

تحلیل اثرات گرمایش جهانی بر سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام بین‌الملل

بهلول علیجانی^{۱*}، ندا مجیدی‌راد^۲، محمدسعید نجفی^۳، احمدخدائی^۴، سعید رحیمی‌هرآبادی^۵

^۱استاد اقلیم‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، ^۲دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه خوارزمی
^۳دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه تبریز، ^۴دانشجوی کارشناسی‌ارشد روابط بین‌الملل، دانشگاه آزاداسلامی
واحد کرج، ^۵دانشجوی دکتری 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 قرار داده 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 تجزیه و تحلیل 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 مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که تفاوت این سناریوها تا سال ۲۱۰۰ در شدت بیشتر و یا کمتر در تغییرات دمای جهان و یا بالآمدن سطح آب دریاهاست. به طوری که هر دو سناریو روند افزایشی را مورد تأیید قرار دادند. در عین حال برخی مناطق، از درجه آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار خواهند بود و در مجموع، 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 ارائه 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 کره زمین به وجود آید (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۲) که به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه و فزاینده

انسان از منابع طبیعی، منابع محیطی از روال عادی و تعادل خود خارج شده 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، همه ملت‌ها را تهدید می‌کند، بحران‌های محیطی و به تبع آن تغییرات غیرمنتظره 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

2. IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

*نویسنده مسئول: alijani@tmu.ac.ir

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 دهه 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 انسانی پیش‌رو در قرن بیست و یکم قلمداد می‌کنند (هاردی، ۱۳۸۷: ۱۱) و پیامدهای سیاسی-اجتماعی آن، سبب‌ساز کشمکش بر سر منابع محیطی شده و آن را کانون مطالعات امنیتی سده ۲۱ قرار داده است (کاویانی‌راد، ۱۳۹۱: ۸۶).

امروزه دولت‌ها و سیاست‌گذاران به ویژه در کشورهای درحال توسعه، 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 فروسایمی محیطی درازمدت در مقیاس جهانی، مانند پیامدهای محیطی گرمایش جهانی، کمتر مورد توجه 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 محسوس بودن 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 موجود در دمای زمین را برهم خواهد زد و سبب بالارفتن دمای زمین در دو دهه نخستین 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 در نتیجه، تأثیرات ناگواری بر محیط زیست بشر در سطح جهان خواهد گذارد (مجتهدزاده، ۱۳۸۱: ۲۷۸). در این میان دامنه اثرگذاری این معضل جهانی، ارتباط مستقیمی با جایگاه یک کشور در مجموعه نظام جهانی یا ژئوپلیتیک کشورها دارد (اطاعت، ۱۳۸۵: ۱). این شرایط پیامدهای متفاوتی را در راستای موقعیت ژئوپلیتیک کشورها و قدرت‌ها برجای می‌گذارد و در عرصه رقابت جهانی، رویکردها و شرایط متفاوتی را به وجود 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 تجزیه و تحلیل مفاهیم سناریوهای بدبینانه و خوش‌بینانه، اثرات این پدیده بر چالش‌های پیش‌رو در سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام جهانی مورد مطالعه قرار گیرد. به بیان دیگر بررسی واکنش‌ها و نحوه رقابت کشورها و قدرت‌ها در برابر آثار گرمایش جهانی و نیز تجزیه و تحلیل دیدگاه کشورها متناسب با موقعیت ژئوپلیتیک آن‌ها در برابر این پدیده چارچوب مفهومی این مطالعه را تشکیل می‌دهد. بنابراین با توجه به مطالب ارائه شده هدف از این تحقیق، واکاوی پدیده گرمایش جهانی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر روی دیدگاه‌های حاکم بر سیستم‌های ژئوپلیتیک نظام جهانی متناسب با موقعیت آن‌ها در برابر این پدیده و واکنش‌ها و نحوه رقابت کشورها و قدرت‌ها در برابر آثار گرمایش و چالش‌های پیش‌رو می‌باشد.

روش تحقیق

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

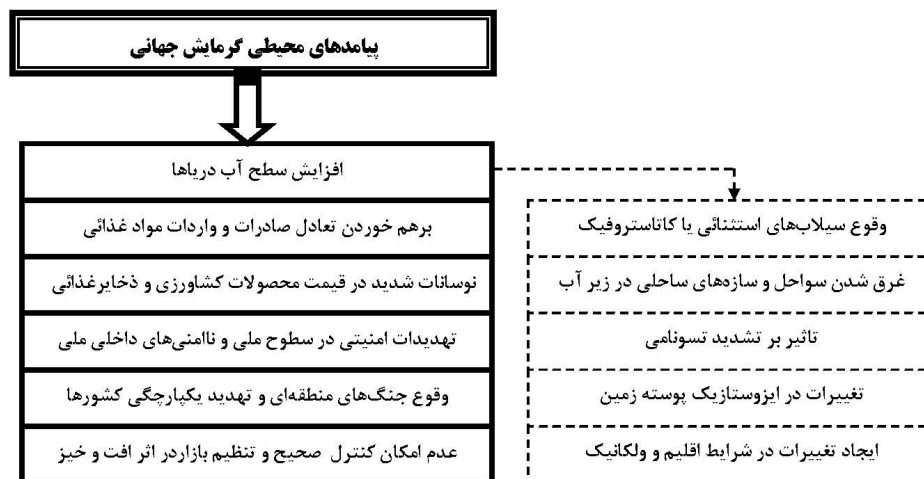
گازهای گلخانه‌ای به ترتیب اثرات گرمایشی آن‌ها عبارتند از: (۱) دی‌اکسیدکربن، (۲) متان، (۳) کلروفلورکربن‌ها، (۴) اکسید نیتروژن، (۵) ازن و (۶) بخار آب (شائمی و حبیبی نوخندان، ۱۳۸۸: ۳۲). این گازها به طور طبیعی در جو زمین وجود دارند، اما فعالیت‌های انسانی و آلودگی‌های ناشی از آن، مقدار گازهای مذکور را به طور غیرطبیعی افزایش می‌دهند؛ چنان که باعث تمرکز بیش‌ازحد طبیعی این گازها در فضای جو شده و پدیده گرمایش زمین را موجب می‌شوند (بیران، 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، ۱۳۸۳: ۱۲)؛ به طوری که افزایش جمعیت و توسعه کشورهای در عناصر مختلف و در نتیجه افزایش ناموزون مصرف انرژی‌های فسیلی، نقش قابل توجهی را بر عهده دارند (Murota and ito, 1996: 1061). به‌طور کلی کشورهای که بیشترین سهم را در انتشار دی‌اکسید کربن دارند، عمدتاً کشورهای با جمعیت بالا و صنعتی یا در حال صنعتی شدن هستند. از این رو برخی محققان، پدیده گرم شدن 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 ارائه برخی توضیحات در ارتباط با مفاهیم گرمایش جهانی پرداخته شود (شکل ۱).

سطح آب دریا با استفاده از مدل SCENGEN-MAGICC و خروجی مدل‌های گردش عمومی جو 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 کره زمین، از ۵ مدل خروجی مدل‌های گردش عمومی جو شامل GISS, GFDLCM, ECHO-G, HADCM3 و EH و نقشه حاصله ترسیم گردید. در گام بعد با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی مبتنی بر دیدگاه‌های نظری ژئوپلیتیک به ویژه مطالعات ژئوپلیتیک زیست‌محیطی و جستجو در پایگاه‌های اینترنتی، به تحلیل آثار فضایی این پدیده جهان‌شمول در راستای سیستم‌های ژئوپلیتیک پرداخته شده است.

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

گرمایش جهانی: گرمایش جهانی، پدیده زیست‌محیطی فراگیری در سیستم‌های اقلیمی است که ویژگی‌های محیط از قبیل میزان تبخیر و ترانزنامه آبی، خصوصیات بارش، بالآمدن 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 جوی، علوم اجتماعی و اقتصادی، تحلیل‌های سیاسی و... مورد مطالعه قرار می‌گیرد (Liu, 2008: 379).

به‌طور کلی گرم شدن زمین در ارتباط مستقیم با مقادیر گازهای گلخانه‌ای قرار دارد. به این معنا که افزایش دمای زمین با توزیع افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو همراه است (محمدی، ۱۳۸۴: ۱۰۵). مهم‌ترین



شکل ۱- برخی پیامدهای ناشی از پدیده گرمایش جهانی

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

سناریوهای انتشار^۱: سناریوها در واقع، تصویر پیشنهادی از آینده ارائه می‌دهند. به عبارتی سناریوها به ارزیابی پیشرفت‌های آتی در یک سیستم پیچیده که ذاتاً غیرقابل پیش‌بینی است، کمک می‌کنند. به طور کلی، پیش‌بینی‌های اقلیمی و ارزیابی‌های تغییر اقلیم با مشکلاتی چون برآورد سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای و سایر آلاینده‌ها در دهه‌های آتی، بزرگ مقیاس بودن، تفکیک مکانی و زمانی مدل‌های گردش عمومی جو و نظایر این‌ها مواجه‌اند. این فاکتورها با عدم قطعیت مواجه‌اند. مشکل دیگری که در زمینه طرح مدل‌های مناسب اقلیمی وجود دارد، یکپارچه‌کردن تمام بازخوردهای موجود در سیستم جفت شده جو، 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 مجموعه مناسبی از آزمایش‌ها نیاز باشد. به علاوه، آن‌ها نیازمند ظرفیت محاسباتی بالایی نیز هستند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۴). بنا به دلایل یادشده، مدل‌های تولید سناریوهای اقلیمی (CSGs) گزینه‌های مناسبی هستند، به شرطی که: الف) بتوانند رفتار مدل‌های پیچیده‌تر را الگو قرار دهند؛ ب) عدم قطعیت پیش‌بینی‌های اقلیمی را به طور مؤثر و با سرعت کشف کنند؛ ج) به آسانی در بسیاری از مناطق

تغییرات دما و پیامدهای آن: در ۱۰۰ سال 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 در نتیجه 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 شرب 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 آلوده شده و غیر قابل سکونت هستند. بدین سبب سکونت در آن‌ها امکان‌پذیر نخواهد بود (صادقی و اسلامی، ۱۳۹۰: ۴) به‌طور کلی این پدیده پیامدهای مختلفی در بردارد که به‌طور یکسان در مناطق مختلف توزیع نمی‌شوند.

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

سناریوهای انتشار دربرگیرنده اطلاعاتی از وضعیت اقتصادی-اجتماعی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین است. برای تولید این سناریوهای 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 شده اقیانوس-اتمسفر، AOGCM و برخی از مدل‌های ساده دیگر، معتبرترین ابزار برای تولید سناریوهای اقلیمی، استفاده از مدل‌های سه‌بعدی AOGCM است (مساح بوانی و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۰۳). در سال ۱۹۹۲ اولین سناریوهای انتشار IPCC تحت عنوان IS92 برای استفاده در ورودی مدل‌های گردش عمومی جو 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 منطقه کره 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 ویژه سناریوهای انتشار تدوین کرد. گروه SRES، خانواده سناریو با نام‌های A1، A2، B1، B2 را برای توصیف ارتباط بین فرآیندهای تولیدکننده گازهای گلخانه‌ای و آژوسل‌ها و نحوه تغییرات آن‌ها طی قرن

۲۱ در مناطق مهم زمین به کار گرفت (هاروی^۱، ۱۹۹۷).

مفروضه‌های این سناریوها بر اساس رهیافت‌های محلی و منطقه‌ای برای اقتصاد، مسائل زیست‌محیطی، تکنولوژی، میزان جمعیت و مسائل اجتماعی تعریف می‌شود. به طور کلی بر اساس مفروضات سناریوهای خانواده A، رشد جمعیت تا سال ۲۱۰۰ به حدود ۱۱/۳ خواهد رسید. رشد اقتصادی از سال ۱۹۹۰ 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 سال ۲۱۰۰ در حدود ۳/۹ درجه سلسیوس خواهد بود. این سناریو به دو خانواده A1 و A2 تقسیم می‌شود. سناریوی خانواده A1 به رشد سریع اقتصادی و افزایش جمعیت و بیشینه استفاده از گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد و به سه خانواده A1F1، A1T و A1B تقسیم می‌شود. خط داستانی سناریوهای خانواده A2 بر هویت محلی و حفظ آن تأکید دارد که در نتیجه 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 گروه 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 سال ۲۱۰۰ حدود ۲/۵ درجه سلسیوس

و یا از همه آنها استفاده نمود. در صورت انتخاب چند مدل GCM، برنامه از آنها میانگین گیری نموده و یک الگوی ترکیبی از تغییر اقلیم را ایجاد خواهد کرد (روشن و همکاران ۲۰۱۱: ۱۴۲).

مدل های گردش عمومی جو (GCMs): برای انجام مطالعات تغییر اقلیم بر منابع مختلف در دوره های آتی، ابتدا می بایست متغیرهای اقلیمی، تحت تأثیر تغییرات گازهای گلخانه ای شبیه سازی شوند. روش های مختلفی برای این کار وجود دارد که معتبرترین آنها استفاده از داده های مدل گردش عمومی جو (GCMs) است. مدل های اقلیم جهانی برای ارزیابی تغییرات اقلیمی طراحی شده اند؛ این مدل ها خصوصیات فیزیکی، چرخش ها و حرکات اتمسفری را تحلیل می نمایند و به دنبال آن متغیرهای هواشناسی را در شبکه های خاص شبیه سازی می کنند. اساس مدل های گردش عمومی جو بر مبنای قوانین فیزیک جو قرار دارد. هدف مدل های گردش عمومی جو پیش بینی تغییرات در مقیاس کره ای است. برنامه های رایانه ای در واقع کنش متقابل بین ورودی های انرژی، چرخه اتمسفری و اقیانوسی، مشخصات گازهای گلخانه ای و منابع و ذخایر زیست محیطی آنها را با هم ترکیب و از این طریق مدل سازی می کند. مدل سازی تغییرات اقلیمی آینده بسیار پیچیده است و متغیرهای زیادی در آن دخیل می باشند. از جمله متغیرهایی که در GCMs مورد استفاده قرار می گیرد شامل تغییرات جغرافیایی مقادیر گازهای اتمسفری، شوری اقیانوس، درجه حرارت خشکی و دریا، آلودگی، میزان ابری بودن (ابرناکی)، بادهای و اختلاف های فصلی است. همچنین متغیرهای دیگری نیز در این مدل سازی تأثیر دارند؛ از جمله نقش ذرات اتمسفری همچون آئروسول های سولفات می باشد که بخشی از نور ورودی خورشید را به داخل فضا منعکس می سازند و اثر سردکنندگی دارند. مدل های GCM سه بُعدی و زمانمند هستند و به علت گستردگی ابعاد مکانی و زمانی از پیچیدگی خاصی برخوردارند. بسیار پیچیده هستند و برای پیشبرد آنها استفاده از ابررایانه ها ضرورت دارد (روشن، ۱۳۹۰: ۸۴). نتایج این

خواهد بود. این سناریو نیز به دو خانواده B1 و B2 تقسیم می شود (مقبل، ۱۳۸۸: ۴۷). در این مطالعه به منظور مدل سازی هر دو سناریوی خوش بینانه و بدبینانه (خانواده A و B) از مدل MAGICC-SCENGEN استفاده شده است. بر این اساس، تغییرات میزان دما و سطح آب دریاها و اقیانوس ها در این مدل بر اساس سناریوهای موجود شبیه سازی شد و در مرحله بعد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مدل MAGICC، متوسط سالانه دمای هوای سطح زمین و متوسط سالانه دمای سطح دریا را از سناریوهای انتشار گازهای گلخانه ای و دی اکسید گوگرد محاسبه می کند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۲۷). این بخش شامل مجموعه ای از داده های اقلیمی مشاهداتی و خروجی مدل های گردش عمومی جو است که به کاربر امکان بررسی و ارزیابی ابعاد مختلف عدم قطعیت درباره اقلیم آینده را بر اساس سناریوهای پیشنهادی می دهد. در حقیقت این بخش شامل مجموعه ای از مدل های جفت شده مختلف است که در یک بسته نرم افزاری با یکدیگر تلفیق شده اند. این نرم افزار به کاربر امکان می دهد که تغییرات در غلظت دی اکسید، دمای متوسط سطح زمین و دریا، بین سال های ۱۹۹۰ تا ۲۱۰۰ را با استفاده از سناریوهای انتشار دی اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن، هالو کربن ها و دی اکسید سولفور، تعیین کند (عباسی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۵) SCENGEN نیز یک تولیدکننده داده های سناریوهای جهانی و منطقه ای است. این مدل علاوه بر اینکه یک مدل اقلیمی است، یک پایگاه داده ساده نیز می باشد که حاوی نتایج تعداد زیادی از مدل های GCM و مجموعه ای از داده های مشاهده ای جهانی و منطقه ای است. این امکان را فراهم می سازد تا محقق به وسیله فرض های مختلف در مورد پارامترهای سیستم اقلیم، پیامدها را بازناسد (روشن و نجفی، ۱۳۹۰: ۸۹). سناریوهای این مدل، در واقع از انتشار گازهای گلخانه ای در آینده با استفاده از فرض های مختلف در زمینه فعالیت های انسانی، سیاست ها، کاربردهای فن آوری و غیره پیش بینی خواهد شد. با این روش می توان از ۲۰ مدل GCM به صورت منفرد، چندتایی

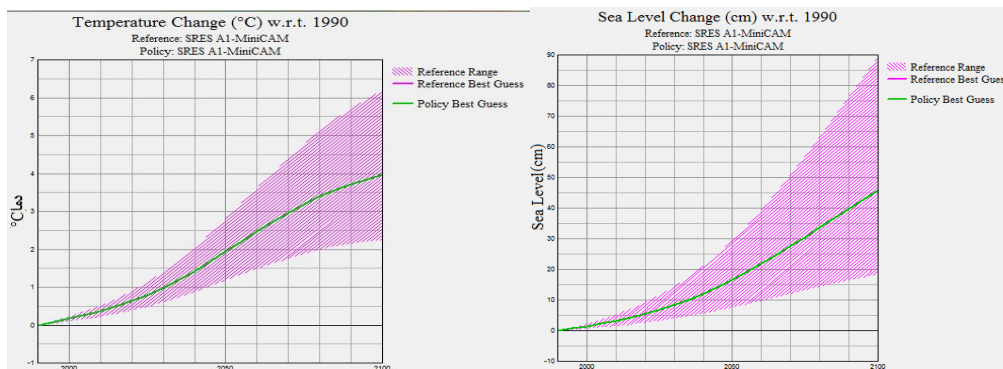
به رقابت میان قدرت‌های سیاسی و اشکال دگرگون شونده سلسله‌مراتب قدرت در جهان است؛ سلسله مراتبی که دستاورد بازی‌های سیاسی، منطقه‌ای یا جهانی میان قدرت‌ها از یک طرف و عناصر جغرافیایی از طرف دیگر است. چراکه عناصر جغرافیایی از ویژگی‌ها و الگوهای خاصی ترکیب شده و بر فرآیندهای سیاسی در سطح داخلی و خارجی تأثیر می‌گذارند (Cohen, 2009:12). باید اذعان داشت که در هیچ برهه‌ای از تاریخ، اهمیت ژئوپلیتیک به اندازه 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 به‌سزایی 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 خانواده 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.

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). در نتیجه مدل‌های گردش عمومی جو 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 نکته اصلی با هم توافق دارند. نخست این که اگر مصرف سوخت‌های فسیلی کاهش نیابد، میزان دی‌اکسید کربن جو تا سال ۲۰۵۰ دو برابر خواهد شد. دوم این که افزایش میزان دی‌اکسید کربن جو باعث می‌شود که میانگین دمای زمین بین ۱/۵ تا 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 ریزمقیاس‌نمایی آماری است.

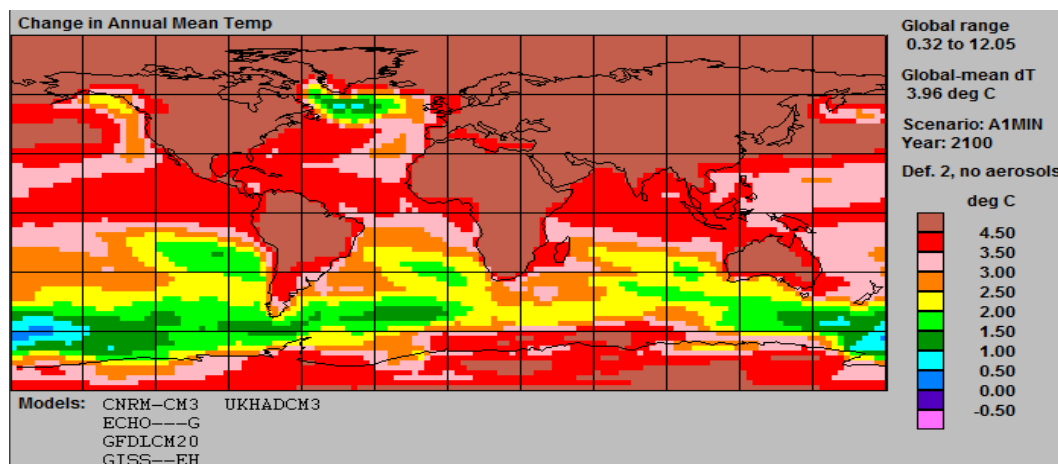
سیستم‌های ژئوپلیتیک جهانی: ژئوپلیتیک را می‌توان مطالعه رقابت قدرت‌ها برای سلطه بر منطقه یا جهان با استفاده از امکاناتی که محیط جغرافیایی در اختیار می‌گذارد، تعریف نمود (مجتهدزاده، ۱۳۹۱: ۲). همچنین می‌توان ژئوپلیتیک را معادل سیاست جغرافیایی دانست که اثر محیط و اشکال یا پدیده‌های محیطی، چون موقعیت جغرافیایی، 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، ۱۳۸۰: ۵). در این برخورد به نظر می‌رسد که توجه عمده ژئوپلیتیک



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

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 بالآمدن سطح آب دریاها خواهد شد.

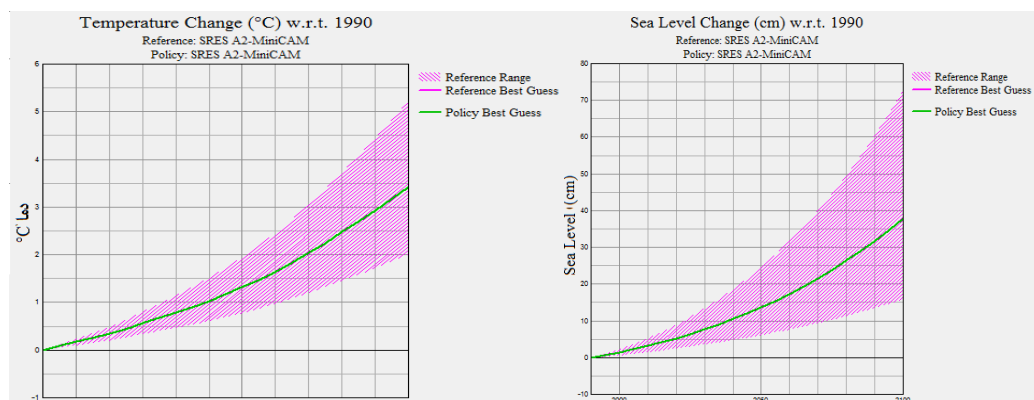
خروجی مدل‌های گردش عمومی جو و سناریوی A1MI (شکل ۳) نشان می‌دهد که متوسط دمای جهانی در سال ۲۱۰۰ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد. بیشترین افزایش دما را خشکی‌ها، اقیانوس منجمد شمالی و جنوبی تجربه خواهند کرد که این افزایش تابع بیشینه تولید گازهای گلخانه‌ای در مناطق قاره‌ای این نیمکره خواهد بود و کمترین افزایش نیز مربوط به پهنه‌های آبی نیمکره جنوبی است که به طور متوسط افزایشی تا حدود ۱/۵ درجه



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

متغیر خواهد بود. بر اساس این سناریو، ارتفاع سطح دریا نیز به طور متوسط تا ۳۸ سلسیوس بالا خواهد آمد که این بالآمدن تراز دریا از ۱۵ سانتی‌متر در برخی از دریاها و اقیانوس‌ها تا ۷۱ سانتی‌متر متغیر خواهد بود.

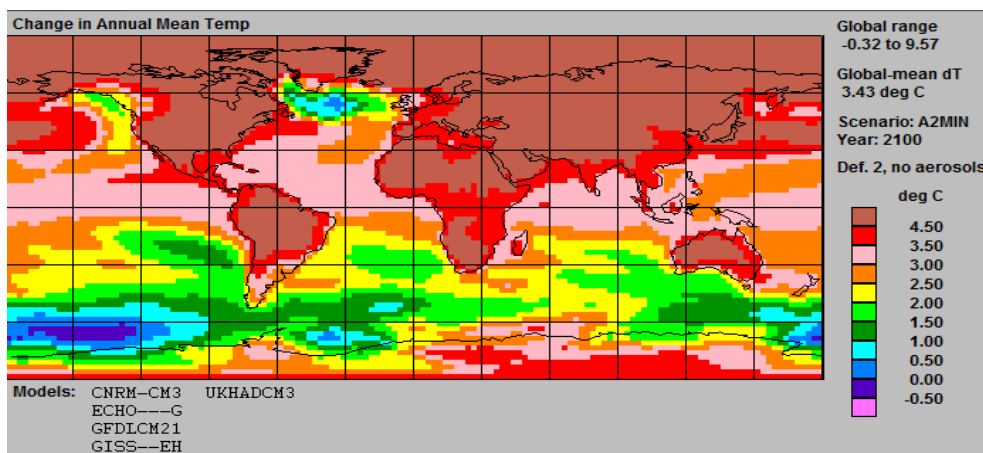
بر اساس سناریوی A2 (سناریوی A2MIN) که این سناریو نیز از دسته سناریوهای بدبینانه محسوب می‌شود، متوسط دمای جهانی تا سال ۲۱۰۰ تا ۳/۴ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد. این افزایش دما بین ۲ تا ۵/۱ درجه سلسیوس در سراسر دنیا



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

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 نیمکره شمالی به طور متوسط حدود ۳ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد. بنابراین در این سناریو نیز از لحاظ امکان ذوب یخچال‌ها، شرایط مشابه سناریوی A2 خواهد بود.

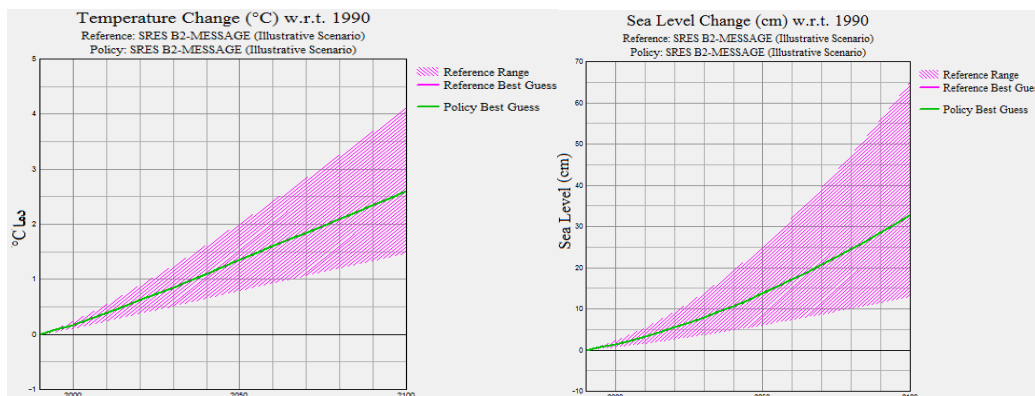
تغییرات دما بر اساس سناریوی A2MIN و خروجی ۵ مدل گردش عمومی جو (شکل ۵) در سطح کره زمین نشان می‌دهد که در این سناریو نیز مانند سناریوی A1، بیشترین افزایش دما را نیمکره شمالی و مناطق داخلی قاره، اقیانوس منجمد شمالی تجربه خواهند کرد و کمترین افزایش نیز مربوط به پهنه‌های آبی نیمکره جنوبی است که به طور متوسط تا یک



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

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.

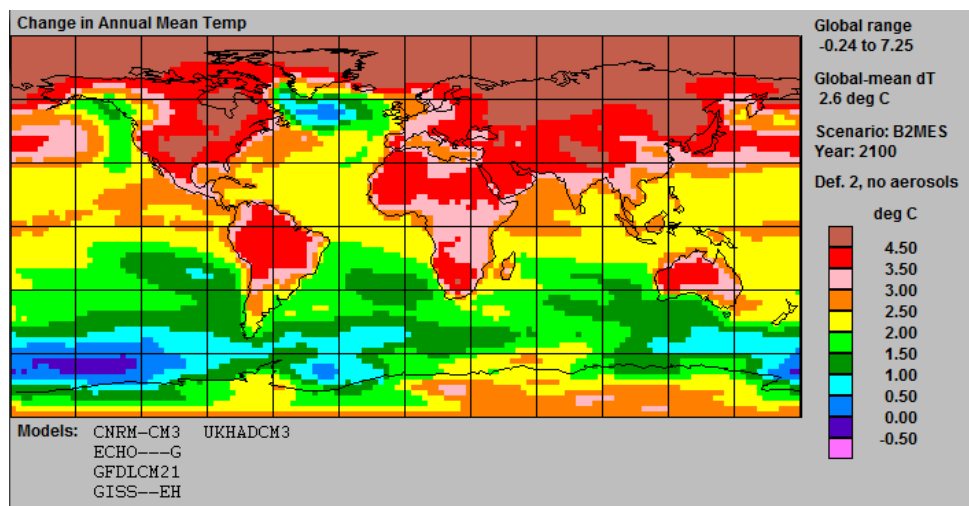
تغییرات متوسط دما و ارتفاع سطح دریا بر اساس سناریوی‌های خانواده B (B2, B1): بر اساس سناریوی B2 (B2-ME) که نگاهی خوش‌بینانه به روند تغییر اقلیمی در دهه‌های آینده دارد، متوسط دمای جهانی تا ۲/۵ درجه سلسیوس افزایش پیدا



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

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، قاره قطب جنوب نیز افزایش دمایی حدود ۲/۵ درجه سلسیوس را تجربه خواهند کرد.

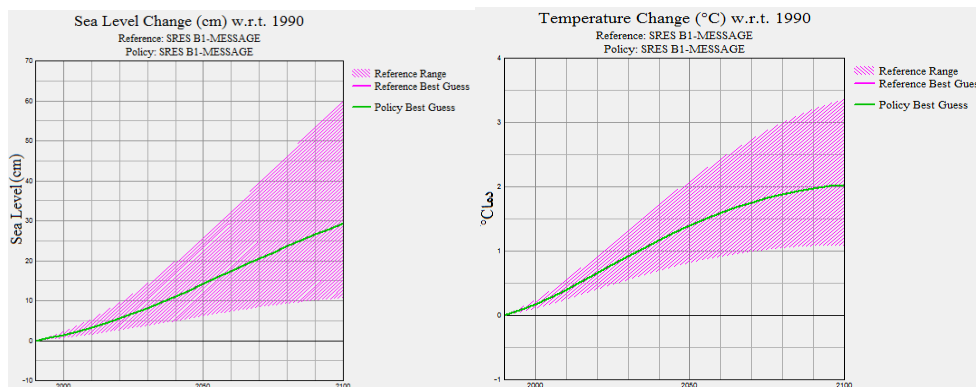
بر اساس سناریوی B2-ME و خروجی مدل‌های گردش عمومی جو (شکل ۷)، بیشترین افزایش دما را پهنه‌های یخی شمالگان، مناطق داخلی آمریکای شمالی و قسمت‌های کوهستانی هیمالیا تجربه خواهند کرد. بنابراین بر اساس این سناریو نیز پهنه‌های یخی همچنان بیشترین افزایش دما (بیش از ۴/۵ درجه سلسیوس) را خواهند داشت. مناطق قاره‌ای نیمکره شمالی با افزایش دمایی بیش از ۳/۵ درجه و افزایش



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

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.

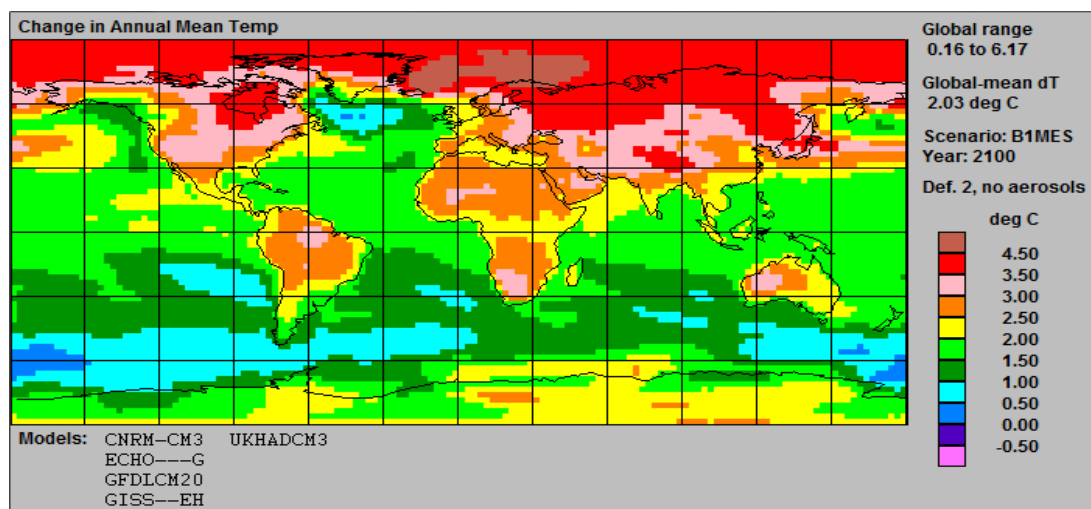
بر اساس سناریوی B1 (B1-ME) متوسط دمای جهانی تا ۲ درجه سلسیوس افزایش پیدا خواهد کرد و میزان سطح آب دریاها نیز تا ۳۰ سانتی‌متر بالا خواهد



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

حدود ۳ درجه و افزایش دما در مناطق استوایی به‌طور متوسط حدود ۲ درجه سلسیوس خواهد بود. در مناطق اقیانوسی نیمکره شمالی افزایش دما حدود ۱/۵ درجه خواهد بود. در نیمکره جنوبی نیز بیشینه افزایش دما مربوط به قاره قطب جنوب است که این میزان حدود ۲ درجه خواهد بود. در پهنه‌های آبی نیمکره جنوبی نیز افزایش دما به‌طور متوسط حدود ۱ درجه سلسیوس خواهد بود.

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 نیمکره شمالی با افزایش دمایی



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

ژئومورفیک، کشاورزی و... را مورد مطالعه قرار دهد. امروزه تبدیل به پدیده‌ای ژئوپلیتیک شده است و می‌تواند در چارچوب مطالعات ژئوپلیتیک زیست‌محیطی مورد مطالعه قرار گیرد. ژئوپلیتیک زیست‌محیطی به بررسی عملکرد حکومت‌ها در

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،

انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی، اعطا نمایند و در پیمان کپنهاگ نیز دستیابی به پیمانی برای کاهش سیستماتیک مقدار گاز کربنیک موجود در هوا منجر شود. این نشست به دلیل 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 گرم شدن زمین شامل افزایش دما، افزایش بالا آمدن 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 درجه شدت این رویدادها است که با توجه به وضع موجود ممکن است این روند کمی کنترل شود و اثرات کمتری را در برداشته باشد.

استفاده نامطلوب از منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر سیستم‌های محیطی می‌پردازد. این حوزه از آنجا که به مطالعه رقابت قدرت‌ها با استفاده از امکانات زمین یا محیط طبیعی برای سلطه بر منطقه یا جهان می‌پردازد، اهمیت دارد (حافظ‌نیا، ۱۳۸۵: ۸۹). در مجموع، موضوع اساسی امنیت جهانی در قبال تغییرات محیطی، چالشی است که زیستگاه عمده 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 در حال توسعه، کمک‌های مالی به منظور افزایش ضریب نفوذ استفاده از

جدول ۱- خلاصه‌ای از نتایج سناریوهای مورد مطالعه

انواع سناریوهای گرمایش جهانی	افزایش متوسط دمای جهانی	افزایش سطح آب دریاها	مناطق تأثیرپذیر
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
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

روند مذاکرات و اجرای معاهده 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،

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 ایالات متحده، 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

از سه درجه سلسیوس را تجربه خواهند کرد. به عبارتی دیگر، پیامدهای سیاسی ناشی از افزایش سطح آب دریاها به عنوان یک نمونه از رویدادهای آهسته، به تدریج بر حیات میلیون‌ها نفر تأثیرگذار خواهد بود و در نتیجه 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 وجود خواهد 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 خواهد گرفت 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 آب‌خوان‌های 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).

استرالیا و... از جمله کشورهایی هستند که تاکنون متعهد به قرارداد کیوتو در زمینه 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 تجزیه و تحلیل 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 پدیده گرم‌شدن زمین مورد مطالعه قرارداد. اگرچه مطابق با پیش‌بینی توزیع مکانی دما تا پایان قرن بیست و یکم، تمامی کشورها تحت تأثیر این پدیده فراگیر با شدت کمتر و یا بیشتر قرار خواهند گرفت، با این حال شدت آسیب‌پذیری آن همان‌طور 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

بهره‌برداری از منابع محیطی، بسط می‌دهد. با گرم-شدن 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 قابل توجهی 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 در نتیجه توانایی روسیه در افزایش قدرت، یک مسئله 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 کره 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 بر خواهد داشت و نیز افزایش قدرت بازرگانی از طریق مساعدتر شدن شرایط بنادر شمالی 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

با توجه به این که روسیه برای توسعه ارتباطات و حمل‌ونقل دریایی خود به یک مسیر یکپارچه 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 منطقه قطب شمال ۹۰ میلیارد بشکه نفت، ۱۶۶۹ تریلیون فوت مکعب گاز طبیعی و ۴۴ میلیارد بشکه مایعات گازی استخراج‌نشده در ۲۵ منطقه وجود دارد. بیش از ۷۰ درصد از منابع نفت استخراج‌نشده در ۵ منطقه 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 ناحیه غرب حوضه رودخانه سیبری، شرق رودخانه 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 در حال توسعه 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

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 ارائه راهبردهای کارآمد در صحنه 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 اولیه 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).

به‌طور کلی می‌توان گفت اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و روش‌های دستیابی به این اهداف برای هر کشوری متفاوت است. تا آنجا که در مواجهه با تغییر الگوی مهاجرت، جامعه 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 موافقت‌نامه الزام‌آور جهانی به منظور محدود کردن 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 زمینه 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

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 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 کم‌عمق تر 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 خواهد کرد (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 این‌چنینی در نظام جهانی و چالش‌های ژئوپلیتیک پیش‌رو در برابر پدیده گرم‌شدن زمین ریشه در وقایع و جریان‌ات محلی یا اقدامات خودسرانه هر کشور دارد 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 بین‌الملل ایجاد 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

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 ارائه سیاست‌ها و اقدامات موجه از نظر اقتصادی در رابطه با گرم‌شدن زمین، منافع جهانی را با حداقل هزینه 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 نظر گرفتن مسئولیت‌های مشترک و نیز اولویت‌های خاص ملی و منطقه‌ای متناسب با درجه 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 بین‌المللی 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 توازن 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

سر محیط زیست و لایه اوزون آمده است نتیجه 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 صنعتی‌شونده امروز و فردا (مجتهدزاده، ۱۳۹۱: ۲۹۷).

در برابر این پدیده، راه‌کارهای مختلف به‌ویژه از سوی کشورهایی که به نسبت بیشتر متضرر می‌شوند، ارائه شده 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 ریشه اغلب آن‌ها فرامرزی بوده و بنابراین کنترل آن‌ها نیز خارج از اراده سیاسی یک کشور است. بنابراین، بهتر است کشورها در ترسیم سیاست زیست‌محیطی خود، برای حل و فصل مناقشه‌های ژئوپلیتیک پیشرو، چه در سطح ملی، منطقه‌ای و سطح جهانی، به توافق‌های بین‌المللی توجه ویژه‌ای داشته باشند. اساساً دیدگاه‌های متفاوت و در نتیجه رقابت بین کشورها در برابر گرمایش جهانی، می‌تواند ناشی از به خطر افتادن 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 غیرقابل‌اجتناب بودن 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

شدت کمتر و بیشتر تأیید می‌کنند- تا سال ۲۱۰۰ مناطق مختلف جهان تحت تأثیر افزایش دما و بالا آمدن سطح آب دریاها با مقادیر متفاوتی قرار خواهند گرفت. در مجموع، بر اثر گرم شدن زمین، سیستم‌های طبیعی (زیستی-اکولوژیکی منابع آب و خاک 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 بری، 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 باز شدن 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 محسوس تا چند دهه آینده قرار خواهند گرفت. در این میان گروهی از کشورها به‌ویژه در عرض‌های جغرافیایی بالا (روسیه، کانادا و...) و یا با موقعیت ژئوپلیتیک بری به این دلیل که در وهله اول کمتر از سایر کشورها، تحت تأثیر آسیب‌های محیطی ناشی از افزایش دمای زمین قرار می‌گیرند و در وهله دوم تحت تأثیر این پدیده، دستیابی به منابع آب شیرین 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 این‌گونه 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 در حال توسعه 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. در مجموع 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 همه‌جانبه تمامی کشورها اعم از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به‌ویژه با به‌کارگیری مدیریت محلی از سوی هر کشور و تعیین بهترین استراتژی‌های مقابله با گرمایش زمین، همچنین توجه به اصل توسعه پایدار در بهره‌برداری از محیط، ارتقای وضعیت محیط زیست و رسیدن به استانداردهای ملی و بین‌المللی محیط زیست، ایجاد حلقه سامانه‌ای بین تمامی نهادها و سازمان‌ها در حفاظت از طبیعت لازمه پیشگیری از مخاطرات و چالش‌های همه‌جانبه پیش 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 جوی، ترجمه محمدحسن نامی، تهران: زیتون سبز، انتشارات سهره.
۲. اطاعت، جواد. ۱۳۸۵. ژئوپلیتیک و سیاست خارجی ایران، تهران: انتشارات انتخاب.
۳. بران، صدیقه. ۱۳۸۶. تغییر اقلیم، بزرگ‌ترین چالش قرن

- بیسست 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 جو. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ش ۶. صفحات ۸۷-۱۰۶.
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، تابستان ۱۳۸۷، 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 حبیبی‌نوخندان. 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 بهنیاافر. ۱۳۸۶. مبنای 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 SCENGE، جغرافیا، شماره ۲۵، صفحات 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، صفحات 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. هارادی، 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,

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 & policy*, 11: 379–393
45. Mowery, D.C., Nelson, R.R. and Martin, B.R. 2010. Technology Policy and Global Warming: Why New Policy Models Are needed (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 Are needed (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 of occurrence 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 From <http://www.wcgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc/>).
52. Wigley, T.M.L., 1994. The Contribution from Emissions of Different Gases to the Enhanced 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/SCENGEN climate Scenario Ecological Modelling No. 203: 243–256.
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 Accord A 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 York Academic 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*, Canada: International Institute 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 Disastrous Human-Made Climate Change, *National Academy of Sciences*, Washington, 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.

- 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.
- 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