمیق انتشار و سازگاری با تغییرات اقلیم، از نظر مقیاس بی سابقه است اما از نظر سرعت الزاماً اینچنین نیست (*سطح اطمینان متوسط*). تغییر در سیستم‌ها شامل: استقرار فناوری‌هایی با سطح انتشار کم یا صفر؛ کاهش و تغییر تقاضا از طریق طراحی زیرساخت و دسترسی، تغییرات اجتماعی-فرهنگی و رفتاری و افزایش بهره‌وری و پذیرش فناوری؛ حفاظت اجتماعی؛ خدمات اقلیمی و سایر خدمات و حفاظت و احیای اکوسیستم‌ها است (*سطح اطمینان زیاد*). در حال حاضر گزینه‌های عملی، مؤثر و کم‌هزینه‌ای برای کاهش و سازگاری موجود است (*سطح اطمینان زیاد*). در دسترس‌بودن، امکان‌پذیری و ظرفیت گزینه‌های کاهش و سازگاری در دوره کوتاه‌مدت، در سیستم‌ها و مناطق مختلف متفاوت است (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). (۴-۱، ۴-۵-۱، ۴-۵-۶) (شکل SPM.7)

سیستم‌های انرژی

۳-۳-۲- سیستم‌های انرژی با CO_2 خالص صفر مستلزم موارد زیر است: کاهش قابل توجه مصرف سوخت‌های فسیلی، حداقل نمودن استفاده از سوخت‌های فسیلی کاهش نیافته[۳۶]استفاده از بقایای کربن بجای‌مانده از سیستم‌های سوخت‌های فسیلی؛ سیستم‌های برقی که CO_2 خالص را ساطع نمی‌کنند؛ برقی‌سازی گسترده؛ استفاده از حامل‌های انرژی جایگزین در مصارفی که مناسب برقی‌سازی نیستند؛ صرفه‌جویی در انرژی و افزایش بهره‌وری آن و یکپارچگی بیشتر سیستم‌های انرژی (*سطح اطمینان زیاد*). سهم بزرگی از کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای با هزینه کمتر از ۲۰ دلار برای هر $tCO_2\text{-}eq^{-1}$ کاهش، ناشی از انرژی خورشیدی و بادی، بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش انتشار متان است (استخراج زغال سنگ، نفت و گاز، زباله) (*سطح اطمینان متوسط*). گزینه‌های سازگاری امکان‌پذیری وجود دارند که از انعطاف‌پذیری زیرساخت، سیستم‌های قدرت قابل اعتماد و استفاده کارآمد از آب برای سیستم‌های تولید انرژی موجود و جدید پشتیبانی می‌کنند (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). تنوع‌بخشی به تولید انرژی (مانند انرژی‌های بادی، خورشیدی و آبی کوچک مقیاس) و مدیریت سمت تقاضا (مانند ذخیره و بهبود بهره‌وری انرژی) می‌تواند اطمینان‌پذیری انرژی را افزایش داده و آسیب‌پذیری ناشی از تغییر اقلیم را کاهش دهد (*سطح اطمینان زیاد*). بازارهای انرژی پاسخگو به اقلیم و به‌روزرسانی استانداردهای طراحی دارایی‌های انرژی براساس تغییر اقلیم حاضر و پیش‌نگری شده، فناوری‌های شبکه هوشمند، سیستم‌های انتقال استوار و ظرفیت توسعه‌یافته به منظور

[۳۶] سوخت‌های فسیلی کاهش نیافته به سوخت‌های فسیلی‌ای اطلاق می‌شود که در تولید و استفاده از آن‌ها مداخله‌ای جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای در چرخه زندگی اتفاق نیفتاده است. به عنوان مثال بجای ماندن بیش از ۹۰ درصد CO_2 در نیروگاه‌ها و یا انتشار ۸۰-۵۰ درصد متان از منابع انرژی.

جبران کمبود عرضه و دارای امکان سنجی بالایی در میان‌مدت و بلندمدت هستند و منافع مشترک نیز برای کاهش تغییر اقلیم دارند (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). (۴-۵-۱) (شکل SPM.7)

صنعت و حمل و نقل

کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش صنعت مستلزم اقدام هماهنگ در سراسر زنجیره ارزش، جهت ارتقاء تمامی گزینه‌های کاهش، از جمله مدیریت تقاضا، بهره‌وری انرژی، بازچرخانی مواد، و همچنین استفاده از فناوری‌های کاهش انتشار و تغییرات تحولی در فرآیندهای تولید است (سطح اطمینان زیاد). در حمل و نقل، سوخت‌های زیستی پایدار، هیدروژن کم‌انتشار و سایر مشتقات (شامل آمونیاک و سوخت‌های مصنوعی) می‌توانند موجب کاهش انتشار CO_2 ناشی از کشتیرانی، هوانوردی و حمل و نقل سنگین زمینی شوند اما این امر نیازمند بهبود فرآیند تولید و کاهش هزینه است (*سطح اطمینان متوسط*). سوخت‌های زیستی پایدار می‌توانند موجب ایجاد کاهش بیشتر انتشار گازهای گلخانه‌ای در حمل و نقل زمینی در کوتاه مدت و میان‌مدت شوند (*سطح اطمینان متوسط*). وسایل نقلیه الکتریکی که نیروی محرکه آنها از طریق برق تولید شده با انتشار کم گازهای گلخانه‌ای تأمین می‌شود، پتانسیل بالایی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس چرخه عمر دارند (*سطح اطمینان زیاد*). پیشرفت در فناوری‌های باتری‌سازی موجب تسهیل برقی‌سازی کامیون‌های سنگین شده و مکملی برای سیستم‌های ریلی برقی معمولی باشد (*سطح اطمینان متوسط*). ردپای زیست‌محیطی ناشی از تولید باتری و نگرانی‌های فزاینده درمورد مواد معدنی حیاتی را می‌توان بوسیله تنوع‌بخشی به مواد و تأمین آنها، بهبود بهره‌وری انرژی و مواد و بازچرخانی مواد مرتفع نمود (*سطح اطمینان متوسط*). (۴-۵-۲، ۵-۴-۳) (شکل SPM.7)

شهرها، اقامت‌گاه‌ها و زیرساخت

۳-۳-۴- سیستم‌های شهری نقش کلیدی برای دستیابی به کاهش عمیق انتشار گازهای گلخانه‌ای و توسعه تاب‌آور اقلیمی دارند (*سطح اطمینان زیاد*). عناصر کلیدی سازگاری و کاهش در شهرها شامل: درنظر گرفتن اثرات و ریسک‌های تغییر اقلیم (به عنوان مثال از طریق خدمات اقلیمی) در طراحی و برنامه‌ریزی اقامتگاه‌ها و زیر ساخت‌ها؛ برنامه‌ریزی کاربری اراضی به منظور دستیابی به فرم شهری فشرده، مکان مشترک کار و زندگی؛ حمایت از وسایل حمل و نقل عمومی، دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی؛ طراحی و ساخت کارامد، مقاوم‌سازی و استفاده از ساختمان‌ها؛ کاهش و تغییر مواد و انرژی مصرفی؛ کفایت[۳۷]؛ جایگزینی مواد و برقی‌سازی با استفاده از منابعی که مقدار انتشار کمتری دارند (*سطح اطمینان زیاد*). تغییرات شهری که منافعی برای کاهش تغییر اقلیم، سازگاری با تغییر اقلیم، سلامت و رفاه بشر، خدمات اکوسیستمی و کاهش آسیب‌پذیری جوامع کم‌درآمد دارند از طریق برنامه‌ریزی فراگیر بلندمدت که رویکردی یکپارچه در قبال زیرساخت‌های فیزیکی، طبیعی و اجتماعی دارد، توسعه می‌یابند (سطح اطمینان زیاد). زیر ساخت‌های سبز یا طبیعی و زیر ساخت‌های آبی از جذب و ذخیره کربن پشتیبانی می‌کنند و به تنهایی و یا در ترکیب با زیرساخت‌های خاکستری می‌توانند موجب کاهش مصرف انرژی و ریسک‌های ناشی از

[۳۷] مجموعه‌ای از اقدامات و عملکردهای روزانه که از تقاضای انرژی، مواد، زمین و آب جلوگیری کرده و در عین حال رفاه همه انسان‌ها را در سراسر جهان تأمین می‌کند. (۴-۵-۳)

رویدادهای حدی مانند امواج گرما، سیل، بارش‌های سنگین و خشکسالی شده و منافع مشترکی را برای سلامت، رفاه و معیشت ایجاد می‌کنند (*سطح اطمینان متوسط*). (۴-۵-۳)

زمین، اقیانوس، غذا و آب

۳-۳-۵- بسیاری از گزینه‌های کشاورزی، جنگل‌داری و سایر کاربری‌های زمین موجب مزایایی برای سازگاری و کاهش می‌شوند که می‌توان در کوتاه‌مدت در اکثر مناطق از این مزایا بهره گرفت. حفاظت، مدیریت بهبود یافته و احیای جنگل‌ها و سایر اکوسیستم‌ها بیشترین سهم را در کاهش داراست. در این میان، کاهش جنگل‌زدایی در مناطق گرمسیری بیشترین پتانسیل کاهش کل را دارد. احیای اکوسیستم، احیای جنگل‌ها و جنگل‌کاری به دلیل ایجاد تقاضاهای رقابتی در زمین موجب ایجاد تعارضاتی میان این تقاضاها می‌شود. به حداقل رساندن این تعارضات مستلزم رویکردهای یکپارچه برای دستیابی به اهداف متعدد از جمله امنیت غذایی است. اقدامات مربوط به تقاضا (تغییر به رژیم‌های غذایی سالم و پایدار و کاهش ضایعات مواد غذایی) و تشدید کشاورزی پایدار می‌تواند موجب کاهش تغییرات اکوسیستم، کاهش انتشار متان و اکسید نیتروژن و آزادسازی زمین برای احیای جنگل‌ها و اکوسیستم شود. محصولات کشاورزی و جنگلی مانند محصولات چوبی که جزء منابع پایدار بوده و طول عمر بالایی دارند می‌توانند جایگزین محصولاتی شوند که موجب افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌شوند. گزینه‌های سازگاری مؤثر عبارتند از: بهبود رقم گیاهی، جنگل‌کاری، سازگاری‌های مبتنی بر جامعه، تنوع‌بخشی به مزارع و چشم‌اندازهای طبیعی و کشاورزی شهری. گزینه‌های پاسخ کشاورزی، جنگل‌کاری و سایر کاربری اراضی نیازمند یکپارچه‌سازی مؤلفه‌های بیوفیزیکی، اقتصادی-اجتماعی و غیره. برخی از گزینه‌ها مانند حفاظت از اکوسیستم‌هایی که مقدار کربن زیادی دارند (مانند تورب‌زارها، تالاب‌ها، مراتع، جنگل‌ها و جنگل‌های حرا) اثرات خود را در کوتاه مدت نشان می‌دهند، درحالیکه برخی موارد مانند احیای اکوسیستم‌هایی پرکربن ممکن است دهه‌ها طول بکشد تا نتایج قابل قبولی را به همراه داشته باشند. (۴-۵-۴) (شکل SPM.7)

۳-۳-۶- حفظ تاب‌آوری تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی در مقیاس جهانی به حفاظت مؤثر و عادلانه ۳۰ تا ۵۰ در صد از زمین، آب‌های شیرین، اقیانوس‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی در حال حاضر بستگی دارد (*سطح اطمینان زیاد*). حفاظت و احیای اکوسیستم‌ها، آب‌های شیرین، مناطق ساحلی و اقیانوسی همراه با مدیریت هدفمند و ایجاد سازگاری با اثرات اجتناب‌ناپذیر تغییرات اقلیمی، موجب کاهش آسیب‌پذیری تنوع زیستی و خدمات اکوسیستمی در شرایط تغییرات اقلیمی (*سطح اطمینان زیاد*)، کاهش فرسایش و سیل در مناطق ساحلی (*سطح اطمینان زیاد*) و افزایش جذب و ذخیره کربن در شرایط محدود شدن گرمایش جهانی (*سطح اطمینان متوسط*) می شود. باز سازی مراکز شیلات و آبزی‌پروری که بیش از حد مورد بهره‌برداری قرار گرفته و یا ذخایرشان تخلیه شده است موجب کاهش اثرات منفی تغییرات اقلیم بر شیلات و آبزی‌پروری می‌شود (*سطح اطمینان متوسط*) و از امنیت غذایی، تنوع زیستی، سلامت و رفاه بشر حمایت می‌کند (*سطح اطمینان زیاد*). احیای اراضی با ایجاد هم‌افزایی و تقویت خدمات اکوسیستمی و بازده مثبت اقتصادی بر کاهش و سازگاری تغییر اقلیم اثرگذار بوده و منافعی جهت کاهش فقر و بهبود معیشت مردم فراهم می‌کند (*سطح اطمینان زیاد*). همکاری و تصمیم‌گیری فراگیر با مردم بومی و جوامع محلی و همچنین به رسمیت‌شناختن حقوق ذاتی مردم بومی، برای موفقیت سازگاری و کاهش تغییرات اقلیم در جنگل‌ها و سایر اکوسیستم‌ها ضروری است (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۵-۴، ۴-۶) (شکل SPM.7)

سلامت و تغذیه

۳-۳-۷- گزینه‌های کاهش و سازگاری که سلامت را در مبحث غذا، زیر ساخت، حفاظت اجتماعی و سیاست‌های آب مد نظر قرار می‌دهند، برای بهبود سلامت بشر مفید هستند (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). گزینه‌های سازگاری مؤثر برای حفاظت از سلامت و رفاه انسان عبارتند از: تقویت برنامه‌های بهداشت عمومی در ارتباط با بیماری‌های حساس به اقلیم، افزایش تاب‌آوری سیستم‌های بهداشت و سلامت، بهبود سلامت اکوسیستم، بهبود دسترسی به آب آشامیدنی، کاهش قرارگیری سیستم‌های آب و فاضلاب بهداشتی در معرض سیلاب، بهبود سیستم‌های نظارت و هشدار سریع، توسعه واکسن (*سطح اطمینان بسیار زیاد*)، بهبود دسترسی به مراقبت‌های بهداشت روان و ایجاد برنامه اقدام سلامت گرمایی (Heat Health Action Plans) شامل سیستم‌های هشدار سریع و پاسخ (*سطح اطمینان زیاد*). استراتژی‌های سازگاری که موجب کاهش ضایعات مواد غذایی شده و یا از رژیم‌های غذایی متعادل، سالم و پایدار حمایت می‌کنند مزایای متعددی را شامل بهبود تغذیه، سلامت، تنوع زیستی و سایر مزایای زیست‌محیطی به همراه دارند (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۵-۵) (شکل SPM.7)

جامعه، معیشت و اقتصاد

۳-۳-۸- ترکیب سیاست‌هایی که شامل بیمه آب‌و هوا و سلامت، حفاظت اجتماعی و شبکه‌های ایمنی اجتماعی سازگارشونده، منابع مالی و صندوق‌های ذخیره و دسترسی جهانی به سیستم‌های هشدار سریع با برنامه‌های اضطراری مؤثر هستند، می‌توانند موجب کاهش آسیب‌پذیری سیستم‌های انسانی شوند. مدیریت ریسک بلایای طبیعی، سیستم‌های هشدار سریع، خدمات اقلیم و روش‌های گسترش و اشتراک ریسک کاربرد گسترده‌ای در بخش‌های مختلف دارند. بهبود آموزش از طریق ظرفیت سازی، سواد اقلیمی و ارائه اطلاعات از طریق خدمات اقلیمی و رویکردهای اجتماعی موجب بالاتر رفتن درک از ریسک و تسریع تغییرات رفتاری و برنامه‌ریزی شود (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۵-۶)

هم‌افزایی و تعارض با توسعه پایدار

۳-۴- اقدام سریع و عادلانه در کاهش اثر و سازگاری با تغییر اقلیم برای توسعه پایدار بسیار مهم است. اقدامات کاهش و سازگاری، بیش از آنکه با توسعه پایدار تعارض داشته باشند، با آن هم‌افزایی دارند. هم‌افزایی و تعارض میان این دو به زمینه و مقیاس اجرا بستگی دارند. (*سطح اطمینان زیاد*) (۳-۴، ۴-۲، ۴-۴، ۴-۵، ۶-۴، ۹-۴،

۳-۴-۱- در صورتی که کوشش‌های انجام شده در زمینه کاهش اثر با هدف گسترده‌تر توسعه‌ای تلفیق شود، می‌تواند موجب افزایش سرعت، عمق و وسعت کاهش انتشار شود (*سطح اطمینان متوسط*). کشورها در تمام مراحل توسعه اقتصادی به دنبال بهبود رفاه مردم هستند و اولویت‌های توسعه آن‌ها منعکس‌کننده نقاط شروع و زمینه‌های متفاوتی است. زمینه‌های مختلف شامل شرایط اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، فرهنگی، سیاسی، منابع، قابلیت‌ها، محیط بین‌المللی و توسعه‌های پیشین است اما به این موارد محدود نمی شود (*سطح اطمینان زیاد*). در مناطقی که وابستگی به سوخت‌های فسیلی زیاد است، ایجاد درامد و اشتغال و کاهش ریسک برای توسعه پایدار مستلزم سیاست‌هایی است که تنوع بخش اقتصادی و انرژی، ملاحظات اصول، فرایندها و شیوه‌های انتقال عادلانه را

توسعه دهد (*سطح اطمینان زیاد*). ریشه‌کنی فقر شدید، فقر انرژی و ارائه استانداردهای زندگی مناسب در کشورها و یا مناطقی با میزان انتشـــار کمتر گازهای گلخانه‌ای، در چارچوب دســـتیابی به اهداف توســـعه پایدار در کوتاه مدت، می‌تواند بدون رشد قابل توجه انتشار جهانی قابل دستیابی باشد (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۴، ۴-۶)

۳-۴-۲- بســیاری از اقدامات کاهش اثر و ســازگاری، با اهداف توســعه پایدار دارای هم‌افزایی هســتند، اما برخی از اقدامات نیز تعار ضاتی را به همراه دارند. پتان سیل هم‌افزایی با اهداف تو سعه پایدار بی شتر از پتان سیل تعارض ا ست؛ هم‌افزایی و تعارض میان این دو به مکان، اندازه تغییر و زمینه توســـعه، شـــامل نابرابری‌ها از لحاظ عدالت اقلیمی، بســـتگی دارد. تعارضـــات را می‌توان با تأکید بر ظرفیت‌ســـازی، امور مالی، حکمرانی، انتقال فناوری، ســـرمایه‌گذاری، تو سعه، ایجاد زمینه‌های خاص مبتنی بر جن سیت و سایر ملاحظات برابری اجتماعی با م شارکت معنادار مردم بومی، جوامع محلی و جمعیت‌های آسیب‌پذیر ارزیابی و به حداقل رساند (*سطح اطمینان زیاد*). (۳-۴-۱، شکل ۴-۵، ۴-۹)

۳-۴-۲- اجرای همزمان اقدامات کاهش و ســازگاری با درنظر گرفتن تعارضـــات، منافع مشـــترک و هم‌افزایی موجب افزایش ســـلامت و رفاه جامعه می‌شـــود. به عنوان مثال، دســـترســـی به منابع و فناوری‌های انرژی پاک موجب بهبود ســـلامت زنان و کودکان به طور خاص، می‌شـــود. برق‌رســـانی با اســـتفاده از انرژی‌هایی که انتشـــار گازهای گلخانه‌ای کمتری دارند و استفاده از آن در سیستم‌های حرکتی و حمل‌ونقل عمومی می‌تواند موجب بهبود کیفیت هوا، سلامت و ا شتغال شده و ضمن ایجاد امنیت انرژی، عدالت را به ارمغان بیاورد (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۲، ۴-۵-۳، ۴-۵-۵، ۴-۶، ۴-۹)

برابری و شمولیت

۳-۵- اولویت‌بخشی به برابری، عدالت اقلیمی، عدالت اجتماعی، شمولیت و فرآیندهای گذار عادلانه؛ بستر مورد نیاز برای انجام اقدامات سازگاری، اقدامات کاهش بلندپروازانه و تو سعه تاب‌آور اقلیمی را امکان‌پذیر می سازد. با حمایت بیشـــتر از مناطق و افرادی که بیشـــترین آســـیب‌پذیری را در برابر مخاطرات اقلیمی دارند، پیامدهای ســـازگاری افزایش می‌یابد. گنجاندن ســـازگاری اقلیمی در درون برنامه‌های حفاظت اجتماعی موجب افزایش تاب‌آوری می شود. گزینه‌های متعددی مانند تغییر رفتار و سبک زندگی برای کاهش م صرف گازهای گلخانه‌ای در دسترس هستند که منافع مشترکی نیز برای رفاه اجتماعی به همراه دارند. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۴، ۴-۵)

۳-۵-۱- علیرغم تغییر در تمایز بین کشـــورها در طول زمان و چالش‌های ارزیابی منصـــفانه، برابری به عنوان یک عن صر ا صلی در رژیم اقلیمی سازمان ملل باقی مانده ا ست. م سیرهای کاهش بلندپروازانه م ستلزم تغییرات بزرگ و گاهاً مخرب در ساختار اقت صادی با د ستاوردهای توزیعی قابل ملاحظه در داخل و میان ک شورها ه ستند. پیامدهای توزیعی در داخل و میان ک شورها شامل تغییر درآمد و ا شتغال در دوره گذار از فعالیت‌هایی پرانت شار به فعالیت‌های کم‌انتشار گازهای گلخانه‌ای است. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۴)

۳-۵-۲- اقدامات ســـازگاری و کاهش که برابری، عدالت اجتماعی، عدالت اقلیمی، رویکردهای مبتنی بر حقوق و شـــمولیت را در اولویت قرار می‌دهند، منجر به نتایج پایدارتر، کاهش تعارضـــات، حمایت از تغییرات متحول‌کننده و پی شبرد تو سعه تاب‌آور اقلیمی می شوند. سیا ست‌های توزیع مجدد در میان بخش‌ها و مناطق مختلف، که در همه

مقیاس‌ها حامی فقرا و قشر آسیب‌پذیر، شبکه‌های ایمنی اجتماعی، برابری، شمولیت و گذار عادلانه هستند، می‌توانند بلندپروازی‌های اجتماعی را عمیق‌تر کرده و تعارضات با اهداف توسعه پایدار را حل کنند. توجه به برابری و مشارکت گسترده و معنادار همه بازیگران مرتبط در تصمیم‌سازی‌ها در تمام مقیاس‌ها می‌تواند موجب ایجاد اعتماد اجتماعی و تقسیم عادلانه منافع و مسئولیت‌های کاهش شده که نتیجه آن، عمیق‌تر شدن و گسترده‌تر شدن تغییرات متحول‌کننده است. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۴)

۳-۵-۳- مناطق و افراد (۳/۳ تا ۳/۶ میلیارد نفر) با محدودیت‌های توسعه قابل‌ملاحظه، آسیب‌پذیری بالایی در مقابل مخاطرات اقلیمی دارند (۱-۲-۲). دستاوردهای سازگاری برای افراد آسیب‌پذیر در داخل و بین کشورها و مناطق از طریق رویکردهایی با تمرکز بر برابری، شمولیت و رویکردهای مبتنی بر حقوق افزایش می‌یابد. نابرابری‌هایی مانند جنسیت، قومیت، درآمد پایین، سکونت‌گاه‌های غیررسمی، معلولیت، سن، الگوهای تاریخی و تداوم بی‌عدالتی‌هایی مانند استعمار برای بسیاری از مردمان بویژه در مناطق بومی و جوامع محلی، موجب تشدید آسیب‌پذیری می‌شود. تلفیق سازگاری اقلیمی و برنامه‌های محافظت اجتماعی، مانند برنامه‌های انتقال پول و برنامه‌های کار عمومی، موجب افزایش تاب‌آوری در برابر تغییر اقلیم می‌شود؛ بویژه در صورتی که بوسیله زیرساخت‌ها و خدمات اساسی پشتیبانی شود. بیشترین منافع از نظر رفاه در مناطق شهری، با اولویت‌بخشی به منابع مالی جهت کاهش ریسک‌های اقلیمی در جوامع کم درآمد و حاشیه‌نشین، به دست می‌آید (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۴، ۳-۵-۴، ۴-۵-۴، ۵-۵-۴، ۶-۵-۴)

۳-۵-۴- طراحی ابزارهای نظارتی، اقتصادی و رویکردهای مبتنی بر مصرف، موجب ارتقاء برابری می شود. افراد با وضعیت اجتماعی-اقتصادی بالا به طور نامتناسبی در انتشار گازهای گلخانه‌ای نقش داشته و بیشترین پتانسیل را برای کاهش انتشار دارا هستند. بسیاری از گزینه‌ها موجب کاهش انتشار و افزایش رفاه اجتماعی می‌شوند. گزینه‌های فرهنگی-اجتماعی، تغییرات رفتار و سبک زندگی که توسط سیاست‌ها، زیرساخت‌ها و فناوری پشتیبانی می شوند، موجب می‌شوند که مصرف‌کنندگان نهایی به سمت مصارفی با انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای روی آورند. بخش قابل توجهی از کشورهایی که انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری دارند، به خدمات مدرن انرژی دسترسی ندارند. توسعه فناوری، انتقال، ظرفیت سازی و تأمین مالی موجب حمایت از کشورها و یا مناطق در حال توسعه شود که در حال گذار به سیستم‌های حمل و نقل با انتشار کمتر گازهای گلخانه‌ای هستند و در نتیجه مزایای مشترک متعددی را به همراه دارد. توسعه تاب‌آور اقلیمی زمانی محقق می‌شود که بازیگران با روش‌هایی برابر، عادلانه و فراگیر برای برقراری توازن میان منافع، ارزش‌ها و جهان‌بینی‌های متفاوت به منظور دستیابی به دستاوردهایی عادلانه و برابر کار کنند (*سطح اطمینان زیاد*). (۲-۱، ۴-۴)

حکمرانی و سیاست‌ها

۳-۶- اقدام مؤثر اقلیمی با تعهد سیاسی، حاکمیت چند سطحی، چارچوب‌های نهادی، قوانین، سیاست‌ها، استراتژی‌های هماهنگ و افزایش دسترسی به منابع مالی و فناوری امکان‌پذیر می‌شود. اهداف شفاف، هماهنگی در حوزه‌های سیاستی چندگانه و فرآیندهای حاکمیتی فراگیر موجب تسهیل اقدام مؤثر اقلیمی می‌شود. در صورتی‌که ابزارهای نظارتی و اقتصادی مقیاس پذیر شده و به طور گسترده مورد استفاده قرار گیرند، می‌توانند منجر به کاهش عمیق گازهای گلخانه‌ای و افزایش تاب‌آوری اقلیمی شوند. توسعه تاب‌آور اقلیمی از دانش‌های مختلف بهره می‌گیرد (*سطح اطمینان زیاد*). (۲-۲، ۴-۴، ۵-۴، ۷-۴)

۳-۶-۱- حکمرانی مؤثر اقلیمی، کاهش تغییر اقلیم و سازگاری با آن را میسر می سازد. حکمرانی مؤثر جهت‌گیری کلی را برای تعیین اهداف، اولویت‌ها و تطبیق اقدامات اقلیمی در تمامی سطوح و حوزه‌های سیاستی، بر اساس شرایط ملی و در بستر همکاری بین‌المللی معین می‌کند. حکمرانی مؤثر موجب تقویت اطمینان پایش، ارزیابی و نظارت شده و تصمیم‌گیری فراگیر، شفاف و عادلانه را در اولویت قرار داده و دسترسی به منابع مالی و فناوری را بهبود می‌بخشد (۳-۷). (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۲-۲، ۴-۷)

۳-۶-۲- مؤسسات مؤثر محلی، شهری، ملی و زیرملی در صورت در اختیار داشتن ظرفیت سازمانی، موجب ایجاد اجماع برای اقدام اقلیمی شده و هماهنگی و تنظیم آگاهانه‌ی استراتژی‌ها را امکان‌پذیر می سازند. حمایت سیاستی تحت تأثیر بازیگران جامعه مدنی از جمله کسب و کارها، جوانان، زنان، کارگران، رسانه‌ها، مردم بومی و جوامع محلی قرار دارد. وجود تعهد سیاسی و همکاری میان گروه‌های مختلف جامعه موجب افزایش اثربخشی می‌شود. (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-۲، ۴-۷)

۳-۶-۳- حکمرانی چندسطحی مؤثر برای کاهش تغییر اقلیم، سازگاری با تغییر اقلیم، مدیریت ریسک و توسعه تاب‌آور اقلیمی با فرایندهای تصمیم‌گیری فراگیر امکان‌پذیر می‌شود که برابری و عدالت را در برنامه‌ریزی و اجرا، تخصیص منابع مناسب، بازبینی نهادی و پایش و ارزیابی در اولویت قرار می‌دهد. آسیب‌پذیری‌ها و ریسک‌های اقلیمی اغلب از طریق قوانین، سیاست‌ها، فرآیندهای مشارکتی و مداخلاتی که نابرابری‌هایی همچون نابرابری‌های مبتنی بر جنسیت، قومیت، معلولیت، سن، مکان و درآمد را لحاظ می‌کنند، کاهش می‌یابند. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۴، ۴-۷)

۳-۶-۴- در صورتی‌که که ابزارهای نظارتی و اقتصادی مقیاس‌پذیر شده و به طور گسترده‌تری مورد استفاده گیرند، موجب کاهش عمیق انتشار گازهای گلخانه‌ای می شوند (*سطح اطمینان زیاد*). افزایش مقیاس و استفاده از ابزارهای نظارتی مطابق با شرایط ملی موجب بهبود کاهش در کاربردهای بخشی می‌شود (*سطح اطمینان زیاد*). ابزارهای قیمت‌گذاری کربن، هر جا که مورد استفاده قرار گرفته‌اند موجب تشویق به استفاده از اقدامات کم‌هزینه‌ی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده‌اند. اما این ابزارها به تنهایی مؤثر نبوده و استفاده از آنها برای ترویج ابزارهای پرهزینه مورد نیاز برای کاهش مقدار بیشتری از گازهای گلخانه‌ای مؤثر نیستند (*سطح اطمینان متوسط*). اثرات برابری و توزیعی ابزارهای قیمت‌گذاری کربن، مانند مالیات کربن و تجارت انتشار را می‌توان با رویکردهای مختلف مانند حمایت از خانوارهای کم‌درآمد از طریق درآمد حاصل شده از این ابزارها، کاهش داد. حذف یارانه سوخت‌های فسیلی

موجب کاهش انتشـــار گازهای گلخانه‌ای[۳۸]شـــده و مزایایی مانند بهبود درآمد عمومی، بهبود عملکرد اقتصـــاد کلان و پایداری را به همراه خواهد داشـــت. حذف یارانه می‌تواند اثرات توزیعی نامطلوبی به ویژه بر گروه‌های آســـیب‌پذیر اقتصادی داشته باشد که در برخی موارد می‌توان این اثرات را با اقداماتی مانند توزیع مجدد درآمد بسته به شرایط ملی کاهش داد (*سطح اطمینان زیاد*). بسته‌های سیاستی در کل اقتصاد، مانند تعهدات پرداخت هزینه‌های عمومی و اصلاحات قیمت‌گذاری می‌توانند اهداف کوتاه‌مدت اقتصادی را برآورده کنند، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند و مسیرهای توسعه را به سمت پایداری تغییر دهند (*سطح اطمینان متوسط*). بسته‌های سیاستی مؤثر خواهند بود که جامع، سازگار، با رعایت توازن میان اهداف و متناسب با شرایط ملی باشند (*سطح اطمینان زیاد*). (۲-۲-۲، ۴-۷)

۳-۶-۵- اســـتفاده از تنوع دانش و ارزش‌های فرهنگی متنوع، مشـــارکت معنادار و فرآیندهای مشـــارکت فراگیر- از جمله استفاده از دانش بومی، دانش محلی و دانش علمی- موجب تسهیل توسعه تاب‌آور اقلیمی و ظرفیت‌سازی شده و امکان تدوین راه‌حل‌هایی مناسب شرایط محلی و با مقبولیت اجتماعی را فراهم می‌کند. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۴، ۶-۵-۴، ۷-۴)

امور مالی، فناوری و همکاری‌های بین المللی

۳-۷- امور مالی، فناوری و همکاری‌های بین المللی محرک‌های ضروری برای تسریع اقدامات اقلیمی هستند. به منظور دســـتیابی به اهداف اقلیمی، تأمین مالی بخش‌های ســـازگاری و کاهش می‌بایســـت چند برابر شـــود. اگرچه سرمایه جهانی کافی برای از بین بردن شکاف‌های سرمایه‌گذاری وجود دارد، موانعی نیز جهت انتقال سرمایه به ســـمت اقدامات اقلیمی وجود دارد. تقویت ســـیســـتم‌های نوآوری فناوری کلید اســـتفاده گســـترده از فناوری‌ها و روش‌ها است. افزایش همکاری‌های بین‌المللی از طریق مجاری متعدد امکان‌پذیر است. (*سطح اطمینان زیاد*) (۲-

۳-۷-۱- افزایش موجودیت منابع مالی[۳۹] و دسترسی به آن موجب تسریع اقدامات اقلیمی می شود (*سطح اطمینان بسیار زیاد*). پرداختن به نیازها، شکاف‌ها و گسترش دسترسی عادلانه به منابع مالی داخلی و بین‌المللی، زمانی که با سایر اقدامات حمایتی ترکیب شود، می‌تواند به عنوان یک کاتالیزور برای تسریع سازگاری و کاهش و توسعه تاب‌آور اقلیمی عمل کند (*سطح اطمینان زیاد*). به منظور دستیابی به اهداف اقلیمی، و برای رفع ریسک‌های فزاینده و تسریع ســـرمایه‌گذاری برای کاهش گازهای گلخانه‌ای، تأمین مالی بخش‌های ســـازگاری و کاهش می‌بایســـت چندبرابر شـــود. (*سطح اطمینان زیاد*) (۱-۸-۴)

۳-۷-۲- افزایش دسترسی به منابع مالی موجب ظرفیت سازی، رفع محدودیت‌های نرم برای سازگاری و جلوگیری از ریســـک‌های فزاینده به ویژه برای کشـــورهای در حال توســـعه و مناطق، بخش‌ها و گروه‌های آســـیب پذیر می‌شـــود (*ســـطح اطمینان زیاد*). تأمین مالی عمومی عاملی مهم برای ســـازگاری و کاهش اســـت و می‌تواند از تأمین مالی خصوصی نیز به عنوان اهرم استفاده کند (*سطح اطمینان زیاد*). میانگین سالانه سرمایه‌گذاری مورد نیاز مدل سازی

[۳۸] مطالعات مختلف پیش‌بینی کرده‌اند که حذف یارانه سوخت‌های فسیلی موجب کاهش ۴-۱ درصدی گازهای دی‌اکسید کربن و کاهش ۱۰ درصدی گازهای گلخانه‌ای در مناطق مختلف می‌شود (سطح اطمینان متوسط).

[۳۹] بخش‌های تأمین منابع مالی: دولتی یا خصوصی، محلی، ملی یا بین‌المللی، دوجانبه یا چندجانبه و منابع جایگزین. تأمین هزینه‌های مالی می‌تواند به شکل کمک هزینه، کمک‌های فنی، وام، اوراق قرضه، سهام، بیمه و ضمانت‌های مالی (انواع مختلف) باشد.

شـــده در بخش کاهش تغییر اقلیم برای ســـال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ در ســـناریوهایی که گرمایش را به ۲ درجه ســـانتی‌گراد یا ۱/۵ درجه ســـانتی‌گراد محدود می‌کنند، ســـه تا شـــش برابر میزان فعلی اســـت.[۴۰] همچنین کل سرمایه‌گذاری‌ها در بخش کاهش (دولتی، خصوصی، داخلی و بین‌المللی) می‌بایست در تمام بخش‌ها و مناطق افزایش یابد (*سطح اطمینان متوسط*). حتی اگر تلاش‌های گسترده جهانی برای کاهش انتشار پیاده‌سازی شود، منابع مالی، فنی و انسانی برای سازگاری مورد نیاز خواهد بود (*سطح اطمینان زیاد*). (۴-۳، ۴-۸-۱)

۳-۷-۳- با توجه به اندازه ســـیســـتم مالی جهانی، ســـرمایه و نقدینگی کافی جهت از بین بردن شـــکاف‌های سرمایه‌گذاری جهانی وجود دارد، اما موانعی نیز جهت تخصیص مجدد سرمایه به اقدامات اقلیمی در داخل و خارج از بخش مالی، در چارچوب آســیب‌پذیری‌های اقتصــادی و بدهی‌های پیش روی کشــورهای در حال توســعه وجود دارد. کاهش موانع تأمین مالی در جهت افزایش جریان‌های مالی نیازمند ســیگنال‌ها و حمایت‌های شـــفاف دولت‌ها مانند هم سویی بیشتر امور مالی عمومی به منظور کاهش موانع و ریسک‌های واقعی و درک شده‌ی نظارت، هزینه و بازار و بهبود ریسک-بازگشت سرمایه در سرمایه‌گذاری‌ها، است. در عین حال، بسته به چارچوب‌های ملی، بازیگران مالی از جمله ســـرمایه‌گذاران، واســـطه‌های مالی، بانک‌های مرکزی و تنظیم‌کننده‌های مالی می‌توانند قیمت‌گذاری کمتر از واقعیت ریســـک‌های مرتبط با اقلیم را تغییر دهند و عدم تطابق بخشـــی و منطقه‌ای بین نیازهای ســـرمایه‌گذاری و سرمایه موجود را کاهش دهند. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۸-۱)

۳-۷-۴- جریان‌های مالی اختصاص داده شده برای سازگاری و دستیابی به اهداف کاهش در همه بخش‌ها و مناطق، کمتر از سطوح مورد نیاز است. این شکاف‌ها فرصت‌های مختلفی را بوجود می‌آورند و بیشترین چالش برای از بین بردن این شـکاف‌ها در کشـورهای در حال توسـعه اسـت. حمایت سـریع مالی از کشـورهای در حال توسـعه توسـط کشورهای توسعه یافته، عاملی ضروری جهت تقویت اقدامات سازگاری و کاهش و کاهش نابرابری در دسترسی به منابع مالی شامل هزینه‌ها، شرایط و ضوابط آن و آسیب‌پذیری اقتصادی در برابر تغییرات اقلیم برای کشورهای در حال توسعه است. افزایش کمک هزینه‌های عمومی برای کاهش و سازگاری در مناطق آسیب پذیر، به ویژه آفریقای زیر صحرایی، مقرون به صرفه خواهد بود و از نظر دسترسی به انرژی اولیه بازگشت اجتماعی بالایی خواهد داشت. گزینه‌های بیشتر شدن سطح کاهش در کشورهای در حال توسعه عبارتند از: افزایش سطح مالی عمومی و جریان‌های مالی خصوصی از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه در چارچوب هدف ۱۰۰ میلیارد دلاری در سال؛ افزایش استفاده از تضامین عمومی به منظور کاهش ریسک‌ها و اهرم سازی جریان‌های خصوصی در هزینه کمتر؛ توســـعه بازارهای ســـرمایه محلی و ایجاد اعتماد بیشـــتر در فرآیندهای همکاری بین‌المللی. تلاش هماهنگ جهت پایدارسازی بازیابی پساهمه‌گیری کرونا، در درازمدت می‌تواند موجب تسریع اقدامات اقلیمی به خصوص در مناطق و کشورهای در حال توسعه که با بدهی‌های مالی بالا و عدم قطعیت اقتصاد کلان مواجه هستند، شود. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۸-۱)

۳-۷-۵- تقویت سیستم‌های نوآوری فناوری می‌تواند فرصت‌هایی در جهت کاهش رشد انتشار گازهای گلخانه‌ای، ایجاد مزایای مشترک اجتماعی-زیست‌محیطی و دستیابی به سایر اهداف توسعه پایدار فراهم کند. بسته‌های سیاستی

[۴۰] این پیش‌بینی‌ها وابسته به مفروضات سناریوها می‌باشند.

متناسب با چارچوب‌های ملی و ویژگی‌های فناوری در حمایت از گسترش فناوری‌ها و نوآوری‌هایی که موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می شوند، مؤثر بوده‌اند. سیاست‌های عمومی می‌توانند از آموزش و تحقیق و توسعه حمایت کنند و مکمل این سیاست‌ها، بهره‌گیری از ابزارهای نظارتی و مبتنی بر بازار جهت ایجاد مشوق‌ها و فرصت‌های بازار است. نوآوری‌های فناوری می‌توانند در مقابل اثرات مثبت اثرات منفی همچون اثرات جدید و بیشتر زیست‌محیطی، نابرابری‌های اجتماعی، وابستگی بیش از حد به دانش و ارائه‌دهندگان خارجی و اثرات توزیعی و بازگشتی[41] داشته باشند و به همین دلیل نیازمند حاکمیت و سیاست های مناسب برای افزایش پتانسیل و کاهش این اثرات منفی است. نوآوری و پذیرش فناوری‌هایی که انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری دارند، در اکثر کشورهای در حال توسعه، به ویژه کشورهای کمتر توسعه یافته، به دلیل محدودیت مالی، محدودیت توسعه و انتقال فناوری و همچنین محدودیت ظرفیت‌سازی با تاخیر انجام می‌گیرد. (*سطح اطمینان زیاد*) (۴-۸-۳)

۳-۷-۶- همکاری‌های بین‌المللی امری ضروری جهت دستیابی به اهداف بلندپروازانه‌ی کاهش تغییر اقلیم، سازگاری و توسعه تاب‌آور اقلیمی است (*سطح اطمینان زیاد*). توسعه تاب‌آور اقلیمی با افزایش همکاری‌های بین‌المللی از جمله افزایش دسترسی به منابع مالی، به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه، مناطق، بخش‌ها و گروه‌های آسیب‌پذیر و همسو شدن جریان‌های مالی اقدام اقلیمی با اهداف و بودجه‌های مورد نیاز امکان‌پذیر می‌شود (*سطح اطمینان زیاد*). افزایش همکاری‌های بین‌المللی در تأمین مالی، فناوری و ظرفیت سازی می‌تواند موجب فراهم شده امکان بلندپروازی بیشتر شده و به عنوان کاتالیزوری برای تسریع کاهش تغییر اقلیم و سازگاری با آن و تغییر مسیرهای توسعه به سمت پایداری عمل کند (*سطح اطمینان زیاد*). این امر شامل حمایت از اسناد تعهدات ملی (NDCها) و تسریع توسعه و استقرار فناوری است (*سطح اطمینان زیاد*). مشارکت‌های فراملی می‌تواند عامل محرکی در توسعه سیاست، انتشار فناوری، سازگاری و کاهش باشد. با این حال همواره عدم قطعیت در مورد هزینه‌ها، امکان‌سنجی و اثربخشی آن‌ها وجود خواهد داشت (*سطح اطمینان متوسط*). مؤسسات، ابتکارعمل‌ها و تفاهم‌نامه‌های بخشی و محیط‌زیستی بین‌المللی به افزایش سرمایه‌گذاری‌های کم‌انتشار و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کنند (*سطح اطمینان متوسط*). (۲-۲-۲، ۲-۴-۸).

[41] منجر به کاهش انتشار خالص یا حتی افزایش انتشار شود.

مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب

AWNRC.COM

AWNRC_ICCMA

AWNRC_ICCIMA