مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال پنجم/ شماره مسلسل هجدهم/ زمستان ۱۳۹۴

تحلیل اثرات گرمایش جهانی بر سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام بین‌الملل

بهلول علیجانی[۱*]، ندا مجیدی‌راد[۲]، محمدسعید نجفی[۳]، احمدخدائی[۴]، سعید رحیمی‌هرآبادی[۵]

[۱]استاد اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی، [۲]دانشجوی دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه خوارزمی
[۳]دانشجوی دکترای اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، [۴]دانشجوی کارشناسی‌ارشد روابط بین‌الملل، دانشگاه آزاداسلامی واحد کرج، [۵]دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۹

چکیده

گرمایش جهانی یکی از چالش‌برانگیزترین پدیده‌های محیطی در سیستم‌های اقلیمی است که امروزه توجه بسیاری از کشورها را در رابطه با مسائل زمین به خود جلب نموده است. این پدیده، امروزه به لحاظ تأثیرگذاری در فضای رقابت در نظام بین‌الملل، تبدیل به موضوعی ژئوپلیتیکی شده است و آن را کانون مطالعات امنیتی سده بیست و یکم قرارداده است. این مقاله می‌کوشد پیامدهای گرمایش جهانی و چالش‌های بین‌المللی ناشی از آن را در راستای موقعیت ژئوپلیتیک کشورها و نیز نگرش و موضع‌گیری آن‌ها مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دهد. به همین منظور ابتدا روند تغییرات دما و تراز آب دریا با استفاده از خروجی مدل‌های گردش عمومی جو تحت سناریوهای A و B و با استفاده از مدل MAGICC-SCENGEN شبیه‌سازی شد. در گام بعدی آثار گرمایش جهانی بر سیستم‌های ژئوپلیتیک در نظام بین‌الملل با استفاده از نتایج حاصل از سناریوهای انتشار موردمطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که تفاوت این سناریوها تا سال ۲۱۰۰ در شدت بیشتر و یا کمتر در تغییرات دمای جهان و یا بالاآمدن سطح آب دریاهاست. به‌طوری که هر دو سناریو روند افزایشی را مورد تأیید قراردادند. در عین حال برخی مناطق، از درجهٔ آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار خواهند بود و درمجموع، توزیع نابرابری را در سطح جهان خواهد داشت. از طرفی این شرایط ارتباط معناداری با موقعیت ژئوپلیتیک کشورها دارد و دیدگاه‌های مختلفی را بر سیاست خارجی کشورها تحمیل نموده است. در این راستا ارائهٔ برخی راهکارها مانند تنظیم نمودن طرح‌های ملی، مدیریت محلی تولید گازهای گلخانه‌ای و...، از جمله راهکارهای ایجاد توازن در آرایش نظام ژئوپلیتیک جهانی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: گرمایش جهانی، سناریوهای انتشار، رقابت قدرت‌ها، سیستم‌های ژئوپلیتیک، نظام جهانی.

مقدمه و بیان مسئله

گرمایش جهانی یکی از چالش‌برانگیزترین پدیده‌های محیطی در سیستم‌های اقلیمی است که بسته به سیستم‌های کاربردی انسانی در عرصه‌های مختلفی نمود داشته و دارد. در طی دهه‌های اخیر رشد صنایع و به موجب آن مصرف بیش‌ازحد سوخت‌های فسیلی از یک سو و افزایش جمعیت جهان و تغییر کاربری اراضی از سوی دیگر، موجب شده است تا پس از انقلاب صنعتی به تدریج تغییرات مشهودی در اقلیم کرهٔ زمین به وجوّد آید(عباسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۲) که به‌دلیل بهره‌برداری بی‌رویه و فزایندهٔ انسان از منابع طبیعی، منابع محیطی از روال عادی و تعادل خود خارج‌شده و در بیشتر موارد به صورت مخاطره درآمده است (علیجانی، ۱۳۹۰: ۲۴).

در حال حاضر آنچه امروزه مرزهای کشورها را درنوردیده و در سطح جهانی و به طور فراگیر، همهٔ ملت‌ها را تهدید می‌کند، بحران‌های محیطی و به تبع آن تغییرات غیرمنتظرهٔ آب و هوایی و گرمایش جهانی است (شائمی،۱۳۸۷: ۹۸). طبق گزارش انجمن چنددولتی تغییر اقلیم[۲]، میانگین دمای سطح زمین در طول قرن بیستم در حدود ۰/۲ تا ۰/۶ درجه سلسیوس

*نویسنده مسئول: alijani@tmu.ac.ir

2. IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

افزایش یافته است. پیش‌بینی می‌شود این شرایط با افزایش سیر تغییرات محیط تا سال ۲۱۰۰، افزایشی میان ۱/۴ تا ۵/۸ درجه سلسیوس داشته باشد (Drexhage and et al, 2007: 3) در این ارتباط گرمایش سیستم‌های اقلیمی یکی از محوری‌ترین مسائل در نظام جهانی در رابطه با زمین است که در دهۀ اخیر، توجه بسیاری از دولت‌ها و نظام‌های سیاسی را جلب نموده است. این پدیده امروزه تبدیل به یکی از عوامل اساسی در رقابت بر سر افزایش و یا کاهش گازهای گلخانه‌ای در سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام جهانی شده است. تا آنجا که کارشناسان، این پدیده را مهم‌ترین مشکل اقتصادی سیاسی، محیطی و انسانیِ پیشِ رو در قرن بیست و یکم قلمداد می‌کنند(هاردی،۱۱:۱۳۸۷) و پیامدهای سیاسی-اجتماعی آن، سبب‌ساز کشمکش بر سر منابع محیطی شده و آن را کانون مطالعات امنیتی سدۀ ۲۱ قرارداده است (کاویانی‌راد، ۱۳۹۱: ۸۶).

امروزه دولت‌ها و سیاست‌گذاران به ویژه در کشورهای درحال‌توسعه، اغلب به پدیده‌های موقتی و زودگذر و اثرات کوتاه‌مدت تغییرات اقلیمی مانند خشک‌سالی، سیلاب، یخبندان و امثال آن توجه دارند که به صورت دوره‌ای یا مقطعی و در مقیاس ناحیه‌ای ظهور پیدا می‌کنند. اما دگرگونی‌ها و فروسایی محیطی درازمدت در مقیاس جهانی، مانند پیامدهای محیطی گرمایش جهانی، کمتر موردتوجه دولت‌ها قرار دارد. علت این امر ناشی از دو عامل عمده می‌باشد: نخستین عامل به عدم ظهور آنی پیامدهای این نوع تغییرات در کوتاه‌مدت و غیر محسوس‌بودن آن مربوط می‌شود و دوم ضعف بنیان‌های اقتصادی و برنامه‌ریزی در اغلب کشورها، مجالی را برای سرمایه‌گذاری فراهم نکرده است (شائمی و حبیبی‌نوخندان، ۱۳۸۸: ۱۷).

در حال حاضر به نظر می‌رسد بروز شرایط محیطی جدید موازنه‌های موجوّد در دمای زمین را برهم خواهد زد و سبب بالارفتن دمای زمین در دو دهۀ نخستینِ قرن ۲۱ خواهد شد. بالارفتن دمای زمین موجب ذوب یخ‌های قطبی خواهد شد و با بالارفتن سطح آب دریاها، بخش بزرگی از مناطق پرجمعیت جهان به زیرآب خواهد رفت و درنتیجه، تأثیرات ناگواری بر محیط زیست بشر در سطح جهان خواهد گذارد (مجتهدزاده،۱۳۸۱: ۲۷۸). در این میان دامنۀ اثرگذاری این معضل جهانی، ارتباط مستقیمی با جایگاه یک کشور در مجموعۀ نظام جهانی یا ژئوپلیتیک کشورها دارد (اطاعت، ۱۱:۱۳۸۵). این شرایط پیامدهای متفاوتی را در راستای موقعیت ژئوپلیتیک کشورها و قدرت‌ها برجای می‌گذارد و در عرصۀ رقابت جهانی، رویکردها و شرایط متفاوتی را به وجوّد می‌آورد. در این میان استفاده از مدل‌های گرمایش جهانی و پیش‌بینی دمای زمین نقش مؤثری در واکاوی این مسئله خواهد داشت. به همین دلیل در این پژوهش تلاش شده است با استفاده از تجزیه‌وتحلیل مفاهیم سناریوهای بدبینانه و خوش‌بینانه، اثرات این پدیده بر چالش‌های پیشِ رو در سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام جهانی موردمطالعه قرارگیرد. به بیان دیگر بررسی واکنش‌ها و نحوۀ رقابت کشورها و قدرت‌ها در برابر آثار گرمایش جهانی و نیز تجزیه‌وتحلیل دیدگاه کشورها متناسب با موقعیت ژئوپلیتیک آن‌ها در برابر این پدیده چارچوب مفهومی این مطالعه را تشکیل می‌دهد. بنابراین با توجه به مطالب ارائه‌شده هدف از این تحقیق، واکاوی پدیدۀ گرمایش جهانی و تجزیه‌وتحلیل اثرات آن بر روی دیدگاه‌های حاکم بر سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام جهانی متناسب با موقعیت آن‌ها در برابر این پدیده و واکنش‌ها و نحوۀ رقابت کشورها و قدرت‌ها در برابر آثار گرمایش و چالش‌های پیش‌رو می‌باشد.

روش تحقیق

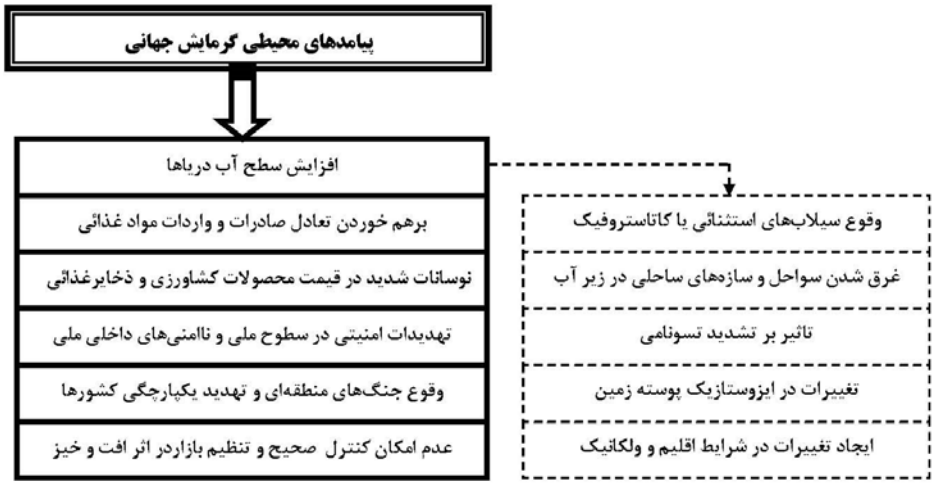
به‌طورکلی ساختار این پژوهش مبتنی بر تجزیه‌وتحلیل جایگاه گرمایش جهانی و اثراتی است که این پدیده بر تحولات ژئوپلیتیک نظام جهانی برجای می‌گذارد. در این راستا، در گام نخست به‌منظور آگاهی از روند تغییرات دما و تغییرات سطح آب دریا و همچنین صحت بیشتر شناخت جایگاه پدیدۀ گرمایش جهانی در تحولات ژئوپلیتیک نظام بین‌الملل، اقدام به شبیه‌سازی روند تغییرات دما و

سطح آب دریا با استفاده از مدل SCENGEN-MAGICC و خروجی مدل‌های گردش عمومی جوّ تحت سناریوی بدبینانه و خوش‌بینانه انتشار خانواده A و B شد و نمودارهای حاصله ترسیم گردید . به منظور شبیه‌سازی مقادیر دما در سال ۲۱۰۰ در سطح کرهٔ زمین، از ۵ مدل خروجی مدل‌های گردش عمومی جو شامل HADCM3، ECHO-G، GFDLCM، GISS EH و CNRM-CM3 استفاده شد و نقشهٔ حاصله ترسیم گردید. در گام بعد با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی مبتنی بر دیدگاههای نظری ژئوپلیتیک به ویژه مطالعات ژئوپلیتیک زیست‌محیطی و جستجوّ در پایگاه‌های اینترنتی، به تحلیل آثار فضایی این پدیدهٔ جهان‌شمول در راستای سیستم‌های ژئوپلیتیک پرداخته شده است.

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

گرمایش جهانی: گرمایش جهانی، پدیدهٔ زیست‌محیطی فراگیری در سیستم‌های اقلیمی است که ویژگی‌های محیط از قبیل میزان تبخیر و ترازنامهٔ آبی، خصوصیات بارش، بالاآمدن سطح آب دریاها، ذوب شدن یخچال‌ها و دیگر شرایط را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Goudie, 2006: 384). این پدیده موضوع گسترده‌ای است که در دیدگاههای مختلف از قبیل علوم محیطی، علوم جوّی، علوم اجتماعی و اقتصادی، تحلیل‌های سیاسی و... مورد مطالعه قرار می‌گیرد (Liu, 2008: 379).

به‌طورکلی گرم‌شدن زمین در ارتباط مستقیم با مقادیر گازهای گلخانه‌ای قرار دارد. به این معنا که افزایش دمای زمین با توزیع افزایش گازهای گلخانه‌ای در جوّ همراه است(محمدی، ۱۳۸۴: ۱۰۵). مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای به ترتیب اثرات گرمایشی آن‌ها عبارتند از: (۱) دی‌اکسیدکربن، (۲) متان، (۳)کلرو فلورکربن‌ها، (۴) اکسید نیتروژن، (۵) ازن و (۶) بخار آب (شائمی و حبیبی نوخندان، ۱۳۸۸: ۳۲). این گازها به طور طبیعی در جوّ زمین وجوّد دارند، اما فعالیت‌های انسانی و آلودگی‌های ناشی از آن، مقدار گازهای مذکور را به طور غیرطبیعی افزایش می‌دهند؛ چنان که باعث تمرکز بیش‌ازحد طبیعی این گازها در فضای. جوّ شده و پدیدهٔ گرمایش زمین را موجب می‌شوند(ببران،۱۳۸۶: ۱۹). بنابراین گرمایش جهانی پدیده‌ای با موازنه‌ای طبیعی است، اما مسئله این است که فعالیت‌های انسانی، مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو را به طور غیرطبیعی افزایش می‌دهد (عزیزی،۱۲:۱۳۸۳)؛ به طوری که افزایش جمعیت و توسعهٔ کشورها در عناصر مختلف و درنتیجه افزایش ناموزون مصرف انرژی‌های فسیلی، نقش قابل‌توجهی را بر عهده دارند (Murota and ito, 1996: 1061). به‌طورکلی کشورهایی که بیشترین سهم را در انتشار دی‌اکسید کربن دارند، عمدتاً کشورهای با جمعیت بالا و صنعتی یا در حال صنعتی‌شدن هستند. از این رو برخی محققان، پدیدهٔ گرم‌شدن زمین را پدیده‌ای تماماً ناشی از فعالیت‌های انسانی تلقی می‌کنند (Witherick, 2001: 113). در مقابل، این پدیده، واکنش مستقیم و عمیقی بر اقتصاد، اکوسیستم و سلامتی سیستم‌های انسانی برجای می‌گذارد (Wolf and et al., 2010: 44). در ادامه لازم است به ارائهٔ برخی توضیحات در ارتباط با مفاهیم گرمایش جهانی پرداخته شود (شکل ۱).



شکل۱- برخی پیامدهای ناشی از پدیدهٔ گرمایش جهانی

منبع: (شائمی، ۱۳۸۳: ۱۰۹) و (قنبرزاده و بهنیافر، ۱۳۸۶: ۴۷)،

تغییرات دما و پیامدهای آن: در ۱۰۰سال گذشته، میانگین دمای جهانی در حدود ۰/۴ تا ۰/۸۱ درجه سلسیوس به‌طور تدریجی روند افزایشی داشته است. این روند باعث شده است که دمای داخلی یخچال‌های طبیعی واقع در نقاط مختلف جهان از جمله یخچال‌های واقع در شمالگان، جنوبگان و چین افزایش پیدا کند و درنتیجه با آب‌شدن تدریجی، حجم زیادی از ذخایر این یخچال‌ها ذوب شود. این مسئله از آنجا حائز اهمیت است که این یخچال‌ها بخش عمده‌ای از ذخایر آب آشامیدنی جهان را تشکیل می‌دهند. بنابراین منابع آب آشامیدنی سالم رو به کاهش است و احتمال شیوع بیماری‌هایی که از طریق آب شُرب ناسالم شیوع می‌یابند بیشتر می‌شود (Qader Mirza, 2002: 131). همچنین سطح آب دریاها در حدود ۰/۵ متر بالا می‌رود. یکی از پیامدهای انسانی افزایش سطح آب دریاها این است که جزایر پاسیفیک و کارائیب به زیر آب می‌روند و جزایری که به زیر آب نمی‌روند به آب دریا آلوده‌شده و غیر قابل سکونت هستند. بدین سبب سکونت در آن‌ها امکان‌پذیر نخواهد بود (صادقی و اسلامی،۱۳۹۰: ۴) به‌طورکلی این پدیده پیامدهای مختلفی در بردارد که به طور یکسان در مناطق مختلف توزیع نمی‌شوند.

سناریوهای انتشار[1]: سناریوها درواقع، تصویر پیشنهادی از آینده ارائه می‌دهند. به عبارتی سناریوها به ارزیابی پیشرفت‌های آتی در یک سیستم پیچیده که ذاتاً غیرقابل‌پیش‌بینی است، کمک می‌کنند. به طورکلی، پیش‌بینی‌های اقلیمی و ارزیابی‌های تغییر اقلیم با مشکلاتی چون برآورد سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر آلاینده‌ها در دهه‌های آتی، بزرگ‌مقیاس‌بودن، تفکیک مکانی و زمانی مدل‌های گردش عمومی جو و نظایر این‌ها مواجه‌اند. این فاکتورها با عدم قطعیت مواجه‌اند. مشکل دیگری که در زمینهٔ طرح مدل‌های مناسب اقلیمی وجود دارد، یکپارچه-کردن تمام بازخوردهای موجوّد در سیستم جفت شدهٔ جوّ، اقیانوس، بیوسفر و جامعه است. مدل‌های اقلیمی نیاز به زمان زیادی برای ارزیابی، آزمایش و اجرا دارند و ممکن است به ماه‌ها و سال‌های زیادی برای طراحی، اجرا و تشخیص مجموعهٔ مناسبی از آزمایش‌ها نیاز باشد. به‌علاوه، آن‌ها نیازمند ظرفیت محاسباتی بالایی نیز هستند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۴). بنا به‌دلایل یادشده، مدل‌های تولید سناریوهای اقلیمی (CSGs) گزینه‌های مناسبی هستند، به شرطی که: الف) بتوانند رفتار مدل‌های پیچیده‌تر را الگو قراردهند؛ ب)عدم قطعیت پیش‌بینی‌های اقلیمی را به طور مؤثر و با سرعت کشف کنند؛ ج) به آسانی در بسیاری از مناطق

1. Emission Scenarios

استفاده شوند (شائمی‌بزرکی و حبیبی‌نوخندان، ۱۳۸۸: ۳۳).

سناریوهای انتشار دربرگیرندهٔ اطلاعاتی از وضعیت اقتصادی- اجتماعی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین است. برای تولید این سناریوها روش‌های مختلفی وجود دارد؛ از جمله، سناریوهای مصنوعی که بر اساس روش‌های آماری و بر مبنای روند تغییرات اقلیم گذشته تولید می‌شوند، یا استفاده از مدل‌های جفت شدهٔ اقیانوس- اتمسفر، AOGCM و برخی از مدل‌های سادهٔ دیگر، معتبرترین ابزار برای تولید سناریوهای اقلیمی، استفاده از مدل‌های سه‌بُعدی AOGCM است (مساح بوانی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰۳). درسال۱۹۹۲ اولین سناریوهای انتشار IPCC تحت عنوان IS92 برای استفاده در ورودی مدل‌های گردش عمومی جوّ به منظور مدل‌سازی سناریوهای تغییر اقلیم تدوین شدند. سناریوهای IS92 شامل برآورد جمعیت، تولید ناخالص ملی، مصرف انرژی به تفکیک بخش‌های تجارت، صنعت، حمل‌ونقل و مسکونی، تولید انرژی، میزان تولید و مصرف سوخت‌های ثانوی، میزان تولید انرژی از سوخت‌های مایع، جامد، گاز هیدروژنی، هسته‌ای، خورشیدی، بیوماس، مقدار انتشار دی‌اکسید کربن، منواکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، متان از طریق احتراق، انتشار متان از معادن و بسیاری منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای برای ده منطقهٔ کرهٔ زمین شامل آمریکا، غرب اروپا و کانادا، آسیا و آسیای جنوب شرقی، اروپای مرکزی، آسیای مرکزی، آفریقا، خاورمیانه، آمریکای لاتین، جنوب و جنوب غرب آسیا و روسیه برای سال‌های ۱۹۸۵، ۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، ۲۰۲۰، ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، ۲۰۷۵ و ۲۱۰۰ بود (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۵).

در سال ۲۰۰۰، IPCC سری جدید سناریوهای انتشار را با عنوان SRES برای ارائه در سومین گزارش ویژهٔ سناریوهای انتشار تدوین کرد. گروه SRES ، خانوادهٔ سناریو با نام‌های A1، A2، B1، B2 را برای توصیف ارتباط بین فرآیندهای تولیدکنندهٔ گازهای گلخانه‌ای و آئروسل‌ها و نحوهٔ تغییرات آن‌ها طی قرن ۲۱ در مناطق مهم زمین به کار گرفت (هاروی[1]، ۱۹۹۷).

مفروضه‌های این سناریوها بر اساس رهیافت‌های محلی و منطقه‌ای برای اقتصاد، مسائل زیست‌محیطی، تکنولوژی، میزان جمعیت و مسائل اجتماعی تعریف می‌شود. به طورکلی بر اساس مفروضات سناریوهای خانوادهA، رشد جمعیت تا سال ۲۱۰۰ به حدود ۱۱/۳ خواهد رسید. رشد اقتصادی از سال۱۹۹۰ تا ۲۱۰۰ در حدود ۲/۳ درصد خواهد بود. بنابراین افزایش جمعیت و رشد اقتصادی سبب تغییر میزان مصرف انرژی در بخش‌های مختلف خواهد شد که در نهایت بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر خواهد داشت. بر اساس این تغییرات، میزان افزایش متوسط دمای جهانی تا سال۲۱۰۰ در حدود ۳/۹ درجه سلسیوس خواهد بود. این سناریو به دو خانوادهٔ A1 و A2 تقسیم می‌شود. سناریوی خانوادهٔ A1 به رشد سریع اقتصادی و افزایش جمعیت و بیشینهٔ استفاده از گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد و به سه خانواده A1F1، A1T و A1B تقسیم می‌شود. خط داستانی سناریوهای خانوادهٔ A2 بر هویت محلی و حفظ آن تأکید دارد که درنتیجه به افزایش جمعیت منجر می‌شود. رشد اقتصادی در این سناریو نسبت به سایر سناریوها کندتر و ناقص‌تر است.

عنصر اصلی سناریوهای خانواده B بر این اصل استوار است که آینده، سطح فزاینده‌ای از آگاهی‌های اجتماعی و زیست‌محیطی در جهت نیل به توسعه پایدار به همراه خواهد داشت و بر این اساس سعی بر پیش‌بینی ابهامات موجود در آینده دارد. به عبارتی بر اساس سناریوهای این گروهٔ دولت‌ها، بازرگانان، رسانه‌ها و مردم به سوی حفاظت محیط زیست و تعادل اجتماعی جهت دارند. بر اساس این سناریوها رشد جمعیت تا سال ۲۱۰۰ بطور متوسط به ۹/۴ میلیارد نفر و رشد اقتصادی در حدود ۲٪ افزایش خواهد داشت. سپس این سناریو بر اساس این تغییرات، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از افزایش مصرف انرژی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بر اساس سناریوهای این خانواده، میزان افزایش متوسط دمای جهانی تا سال۲۱۰۰ حدود ۲/۵ درجه سلسیوس

1. Harvey

خواهد بود. این سناریو نیز به دو خانواده B1 و B2 تقسیم می‌شود (مقبل، ۱۳۸۸ :۴۷). در این مطالعه به منظور مدل‌سازی هر دو سناریوی خوش‌بینانه و بدبینانه(خانواده A و B) از مدل MAGICC-SCENGEN استفاده شده است. بر این اساس، تغییرات میزان دما و سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها در این مدل بر اساس سناریوهای موجود شبیه‌سازی شد و در مرحلهٔ بعد مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

مدل MAGICC، متوسط سالانهٔ دمای هوای سطح زمین و متوسط سالانهٔ دمای سطح دریا را از سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای و دی‌اکسید گوگرد محاسبه می‌کند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۲۷). این بخش شامل مجموعه‌ای از داده‌های اقلیمی مشاهداتی و خروجی مدل‌های گردش عمومی جو است که به کاربر امکان بررسی و ارزیابی ابعاد مختلف عدم قطعیت درباره اقلیم آینده را بر اساس سناریوهای پیشنهادی می‌دهد. در حقیقت این بخش شامل مجموعه‌ای از مدل‌های جفت شده مختلف است که در یک بسته نرم‌افزاری با یکدیگر تلفیق‌شده‌اند. این نرم‌افزار به کاربر امکان می‌دهد که تغییرات در غلظت دی‌اکسید، دمای متوسط سطح زمین و دریا، بین سال‌های ۱۹۹۰تا۲۱۰۰ را با استفاده از سناریوهای انتشار دی‌اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن، هالو کربن‌ها و دی‌اکسید سولفور، تعیین کند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۵) SCENGEN نیز یک تولیدکننده داده‌های سناریوهای جهانی و منطقه‌ای است. این مدل علاوه بر اینکه یک مدل اقلیمی است، یک پایگاه دادهٔ ساده نیز می‌باشد که حاوی نتایج تعداد زیادی از مدل‌های GCM و مجموعه‌ای از داده‌های مشاهده‌ای جهانی و منطقه‌ای است. این مدل این امکان را فراهم می‌سازد تا محقق به وسیلهٔ فرض‌های مختلف در مورد پارامترهای سیستم اقلیم، پیامدها را بازشناسد (روشن و نجفی،۱۳۹۰:۸۹). سناریوهای این مدل، درواقع از انتشار گازهای گلخانه‌ای در آینده با استفاده از فرض‌های مختلف در زمینهٔ فعالیت‌های انسانی، سیاست‌ها، کاربردهای فن‌آوری و غیره پیش‌بینی خواهد شد. با این روش می‌توان از ۲۰ مدل GCM به صورت منفرد، چندتایی و یا از همهٔ آن‌ها استفاده نمود. در صورت انتخاب چند مدل GCM، برنامه از آن‌ها میانگین‌گیری نموده و یک الگوی ترکیبی از تغییر اقلیم را ایجاد خواهد کرد (روشن و همکاران ۱۴۲:۲۰۱۱).

مدل‌های گردش عمومی جو (GCMs[1]): برای انجام مطالعات تغییر اقلیم بر منابع مختلف در دوره‌های آتی، ابتدا می‌بایست متغیرهای اقلیمی، تحت تأثیر تغییرات گازهای گلخانه‌ای شبیه‌سازی شوند. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد که معتبرترین آن‌ها استفاده از داده‌های مدل گردش عمومی جو (GCMs) است. مدل‌های اقلیم جهانی برای ارزیابی تغییرات اقلیمی طراحی‌شده‌اند؛ این مدل‌ها خصوصیات فیزیکی، چرخش‌ها و حرکات اتمسفری را تحلیل می‌نمایند و به‌دنبال آن متغیرهای هواشناسی را در شبکه‌های خاص شبیه‌سازی می‌کنند. اساس مدل‌های گردش عمومی جو بر مبنای قوانین فیزیک جو قرار دارد. هدف مدل‌های گردش عمومی جو پیش‌بینی تغییرات در مقیاس کره‌ای است. برنامه‌های رایانه‌ای در واقع کنش متقابل بین ورودی‌های انرژی، چرخهٔ اتمسفری و اقیانوسی، مشخصات گازهای گلخانه‌ای و منابع و ذخایر زیست‌محیطی آن‌ها را با هم ترکیب و از این طریق مدل‌سازی می‌کند. مدل‌سازی تغییرات اقلیمی آینده بسیار پیچیده است و متغیرهای زیادی در آن دخیل می‌باشند. از جمله متغیرهایی که در GCMs مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل تغییرات جغرافیایی مقادیر گازهای اتمسفری، شوری اقیانوس، درجهٔ حرارت خشکی و دریا، آلبدو، میزان ابری‌بودن (ابرناکی)، بادها و اختلاف‌های فصلی است. همچنین متغیرهای دیگری نیز در این مدل‌سازی تأثیر دارند؛ از جمله نقش ذرات اتمسفری همچون آئروسل‌های سولفاته می‌باشد که بخشی از نور ورودی خورشید را به داخل فضا منعکس می‌سازند و اثر سردکنندگی دارند. مدل‌های GCM سه‌بُعدی و زمانمند هستند و به علت گستردگی ابعاد مکانی و زمانی از پیچیدگی خاصی برخوردارند. بسیار پیچیده هستند و برای پیشبرد آن‌ها استفاده از ابررایانه‌ها ضرورت دارد (روشن،۱۳۹۰: ۸۴). نتایج این

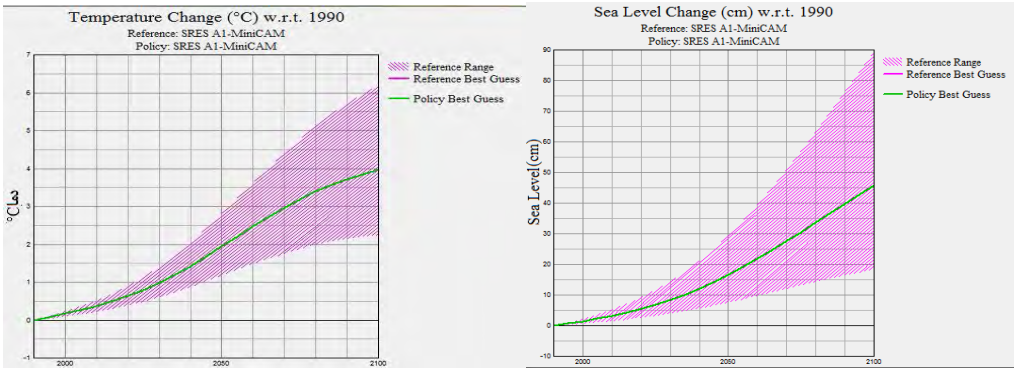
1. Global Circulation Models

مدل‌ها نسبتاً خام و غیردقیق است و از این رو شرایط آینده را به دقت پیش‌بینی نمی‌کنند. به‌علاوه، در تخمین هم‌کنشی‌های سایر عوامل نظیر پوشش ابر که روابط انرژی اتمسفر را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد، دارای مشکل می‌باشند (مقبل، ۱۳۸۸: ۴۸). درنتیجه مدل‌های گردش عمومی جوّ را فقط می‌توان یک رویکرد اولیه در حل مسائل بسیار پیچیده اتمسفر دانست؛ البته اهمیت پیش‌بینی‌های مدل‌های رایانه‌ای به عنوان یک ابزار در مطالعه تغییرات جهانی مرتباً افزایش می‌یابد. بیشتر الگوهای ارائه‌شده توسط این مدل‌ها در دو نکتهٔ اصلی با هم توافق دارند. نخست این که اگر مصرف سوخت‌های فسیلی کاهش نیابد، میزان دی‌اکسید کربن جوّی تا سال ۲۰۵۰ دو برابر خواهد شد. دوم این که افزایش میزان دی‌اکسید کربن جو باعث می‌شود که میانگین دمای زمین بین ۱/۵تا ۵/۸ درجه سلسیوس افزایش یابد. برای استفاده از داده‌های گردش عمومی جو (GCMs) به‌طور عمومی، به‌دلیل بزرگ‌مقیاس بودن، دقت کم و همچنین به‌منظور افزایش دقت این مدل‌ها، باید با استفاده از نرم‌افزارهای موجود ریزمقیاس‌نمایی شوند که مدل MAGICC-SCENGEN ابزاری برای ریزمقیاس نمایی آماری است.

سیستم‌های ژئوپلیتیک جهانی: ژئوپلیتیک را می‌توان مطالعهٔ رقابت قدرت‌ها برای سلطه بر منطقه یا جهان با استفاده از امکاناتی که محیط جغرافیایی در اختیار می‌گذارد، تعریف نمود (مجتهدزاده، ۱۳۹۱: ۲). همچنین می‌توان ژئوپلیتیک را معادل سیاست جغرافیایی دانست که اثر محیط و اشکال یا پدیده‌های محیطی، چون موقعیت جغرافیایی، شکل زمین، منابع کمیاب، امکانات ارتباطی و انتقالی(زمینی، دریایی، هوایی و فضایی)، وسایل ارتباط جمعی و ... را در تصمیم‌گیری‌های سیاسی به‌ویژه در سطوح گسترده منطقه‌ای و جهانی مطالعه و بررسی می‌کند(مجتهدزاده،۱۳۸۱: ۱۲۹). به‌طور خلاصه ژئوپلیتیک مبحثی است که به بررسی نقش عوامل جغرافیایی در سیاست می‌پردازد (عزتی، ۵:۱۳۸۰). در این برخورد به نظر می‌رسد که توجه عمده ژئوپلیتیک به رقابت میان قدرت‌های سیاسی و اشکال دگرگون شوندهٔ سلسله‌مراتب قدرت در جهان است؛ سلسله مراتبی که دستاورد بازی‌های سیاسی، منطقه‌ای یا جهانی میان قدرت‌ها از یک طرف و عناصر جغرافیایی از طرف دیگر است. چراکه عناصر جغرافیایی از ویژگی‌ها و الگوهای خاصی ترکیب‌شده و بر فرآیندهای سیاسی در سطح داخلی و خارجی تأثیر می‌گذارند (Cohen, 2009:12). باید اذعان داشت که در هیچ برهه‌ای از تاریخ، اهمیت ژئوپلیتیک به اندازهٔ جایگاه کنونی نبوده است. زیرا ظهور تحولات جدیدی همچون جهانی‌شدن، مباحث مربوط به تروریسم، محیط زیست، مهاجرت و گرم‌شدن زمین و دیگر مسائل مربوط به زمین، در این خصوص نقش به سزایی داشته‌اند (قالیباف و پورموسوی، ۱۳۸۷ :۵۴). در عصر حاضر مباحث مربوط به گرمایش جهانی نیز یکی از مهم‌ترین مسائل در ارتباط با زمین است که رقابت قدرت‌ها را بر سر رویارویی با کنترل آن به نوعی درگیر ساخته و متغیرهای مؤثر در قدرت‌ها اعم از ملی و فراملی را تحت‌الشعاع خود قرار داده است. زیرا به دلیل تأثیرات متفاوت پیامدهای ناشی از گرمایش جهانی، در محیط‌های مختلف جغرافیایی، واکنش قدرت‌ها در برابر این پدیده متفاوت خواهد بود.

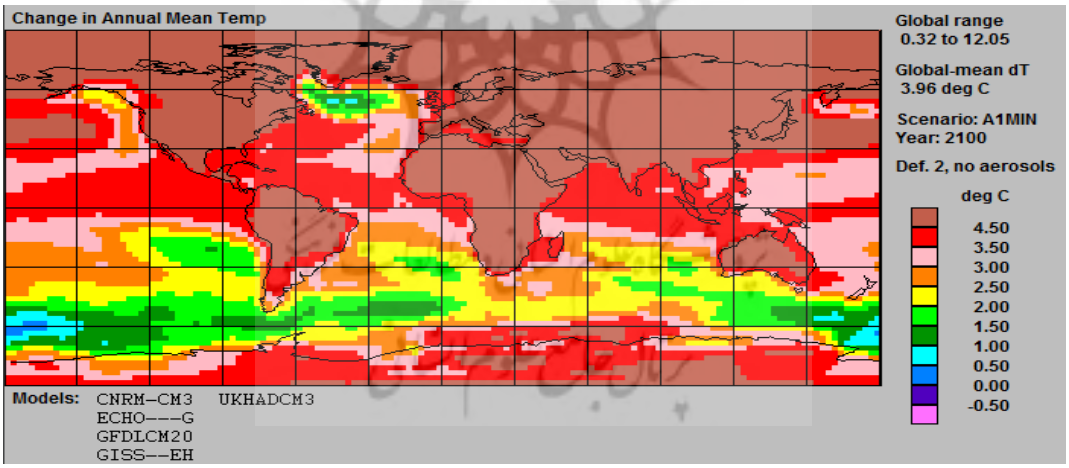
بحث اصلی

تغییرات متوسط دما و ارتفاع سطح دریا بر اساس سناریوی خانوادهٔ A (A1، A2): براساس سناریوی A1 (سناریوی A1MI) که جزء سناریوهای بدبینانه نیز محسوب می‌شود، متوسط دمای جهانی تا سال ۲۱۰۰ تا ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا خواهد کرد که کمترین میزان تغییرات برای برخی از مناطق کره زمین ۲/۱ درجه سلسیوس و میزان بیشینه آن تا ۶/۱ درجه سلسیوس متفاوت خواهد بود (شکل ۲). سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها نیز تا سال ۲۱۰۰ به‌طور متوسط ۴۵ سانتی‌متر بالا خواهد آمد که این میزان بین ۱۸ تا ۸۹ سانتی‌متر متغیر خواهد بود.



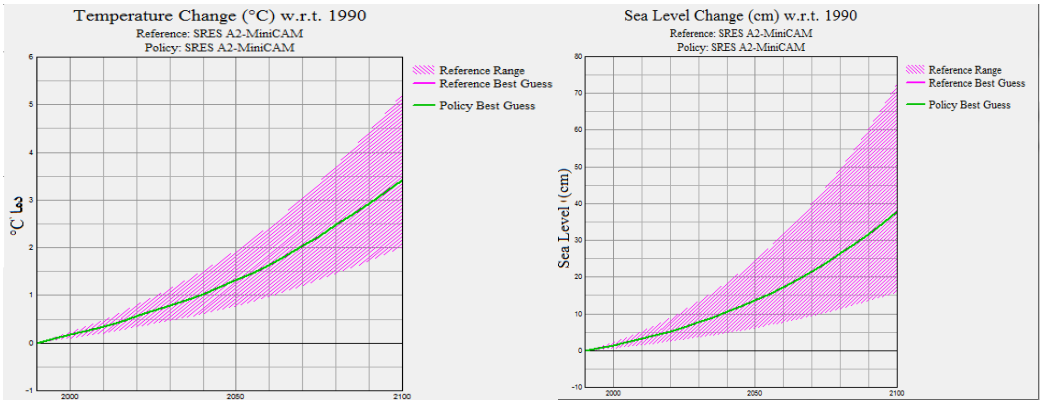
شکل ۲- تغییرات میزان دما (درجه سلسیوس) و سطح آب دریاها (سانتی‌متر) براساس سناریوی A1

خروجی مدل‌های گردش عمومی جو و سناریوی A1MI (شکل ۳) نشان می‌دهد که متوسط دمای جهانی در سال ۲۱۰۰ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد. بیشترین افزایش دما را خشکی‌ها، اقیانوس منجمد شمالی و جنوبی تجربه خواهند کرد که این افزایش تابع بیشینه تولید گازهای گلخانه‌ای در مناطق قاره‌ای این نیمکره خواهد بود و کمترین افزایش نیز مربوط به پهنه‌های آبی نیمکرهٔ جنوبی است که به طور متوسط افزایشی تا حدود ۱/۵ درجه سلسیوس را تجربه خواهند کرد. بر این اساس، از آنجا که پهنه‌های یخی قطب شمال و جنوب بیشترین افزایش دما را تجربه خواهند کرد، شرایط برای ذوب یخچال‌های قطبی فراهم می‌باشد. به‌علاوه سطح قاره‌ها نیز افزایش بالای دما را تجربه خواهند کرد که با وجود چنین شرایطی از وسعت یخچال‌های کوهستانی نیز به طور قابل‌ملاحظه‌ای کاسته و منجر به بالاآمدن سطح آب دریاها خواهد شد.



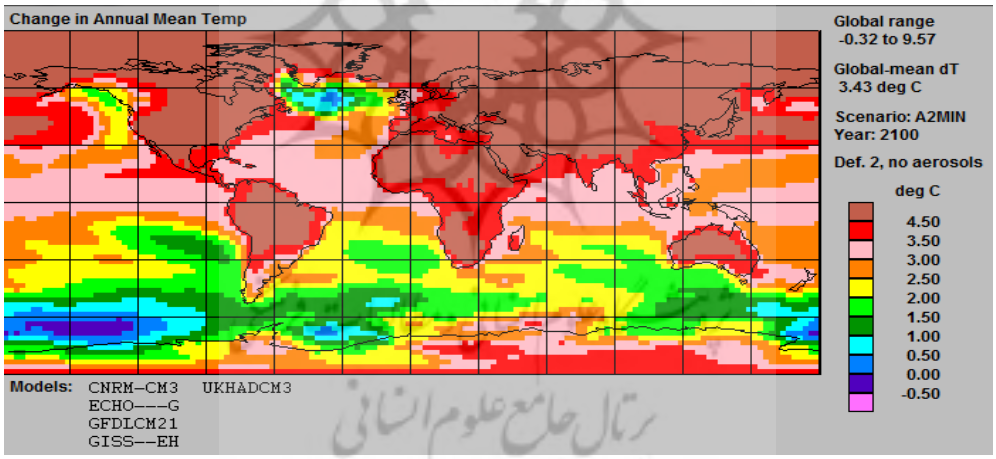
شکل ۳- تغییرات دمای کره زمین در سال ۲۱۰۰، براساس سناریوی A1F1

بر اساس سناریوی A2 (سناریوی A2MIN) که این سناریو نیز از دسته سناریوهای بدبینانه محسوب می‌شود، متوسط دمای جهانی تا سال ۲۱۰۰ تا ۳/۴ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد. این افزایش دما بین ۲ تا ۵/۱ درجه سلسیوس در سراسر دنیا متغیر خواهد بود. بر اساس این سناریو، ارتفاع سطح دریا نیز به طور متوسط تا ۳۸ سلسیوس بالا خواهد آمد که این بالاآمدن تراز دریا از ۱۵ سانتی‌متر در برخی از دریاها و اقیانوس‌ها تا ۷۱ سانتی‌متر متغیر خواهد بود.



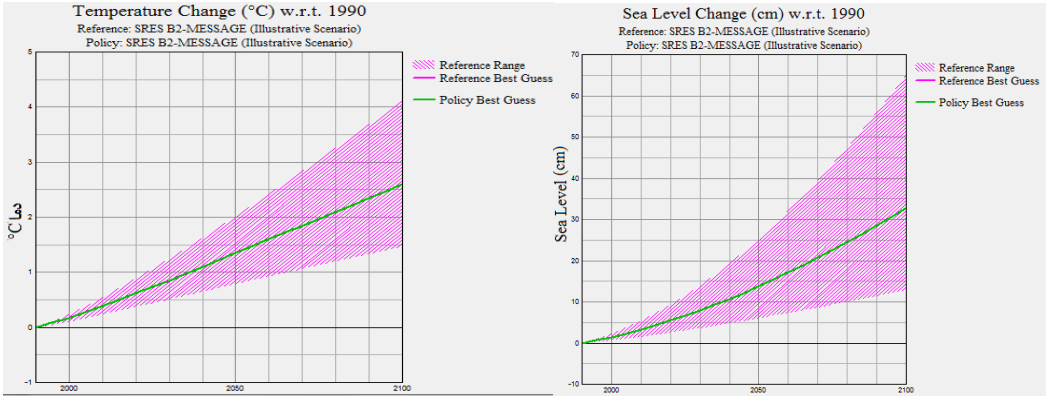
شکل ۴- تغییرات میزان دما (درجه سلسیوس) و سطح آب دریاها (سانتی‌متر)بر اساس سناریوی A2

تغییرات دما بر اساس سناریوی A2MIN و خروجی ۵ مدل گردش عمومی جو (شکل ۵) در سطح کره زمین نشان می‌دهد که در این سناریو نیز مانند سناریوی A1، بیشترین افزایش دما را نیمکرهٔ شمالی و مناطق داخلی قاره، اقیانوس منجمد شمالی تجربه خواهند کرد و کمترین افزایش نیز مربوط به پهنه‌های آبی نیمکره جنوبی است که به طور متوسط تا یک درجه سلسیوس افزایش دما خواهند داشت. بر اساس این سناریو، دمای مناطق استوایی در داخل قاره‌ها و قاره قطب جنوب حدود ۳/۵ درجه و دمای پهنه‌های آبی در نیمکرهٔ شمالی به طور متوسط حدود ۳ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد. بنابراین در این سناریو نیز از لحاظ امکان ذوب یخچال‌ها، شرایطْ مشابهِ سناریوی A2 خواهد بود.



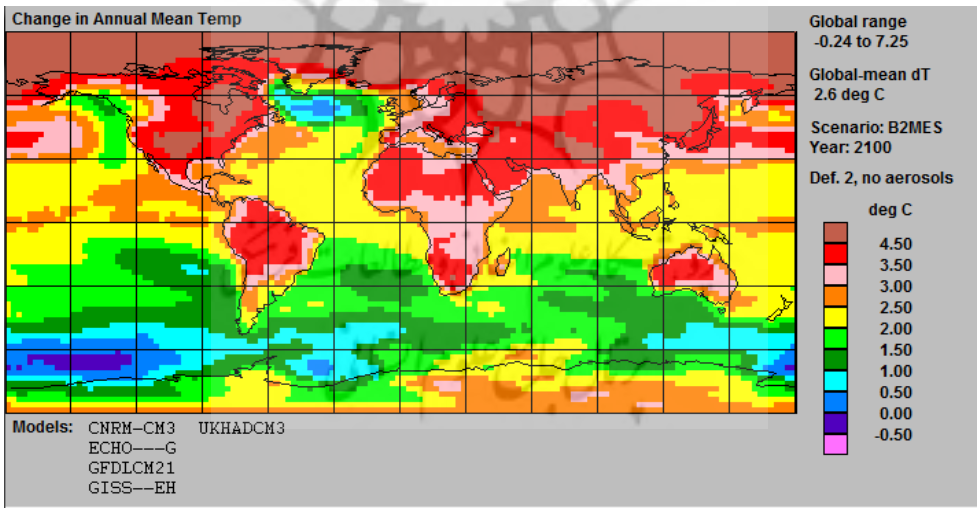
شکل ۵- تغییرات دمای کره زمین در سال ۲۱۰۰، بر اساس سناریوی A2

تغییرات متوسط دما و ارتفاع سطح دریا بر اساس سناریوی‌های خانواده B (B1، B2): بر اساس سناریوی B2 (B2-ME) که نگاهی خوش‌بینانه به روند تغییر اقلیمی در دهه‌های آینده دارد، متوسط دمای جهانی تا ۲/۵ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد و میزان سطح آب دریاها نیز تا ۳۲/۲ سانتی‌متر بالا خواهد آمد. میزان افزایش متوسط دمای جهانی بر اساس این سناریو بین ۱/۵ تا ۴ درجه سلسیوس در مناطق مختلف جهان، متغیر خواهد بود.



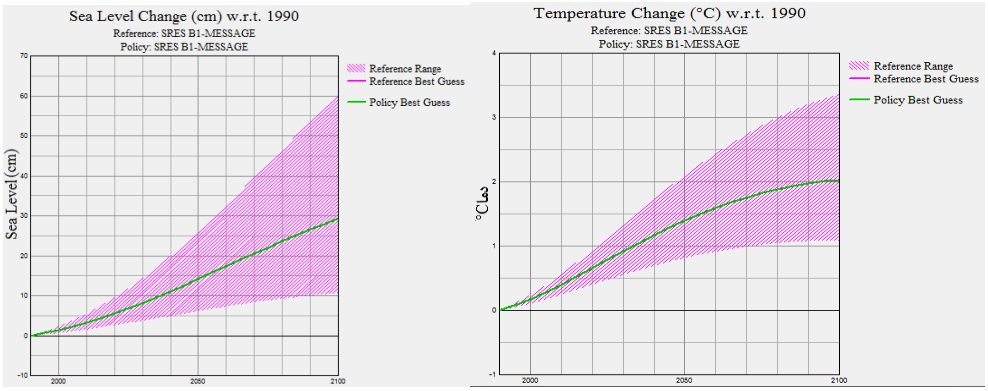
شکل ۶- تغییرات میزان دما (درجه سلسیوس) و سطح آب دریاها (سانتی‌متر) بر اساس سناریوی B2

بر اساس سناریوی B2-ME و خروجی مدل‌های گردش عمومی جو (شکل ۷)، بیشترین افزایش دما را پهنه‌های یخی شمالگان، مناطق داخلی آمریکای شمالی و قسمت‌های کوهستانی هیمالیا تجربه خواهند کرد. بنابراین بر اساس این سناریو نیز پهنه‌های یخی همچنان بیشترین افزایش دما(بیش از ۴/۵ درجه سلسیوس) را خواهند داشت. مناطق قاره‌ای نیمکره شمالی با افزایش دمایی بیش از ۳/۵ درجه و افزایش دما در مناطق استوایی به‌طور متوسط حدود ۲/۵ درجه سلسیوس خواهد بود. کمترین افزایش دما در نیمکره شمالی مربوط به شمال اقیانوس اطلس (به‌طور متوسط حدود ۱ درجه) و در نیمکره جنوبی نیز مربوط به پهنه‌های آبی و در جنوب اقیانوس آرام خواهد بود. بر اساس این سناریو، قارهٔ قطب جنوب نیز افزایش دمایی حدود ۲/۵ درجه سلسیوس را تجربه خواهند کرد.



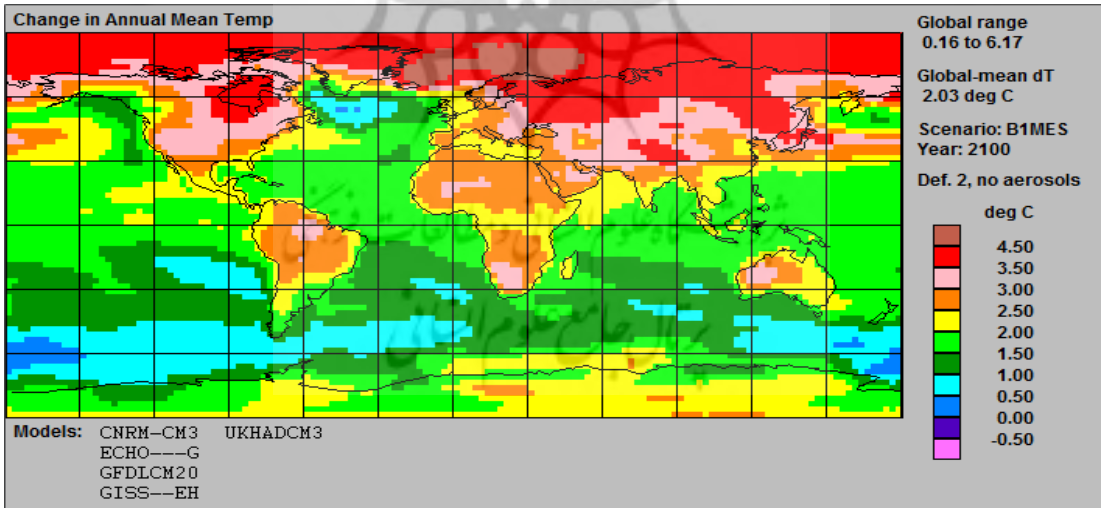
شکل ۷- تغییرات دمای کرهٔ زمین در سال ۲۱۰۰، بر اساس سناریوی B2

بر اساس سناریوی B1 (B1-ME) متوسط دمای جهانی تا ۲ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد و میزان سطح آب دریاها نیز تا ۳۰ سانتی‌متر بالا خواهد آمد. میزان افزایش متوسط دمای جهانی بر اساس این سناریو بین ۱/۱ تا ۳/۴ درجه سلسیوس در مناطق مختلف جهان، متغیر خواهد بود.



شکل ۸- تغییرات میزان دما (درجه سلسیوس) و سطح آب دریاها (سانتی‌متر) بر اساس سناریوی B1

براساس این سناریو و خروجی مدل‌های گردش عمومی جو (شکل-۹)، دمای پهنه‌های یخی شمال قاره اروپا، بیشترین افزایش دما (بیش از ۴/۵ درجه سلسیوس) را تجربه خواهند کرد. سایر قسمت‌های قطب شمال و کانادا، افزایش دما حدود ۳/۵ درجه سلسیوس خواهد بود. در این سناریو نیز پهنه‌های یخی قطب شمال همچنان بیشترین افزایش دما (به‌طور متوسط بیش از ۴ درجه سلسیوس) را خواهند داشت. مناطق قاره‌ای نیمکرهٔ شمالی با افزایش دمایی حدود ۳ درجه و افزایش دما در مناطق استوایی به‌طور متوسط حدود ۲ درجه سلسیوس خواهد بود. در مناطق اقیانوسی نیمکرهٔ شمالی افزایش دما حدود ۱/۵ درجه خواهد بود. در نیمکرهٔ جنوبی نیز بیشینهٔ افزایش دما مربوط به قارهٔ قطب جنوب است که این میزان حدود ۲ درجه خواهد بود. در پهنه‌های آبی نیمکرهٔ جنوبی نیز افزایش دما به طور متوسط حدود ۱ درجهٔ سلسیوس خواهد بود.



شکل ۹- تغییرات دمای کره زمین در سال ۲۱۰۰، بر اساس سناریوی B1

سیستم‌های ژئوپلیتیک و گرمایش جهانی:

موضوع تغییر اقلیم و گرمایش جهانی اساساً به دلیل این که در اصل به فرآیندهای طبیعت زمین و ناسازگاری آن با سیستم‌های انسانی می‌پردازد، که علاوه بر آثار فضایی کلان بر پدیده‌های هیدرولوژیک، ژئومورفیک، کشاورزی و... را مورد مطالعه قرار دهد. امروزه تبدیل به پدیده‌ای ژئوپلیتیک شده است و می‌توانند در چارچوب مطالعات ژئوپلیتیک زیست‌محیطی موردمطالعه قرار گیرد. ژئوپلیتیک زیست‌محیطی به بررسی عملکرد حکومت‌ها در

استفاده نامطلوب از منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر سیستم‌های محیطی می‌پردازد. این حوزه از آنجا که به مطالعهٔ رقابت قدرت‌ها با استفاده از امکانات زمین یا محیط طبیعی برای سلطه بر منطقه یا جهان می‌پردازد، اهمیت دارد (حافظ‌نیا، ۱۳۸۵: ۸۹). درمجموع، موضوع اساسی امنیت جهانی در قبال تغییرات محیطی، چالشی است که زیستگاه عمدهٔ جمعیت جهان را تحت تأثیر قرار داده است (Dalby, 2009).

با توجه به پیامدهای ناشی از گرم شدن زمین، کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب‌وهوا (UNFCCC)، پروتکل کیوتو (در سال ۱۹۹۷) و پیمان کپنهاگ (در دسامبر سال ۲۰۰۹) را به عنوان اقداماتی برای مبارزه با پیامدهای تغییرات آب‌وهوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای ایجاد نمود (Chung and et al., 2012:5280). طبق پیمان کیوتو، کشورهای صنعتی متعهد شدند که ظرف ده سال آینده میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را ۵ درصد کاهش دهند و همچنین به کشورهای درحال‌توسعه، کمک‌های مالی به منظور افزایش ضریب نفوذ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی، اعطا نمایند و در پیمان کپنهاگ نیز دست‌یابی به پیمانی برای کاهش سیستماتیک مقدار گازکربنیک موجود در هوا منجر شود. این نشست به‌دلیل اختلاف کشورهای صنعتی در کاهش میزان پخش و نشر گازهای گلخانه‌ای و میزان پرداخت کمک‌های مالی نتوانست به راهکارهای جدی و مؤثر دست یابد (صادقی و اسلامی، ۱۳۹۰: ۴).

با توجه به جدول ۱ که مختصری از نتایج اساسی سناریوهای انتشار مورد مطالعه را بیان می‌دارد، می‌توان گفت که اساساً هر دو سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه رأی به تغییرات و گرمشدن زمین شامل افزایش دما، افزایش بالاآمدن سطح آب دریاها، ذوب شدن یخ‌های قطب شمال و جنوب و محدود شدن وسعت یخچال‌های کوهستانی درون قاره‌ها می‌دهند. تنها تفاوت این سناریوها مربوط به درجهٔ شدت این رویدادها است که با توجه به وضع موجود ممکن است این روند کمی کنترل شود و اثرات کمتری را در برداشته باشد.

جدول ۱- خلاصه‌ای از نتایج سناریوهای موردمطالعه

انواع سناریوهای گرمایش جهانی		افزایش متوسط دمای جهانی	افزایش سطح آب دریاها	مناطق تأثیرپذیر
بدبینانه	سناریوی A1MI و A2MIN	میانگین ۴ درجه سلسیوس (از ۲,۱ تا ۶,۱ افزایش دما)	۴۵ سانتی‌متر (از ۱۸ تا ۸۹ سانتی‌متر)	اقیانوس منجمد شمالی و جنوبی و فراهم شدن ذوب یخچال‌ها و کاهش وسعت یخچال‌های کوهستانی
خوش‌بینانه	سناریوی B2-ME و B1-ME	میانگین ۲,۵ درجه سلسیوس (از ۱,۵ تا ۴ افزایش دما)	۳۰ سانتی‌متر (از ۱۱ تا ۳۴ سانتی‌متر)	پهنه‌های یخی شمالگان، مناطق داخلی آمریکای شمالی و قسمت‌های کوهستانی هیمالیا

امروزه پدیده گرمایش جهانی و افزایش اثر گلخانه‌ای به موضوعی بحث‌برانگیز در مذاکرات علمی و سیاسی در سطح جهان تبدیل شده است (Alexiadis, 2007:243) اساساً لزوم اثرات رقابت بر اثر پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم، میان قدرت‌های جهانی، کشورهایی مانند ایالات‌متحده، انگلستان، روسیه، چین و... را برای رقابت و گفتگوهای بین‌المللی و دست‌یابی به راهکارهای مؤثر درگیر ساخته است (Mowery, 2010: 1011) این شرایط تفاوت‌هایی را در روند مذاکرات و اجرای معاهدهٔ کیوتو و کپنهاگ در سیاست و روش کار میان قدرت‌ها نشان می‌دهد. برخی کشورها به‌ویژه کشورهای دارای موقعیت جزیره‌ای و آسیب‌پذیرتر در برابر افزایش سطح دریا که با این معاهده موافقت نمودند، معتقدند دست‌یابی به اهداف جلوگیری از خطرات ناشی از تأثیر فعالیت‌های بشر بر سیستم‌های اقلیمی، چندان دور از انتظار نیست و برخی نیز دیدگاههای متفاوتی را نشان می‌دهند. در این رابطه ایالات متحده آمریکا، سوئیس،

استرالیا و... از جمله کشورهایی هستند که تاکنون متعهد به قرارداد کیوتو در زمینهٔ کاهش و کنترل گازهای گلخانه‌ای نشدند (Freedman and Jaggi, 2005: 216).

گرمایش جهانی و آثار آن به دلیل شکل‌گیری سیاست‌های مکانی پیچیده، به موضوعی بحث‌برانگیز در مسائل و دیدگاههای ژئوپلیتیک تبدیل شده است (Barnett, 2007: 1361). از آنجایی که نقش مثبت و منفی عوامل قدرت، سیال بوده و بازیگران سیاسی و کشورها نیز دائماً در تکاپوی رقابت و بهبودبخشی به موقعیت خود در سیستم منطقه‌ای و جهانی می‌باشند، در تصمیم‌گیری‌ها و اتخاذ خط‌مشی‌های سیاسی، توجه دقیق به موقعیت‌های ژئوپلیتیک، تضمینی برای اجرای صحیح آن خواهد بود (عزتی،۱۳۸۰: ۷۸). اساساً جایگاه این پدیده در تحولات ژئوپلیتیک نظام جهانی، ارتباط مستقیمی با موقعیت جغرافیایی کشورها دارد و بنابراین اثرات یکسانی را در سطح جهان نخواهد داشت. در این مقاله به منظور تجزیه‌وتحلیل بهتر از موقعیت ژئوپلیتیک کشورها در برابر آسیب‌پذیری آثار گرمایش جهانی در سیستم‌های محیطی و نیز واکنش آن‌ها می‌توان کشورها را در دو بخش اصلی طبقه‌بندی نمود:

- کشورهای عرض‌های بالا و دارای موقعیت ژئوپلیتیک بری یا قاره‌ای؛
- کشورهای عرض‌های پایین و دارای موقعیت ژئوپلیتیک بحری یا ساحلی.

با توجه به این طبقه‌بندی می‌توان جایگاه کشورها را در برابر پدیدهٔ گرم‌شدن زمین مورد مطالعه قرارداد. اگرچه مطابق با پیش‌بینی توزیع مکانی دما تا پایان قرن بیست و یکم، تمامی کشورها تحت تأثیر این پدیدهٔ فراگیر با شدت کمتر و یا بیشتر قرار خواهند گرفت، با این حال شدت آسیب‌پذیری آن همان طور که از خروجی سناریوهای بدبینانه و خوش‌بینانه در این مقاله بیان شد، به طور یکسان توزیع نخواهد شد. چنین شرایطی عملکرد متفاوتی را در برابر کشورهای عرض‌های پایین یا موقعیت بحری خواهند داشت که به طور متوسط در پایان قرن ۲۱، افزایش دمایی بیش از سه درجه سلسیوس را تجربه خواهند کرد. به عبارتی دیگر، پیامدهای سیاسیِ ناشی از افزایش سطح آب دریاها به عنوان یک نمونه از رویدادهای آهسته، به‌تدریج بر حیات میلیون‌ها نفر تأثیرگذار خواهد بود و درنتیجه نقش مهمی را در تحولات سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام بین‌الملل به وجود خواهد آورد؛ زیرا تغییر و تحول در سیستم ژئوپلیتیک جهانی، باعث تشدید فعلی تنش‌ها و نقاط ضعف در نظام بین‌الملل می‌شود و مسائل متفاوتی را در گفتمان‌های بین‌المللی به وجودخواهد آورد (Depledge and Feakin, 2010: 35).

از آنجایی که خروجی مدل‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میزان افزایش دما در عرض‌های بالا و مناطق قطبی اتفاق خواهد افتاد، کارشناسان تغییر اقلیم در بریتانیا تخمین زده‌اند که ممکن است بالا آمدن آب دریا، که متوسط آن بیش از ۵۰ سانتی‌متر است، باعث جابه‌جا شدن ۲۰۰ میلیون نفر شود. این حوادث می‌تواند مناطق ساحلی و جزیره‌ای را تحت تأثیر قرار دهد. مناطق ساحلی و کم ارتفاع به آهستگی با افزایش سطح آب دریاها به سمت نواحی مرتفع‌تر کشیده خواهند شد (آرلی، ۱۳۹۰: ۱۷۵). در این حالت در اثر گرم‌شدن زمین و مخاطرات محیطی درازمدت و چالش‌های محیطی ناشی از آن، مهاجرت انسان‌ها به مناطقی صورت خواهدگرفت که به دلیل محدودیت‌های اقلیمی و گسترش یخچال‌های کوهستانی درون‌قاره‌ای در حال حاضر کمتر قابل سکونت بوده‌اند (http://www.deccgov.uk).

همچنین افزایش سطح آب دریا تبعات متفاوتی بر دسترسی آب شیرین در سراسر دنیا وارد می‌کند. برای مثال برای کشورهای با موقعیت جزیره‌ای و عرض پایین، این پدیده منجر به تراوش آب شور در آب خوان‌های ساحلی می‌شود و بسیاری از کشورها از این اثرات منفی، متضرر شده و در مقابل تنها تعداد اندکی از کشورها در عرض‌های بالا و مجاور منابع آب شیرین یخچال‌ها (روسیه، کانادا...) از این افزایش سود خواهند برد (رحیمی، ۱۳۸۳: ۳۴).

با توجه به این که روسیه برای توسعهٔ ارتباطات و حمل‌ونقل دریایی خود به یک مسیر یکپارچهٔ متصل بین اروپا و آسیا نیاز دارد با آب‌شدن یخ‌های قطبی این امکان فراهم می‌شود. علاوه بر این، بازشدن راه‌های آبی در شمال روسیه (راه‌های آبی شمالی و شمال شرقی) و شمال کانادا (مسیرهای شمال غربی) دست‌یابی به منابع طبیعی اقیانوس منجمد شمالی و بهره‌برداری از آن را امکان‌پذیر می‌کند (Nopens, 2010: 2). این موضوع برای ایالات متحده آمریکا و دانمارک که به ترتیب مالکان آلاسکا و گرینلند هستند نیز به همین منوال خواهد بود و امتیازاتی از این دست را برای آن‌ها فراهم خواهد کرد.

از دیگر پیامدهای ذوب شدن سریع یخ‌های قطب شمال که تبدیل به عامل رقابت قدرت‌ها در سطح بین‌المللی خواهد شد، باز شدن مکان‌های جدیدی برای اکتشافات منابع انرژی نفت و گاز خواهد بود(گزارش توسعه انسانی ،۱۳۹۰: ۱۵۷). به طوری که سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا تخمین زده است در منطقهٔ قطب شمال ۹۰ میلیارد بشکه نفت، ۱۶۶۹ تریلیون فوت مکعب گاز طبیعی و۴۴ میلیارد بشکه مایعات گازیِ استخراج‌نشده در ۲۵ منطقه وجود دارد. بیش از ۷۰ درصد از منابع نفتِ استخراج‌نشده در ۵ منطقهٔ آلاسکا، قطب شمال، شرق گرینلند، ریفت رودخانه‌ای گرینلند، غرب گرینلند، شرق کانادا، شرق رودخانه بارنتز وجود دارد و بیش از ۷۰ درصد از منابع گازی استخراج‌نشده در ۳ ناحیهٔ غرب حوضهٔ رودخانه سیبری، شرق رودخانهٔ بارنتز و آلاسکا وجود دارد (Nopens, 2010: 22).

پیامدهای گرمایش زمین به نوعی می‌تواند با افزایش یا کاهش قلمرو اقلیمی و جغرافیایی کشورها در ارتباط قرار گیرد؛ به طوری که برای کشورهای اطراف خط استوا (که تا حد زیادی درحال‌توسعه هستند) نامساعد و برای کشورهای در مناطق شمالی و جنوبی مساعد و مطلوب خواهد بود. ممکن است برخی از این کشورها، این پدیده را به عنوان فرصت اقتصادی ببینند. برای روسیه و کانادا، تغییر اقلیم بیش از میلیون‌ها مایل مربع را برای توسعه و بهره‌برداری از منابع محیطی، بسط می‌دهد. با گرم‌شدن زمین، جمعیت کانادا می‌تواند افزایش معناداری را نشان دهد. چون در حال حاضر جمعیت فعال کانادا تا حد زیادی در سراسر مرز ایالات متحده متراکم شده‌اند. همچنین گرمایش در سیبری وسعت بسیار عظیمی از زمین را برای توسعه بسط داده و هزینه‌های استخراج منابع طبیعی را کاهش می‌دهد (آرلی،۱۳۹۰: ۱۸۸-۱۸۹). در اثر پیامدهای ناشی از گرمایش زمین، روسیه ممکن است شاهد حضور مهاجران اقتصادی قابل‌توجهی باشد و فرصت‌های اقتصادی ناشی از گرمایش زمین نیز موجب جابه‌جایی جمعیت روسیه از اروپا به سیبری خواهد شد. از سوی دیگر وجود منابع طبیعی بکر نیز باعث ترغیب به مهاجرت خواهد شد و درنتیجه توانایی روسیه در افزایش قدرت، یک مسئلهٔ ژئوپلیتیک خواهد بود که در کانون توجه نظام جهانی قرار خواهد گرفت(همان: ۱۷۲). بنابراین اراضی سیبری و جزایر شمالی کانادا می‌توانند شرایط مناسبی را برای جذب جمعیت پیدا کنند. با بازشدن گذرگاههای شمال شرقی و شمال غربی در نواحی شمالی کرهٔ زمین ساختار فضایی جغرافیایی سیاسی جهان تغییر خواهد کرد. در دریای شمال مسیر آبی کوتاه خواهد شد و با استفاده از گذرگاه شمال شرقی بین اروپا و ژاپن حدود ۴۵۰۰ مایل دریایی مسیر با استفاده از کانل سوئز کوتاه می‌شود. فاصله بین اروپا و سواحل غربی ایالات متحده آمریکا ۲۰۰۰ مایل دریایی کاهش می‌یابد (Nopens, 2010: 2). بنابراین می‌توان گفت کشورهای واقع در عرض‌های جغرافیایی بالا مانند روسیه و کانادا بالطبع روش‌ها و دیدگاههایی مانند کشورهای جزیره‌ای از جمله بریتانیا را نخواهند داشت. چنان که بر اثر پیامدهای گرمایش جهانی، نظیر آب‌شدن یخچال‌ها به عنوان منابع آب شیرین، برای روسیه منافع بالقوه‌ای را در برخواهد داشت و نیز افزایش قدرت بازرگانی از طریق مساعدترشدن شرایط بنادرشمالی و... خواهد بود. به همین منظور روسیه به‌طور نمادین در سال ۲۰۰۷ پرچم کشورش را در کف آب‌های اقیانوس منجمد شمالی قرار داده تا بتواند استیلای خود را بر مناطق قطب شمال با شعار قطب

مال ماست و به حضور ما نیاز دارد حاکم کند(همان: ۳). به عنوان مثال هم‌زمان با نرم‌شدن یخ‌های قطب شمال در اثر گرمایش جهانی، روسیه امیدوار است که با استفاده از بزرگ‌ترین کشتی یخ‌شکن هسته‌ای دنیا که در حال ساخت آ است، خطوط دریایی جدیدی را در این منطقه ایجاد کند. این بدان معنی است که این یخ‌شکن قادر است راه خود را از میان یخ به سوی آب‌های آزاد شمال آسیا باز کند و همچنین در رودخانه‌های کم‌عمق‌تر سراسر سیبری که در عمق روسیه پیش می‌رود حرکت کند. این یخ‌شکن هسته‌ای عظیم که به مدت هفت سال احتیاج به سوخت‌گیری ندارد، مطمئناً گام بلندی را در دسترسی دولت روسیه به ذخایر انرژی قطب شمال فراهم خواهدکرد (www.khabaronline.ir/detail/242906/science/technology). لزوماً دسترسی مناسب‌تر و شرایط مساعدتر این کشور در دست‌یابی به اهداف فوق، ارتباط مستقیمی با فرآیند گرم‌شدن زمین و ذوب شدن یخ‌های قطبی دارد. بدیهی است این کشور در مقایسه با کشورهای واقع در سواحل و نواحی استوایی، تمایل چندانی برای جلوگیری از این پدیده نخواهد داشت. از این رو می‌توان گفت بسیاری از تحولات این چنینی در نظام جهانی و چالش‌های ژئوپلیتیکِ پیشِ رو در برابر پدیدهٔ گرم‌شدن زمین ریشه در وقایع و جریانات محلی یا اقدامات خودسرانهٔ هر کشوردارد که نظام بین‌الملل را با یکی از چالش‌های ژئوپلیتیک رو ساخته است.

با توجه به مباحثی که مطرح شد، گرم‌شدن زمین تغییرات بنیادین در سیستم ژئوپلیتیک نظام بین‌المللایجاد خواهد کرد؛ تا آنجا که می‌توان گفت تغییرات اقلیم موضوعی است که باعث بازسازی مباحث ژئوپلیتیک سنتی (آلفرد ماهان و سرهالفورد مکیندر) که در حدود یک قرن پیش شدت داشت؛ زیرا این پدیده رقابت و روابط نسبی قدرت بین کشورها را توجیه خواهد کرد و در نتیجه، ایجاد توازن نسبی مجدد قدرت در سیستم ژئوپلیتیک جهانی در اثر افزایش منابع موهبتی در برخی از مناطق جهان که در ژئوپلیتیک سنتی از قدرت بحری، بری و... برخوردار بودند و کاهش آن‌ها در سایر مناطق رخ خواهد داد (آرلی، ۱۳۹۰ :۱۹۰-۱۹۱). اساساً به شکل طبیعی، قرار گرفتن یک کشور در یک موقعیت مساعد جغرافیایی و ارائهٔ راهبردهای کارآمد در صحنهٔ نظام بین‌الملل، امنیت بیشتری را در آینده در سطوح مختلف به وجود خواهد آورد (عزتی، ۱۳۸۰: ۷۶) و در این راستا پدیده‌های مختلف جهانی از جمله گرم شدن زمین، با این که یک مشکل جهانی و فراگیر در سطح جهان قلمداد می‌شود، برخی از کشورها و مناطق را در موقعیت مساعدتری نسبت به گذشته قرار خواهد داد. این مسئله با منطق اولیهٔ ژئوپلیتیک هماهنگ است. زیرا سیستم ژئوپلیتیک نظام بین‌الملل، ماهیتی پویا داشته و از نوعی موازنه متحرک تبعیت می‌کند. تغییرات کند سیستم نیز ناشی از تغییرات عوامل قدرت آفرین منجر به توسعه و تکامل تدریجی نظام ژئوپلیتیک جهانی توجیه شدنی است (حافظ نیا، ۱۳۸۵: ۱۴۴).

به‌طورکلی می‌توان گفت اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و روش‌های دست‌یابی به این اهداف برای هرکشوری متفاوت است. تا آنجا که در مواجهه با تغییر الگوی مهاجرت، جامعهٔ بین‌المللی به سادگی قادر نخواهد بود آمادگی سازمان‌یافته برای مقابله با پیامدهای تغییرات محیط را داشته باشد. از سوی دیگر مجموعه‌ای از دیدگاههای مختلف کشورها با موقعیت‌ها و منافع ملی گاه متضاد، مانع بزرگی برای رسیدن به یک موافقت‌نامهٔ الزام‌آورجهانی به منظور محدودکردن انتشار و تولید گازهای گلخانه‌ای و مقابله با تغییرات آب و هوایی خطرناک، وجود دارد (http://www.decc.gov.uk). در این فرآیند، اختلافات زیادی میان کشورها وجود خواهد داشت؛ یکی از این منازعات در نظام نوین جهانی آهنگ رشد سریع اقتصادی و صنعتی در جهان دوم و سوم همانند جمهوری خلق چین و هندوستان که حاضر نیستند در زمینهٔ کاهش تولید دی‌اکسید کربن خود با کشورهای پیشرفته صنعتی به‌ویژه در باخترزمین، در یک ردیف قرار گیرند و مسئولیت‌هایی برابر مسئولیت‌های آنان را بر عهده گیرند. این دسته از کشورها معتقدند آنچه بر

سر محیط زیست و لایهٔ ازون آمده است نتیجهٔ گسترش صنعتی بی‌امان باختر زمین در دو قرن نوزدهم و بیستم است و آن کشورها باید مسئولیت اصلی در برابر شرایط کنونی را بر عهده گیرند نه کشورهای صنعتی‌شوندهٔ امروز و فردا (مجتهدزاده، ۱۳۹۱: ۲۹۷).

در برابر این پدیده، راه‌کارهای مختلف به‌ویژه از سوی کشورهایی که به نسبت بیشتر متضرر می‌شوند، ارائه‌شده است. در این راستا، بسیاری از اندیشمندان نگران مسائل ژئوپلیتیک زیست‌محیطی هستند؛ اینان معتقدند که تخریب ازن، تغییرات آب‌وهوایی و فرسایش محیطی، به آشفتگی مسائل سیاسی در سطح جهان منجر می‌شود؛ زیرا ریشهٔ اغلب آن‌ها فرامرزی بوده و بنابراین کنترل آن‌ها نیز خارج از اراده سیاسی یک کشوراست. بنابراین، بهتر است کشورها در ترسیم سیاست زیست‌محیطی خود، برای حل و فصل مناقشه های ژئوپلیتیک پیشرو، چه در سطح ملی، منطقه‌ای و سطح جهانی، به توافق‌های بین‌المللی توجه ویژه‌ای داشته باشند. اساساً دیدگاههای متفاوت و درنتیجه رقابت بین کشورها در برابر گرمایش جهانی، می‌تواند ناشی از به خطرافتادن منافع ملی هریک از کشورها تلقی شود. از این رو می‌توان گفت تغییرات اقلیمی و آثار آن در جهان که با توجه به توزیع مکانی دما، شرایط متفاوتی را برای مناطق مختلف به وجود خواهد آورد و یک سری گزینه‌های سیاسی و ژئوپلیتیک را برای کشورها ایجاد خواهد کرد. کشورها گاهی در یک روش چندجانبه و گاهی براساس منافع ملی خودشان واکنش نشان خواهند داد و همچنین غیرقابل‌اجتناب‌بودن برخی مراتب تغییرات اقلیمی به سازگاری در دنیای ژئوپلیتیک نیاز خواهد داشت (آرلی،۱۳۹۰: ۱۸۱). یکی از راه‌کارهای مؤثر در ایجاد توافقات نیازمند آن است که کشورهای شرکت‌کننده، طرح‌های ملی خود را تنظیم و منتشر کنند. بدین معنا که اهداف و چگونگی دست‌یابی به آن‌ها را بیان کنند. به عنوان مثال بر اساس این معاهده، انگلستان با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خود تا ۱/۵ درصد کمتر از سطح انتشار سال ۱۹۹۰ در دوره زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ موافقت کرده است. همچنین مدیریت محلی کنترل روند تغییرات دما از سوی هر کشور، یکی دیگر از راهکارهای ایجاد توازن در سیستم‌های ژئوپلیتیک جهانی و پایداری محیط خواهد بود. در این میان کشورهای پیشرفته می‌بایست با ارائهٔ سیاست‌ها و اقدامات موجه از نظر اقتصادی در رابطه با گرم‌شدن زمین، منافع جهانی را با حداقل هزینهٔ ممکن تضمین نماید. به‌علاوه اقدامات لازم برای دسترسی سایر کشورها به دانش فنی و فن‌آوری سازگار با محیط زیست ضروری است. همچنین تمامی کشورها با در نظرگرفتن مسئولیت‌های مشترک و نیز اولویت‌های خاص ملی و منطقه‌ای متناسب با درجهٔ آسیب‌پذیری‌های زیست‌محیطی و اقتصادی باید میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را مکتوب، منتشر و به‌صورت دوره‌ای بازنگری کنند و آن را در دسترس اعضای کنوانسیون قرار دهند. بنابراین ضروری است کشورها با برگزاری کنفرانس‌های بین المللی دوره‌ای و تدوین پیمان‌نامه‌ای با ضمانت اجرایی، برنامه‌های ملی و منطقه‌ای خود را برای تعدیل تغییرات اقلیمی تنظیم کنند. با این حال دیدگاهها و روش برخی کشورها جهت دست‌یابی به تثبیت گازهای گلخانه‌ای نسبت به سایر کشورها احتمالاً دست نیافتنی‌تر است (هاردی، ۱۳۸۷: ۲۹۸). در کل می‌توان گفت ایجاد توزان در سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام جهانی تنها با همکاری‌های بین‌المللی و تلاش‌های مشترک کشورهای پیشرفته و ضعیف، قابل‌حل است که نیازمند دیپلماسی فعال هر کشور خواهد بود. هرچند موانع و چالش‌های ژئوپلیتیک بی‌شماری در این فرایند وجود دارد؛ موضوعی که در سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام نوین جهانی با گذر زمان تشدید خواهد یافت.

نتیجه‌گیری

در این مقاله آثار فضایی گرمایش جهانی در تحولات سیستم ژئوپلیتیک نظام جهانی مورد مطالعه قرار گرفت. با استناد به نتایج حاصل از شبیه‌سازی تغییرات دمایی و سناریوهای انتشار خوش‌بینانه و بدبینانه- که هر دو سناریو روند مثبت تغییرات دما با

شدت کمتر و بیشتر تأیید می‌کنند- تا سال ۲۱۰۰ مناطق مختلف جهان تحت تأثیر افزایش دما و بالاآمدن سطح آب دریاها با مقادیر متفاوتی قرار خواهند گرفت. درمجموع، بر اثر گرم شدن زمین، سیستم‌های طبیعی (زیستی- اکولوژیکی منابع آب‌وخاک و...) و سیستم‌های انسانی(اقتصادی، مهاجرت ...)، تحت تأثیر قرار خواهند گرفت که به طور طبیعی منافع هر کشور تحت تأثیر شرایط متفاوت حاصل از آن متأثر خواهد شد. آنچه از یافته‌های این پژوهش برداشت می‌شود، توزیع نابرابر این پیامدها یعنی بالا آمدن سطح آب دریاها، ذوب شدن یخ‌ها و... میان کشورهای مختلف جهان است و این امر ناشی از موقعیت‌های ژئوپلیتیک مختلف این کشورها مانند برّی، بحری، ساحلی و موقعیت عرض‌های جغرافیایی آن‌ها است و پیامدهای آن می‌تواند ساخت‌های فضایی ژئوپلیتیک جهان را تحت‌الشعاع قرار دهد؛ مواردی از قبیل دسترسی راه‌ها و بازشدن گذرگاههای نواحی شمالی زمین، تغییرات محیطی در ساختار جمعیت جهان و مهاجرت‌های اقتصادی، کیفیت دسترسی به آب‌های شیرین، استخراج منابع طبیعی و انرژی و..؛ این شرایط جهت‌گیری و سیاست خارجی متفاوت و گاه متضادی را برای قدرت‌ها بسته به منافع ملی و روند توسعه هر کشور به وجود می‌آورد. بدین ترتیب واکنش قدرت‌ها به دلیل فضای رقابتی کسب قدرت بیشتر و یا جلوگیری از آسیب‌های جدی از پیامدهای گرمایش جهانی است. به عبارت دیگر به دلیل منافع ملی متفاوت، سیستم‌های ژئوپلیتیک جهانی تحت تأثیر تغییرات محسوسی تا چند دهۀ آینده قرار خواهند گرفت. در این میان گروهی از کشورها به‌ویژه در عرض‌های جغرافیایی بالا(روسیه، کانادا و...) و یا با موقعیت ژئوپلیتیک برّی به این دلیل که در وهلۀ اول کمتر از سایر کشورها، تحت تأثیر آسیب‌های محیطی ناشی از افزایش دمای زمین قرار می‌گیرند و در وهلۀ دوم تحت تأثیر این پدیده، دست‌یابی به منابع آب شیرینِ بیشتر، انرژی و سایر منافع، شرایط مساعدی را برای مهاجرپذیری از سوی کشورهای عرض‌های پایین‌تر و آسیب‌پذیرتر به وجود خواهد آورد و به طور کلی وزن ژئوپلیتیک خود را در دستیابی به قدرت ارتقا خواهند داد. از این‌رو این گونه کشورها و قدرت‌ها واکنش‌های متفاوتی را در برابر توافقات جهانی با توجه به منافع ملی خود بروز خواهند داد. از سوی دیگر کشورهای عرض‌های مناطق استوایی و سواحل اقیانوس آرام، دریای کارائیب و... که عمدتاً درحال‌توسعه هستند و یا از موقعیت جزیره‌ای و بحری برخوردارند و همچنین قدرت‌هایی که از پیامدهای ناشی از گرم شدن زمین متضرر خواهند شد، رویکردهای متضادی را در قبال این توافقات خواهند داشت؛ بنابراین سیاست خارجی جدیدی مبتنی بر کاهش میانگین دمای جهانی را در دستور کار خود قرار خواهند داد. درمجموع می‌توان گفت که گرمایش جهانی پدیده‌ای تأثیرگذار و فراگیر در ژئوپلیتیک و فضای رقابتی قدرت‌ها در سطح جهان ایجاد خواهد کرد و از یک جایگاه محوری در میان عوامل مؤثر در تحولات ژئوپلیتیک نظام جهانی برخوردار خواهد شد. در این زمینه دست‌یابی به توازن در سیستم ژئوپلیتیک جهانی لزوماً با همکاری‌های بین‌المللی و مشارکت همه‌جانبۀ تمامی کشورها اعم از کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه به‌ویژه با به‌کارگیری مدیریت محلی از سوی هر کشور و تعیین بهترین استراتژی‌های مقابله با گرمایش زمین، همچنین توجه به اصل توسعۀ پایدار در بهره‌برداری از محیط، ارتقای وضعیت محیط زیست و رسیدن به استانداردهای ملی و بین‌المللی محیط زیست، ایجاد حلقۀ سامانه‌ای بین تمامی نهادها و سازمان‌ها در حفاظت از طبیعت لازمۀ پیشگیری از مخاطرات و چالش‌های همه‌جانبۀ پیشِ رو است. هرچند که با چالش‌های متعددی از سوی هر قدرت به دلایل مختلف مانع از تحقق یک سیستم پایدار در نظام نوین جهانی خواهد شد.

منابع

۱. آرلی، جیمز. ۱۳۹۰. ژئوپلیتیک تغییرات جوّی، ترجمه محمدحسن نامی، تهران: زیتون سبز، انتشارات سهره.

۲. اطاعت، جواد. ۱۳۸۵. ژئوپلیتیک و سیاست خارجی ایران، تهران: انتشارات انتخاب.

۳. ببران، صدیقه. ۱۳۸۶. تغییر اقلیم، بزرگ‌ترین چالش قرن

بیست و یکم، تهران: انتشارات پژوهشکده تحقیقات استراتژیک، گروه پژوهشی مطالعات بین‌الملل.
۴. حافظ نیا، محمدرضا. ۱۳۸۵. اصول و مفاهیم ژئوپلیتیک، مشهد: انتشارات پاپلی.
۵. رحیمی، نسترن. ۱۳۸۳. تغییر آب‌وهوا و اثرات زیست‌محیطی آن، تهران: انتشارات اخوان.
۶. روشن، غلامرضا. ۱۳۹۰). شبیه‌سازی اثر گرمایش جهانی بر نیاز آبی گندم در ایران، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، به راهنمایی فرامرز خوش‌اخلاق، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
۷. روشن، غلامرضا. محمدسعید نجفی. ۱۳۹۰. بررسی پتانسیل اثرات تغییر اقلیم بر خشک‌سالی‌های آینده کشور با استفاده از خروجی مدل‌های گردش عمومی جوّ. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ش ۶. صفحات ۱۰۶-۸۷.
۸. شائمی برزکی، اکبر. ۱۳۸۳. ارزیابی اثر گرمایش جهانی بر مناطق بیوکلیمایی ایران، رساله دکتری در رشته جغرافیای طبیعی، گرایش اقلیم‌شناسی، راهنمایی دکتر قاسم عزیزی. دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.
۹. شائمی برزکی، اکبر. ۱۳۸۷. ارزیابی حساسیت مناطق بیوکلیمایی ایران به گرمایش جهانی با استفاده از مدل هولدریج، مدرس علوم انسانی، دوره ۱۲، شماره ۲، تابستان۱۳۸۷، صفحات ۱۱۷-۹۸.
۱۰. شائمی برزکی، اکبر. مجید حبیبی‌نوخندان. ۱۳۸۸. گرمایش جهانی (پیامدهای زیستی- اکولوژیکی)، مشهد: انتشارات ترجمان خرد.
۱۱. صادقی، حسین. مجید اسلامی‌اندارگلی. ۱۳۹۰. رشد اقتصادی و آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو پیمان کیوتو ، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره ۳۰، صفحات ۳۲-۱.
۱۲. عباسی ، فاطمه. ایمان بابائیان،. مجید حبیبی نوخندان. لیلا مختاری گلی. شراره ملبوسی. شمس‌اله عسکری. ۱۳۸۹. ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش ایران در دهه‌های آینده با کمک مدل MAGICC-SCENGE، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۰۹-۹۱.
۱۳. عزتی، عزت‌اله. ۱۳۸۰. ژئوپلیتیک، تهران: انتشارات سمت، چاپ پنجم.
۱۴. عزیزی، قاسم. ۱۳۸۳. تغییر اقلیم، تهران: انتشارات قومس.
۱۵. علیجانی، بهلول. ۱۳۹۰. تحلیل فضایی دماها و بارش‌های بحرانی روزانه در ایران، شماره ۱۱، بهار ۱۳۹۰، صفحات ۲۹-۱
۱۶. قالیباف، محمدباقر. سیدموسی پورموسوی. ۱۳۸۷. ژئوپلیتیک نوین خاورمیانه و سیاست خارجی ایران، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۶۶، زمستان ۱۳۸۷. صفحات ۶۹-۵۳.
۱۷. قنبرزاده، هادی. ابوالفضل بهنیافر. ۱۳۸۶. مبانی تغییرات محیطی، مشهد: انتشارات سخن‌گستر با همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.
۱۸. کاویانی راد، مراد. ۱۳۹۱. امنیت زیست‌محیطی از منظر ژئوپلیتیک، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۲۳، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۱۰۶-۸۵.
۱۹. گزارش توسعه انسانی. ۱۳۹۰. مبارزه با تغییرات آب و هوایی، ترجمه محمدحسن فطرس و جواد براتی، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
۲۰. مجتهدزاده، پیروز. ۱۳۸۱. جغرافیای سیاسی و سیاست جغرافیایی، تهران: انتشارات سمت.
۲۱. مجتهدزاده، پیروز. ۱۳۹۱. فلسفه و کارکرد ژئوپلیتیک، تهران: انتشارات سمت.
۲۲. محمدی حسین. مقبل معصومه. رنجبر فیروز. ۱۳۸۹. مطالعه تغییرات بارش و دمای ایران با استفاده از مدل MAGICC SCENGEN، جغرافیا، شماره ۲۵، صصفحات ۱۴۲-۱۲۵.
۲۳. محمدی، حسین. ۱۳۸۴. مفاهیم و اصطلاحات آب و هواشناسی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۲۴. مساح بوانی، علیرضا. سعید مرید. محسن محمدزاده. ۱۳۸۵. مقایسه روش‌های کوچک‌مقیاس کردن و مدل‌های AOGCM در بررسی تأثیر تغییر اقلیم در مقیاس منطقه‌ای، فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۶، ش ۴، صصفحات ۱۱۰-۹۹.
۲۵. مقبل، معصومه. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر گرمایش جهانی بر نوسانات سطح آب دریای خزر (مطالعه موردی: غرب دریای خزر)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی حسین محمدی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
۲۶. هاردی، جان تی. ۱۳۸۷. تغییر اقلیم (علل، اثرات و راه‌حل‌ها)، ترجمه لیلی خزانه‌داری، منصوره کوهی، شهزاد قندهاری، مهدی آسیائی، مشهد: انتشارات پاپلی.
27. Alexiadis, A. 2007. Global Warming and Human Activity: A Model for Studying The Potential Instability of The Carbon Dioxide/Temperature Feedback Mechanism,

28. Barnett, J. 2007. The Geopolitics of Climate Change, Geography Compass, 6: 1361-1375.
29. Chung Lau, L., Teong, K., and Mohamed, A.R. 2012. Global Warming Mitigation and Renewable Energy Policy Development From the Kyoto Protocol to the Copenhagen AccordA comment, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 5280-5284.
30. Cohen, S.B. 2009. Geopolitics, Rowman and Littlefield Publishers.
31. Dalby, S. 2009. Security and environmental change. Cambridge: Polity Pub.
32. Depledge, D. Feakin, T. 2010, International Dimensions of Climate Change, Report 2: The Implications of Climate Change for Global Governance and International Institutions.
33. Douglas B.C., Kearney M.S. and Leathermant S.P. 2001. Sea Level Rise, History and Consequences, New yorcAcademic press.
34. Drexhage, J. Murphy, D. Brown, O. Cosbey, A. Dickey, P. Parry, J,E. Van ham, J. Tarasofsky, R. and Darkin, B. 2007. Climate Change and Foreign Policy,Canad: International Institue For Sustainable Development Pub.
35. Freedman, M. and Jaggi, B. 2005. Global Warming, Commitment to the Kyoto Protocol and Accounting Disclosures by the largest Global Public Firms From Polluting Industries, The Journal of Accounting, 40: 215– 232.
36. Goudie, A.S. 2006. Global Warming and Fluvial Geomorphology, Geomorphology, 79: 384–394.
37. Hansen, J. 2006. Global Warming: Is There Still Time to Avoid Disastr-ous Human-Made Climate Change, National Academy of Sciences, Washin-gton, DC.
38. Harvey, L.D.D., Gregory, J., Hoffert, M., Jain, A., Lal, M., Leemans, R., Raper, S.B.C., Wigley, T.M.L. Wolde, J. 1997. An Introduction to Simple Climate Models Used in the IPCC, Second Assessment Report: IPCC Technical Paper 2(eds J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, D.J. Griggs and M. Noguer), Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, pp. 40-50.
39. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg A. and Maskell K., eds. 1996. Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Cambridge University Press, New York, pp:554-572.
40. Http://www.Decc.Gov.Uk/ Chris Huhne: The Geopolitics of Climate Change.
41. Http://www.khabaronline.ir/detail/242906/science/technology
42. IPCC, 2007. Climate change. The physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge Jones CA.
43. Kiniry J. 1986. CERES-Maize:a Simulation Model of Maize Growth and Development. Texas A&M University Press, College Station.
44. Liu, X. Vedlitz, A. and Alston, L. 2010. Regional News Portrayals of Global Warming and Climate Change, environmental science & pol icy, 11: 379–393
45. Mowery, D.C., Nelson, R.R. and Martin, B.R. 2010. Technology Policy and Global Warming: Why New Policy Models Areneeded (or Why Putting New Wine in Old Bottles Won't Work), Research Policy 39: 1011–1023.
46. Mowery, D.C. Nelson, R.R. and Martin, B,R. 2010. Technology Policy and Global Warming: Why New Policy Models Areneeded (or Why Putting New Wine in Old Bottles Won't Work), Research Policy 39: 1011–1023.
47. Murota, Y. and Ito, K. 1996. Global warming and developing countries, Energy Policy, 24(12): 1061 1077.
48. Nopens, P. 2010. The Impact of Global Warming on the Geopolitics of the Arctic. A Historical Opportunity for Russia, March 2010, Egmont Royal Institute for International Relations, pp. 1-9.
49. Qader Mirza, M.M. 2002. Global Warming and Changes in the Probability Ofoccurrence of Floods in Bangladesh and Implications, Global Environmental Change 12: 127–138.
50. Roshan Gh.R., Khoshakh lagh, F., Azizi, Gh., and Mohammadi, H. 2011. Simulation of Temperature Changes in Iran under the Atmosphere Carbon Dioxide Duplication Condition, Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng, 8 (2): 139-115
51. Wigley, T.M.L. 2008. MAGICC/SCENGEN User Manual (Downloaded FromHttp:// wwwcgd.ucar.edu/cas / wigley/magicc/).
52. Wigley, T.M.L., 1994. The Contribution from Emissions of Different Gases to theEnhanced Greenhouse Effect, (In) Climate Change and the Agenda for Research (ed.T. Hanisch), Westview Press, Boulder, CO, 193-222.
53. Wigley, T.M.L., Raper, S.C.B., Hulme, M. and Smith, S. 2000. The MAGICC/SCENGENClimate Scenario Ecological Modelling No, .203: 243–256.

Generator: Version 2.4, Technical Manual, Climatic Research Unit, UEA, Norwich, UK, pp. 2-48.

54. Wigley, T.M.L. 1993. Balancing the Carbon Budget, Implications for projections of future carbon dioxide concentration changes. Tellus 45B, 409-425.
55. Witherick,M. Ross, S, Small, J. 2001. A Modern Dictionary of Geography, Oxford University Press Inc., NewYork.
56. Wolf, J., Adger, W., Lorenzoni, I., Abrahamson, V., and Raine, R. 2010. Social Capital, Individual Responses to Heat Waves and Climate Change Adaptation: An Empirical Study of Two UK Cities, Global Environmental Change, 20: 44–52.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی