به نام خدا

تأثیر تغییرات اقلیم بر حوضه‌های آبریز

مولف :

غلامحسین لکزائیان پور

انتشارات ارسطو (چاپ و نشر ایران)

۱۴۰۱

نام کتاب : تاثیر تغییرات اقلیم برحوضه های آبریز
مولف : غلامحسین لکزائیان پور
ناشر : ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)
صفحه‌آرایی، تنظیم و طرح جلد : پروانه مهاجر
تیراژ : ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول – ۱۴۰۱
چاپ : مدیران
قیمت : ۶۳۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب‌رسان :
https://chaponashr.ir/ketabresan
شابک : ۲-۰۰۱-۳۳۹-۶۲۲-۹۷۸
تلفن مرکز پخش : ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www. chaponashr. ir

فهرست مطالب

عناوین | شماره صفحه

سخن نویسنده ۵

فصل اول : تغییر اقلیم و انواع مدل‌های اقلیمی ۹

تغییر اقلیم ۱۰

بازخوردهای ناشی از تغییر اقلیم ۱۱

تاریخچه معاهده بین المللی تغییرات اقلیم ۱۲

مدل‌های پیش بینی اقلیمی ۱۳

کاربرد مدل‌های GCM ۱۴

سناریوهای فرضیه‌ای تغییرات اقلیم ۱۶

فصل دوم : بررسی تغییرات اقلیم در ایران و جهان ۱۹

اهمیت شناخت تغییرات اقلیم ۱۹

مطالعات تغییر اقلیم در ایران ۲۱

مطالعات تغییر اقلیم در جهان ۲۳

فصل سوم : آشنایی با شبکه عصبی مصنوعی ۲۵

معرفی شبکه عصبی مصنوعی ۲۶

مفاهیم پایه در شبکه‌های عصبی مصنوعی ۲۹

مدل‌سازی با استفاده از شبکه‌های عصبی ۳۰

انواع مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی ۳۲

مطالعات در حوزه شبکه عصبی مصنوعی ۳۵

فصل چهارم : ریزمقیاس نمایی مدلهای اقلیمی ۳۹

ریزمقیاس‌نمایی ۳۹

عنـــوان صفحـــه

مدل ریزمقیاس نمایی آماری SDSM ۴۰
متغیرهای پیش‌بین UKSDSM ۴۲
توصیف ساختار و بهره برداری از SDSM ۴۴

فصل پنجم : مدیریت منابع آب وحوضه‌های آبریز ۴۷
مدیریت منابع آب ۴۷
حوضه‌های آبریز درجه ۱ و ۲ در ایران ۵۱
مهمترین حوزه‌های آبخیز ایران ۵۳

فصل ششم : بررسی بارش ورواناب یک حوضه‌ی آبریز (پایلوت) ۵۷
موقعیت حوضه نازلو چای در استان آذربایجان غربی ۵۷
ایستگاه‌های مورد مطالعه ۵۹
تولید داده‌های آینده تحت سناریوهای اقلیمی ۶۰
محاسبه‌ی رواناب حوضه‌ی آبریز نازلو چای ۶۱
مراحل انجام کار با شبکه‌های عصبی مصنوعی ۶۱
معیار ارزیابی نتایج ۶۷
بررسی نتایج مدل تغییراقلیم ومحاسبه‌ی رواناب ۶۸
نتایج مدل ریز مقیاس نمایی ۶۹
تحلیل نتایج تغییر اقلیم ۷۶
پیش‌بینی رواناب درآینده تحت دو سناریوی اقلیمی ۸۴
تغییر اقلیم در حوضه نازلو چای ارومیه ۸۸
کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در علم هیدرولوژی ۹۲
اهمیت پیش آگاهی از رواناب رودخانه در دوره‌های آتی ۹۳
پیشنهادات ۹۴

منابع ۹۵

سخن نویسنده

گرمایش جهانی و تغییر اقلیم حاصل از آن، یکی از مسائل مهم زیست محیطی بشر و یکی از مهم‌ترین عوامل تغییر در مدت، شدت و زمان بارش در مناطق مختلف کره زمین است(اعلمی و رفیع زاده، ۱۳۹۳)، (توکلی و توکلی، ۱۳۹۰). اقلیم به میانگین شرایط آب و هوایی که در یک بازه زمانی طولانی مدت در یک منطقه حاکم است، گفته می‌شود. حال اگر این الگوی آب و هوایی در طی ده‌ها تا میلیون‌ها سال تغییر نماید، تغییر اقلیم رخ می‌دهد. این تغییرات می‌تواند در مقیاس محلی یا جهانی باشد. تغییرات اقلیم تحت تاثیر تغییرات آب و هوایی ایجاد می‌شوند، به این معنی که تغییر در الگوی سیستم‌های جوی اعم از درجه حرارت، رطوبت، ابرناکی، الگوی وزش باد و بارندگی، در یک منطقه به تدریج نوع اقلیم آن منطقه وحوضه‌ی آبریز را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

تغییرات اقلیمی در گذشته زمین به دفعات رخ داده است و اثرات شگرفی هم بر چهره زمین و هم بر تنوع زیستی آن بر جای گذارده است. تغییر اقلیم می‌تواند منشأ زمینی یا کیهانی داشته باشد. خروج گازهای آتشفشانی، عملکرد زمین‌ساخت صفحه‌ای و تغییر در چرخه اقیانوسی از دلایل اصلی تغییر اقلیم با منشأ زمینی است. تغییر در زاویه دوران زمین، تغییر در تابش نور خورشید و ورود اجرام آسمانی به زمین از دلایل مهم فرازمینی برای تغییرات اقلیم هستند. پیامدهای ناشی از تغییر اقلیم اثرات مختلفی را در توسعه منابع

آب و جنبه‌های مختلف زندگی بشـر ایجاد می‌نماید که از مهم‌ترین آنها می‌توان به تغییر توزیع زمانی و مکانی بارش و نوع آن، جریان‌های سطحی، تبخیر، تغذیه سفره‌های آب‌های زیرزمینی، کیفیت آب و افزایش سـطح آب دریاها اشـاره نمود که نهایتاً بر اسـکان بشر، تولیدات کشاورزی و استفاده از انرژی تاثیر می‌گذارد (قندهاری، ۱۳۹۱). نتایج مدل‌های گردش عمومی جو حاکی از ادامه‌ی این روند در آینده می‌باشد (توکل, وهمکاران, ۱۳۹۰)، (Artlert, et al, ۲۰۱۳). دو پارامتر مهم در هیدرولوژی و منابع آب، درجه حرارت و بارش هسـتند. با اسـتفاده از درجه حرارت می‌توان تبخیر از آب‌های سطحی و تعرق از گیاهان و با اسـتفاده از بارش می‌توان حجم مخزن، میزان رواناب را محاسـبه و الگوی مصرف آب را تعییـن کرد (سـیاری و همکاران، ۱۳۸۹). بر طبق گزارشـات IPCC[1] بـا اطمینان بالا می‌تـوان گفت که تغییـرات اقلیمی اخیر، تأثیرات زیادی بر روی سیسـتم‌های فیزیکی و بیولوژیکی دارد. پیش‌بینی‌های انجام شـده توسـط بسـیاری از مدل‌های گردش عمومی (GCMs)[2] حاکی از افزایش تعداد و مقدار وقایع اقلیمی بزرگ و تغییرات بارش در مناطق مختلف دنیا می‌باشـد که این مسـئله بر روی منابع آب در آینده اثرات زیادی دارد(هادی ثانی و همکاران، ۱۳۹۲). در راسـتای این امر، دسـتیابی به روش‌های مطمئن پیش‌بینی جریـان رودخانه‌ها به منظـور برنامه‌ریزی در بهره‌برداری به موقع از منابع آب حوضه‌های آبریز از اهمیت روزافزونی برخوردار است.

در این کتاب سـعی شـده اسـت ضمن اشـاره به مطالعات صورت گرفته درخصوص تغییرات اقلیم درداخل وخارج از کشـور،مطالبی درخصوص شبکه عصبی مصنوعی ومدل ریزمقیاس نمایـی آماری SDSM که دربرآوردمیزان بـارش ورواناب حوضه‌های آبریز،می تواننـد مورداسـتفاده قرارگیرنـد، نیزمطرح می‌گـردد ودرفصل آخرکتاب بـه عنوان یک پایلوت،به ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر رواناب حوضه نازلوچای ارومیه با استفاده از خروجی مدل‌گردش عمومی جو و شبکه عصبی مصنوعی پرداخته می‌شود.

1. Intergovernmental Panel on Climate Change

2. General Circulation Models

امیداســت مطالب این کتاب برای پژوهشگران ومحققینی که درخصوص تغیرات اقلیم وتاثیــرآن برمیزان بــارش ورواناب حوضه‌های آبریــز کارهای تحقیقاتی وپژوهشــی انجام می‌دهند، مفیدواقع شود.

مطمئنــاً درتدوین این کتاب نواقص و ایراداتی مشــاهده خواهد شــدکه پیشــاپیش از محققین محترم، پوزش طلبیده می‌شود و ان شاء الله با راهنمایی و همکاری شما بزرگواران در چاپ‌های بعدی، این نواقص نیزبرطرف خواهند گردید. از همه اســاتید و کســانی که به نوعی دراین راه کمک ویاری و راهنمایی و تشویقم نموده‌اند، نظیر سرکارخانم دکتر ام‌البنی محمد رضاپور و آقای دکتر محمدمهدی چاری از اساتید دانشکده آب و خاک دانشگاه زابل و خانم مهندس مهســا مالمیرکه از مشاوره‌های ایشان بهره‌ی زیادی برده‌ام،کمال تشکر و قدردانی را دارم.

غلامحسین لکزائیان پور

پائیز ۱۴۰۱

فصل اول

تغییر اقلیم و انواع مدل‌های اقلیمی

به میانگین شـرایط آب و هوایـی که در یک بازه زمانی طولانـی مدت در یک منطقه حاکم اسـت اقلیم گفته می‌شود. در حقیقت اقلیم یک منطقه از بررسی میانگین حداقل و حداکثر شـرایط آب و هوایی در یک دوره سـی ساله مشخص می‌گردد. گرم شدن زمین و تأثیر آن بر چرخه آب مسـئله‌ای است که امروزه تمامی دانشمندان علوم جوی بر روی آن اتفاق نظر دارند. هیئت بین المللی تغییر اقلیم (IPCC) با قطعیت بالا (احتمال ۹۹ درصد) گزارش کرده اسـت که دمای سـطح خشـکی و آب در کره زمین از قرن نوزده تا کنون به میزان ۰/۴ تا ۰/۷۸ درجه سـانتی‌گراد افزایش داشته است. همچنین در مقیاس جهانی از سال ۱۹۹۰ تا کنون ۱۰ سال گرم رخ داده است که تا کنون بی سابقه بوده است (Muttiah and Wurbs, ۲۰۰۲). افزایش دمای سطح و تغییرات در الگوهای بارندگی پدیده‌های قالب در تغییر اقلیم می‌باشـند که این دو تقریبا تمام بخش‌های دیگر چرخه آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند (آذری و همکاران، ۱۳۹۲). در طول تاریخ و طی قرون متمادی انسان و دیگر موجودات زنده با اقلیم و شـرایط زیسـت محیط اطراف خود سـازگار شده‌اند. با این همه برآوردهای موجود نشـان می‌دهد که پیامدهای تغییر اقلیم و اثرات آن در محیط زیسـت شایان توجه است (براتیان، ۱۳۸۴). ماهیّت پیچیده مسائل آب، رشد سریع جمعیت، نیاز به آب برای مصارف مختلف و منابع محدود آب برای تأمین نیازها، نیازمند روش‌های جدیدی اسـت که دیدگاه‌های فنی، اقتصادی، زیسـت‌محیطی، اجتماعی و منطقی را در یک قالب

بهم پیوسته گردآوری نماید (دهقان، ۱۳۹۲).

اکثر مدل‌های AOGCMs[3] افزایش دما در سطح زمین و افزایش شدت بارش و مقدار نن بر اثر افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای را در قرن حاضر پیش بینی می کنند (Ham-let and Lettenmaier, ۲۰۰۷). هوای گرم قادر به نگهداری رطوبت بیشتر می‌باشد که افزایش تبخیر از سطوح مرطوب را به همراه دارد. با افزایش رطوبت در اتمسفر، رخدادهای بارش باران و برف شدیدتر شده و پتانسیل وقوع سیلاب افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه مقدار رطوبت در خاک برای تبخیر کم و نا چیز می‌باشد، میزان تابش خورشیدی از سطح خاک بیشتر شده که این نیز به شدت و مدت گرم شدن می‌افزاید. بنابراین تغییر در اقلیم مقدار رطوبت خاک، تغذیه آب‌های زیر زمینی، فراوانی سیلاب و وقوع خشکسالی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Chen and Guo, ۲۰۱۲).

انتظار می‌رود که تغییر اقلیم بر الگوی بارش و دما در آینده تأثیرگذار باشد و در پی آن در آبدهی رودخانه‌ها، میزان آب در دسترس و رودخانه‌های فصلی تغییراتی ایجاد نماید (Koutroulis, et al., ۲۰۱۳).

تغییر اقلیم[4]

تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی، که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی، رخ بدهد و در نتیجه فاکتورهایی همچون فرایندهای دینامیکی زمین و یا عوامل بیرونی همچون تغییرات در شدت تابش آفتاب و یا فعالیتهای انسانی رخ می‌دهد. عوامل خارجی تأثیر گذار بر اقلیم را اغلب نیروهای اقلیمی می‌نامند و شامل فرایندهایی همچون نوسانات در شدت نور خورشید، انحراف در مسیر حرکت زمین و افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای می‌شود (مالمیر،۱۳۹۳). یونانی‌ها معتقد بودند که وقتی میل یا زاویه تابش خورشید کم

3. Atmosphere-Ocean Global Circulation Model

4. Climate change

باشـد هوا سـردتر بوده و اقلیم متفاوت با جایی خواهد بود که در آن میل خورشـید زیاد اسـت. آن‌ها براسـاس همین توجیهات اقلیمی تنوع گیاهان و جانوران و نژادهای انسـانی را متاثر از میل خورشـید می‌دانسـتند و آب و هوای کره زمین را به سـه نوع گرم، سرد و معتدل تقسـیم می‌کردند. در هواشناسی معمولاً شرایط حال حاضر آب و هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد در حالی که در اقلیم‌شناسی مشخصه‌های درازمدت آب و هوا مورد توجه‌است (قندهاری، ۱۳۹۱).

بازخوردهای ناشی از تغییر اقلیم

هرگونه تغییر اقلیم در کره‌ی خاکی، سـرآغاز زنجیره‌ای از واکنش‌هاسـت که اثر آن به طور مسـتقیم در فرآیندهای هیدرولوژیکی ظاهر می‌شـود (مالمیر، ۱۳۹۳). تغییرات اقلیم می‌تواند بوسـیله‌ی مکانیزم‌های بازخورد مثبت شتاب بیشـتری پیدا کند، به عنوان مثال: در یـک حد آسـتانه خـاص توانایی اقیانـوس و همچنین خاک و گیاهـان در جذب CO_2 می‌تواند کاهش پیدا کند یا معکوس شـود بدین معنی که یک منبع مهم ذخیره کربن را از بین ببرد. تخمین‌ها نشـان می‌دهد که تا سال ۲۱۰۰ مکانیزم‌های بازخورد مثبت می‌تواند منجر به افزایش دما(حدود ۱تا ۲ درجه سـانتی گراد) و گرم شـدن مسـتقیم کره زمین، بوسیله‌ی انتشار گازهای گلخانه‌ای شود (Holmes, ۲۰۰۷). با توجه به اهمیت این موضوع، شاخص‌های اقلیمی و هیدرولوژی حوضه آبریز و روند تغییرات دما و بارش در آینده، موضوع پژوهش بسیاری از تحقیقات صورت گرفته در قرن اخیر شده است (Artlert, et al., ۲۰۱۳)، (Chen et all, ۲۰۱۲)، (مالمیـر، ۱۳۹۳)، (قندهـاری، ۱۳۹۱). بـر طبق این مطالعات، اثر گلخانه‌ای که در اثر به دام انداختن حرارت از سـوی گازهای گلخانه‌ای، تولید گرما می‌کند، نقشـی کلیدی در تنظیم دمای زمین دارد. طی دوران جدید، بالا رفتن سـطوح دی اکسید کربن به عنوان عامل اصلی موجب گرم شدن جهان از سال ۱۹۵۰ تاکنون شده‌است.

افزایش بحران‌های اقلیمی (پدیده‌های جوی، افزایش یا کاهش بارش، تغییرات دما و...)، گرم شـدن عرض‌ها جغرافیایی بالا (ذوب شـدن برف‌ها)، بالا آمدن سـطح آب‌ها (افزایش

حجـم در اثر افزایش دما)، تغییر در نوع حیات کـره خاکی (تغییر در نوع گونه‌ها، افزایش مهاجرت‌هـا، کاهش یا افزایش بازدهـی گیاهان و...)، نابودی گونه‌های زیسـتی و کاهش سـلامتی موجـودات زنده (افزایش جهش‌هـای ژنتیکی و...) از اثـرات تغییر اقلیم در یک منطقـه می‌باشـد(براتیان، ۱۳۸۴). در این راسـتا تلاش‌های زیادی در سـطح جهانی در خصـوص مقابله با اثرات تغییراقلیم درجریان اسـت که از جمله مهم‌ترین آن‌ها معاهده‌ی بین المللی تغییرات اقلیم است.

تاریخچه معاهده بین المللی تغییرات اقلیم

تاریخچه معاهده بین المللی تغییرات آب و هوا از سال ۱۹۸۸ با طرح مسئله آثار زیان‌بار و مخرب آن برای نسـل کنونی و نسـل‌های آینده در مجمع عمومی سازمان ملل متحد با تصویب قطعنامه‌ای در این ارتباط آغاز شده است . معاهده بین المللی تغییرات اقلیم دارای یک مقدمه و ۲۶ ماده اسـت که مهم‌ترین موارد آن تعهداتی اسـت که بایستی کشورها به انجام برسانند. بر اساس این قطعنامه شورای بین دول تغییرات آب و هوا موسوم به IPCC و با همکاری دو سـازمان جهانی هواشناسی (WMO[5]) و برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP[6]) تشـکیل شـد (IPCC-TGCIA,۱۹۹۹). وظیفه‌ی اصلی IPCC تحقیق و بررسـی در رابطه با معقوله‌های علمی و فنی خطرات بالقوه تغییرات آب و هوا و همچنین اثرات آن در سطح جهان و تعیین سیاست‌های مقابله با آن بود. IPCC اولین گزارش خود را در سـال ۱۹۹۰ به دومیـن کنفرانس جهانی آب و هوا ارائه نمـود. در حال حاضر ۱۹۵ کشور در IPCC عضو هستند و این سازمان پیشتاز بین المللی در مسائل ارزیابی تغییراقلیم در جهان می‌باشـد. هزاران دانشـمند از سراسـر جهان به صورت داوطلبانه با این سازمان همکاری می‌کنند. مطالعه در زمینه‌ی تغییر اقلیم در همه‌ی نقاط جهان برای رسـیدن به یک پیش‌بینی صحیح و متقاعد کننده امری بسیار مهم در این سازمان است. هدف IPCC منعکس کردن طیف وسیعی از نظرات کارشناسی شده و صحیح می‌باشد. اطلاعات تکمیل

5. World meteorological organization

6. United Nations Environmental programme

شـــده از هر کدام از این ســـناریوهای IPCC و ســـناریوهای تدوین شده سایر سازمان‌ها در قالب یک بانک مدون در سایت IPCC به آدرس www.IPCC.ch قابل دسترسی است.

مدل‌های پیش بینی اقلیمی

مدل‌هـــای اقلیم جهانـــی برای ارزیابی تغییـــرات اقلیمی طراحی شـــده‌اند. این مدل‌ها خصوصیات فیزیکی، چرخش‌ها و حرکات اتمســـفری را تحلیل می‌نمایند. مدل‌های مذکور اثـــرات افزایش گازهای گلخانه‌ای را بطـــور مکانیکی برای تمام کره زمین ارزیابی می‌کنند. (قندهـــاری، ۱۳۹۱). برای انجام مطالعات تغییر اقلیم بـــر منابع مختلف در دوره‌های آتی، در ابتدا باید متغیرهای اقلیمی تحت تأثیر تغییرات گازهای گلخانه‌ای شبیه‌ســـازی شـــوند. روش‌های مختلفی برای این کار وجود دارد که معتبرترین آن‌ها استفاده از داده‌های مدل گردش عمومی جو (GCM) است که رفتار سیستم اقلیمی را شبیه‌سازی می‌کنند (عباسی و همکاران، ۱۳۹۱). بطورکلی می‌توان مدل‌های اقلیمی را بر اساس ساختار و نوع عملکرد به چهار نوع مدل‌های توازن انرژی (EBM[۷])، مدل‌های تابشی همرفتی (RCM[۸])، مدل‌های دو بعدی دینامیکی –آماری (SDM[۹])، مدل‌های گردش عمومی جو (GCM) تقسیم بندی نمود. مدل‌های GCM[۱۰] ســـه بعدی و و دارای زمان هســـتند، که به علت گســـتردگی ابعاد زمانی و مکانی پیچیدگی خاصی داشـــته و قادرند سیســـتم اقلیمی را با لحاظ نمودن اکثر فرآیندها در مقیاس جهانی و یا قاره‌ای شبیه‌سازی کنند. این مدل‌ها برای محاسبه هر یک از متغیرهای اقلیمی نیازمند محاســـبه، ذخیره و تکرار محاسبات در هر یک از نقاط شبکه می‌باشند (سیاری و همکاران، ۱۳۹۰).

7. Energy Balance Model
8. Regional Climate Model
9. System Defination Model
10. General Circulation Models

کاربرد مدل‌های GCM

مدل‌هـــای GCM در دو مورد پیش‌بینـــی اقلیمی و پیش بینی عـــددی آب وهوا مورد استفاده قرار می‌گیرند:

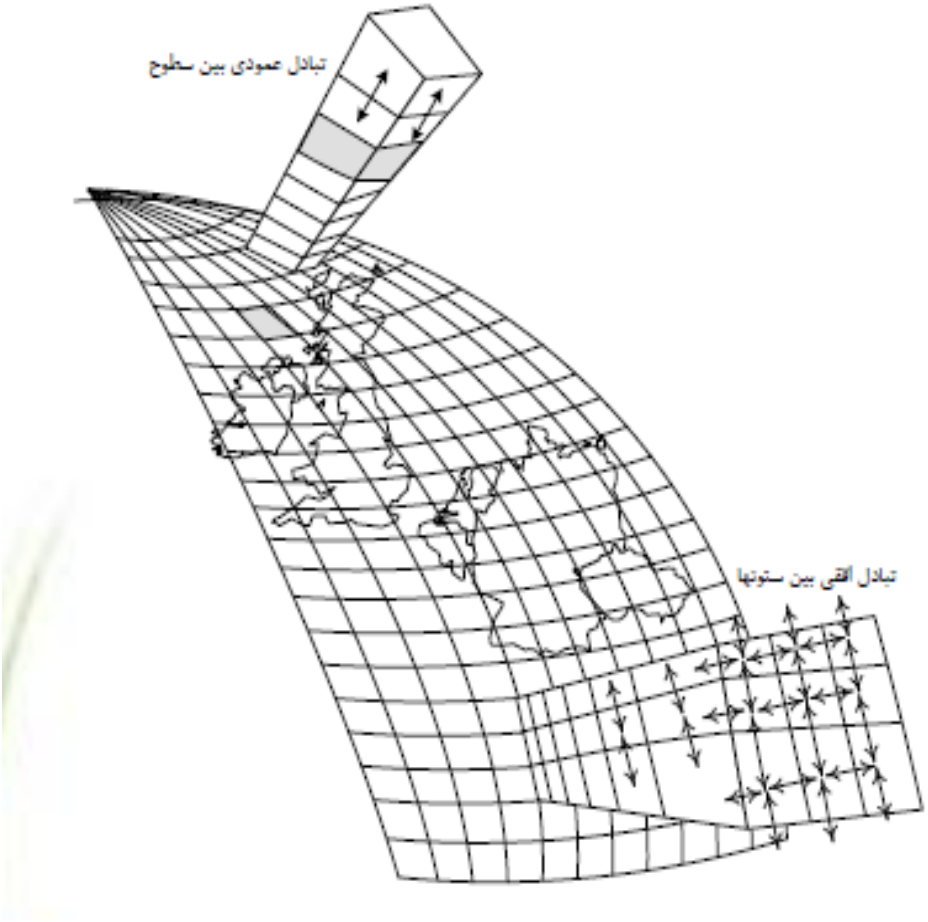
۱. پیش‌بینی اقلیمی

در ایـــن حالت مدل‌هـــای GCM برای افق‌های یک فصل تا چنـــد قرن اجرا می‌گردد و شـــرایط اولیه آن می‌تواند شـــرایط متوســـط آب و هوایی در یک منطقه (که به اقلیم تعبیر می‌شود) باشد. در این حالت هدف از اجرای این مدل‌ها پیش‌بینی آماری تغییرات اقلیمی و همچنین پیش‌بینی آب و هوا در شـــرایطی اســـت که تغییرات قابـــل توجهی در یکی از عوامل آب و هوایی رخ می‌دهد (مانند افزایش غیر عادی دما). اغلب پیش‌گویی‌های کوتاه مدت اقلیمی بر اســـاس تغییرات عمومی دما و بر اســـاس شبیه‌ســـازی رایانه‌ای مدل‌های چرخه عمومی جو بیان می‌شـــوند. مدل‌های GCM در مقیاس مکانی معمولا جو را به ۵ تا ۲۰ لایه نامســـاوی شبکه‌بندی می‌کنند. این لایه‌ها در نزدیک سطح زمین بوده و لایه‌های نزدیک به ســـطح زمین فواصل کمتری دارند. تقسیم‌بندی زمانی این مدل‌ها بطور معمول در حد چند ســـاعت می‌باشـــد. بدیهی است که محدودیت محاســـبات معادلات دینامیک سیالات در این مدل‌ها ابعاد مکانی و زمانی می‌باشد.

۲. پیش بینی عددی آب وهوا

در ایـــن حالت مدل‌های GCM برای یک الی بیســـت روز بعد اجـــرا می‌گردند. آخرین اطلاعات جو به عنوان مقادیر شـــروع اجرا برنامه در نظر گرفته می‌شـــود. هدف مدل تعیین مقادیر واقعی آب و هوا (دما، بارش و...) در افق‌های ذکر شده است.

معادلات مورد اســـتفاده در مدل‌های GCM به دو دسته اصلی معادلات تبادل انرژی و بقای جرم و بخار آب تقســـیم می‌گردند. برای استفاده از مدل‌های GCM ,جو به شبکه‌ای از عناصر حجمی مانند (شکل ۱) تقسیم‌بندی می‌گردند.



شکل ۱: مدل گردش عمومی شبکه‌ی (شبکه‌ی قائم‌الزاویه)

سپس در هر یک از این احجام معادلات نامبرده حل می‌گردند. معادله بقای انرژی: مطابق این معادله نیرو برابر با افزایش انرژی داخلی به علاوه کار انجام شده است. معادله بقای گشتاور: مطابق این معادله نیرو برابر حاصل ضرب جرم در شتاب است. معادله بقای جرم: این معادله بیان می‌کند که مجموع چگالی ضرب در سرعت باد (برابر با جرم) در هر سه بعد برابر صفر است.معادله قانون گاز کامل: طبق این قانون حاصل ضرب فشار در حجم، برابر با ثابت گاز در دمای مطلق است.