

# روند تغییرات اقلیمی

و

## جغرافیای سواحل

نگارش: دکتر نفی طاووسی

### پیشگفتار

مناطق ساحلی به دلیل داشتن شرایط طبیعی برای زندگی، همچون وجود خاکهای حاصلخیز ناشی از ترکیب آبرفت، رودخانه‌ها، آب فراوان، اعتدال هوا، دسترسی به ذخایر و راههای تجاری دریایی و ... از قدیم‌الایام مورد توجه بشر قرار گرفته و پس از بروز انقلاب صنعتی و در پی آن گسترش مبادلات تجاری جهانی و توسعه ارتباطات اقتصادی، سیاسی و فرهنگی و رونق صنعت توریسم بیش از پیش بر اهمیت سیاسی، نظامی و اقتصادی مناطق ساحلی افزوده شده است. وجود چنین شرایط مساعدی، به رشد تمرکز انسانها و استقرار هر چه بیشتر صنایع و ایجاد مراکز اداری و تمرکز هتلها و در نتیجه گسترش شهرها در سواحل کمک نموده است.

نتایج برخی از فرضیات افزایش تعداد و شدت فاجعه‌های هواشناسی و سوانح طبیعی از قبیل: خطر افزایش طغیان رودها و دریاها در مقیاس وسیعی در مناطق ساحلی و پرجمعیت (مانند بنگلادش، سواحل کارائیب و ...)، گسترش و شدت طوفانهای حاره‌ای و توسعه دامنه نفوذ آنها به سمت اروپای غربی و عرضهای بالاتر جغرافیایی، و ... را نشان می‌دهند.<sup>۱</sup> این روند صعودی<sup>۲</sup> نه تنها ناشی از تغییرات شرایط اقلیمی بوده<sup>۳</sup> بلکه بر اثر ازدیاد جمعیت و تمرکز انسانها در شهرهای بزرگ به ویژه مناطق ساحلی تشدید شده است.<sup>۴</sup> به طوری که می‌توان به عنوان نمونه از تمرکز هتلها در مناطق ساحلی مورد تهدید هاریکنها مانند سواحل فلوریدا و استقرار صنایع در دریای طوفان زای شمال و ... نام برد. باید گفت زمانی حوادث مصیبت‌بارتر خواهد بود که استقرار تجهیزات صنایع واحداث شبکه راههای حمل و نقل (در مناطقی که به طور قائم مورد تهدید حوادث

طبیعی است) با تکنولوژی همراه نباشد.

### سیستم اقلیم

سیستم اقلیم به عنوان یک «نظام سیبرنتیک»<sup>۵</sup> شامل مجموعه جو، زمین، آب و سطوح یخ بوده که با یکدیگر و سایر فرایندهای «زمینی» و «برون‌زمینی» در ارتباط متقابل قرار دارند، و مانند همه سیستم‌های طبیعی یک «سیستم پویا»<sup>۶</sup> می‌باشند و در اثر تغییر در بخشی از سیستم، تغییراتی در سایر بخشهای اقلیمی به وجود می‌آورند، به گونه‌ای که تغییرات معلولی می‌تواند اثرات وارده را خنثی نموده (باز خورد منفی<sup>۷</sup>) و در صورتی که تغییر در شرایط نظام فزونی یابد و کنترل نظام را از حد خارج سازد موجب تشدید تغییرات خواهد شد (بازخورد مثبت).

تقریباً همه فرضیه‌های مربوط به تغییرات اقلیمی، «مقدار» و یا «پراکندگی» دمای زمین را مورد بحث قرار می‌دهند، زیرا نحوه پراکندگی انرژی گرمایی به عنوان موتور گردش عمومی جو عمل نموده و تغییر وضعیت گردش عمومی جو موجب تغییر در سایر عناصر و بخشهای اقلیمی می‌گردد.

عوامل تغییرات اقلیمی در دو گروه کلی «برون‌زمینی (نجومی)»<sup>۸</sup> و «زمینی»<sup>۹</sup> دسته‌بندی شده‌اند ولی با توجه به یکی از خصوصیات سیستم سیبرنتیک (حد بردباری و نوع بازخورد) کیفیت شرایط فیزیکی زمین، نوع بازخورد متفاوتی را در طول دوره‌های مختلف زمین‌شناسی و در عرضهای مختلف جغرافیایی به وجود آورده، چنانچه گفته شده: «تأثیر عمده عوامل نجومی بر شرایط اقلیمی تنها پس از ظهور یخچالهای عظیم قطبی شروع





است.<sup>۱۹</sup>

البته میزان تراکم گازکربنیک اتمسفر در عرضهای مختلف به دلیل تبادل این گاز بین آب و جو، تفاوت دارد زیرا اتمسفر در عرضهای بالا دی اکسید کربن از دست می دهد و به وسیله جریانات آب سرد این گاز به عرضهای پایین حمل شده و مجدداً به اتمسفر باز می گردد. درعین افزایش دمای ناشی از افزایش گلخانه ای جو در عرضهای بالای جغرافیایی بیشتر از عرضهای پایین خواهد بود (در عرضهای بالای جغرافیایی ۱۰ درجه و در عرضهای پایین ۲ درجه سانتی گراد)<sup>۲۰</sup> که دلیل آن کاهش میزان آلودناشی از ذوب یخ مناطق قطبی است.

ممکن است موضوع کافی یا ناکافی بودن داده های کنونی و این که آیا گرمای هوا معلول تغییرات اتمسفر است یا نه مورد اختلاف نظر باشند، ولی افزایش گازهای مربوط به اثر گلخانه ای جو و افزایش دمای زمین طی قرنهای آینده به طور بی سابقه ای مورد اتفاق نظر دانشمندان هواشناسی می باشد. در عین حال کسانی نیز افزایش دی اکسید کربن جو را در دهه اخیر محصول دمای بالای دهه ۱۹۸۰ میلادی می دانند که با تأخیر زمانی انجام گرفته است. چنان که «کلینگ» افزایش کربن اتمسفر براساس داده های ثبت شده در مونالورا یک طغیان زودگذر می داند.<sup>۲۱</sup>

به دلیل دوگانگی تاثیر فعالیت انسان بر اقلیم (کاهش شفافیت جو و افزایش اثر گلخانه ای جو) نظر دیگری نیز در مورد روند تغییرات اقلیمی وجود دارد. عده ای از آب و هواشناسان معتقدند که افزایش گردوغبار و خاکسترهای ناشی از صنایع و کویریزایی ناشی از فعالیت بشری و در نتیجه افزایش آلودگی اتمسفر بیشتر از آن است که با اضافه شدن میزان دی اکسید کربن موازنه داشته باشد و در نتیجه امکان دارد در کوتاه مدت با سرما روبرو شویم.<sup>۲۲</sup>

ولی قرآنی دال بر گرمتر شدن زمین وجود دارد، «جسم ای هانس»<sup>۲۳</sup> و همکارانش از انستیتیوی تحقیقات فضایی «گادارد» ارقام ثبت شده دما را از زمان کنونی تا سال ۱۸۶۰ میلادی مورد تحلیل قرار دادند. تحلیل های آنان دلالت بر آن دارد که دمای زمین از آن زمان تاکنون به میزان ۰/۵ درجه تا ۰/۷ درجه سانتی گراد بالا رفته است.<sup>۲۴</sup> «تامس. ام. ال. ویگلی»<sup>۲۵</sup> و همکاران وی از دانشگاه «ایست انگلیا»<sup>۲۶</sup> در انگلستان نیز بالا رفتن میانگین دمای هوای زمین را ارایه داده اند.<sup>۲۷</sup>

«فل دی، جونز» از همکاران «ویگلی» گزارش داده است که دمای هوای زمین از اوایل قرن حاضر در حدود ۰/۵ درجه سانتی گراد بالا رفته است و گرمترین سالهای ثبت شده به ترتیب شش سال بودند (۱۹۸۸ - ۱۹۸۷ - ۱۹۸۶ - ۱۹۸۳ - ۱۹۸۱ - ۱۹۸۰).<sup>۲۸</sup> قرآن دیگری بر گرم شدن شتاب دار هوای زمین دلالت دارند. بنابر اظهارات جمعی از پژوهشگران مرکز بررسی زمین شناختی آمریکا، فاصله پرمافراست از سطح زمین مناطق قطبی آلاسکا و کانادا در چند سال گذشته زیاد شده است. میانگین دمای آب دریاچه های کانادا بالا رفته است. حداکثر گسترش سالانه یخ دریای اطراف قاره قطب جنوب و دریاچه های منطقه منجمد شمالی به نظر می رسد که در حال کم شدن است، یخچالهای

به میزان دی اکسید کربن اتمسفر و مقدار آلودگی ناشی از ذرات جامد معلق در هوا و کیفیت فیزیکی سطح زمین بستگی دارد.

فعالیت انسان در قالب چرای بی رویه در مناطق نیمه خشک، اندام و قطع اشجار جنگلی، توسعه و گسترش مناطق مسکونی احداث سدهای بزرگ آبیاری، خشکانیدن پاتلاقها، مصرف فرایزنده سوختهای فسیلی در کارخانجات صنعتی، وسایل نقلیه موتوری و سیستمهای حرارتی خانگی و ... به افزایش میزان آلودگی سیاره ای و اثر گلخانه ای جو منتهی می شود. و با تاثیر بر مقدار دما می تواند روند تغییرات اقلیمی را تحت تاثیر خود قرار دهد و افزایش میزان آلودگی که به کاهش تابش و در نتیجه کاهش دما می انجامد توسط بشر از دو راه ممکن می شود:

الف) تغییر فیزیکی سطح زمین به وسیله از بین بردن پوشش گیاهی آن.

ب) کاهش شفافیت جو به وسیله رها نمودن ذرات غبار و دود در هوا.

اما راه سومی نیز وجود دارد که برخلاف موارد قبل به افزایش دمای سیاره ای کمک می کند و آن افزایش اثر گلخانه ای اتمسفر به وسیله رها کردن گازهای چون دی اکسید کربن و متان و ... است.

در این میان دی اکسید کربن به دلیل وجود در ترکیب گیاهان و جانوران، آب دریاها و اقیانوسها، سنگهای رسوبی کربن دار و سوختهای فسیلی همچون گاز، نفت و زغال سنگ در چرخه های زیست شناسی و زمین شناسی و اقلیم شناسی به جو وارد شده و از آن خارج می شود ولی گسترش صنایع به تراکم بیش از پیش این گاز در اتمسفر کمک زیادی نموده است.

بزرگترین منبع انتشار CO<sub>2</sub>، احتراق سوختهای فسیلی است که سالانه در حدود ۵/۶ میلیارد تن کربن از آن راه وارد اتمسفر می شود. سهم کشورهای صنعتی در این رقم ۷۵ درصد است.<sup>۱۴</sup>

دومین منبع عمده دی اکسید کربن انهدام جنگل مخصوصاً در مناطق استوایی است که تا سال ۱۹۸۰ میلادی میزان انهدام جنگل سالانه حدود ۱۱۰۰۰ کیلومتر مربع بود که در نتیجه در سال ۱۹۸۰ میلادی بین ۰/۴ میلیارد تن تا ۲/۵ میلیارد تن کربن وارد اتمسفر شد.<sup>۱۵</sup>

داده های ثبت شده در رصدخانه مونالورا،<sup>۱۶</sup> افزایش دی اکسید کربن را از ۳/۵ بخش در میلیون (PPM) در سال ۱۹۵۸ میلادی، به بیش از ۳۵۵ بخش در میلیون در اواسط سال ۱۹۹۰ میلادی نشان می دهد.<sup>۱۷</sup>

براساس پیش بینیهای اخیر سازمان محیط زیست آمریکا، روند تأثیر گلخانه ای از سال ۱۹۹۰ میلادی شدیدتر از آنچه تاکنون تصویر می شده عمل خواهد کرد به طوری که به نظر می رسد تا سال ۲۰۴۰ میلادی دمای سطح کره زمین به طور متوسط ۲ درجه سانتی گراد و تا سال ۲۱۰۰ میلادی حدود ۵ درجه سانتی گراد افزایش یابد.<sup>۱۸</sup>

مدهای کامپیوتری چرخش عمومی جو با فرض دو برابر شدن دی اکسید کربن (۶۰۰ - ۳۰۰ بخش در میلیون) تغذیه شدند و مقدار افزایش دما را ۲ درجه تا ۵ درجه سانتی گراد برای اواسط قرن آینده نشان داده



خشکی سراسر اروپا و نقاط دیگر دنیا عقب نشینی کرده‌اند.<sup>۲۹</sup> همچنین شدت حد فوق هاریکن «زیلبرت» در سال ۱۹۸۸ میلادی و طوفان «هوگو» (ظاهراً در سال ۱۹۸۹ میلادی اتفاق افتاده است) می‌تواند به عنوان نشانه‌ای از ظهور تدریجی تأثیر گرم شدن اقلیم جهانی تلقی شود.<sup>۳۰</sup>

### (بازتاب اثر گلخانه‌ای)

به فرض بروز تأثیرات افزایش اثر گلخانه‌ای جو و به وجود آمدن نوسانهای درونی سیستم اقلیم به عنوان بازخوردهای مثبت و منفی، نتایج برخی از مدل‌های کامپیوتری آب و هوایی و بعضی از فرضیات، فهرست وار به قرار زیر است:

### افزایش تعداد و شدت فاجعه‌های هواشناسی

خطر طغیان رودها و دریاها در مقیاسی وسیع در مناطق ساحلی و پرجمعیت مثل بنگلادش، سواحل کارائیب، خلیج مکزیک، فلوریدا، سواحل جنوبی آمریکا و سواحل هند - افزایش تجمه مواد آلی و در نتیجه افزایش رها شدن دی اکسید کربن در هوا - در بعضی از مناطق جهان مثل شمال اسکانديناوی، سیبری، کانادا باران بیشتری می‌بارد و درختان و محصولات رشد زیادی خواهند داشت.<sup>۳۱</sup> اما در نواحی پر حاصل و سرسبز میان قاره‌ای امروزی باعث خشک و غیرقابل استفاده شدن خاک در تابستان می‌شود. خشکسالی‌های ویران کننده - گسترش و شدت طوفانهایی نظیر هاریکنها و نورتادوها - مهاجرت جانوران - ذوب پرومافروست نواحی توندرای قطب شمال - از بین رفتن تورب‌زارها و آزاد شدن متان و دی‌اکسید کربن در هوا - ذوب یخچالها و کاهش آلبدو در عرضهای بالای جغرافیایی - بالا آمدن سطح آب اقیانوسها و غرق شدن مناطق ساحلی پست مانند بنگلادش، میامی و نیویورک - کم شدن گونه‌های وحشی - فرسایش خاک - سوراخ شدن لایه اوزن و بالاخره این که اثر گلخانه‌ای حرارت هوا را در قسمت پایتتر جو افزایش می‌دهد بدون آنکه در بخشهای بالاتر جو به همان شدت افزایش حرارتی داشته باشیم. بنابراین روند در جهت ناپایداری در مقیاس کره زمین به وجود می‌آید و این امر به نوبه خود بر خصوصیات گردش عمومی جو اثر می‌نهد.<sup>۳۲</sup>

### بازتاب تغییرات اقلیمی بر جغرافیای ساحلی

تغییرات دمایی هوا می‌تواند به تغییراتی در سطح آب اقیانوسها، توسعه مناطق وزش سیکلنهای مداری، افزایش دمای آب اقیانوسها منجر شده و ناهنجاری دمایی سطح دریاها نیز به نوبه خود به تغییرات درونی سیستم اقلیم منتهی می‌گردد.

همچنین تغییرات دمایی به تغییر درالگوی کمربندهای فشار در کره زمین می‌انجامد. این مراکز فشار هدایت کننده جریانهای گرم و سرد اقیانوسها هستند و این جریانها اقلیم سواحل مجاور خود را کنترل می‌نمایند. به علاوه تغییر محل استقرار مراکز فشار می‌تواند با جایگزین کردن پادهای خشک و مرطوب مناطق ساحلی را تحت تاثیر خود قرار دهد. از طرفی افزایش بارندگی، افزایش ضریب آبدوی در حوضه‌های

آبخیز رودخانه‌ای ناشی از گسترش شهرها، انهدام جنگلها، بوته کنی، ... نیز به جاری شدن سیل در مناطق ساحلی می‌انجامد.

هر یک از موارد فوق‌الذکر در عنوان جداگانه‌ای در ذیل مورد بحث قرار می‌گیرند.

### الف) تغییر سطح آب اقیانوسها و دریاها

سطح اقیانوسها در مدت زمان طولانی متغیر است و به این تغییر سطح اقیانوسها در مقیاس جهانی «تغییرات استاتیک»<sup>۳۳</sup> می‌گویند. عواملی که در ایجاد چنین تغییراتی مؤثر عبارت هستند از:

• تغییرات «تکتونو-استاتیسیم»<sup>۳۴</sup> که منجر به تشکیل یک حوضه جدید اقیانوس و پایین رفتن سطح مینا میشود.

• تغییرات «سدیماتو - استاتیسیم»<sup>۳۵</sup> که در اثر رسوب‌گذاری در حوضه‌های اقیانوس موجب بالا آمدن سطح مینا می‌گردد.

• تغییر درج حرارت آب اقیانوسها، طبق محاسبه «فربریج»<sup>۳۶</sup> سال (۱۹۶۱ میلادی) اگر حرارت تمام آب اقیانوسها یک درجه سانتی‌گراد افزایش یابد سطح مینا به اندازه ۲ متر بالا خواهد آمد.<sup>۳۷</sup>

• تغییرات «گلاسیو - استاتیسیم»<sup>۳۸</sup> که ناشی از تغییرات اقلیمی و ذوب و انجماد یخچالهای قاره‌ای و یا به عبارت دیگر پیشروی و عقب‌نشینی یخچالها می‌باشد.

### ● توجه به عوامل فوق‌الذکر دو مطلب را روشن می‌نماید:

اولاً در تغییرات سطح مینای آنها همیشه کاهش و یا افزایش مقدار آب دخالت ندارد.

ثانیاً تغییرات اقلیمی در دو روش متفاوت به تغییرات سطح مینا منجر می‌شود:

اول در اثر تغییر درجه حرارت آب و در نتیجه تغییر حجم آب و بدون تغییر میزان آب.

دوم در اثر ذوب یخچالها و در نتیجه افزایش مقدار آب اقیانوسها و یا گسترش یخچالها و در نتیجه ذخیره آب اقیانوسها در خشکیها به صورت یخ و کاهش مقدار آب اقیانوسها.

افزایش دمای ناشی از افزایش اثر گلخانه‌ای جو می‌تواند به گرمتر شدن آب اقیانوسها و ذوب شدن یخهای روی گرینلند و قاره قطب جنوب و افزایش ارتفاع سطح مینا و پیشروی آب به لبه داخلی قاره‌ها منتهی شود. قسمتهای زیادی از زمینهای کشورهای کم ارتفاع یا پست مانند بنگلادش و شهرهایی مانند میامی، و نیز حتی نیویورک به زیر آب خواهند رفت. «استفان لدرمن» دانشمند محیط‌شناسی از دانشگاه مریلند می‌گوید: «اگر این افزایش در سطح آب اقیانوسها ... ۱ فوت تا ۳ فوت باشد واقعاً خیلی زیاد خواهد بود...»<sup>۳۹</sup>

یخچال‌شناسان برآورد کرده‌اند که اگر پهنه‌های یخی روی گرینلند به طور کامل ذوب شوند سطح آب اقیانوسها ۷ متر افزایش خواهند یافت.<sup>۴۰</sup> و یا یک افزایش ۵ متری سطح مینا را نتیجه ذوب شدن ورقه یخی عظیمی که



سرد شرق فرانسه را به عرضهای پایینتر منتقل می‌کند (جریان کاناری) و در جنوب خود جریان شمال استوایی و در شمال خود جریان اطلس شمالی را به وجود می‌آورد. بنابراین در حاشیه غربی مراکز پرفشار در هر نیمکره جریانهای گرم و در حاشیه شرقی آنها جریانهای سرد جریان دارند. در حاشیه شرقی این مراکز به علت «اثر اکمن»<sup>۴۵</sup> آب سطحی اقیانوسی پیوسته به طرف غرب منحرف می‌شوند و به جای آنها در نواحی ساحلی از زیر دوباره آب سرد بالا می‌آید و «منطقه بالای آب» در سواحل شرقی اقیانوسها استقرار یافته‌اند

دو عامل در تفاوت ناپایداری هوا در حواشی شرقی و غربی مراکز پرفشار نقش تعیین‌کننده‌ای دارد:

اول عبور هوا از روی جریانهای سرد و گرم و دوم جریان هوا از عرضهای پایین یا بالای جغرافیایی. در حواشی شرقی مراکز پرفشار به دلیل ریزش هوای سرد از عرضهای بالاتر و عبور از روی جریانهای سرد، هوا پایدار بوده و در اثر فرونشینی هوا، واژگونی دمایی ایجاد می‌گردد. بنابراین سواحل غربی قاره‌ها مجاور چنین جریانات سرد و مراکز پرفشار، مناطق خشک و کم بارانی هستند.

درحواشی غربی این مراکز به دلیل جریان صعودی هوای مرطوب، ناپایداری هوا سبب ریزش بارانهای شدید در سواحل شرقی قاره‌ها شده و وجود جریانهای گرم نیز تاثیر چشمگیری به عهده دارد.

پس الگوی استقرار مراکز فشار جریانهای اقیانوسی را به وجود می‌آورد و سپس جریانهای اقیانوسی با توجه به اختلاف دمای آب دریا و هوا بر پایداری و ناپایداری هوا اثر گذشته و اقلیم سواحل را تحت تاثیر قرار می‌دهند. از این رو به جابه‌جایی مراکز فشار می‌تواند به وسیله جریانهای اقیانوسی نیز بر آب و هوای ساحلی تأثیر گذار باشد چنان که مشاهده شده است که در هر دوره ۱۱ ساله بادهای تجارتی شرقی در نواحی کارائیب هر سال بیش از پیش قوی می‌شوند و از جنوب پاناما عبور می‌کنند که در نتیجه آن منطقه اصلی طوفانها منطقه همگرایی درون حاره به سوی جنوب خط استوا منتقل می‌شود. در این زمان آب گرم اقیانوس نیز به سمت جنوب خط استوا جریان می‌یابد و جای منطقه بالای آب سرد ساحلی را می‌گیرد در نتیجه در جاهایی که در سالهای دیگر خشک و نیمه‌خشک بوده‌اند بارانهای سیل آسا و بسیار شدید می‌بارد.<sup>۴۶</sup>

### نقش ناهمجانیهای دمایی سطح دریاها در تغییرات درونی سیستم هوا

آب، ظرفیت زیادی برای جذب گرما دارد. ولی انرژی جذب شده توسط آب به وسیله تبخیر، تلاطم و جریانهای دریایی به هوا یا مناطق کم انرژی منتقل می‌شود و بنابراین دریاها به عنوان منبع ذخیره گرما، خود به تدریج گرم و سرد می‌شوند. و نقش فوق‌العاده‌ای در تعدیل دمای هوا داشته و در تثبیت اقلیم سواحل نقش فعالی دارند. آنچه در مورد دمای آب حائز اهمیت است اختلاف دمای آب سطحی اقیانوس و دمای هوا می‌باشد. براساس اطلاعات آماری جزیره کانتن که به وسیله پرکنز در سال

در فلات قاره غرب قطب جنوب قرار گرفته پیش‌بینی می‌کنند.<sup>۴۱</sup> پیش‌بینی دیگری یک افزایش ۳۰ سانتی‌متری آب تا اواسط قرن آینده را از همه محتملتر می‌داند و حتی افزایش ۱/۵ متری ناشی از توسعه حرارتی آب اقیانوسها و ذوب یخهای قاره‌ای را نیز ممکن می‌داند.<sup>۴۲</sup>

از آغاز قرن حاضر تاکنون سطح مینا ۱۰ سانتی‌متر بالا آمده است. در همین قرن و در قسمت شرقی ایالت متحده، سطح آب حدود یک پا افزایش داشته است.<sup>۴۳</sup> «لدرمن» می‌گوید: «با وجود این که سطح آب یک پا افزایش داشته است ولی ارتفاع آب و پیش روی آن در شهرهای کنسار اقیانوس زیاد بوده است. برای مثال در مریلند ۳۵ متر تا ۷۰ متر، در فلوریدا ۷۰ متر تا ۳۰۰ متر در لوئیزیانا چندین کیلومتر از مناطق به زیر آب فرو خواهد رفت.»<sup>۴۴</sup>

### تغییرات جابه‌جایی محل استقرار مراکز فشار

قبلاً گفتیم که نحوه پراکندگی دما در تعیین الگوی مراکز فشار سطح زمین تأثیر تعیین‌کننده‌ای دارد و از آنجایی که پراکندگی دما به عرض جغرافیایی و خصوصیات فیزیکی سطح زمین بستگی دارد لذا هرگونه تغییر در الگوی دمای سیاره‌ای اعم از گسترش و یا کاهش حلقه قطبی، چگونگی اختلاف دمای سطح آب و هوای مجاور آن و ... می‌تواند به جابه‌جایی محل استقرار مراکز فشار و حتی تشدید و یا تضعیف این مراکز منجر شود. تغییر الگوی فشار سیاره‌ای و یا حداقل تغییر موقعیت استقرار آنها می‌تواند به تغییر موقعیت و شدت بادهای غالب و جریانهای اقیانوسی انجامیده و در نتیجه اقلیم سواحل را متأثر سازد.

### اثرات متقابل مراکز پرفشار و جریانهای اقیانوسی و تأثیر آن بر اقلیم سواحل

عوامل مختلفی که در ایجاد جریانهای اقیانوسی دخالت دارند عبارت هستند از:

- بادهای غالب، اختلاف سطح مینای اقیانوسها در عرضهای بالا و پایین جغرافیایی که ناشی از تفاوت میزان تبخیر و ورود رودخانه‌های پرآب آسیایی و اروپایی به حوضه قطب شمال می‌باشد، اختلاف دمای آب و شوری آب و در نتیجه اختلاف چگالی آب در بخشهای مختلف اقیانوسی. تمامی عوامل فوق‌الذکر ناشی از تفاوت دما در عرضهای مختلف جغرافیایی است چنان که تفاوت دما در الگوی پراکندگی فشار و در تعیین جهت و شدت بادهای غالب هر منطقه نقشه اساسی را به عهده دارد.

مراکز پرفشار به عنوان منبع تغذیه بادهای در نیمکره شمالی در جهت عقربه‌های ساعت و در نیمکره جنوبی در جهت خلاف عقربه‌های ساعت بادهای را به حرکت درمی‌آورند. مراکز پرفشار جنب حاره‌ای به عنوان مهمترین عامل کنترل جهت حرکت اقیانوسی در اطراف خود جریانهای عمده اقیانوسی را به وجود می‌آورند. مثلاً مرکز پرفشار آזור در حاشیه غربی خود آب گرم خلیج مکزیک را به طرف شمال (جریان گلف استریم) و شمال شرقی (تحت تاثیر نیروی کربولیس) می‌برد و در شرق اقیانوس آب

۱۹۶۹ میلادی بررسی شده، تغییرات متوسط ماهانه دمای هوا اغلب از تغییرات ماهانه آب دریا عقبتر است.<sup>۴۷</sup> دمای آب زمانی که بالای آب سرد اقیانوس صورت می‌گیرد پایبتر است، چنانچه متوسط دمای هوا بیش از متوسط دمای آب اقیانوس باشد فرایندهای لازم برای ایجاد همرفتی گسترده متوقف می‌شود. لذا در این وضعیت انرژی از هوا به سوی آب منتقل می‌شود و هوا به سبب تماس با آب سرد، از زیر سرد شده و در نتیجه پایداری آن بیشتر و سبب ایجاد لایه وارونگی دما در سطح زیرین می‌شود (نمونه بالای آب سرد اقیانوس آرام در امتداد سواحل پرواز عوامل خشکی نواحی ساحلی است). به صورت یک قانون کلی می‌توان گفت: هر جا که درجه حرارت آب کمتر از میانگین (دمای هوا) باشد برای تشکیل آنتی سیکلن مساعد است.<sup>۴۸</sup>

اما چنانچه دمای آب دریا بیشتر از دمای هوای مجاور باشد، انرژی (گرمای نهان و گرمای محسوس) از آب دریا به سوی هوا منتقل می‌شود و مقدار بارندگی را افزایش می‌دهد. به طور کلی مشخص شده که عامل تشدید بارندگی بر روی اقیانوسهای اطراف خط استوا عبارت از رابطه بین دمای جریانهای هوا و آب اقیانوس است.<sup>۴۹</sup>

به طور کلی افزایش دمای آب اقیانوسها به افزایش رهایی دی‌اکسید کربن در جو، افزایش حجم آب و بالا آمدن سطح مینا و افزایش فعالیت چرخندزایی و تاثیر بر الگوی موج بلند غربی، گسترش محدوده سیکلنهای حاره‌ای و افزایش چرخه هیدرولوژی می‌تواند منجر شود.

«ژروم نامیاس» با بررسیهای خود نشان داده که گسترش سریع فشار زیاد جنب حاره‌ای در پاییز سال ۱۹۶۱ میلادی که به دنبال سرد شدن تدریجی آب اقیانوس آرام در سالهای پیش از آن رخ داده، موجب گسترش حجم زیادی از آبهای گرم به سمت قطب است. وجود آب گرم سبب فعالیت غیرعادی چرخندزایی در عرضهای پایبتر شده و فراز موج بلندبادهای غربی را روی سواحل غربی آمریکا شمالی به وجود آورده است. در نتیجه ناهنجاری دمایی در طول زمستانهای سال ۱۹۶۷-۱۹۶۱ میلادی در این سواحل مربوط به استقرار آب نسبتاً گرم قسمت مرکزی آرام شمالی مرتبط بوده است.<sup>۵۰</sup> این بررسی نشان می‌دهد که زمانی آب قسمت مرکزی آرام شمالی سردتر از معمول بوده و در قسمت شرقی آرام شمالی آب با دمای گرمتر از معمول به نحو گسترده‌ای وجود داشته و چنین تفاوتی جبهه‌ها و چرخندزایی را تقویت نموده و الگوی جریانی چرخندهای رو به سمت آلاسکا، به وجود آمده است.

### سیکلنهای حاره‌ای

شرایط لازم برای فعالیت سیکلنهای حاره‌ای عبارت است از:

۱) وجود دمای ۲۶/۵ درجه‌ای آب اقیانوس تا عمق ۶۰ متری، به همین دلیل در سواحل شرقی اقیانوسهایی که تحت تاثیر مراکز پرفشار جنب حاره هستند (منطقه جریانه‌ای آب سرد) سیکلنهای مداری تشکیل نمی‌شود.

۲) وجود نیروی کربولیس، به همین دلیل قلمرو فشارهای کم

استوایی عاری از سیکلنهای مداری است و منطقه حداکثر این فروربارها دورتر از استوای جغرافیایی بین مدارهای ۲۰ درجه - ۱۰ درجه عرض شمالی و جنوبی تشکیل می‌شوند. در ضمن در صورتی که کمربند همگرایی حاره‌ای حداقل پنج درجه عرض جغرافیایی با استوا فاصله داشته باشد نیروی کربولیس لازم جهت تقویت این سیکلنها را دارد.

۳) وجود یک موج شرقی

۴) تضاد حرارتی:

الف: بین دو توده هوا و آمیخته نشدن هوای گرم و مرطوب در حال صعود با هوای خشک اطراف.

ب: تضاد حرارتی بین آب اقیانوس و هوا.

به همین دلیل هنگامی که در آخر فصل گرم (تابستان و پاییز) گرمای دریا نسبت به گرمای هوای بیشتر است حداکثر تعداد سیکلنها اتفاق می‌افتد.

۵) وجود هسته رودباد

۶) دسترسی به هوای گرم و مرطوب، بنابراین سیکلنها تنها بر روی دریا حیات خود را حفظ می‌کنند و عبور از روی خشکی سیکلن را از سرچشمه انرژی آن جدا کرده و به تدریج پیر شده و نابود می‌شود، زیرا انرژی مورد نیاز برای تشدید و ادامه فعالیت هر سیکلن از گرمای نهان تبخیر تأمین می‌شود.

با توجه به شرایط فوق‌الذکر باید گفت سیکلنهای حاره‌ای منحصراً بر روی دریا تشکیل می‌شوند و با سواحل و جزایر تماس پیدا می‌کنند و تقریباً با منطق آلیزه مطابقت دارند. حداکثر سیکلنها در اقیانوس آرام شمالی و حداقل آنها در دریای عرب دیده می‌شود. اقیانوس هند (خلیج بنگال و دریای عرب) و منطقه کارائیب و دریای آنتیل محل ویژه سیکلنهای مداری می‌باشد و در اقیانوس اطلس و آرام (در جنوب خط استوا) چنین پدیده‌ای وجود ندارد.

جهت حرکت آنها غالباً از شرق به غرب در حاشیه استوایی پرفشارهای جنب استوایی صورت می‌گیرد و سپس به سمت قطب (در نیمکره شمالی به سمت شمال و در نیمکره جنوب به سوی جنوب) منحرف شده و با سرعتی بیشتر به عرضهای معتدله می‌رسند.

علت مرگ آنها، قطع انرژی ناشی از تبخیر (گرمای نهان تبخیر) است و با عبور از روی آب ملایمتر (سردتر از ۲۶ درجه) یا رسیدن به خشکی و یا چرخش به سمت عرضهای بالاتر و ورود به هوای نسبتاً سرد می‌باشد.

سیکلنهای حاره‌ای اهمیت خاصی در آب و هوای مداری سواحل شرقی و زندگی انسانهای ساکن در این مناطق دارند، و افزایش دمای آب اقیانوسها می‌تواند به گسترش رو به قطب مناطق تشکیل سیکلنهای مداری، افزایش تعداد و شدت آنها بیانجامد. همان طوری که طی ۲۰ سال گذشته در اقیانوس آرام وسعت سطح مناطقی که دمای آنها بیشتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد فراتر می‌رود حدوداً افزایش داشته است (فلون<sup>۵۱</sup> سال ۱۹۸۹ میلادی).<sup>۵۲</sup>

## اقلیم آینده، ضرورت بررسی روشهای تعدیل خطرات ناشی از تغییر شرایط اقلیمی و اولویت سواحل

مطالعه گذشته زمین‌شناسی و دیرینه اقلیم‌شناسی نشان می‌دهد که شرایط آب و هوا همراه با سایر تحولات درونی و بیرونی کره زمین پیوسته دستخوش تغییر واقع شده است. دوره‌های خشک و بارانی یا سرد و گرم به تناوب جای یکدیگر را گرفته‌اند، همچنین مطالعه شواهد اقلیمی و رابطه آن با گردش عمومی اتمسفر بیانگر آن است که اساس گردش عمومی جو در هیأت کلی سیاره‌ای از دورانه‌های بسیار دور زمین‌شناسی تا به امروز یکسان باقی مانده است. در حالی که شدت و توزیع سیستم‌های فشار و در نتیجه موقعیت کمربندهای اقلیمی در زمانهای مختلف کاملاً متفاوت بوده است. به علاوه تغییر شرایط اقلیمی کره زمین و جابه‌جایی دورانه‌های سرد و گرم با نوبتهای ۴۰ ساله تا ۲۰۰ ساله نیز امری کاملاً مسلم بوده و این دگرگونی می‌تواند به صورت شرایط ضروری برای تکامل انسان به عنوان یک «گونه» مطرح باشد<sup>۵۲</sup> کار کردن، اندام و اختراعات و ... زاینده به وجود آمدن نیازهای جدید ناشی از تغییر شرایط طبیعی و ضرورت غلبه بر بحرانه‌است.

با استفاده به آمارهای هواشناسی موجود نوسانهای اقلیمی در ۲۰۰ ساله اخیر کاملاً محسوس بوده است. ولی باید گفت که شرایط فعلی با شرایط گذشته یک تفاوت فاحش را نشان می‌دهد. و آن تاثیر زندگی انسانها و ماشینهای ساخت دست اوست که در مدت زمان بسیار کم زندگی در سیاره خاکی به افزایش دی‌اکسید کربن جو، افزایش آلودگی سیاره‌ای، کاهش شفافیت اتمسفر و ... کمک شایانی نموده است.

زیاد شدن گازهای گلخانه‌ای جو یک واقعیت مسلم است و مقدار افزایش دی‌اکسید کربن جو ناشی از فعالیت آدمی بیش از مقادیری است که جذب آب اقیانوسها یا وارد در فتوسنتز گیاهان خشکی می‌شود به طوری که از اواسط قرن نوزدهم دی‌اکسید کربن به نسبت ۲۵ درصد افزایش یافته است.<sup>۵۴</sup>

عده‌ای از اقلیم‌شناسان معتقدند که در طول ۵۰ سال الی ۱۰۰ سال آینده به دلیل افزایش دی‌اکسید کربن قطعاً گرم شدن هوا مواجه خواهیم بود. و از آنجایی که افزایش دی‌اکسید کربن ناشی از احتراق سوختهای فسیلی است و یا به عبارت دیگر نقش انسان به عنوان یک عامل تغییر شرایط سیاره‌ای اقلیم موضوعی تازه است. تاثیر این عامل در رابطه با سایر عوامل از قبیل تغییرات نجومی و درون سیستمی اقلیم هنوز روشن نیست. انسان با تغییر شرایط و عوامل اقلیمی چرخه‌های مرتب و سازمانداری طبیعت را در هم خواهد گسیخت و با توجه به خصوصیت نظامهای سبیرتیک مشکل است بتوان تا پیدا شدن اثرات اعمال انسان روی اقلیم پیش‌بینیهای دقیقی انجام داد. به طور کلی اقلیم آینده با شرایط امروزی تفاوت خواهد داشت و علی‌رغم این که فرضیه‌های متعددی که تاکنون در این زمینه ارائه شده کاملاً واضح و مستند نیستند ولی نوسانهای اقلیمی همچنان ادامه خواهد یافت و به طور یقین فرایندهای متعدد و پیچیده‌ای در ایجاد تغییرات کوتاه مدت و بلندمدت مشارکت دارند. تبادل انرژی مابین

قسمتهای مختلف سیستم اقلیم می‌تواند نوسانهای شدید که منجر به تغییرات اقلیمی شوند تولید نماید. یا به بیانی دیگر تغییرپذیری درونی سیستم اقلیم (اتورابرسیون) ظهور انواع نوسانهای اقلیمی را اضافه خواهد کرد. تاثیرات پیچیده متقابل بین اتمسفر، خشکی و اقیانوسها وجود دارد به طوری که درجه حرارت‌های مختلف مقدار دمای آب اقیانوس، ابرناکی بارندگی، خشکسالیها و رطوبت خاک را تغییر می‌دهد، رستنیا، تبخیر و ذوب یخچالها آلودگی سیاره‌ای را تغییر داده و موجب تغییر سطح مبنای دریاها می‌گردد. با توجه به خصوصیت سینرژی باید به آینده و کیفیت روند تغییرات اقلیمی ناشی از دخالت انسان با حساسیت بیشتری توجه نماییم. تحولات اقلیمی محصول تاثیر عوامل متفاوتی بوده که در طول زمان روندهای کاملاً متفاوتی داشته از این رو پیش‌بینی تحولات و تغییرات اقلیمی آینده لاف‌ل از حال حاضر عملاً امکان‌پذیر نیست و با توجه به همه این توضیحات تنها پیشگویی در این است که اقلیم آینده همچنان در حال تغییر است.

روی هم رفته پیامهای اقتصادی گرم شدن اقلیمی زمین، برای مجموعه حیات موجود این سیاره مخاطره‌آمیز خواهد بود، تغییرات اقلیمی بسیار متناوب محلی می‌تواند توزیع کشت و سیستمهای کشاورزی کنونی را دگرگون ساخته و در دنیایی که فضای زندگی انسانها تثبیت شده و امکان مهاجرتهای وسیع مانند گذشته (مهاجرت اقوام هند و اروپایی) وجود ندارد، تغییرات اقلیمی (حتی اگر جنبه‌های مثبت و منفی آن در مناطق مختلف برابر کند) عامل ایجاد مسایل بفرنی خواهد شد که تنها با برنامه‌ریزیهای دقیق و جامع می‌توان ضایعات آن را تعدیل کرد.

بنابراین با توجه به این که انسان برای اولین بار دست اندر کار تغییر بنیادی و احتمالاً برگشت‌ناپذیر اقلیم می‌باشد بررسی امکان روشهای تعدیل خطرات ناشی از تغییرات شرایط اقلیمی که عموماً به دست بشر در حال انجام است ضرورت می‌یابد:

الف) از طریق شناخت و مبارزه با علت تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیتهای انسانی همچون کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای جو از قبیل دی‌اکسید کربن، متان، اکسیدازت و ... که این گونه اقدامات مستلزم تصمیمات سیاسی سریع در سطح جهانی می‌باشد. (نظیر قرارداد «تورنتو» (سال ۱۹۸۸ میلادی) در مورد توقف تولید «کلرو فلوروکربن» به منظور محافظت و جلوگیری از تخریب لایه اوزن).

ب) اقدام در جهت تعدیل اثرات نامطلوب ناشی از تغییر شرایط اقلیمی از جمله توجه به معیارهای پیشگیری خطر تکنیک‌های ساختمانی، معیارهای سیاست اسکان، محل استقرار صنایع و ...

در این میان سواحل به عنوان محل برخورد بخشهای مختلف سیستم اقلیم یعنی آب، هوا و خشکی اولین و شدیدترین اثرات ناشی از تغییرات اقلیمی را متحمل خواهد شد و از آنجایی که تاثیر ساحل‌نشین در طی سالهای اخیر با رشد تمرکز انسانها و افزایش ارزشهای اقتصادی در سواحل به طور وسیع و گسترده‌ای تداوم یافته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. □



## منابع مورد استفاده

## پاورقی:

- (۱) مقاله دکتر وگهاردربرتزه (GERHARD BERZ) - منبع شماره (۱۰)
- (۲) در طی سه دهه اخیر فراوانی فاجعه‌های طبیعی پنج برابر شده است - منبع شماره (۱۰) - مقاله فوق‌الذکر
- (۳) شواهد موجود حاکی از این است که افزایش سوانح طبیعی نیز در ارتباط با اثر گلخانه‌ای و تشدید آن به دست انسان می‌تواند قرار داشته باشد. (دکتر محمدرضا کاویانی - منبع شماره ۱۰).
- (۴) در ۱۲ نوامبر سال ۱۹۷۰ میلادی خسارت چرخند (سیکلن) در بنگلادش ۳۰۰۰۰۰ کشته برجای گذاشت - منبع شماره (۱۰).
- 5) Cybnetic
- 6) Dynamic
- 7) Feed bak
- (۸) عوامل تغییرات اقلیمی نجومی (برون زمینی) شامل تغییراتی است که در میزان تابش خورشیدی رسیده به محدوده خارجی جو زمین رخ می‌دهد.
- (۹) عوامل تغییرات اقلیمی زمینی شامل تغییراتی است که در داخل سیستم جو زمین رخ می‌دهد. (۱۰) منبع شماره (۱).
- 11) Synergy (۱۲) منبع شماره (۱۰).
- (۱۳) تغییر وضعیت هندسی زمین و خورشید نسبت به یکدیگر در اثر:  
الف) تغییرات میل ۲۴/۵ درجه - ۲۱/۱ درجه هر ۴۱۰۰۰ سال یک بار  
ب) تغییر مراحل اوج و حضیض هر ۲۱۰۰۰ سال یک بار  
ج) تغییر مداری هر ۱۰۵۰۰۰ سال یک بار سیکل دارد که منجر به تغییرات ثابت خورشیدی و در نتیجه میزان تابش رسیده به جو زمین می‌گردد. (منبع شماره ۱۶).
- 14) منبع شماره (۹). (۱۵) منبع شماره (۹).
- 16) Mouna - loa (۱۷) منبع شماره (۸).
- (۱۸) منبع شماره ۱۲. (۱۹) منبع شماره (۱۶).
- (۲۰) منبع شماره (۱). (۲۱) منبع شماره (۹).
- (۲۲) منبع شماره (۱۶). (۲۳) منبع شماره (۹).
- 26) east angla (۲۴) منبع شماره (۹).
- (۲۵) منبع شماره (۹). (۲۶) منبع شماره (۹).
- (۲۷) منبع شماره (۹). (۲۸) منبع شماره (۹).
- (۲۹) منبع شماره (۹). (۳۰) منبع شماره (۱۰).
- (۳۱) منبع شماره (۸). (۳۲) منبع شماره (۱۳).
- 33) eustatic changes (۳۳) منبع شماره (۱۱).
- 35) sedimento - eustatism (۳۴) منبع شماره (۱۱).
- (۳۵) منبع شماره (۸). (۳۶) منبع شماره (۸).
- (۳۷) منبع شماره (۸). (۳۸) منبع شماره (۲).
- (۳۹) منبع شماره (۸). (۴۰) منبع شماره (۲).
- (۴۱) منبع شماره (۸). (۴۲) منبع شماره (۲).
- (۴۳) منبع شماره (۸). (۴۴) منبع شماره (۸).
- (۴۵) تحت تاثیر «تراکم» آب‌ها حدود ۲۵ درجه به‌راست جهت حرکت باد منحرف می‌شوند. (۴۶) منبع شماره (۳).
- (۴۷) منبع شماره (۳). (۴۸) منبع شماره (۲).
- (۴۹) منبع شماره (۳). (۵۰) منبع شماره (۱۶).
- (۵۱) Flohn (۵۲) منبع شماره (۱۰).
- (۵۳) (۵۴)

- 1- M.I.Budyko - climatic changes - American Geophysical union - washington D.C.
- 2- Ann henderson, sellers, and peter. j. Robinson-contemporary climatology-longman-1986.
- ۳- آب و هوای کره زمین (ج ۱) - نوشته کیت بوشر - ترجمه دکتر هوشنگ قائمی - سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت) - سال ۱۳۷۳ ه.ش
- ۴) آب و هوای کره زمین (منطقه برون حاره) (ج ۲) - نوشته کیت بوشر - ترجمه دکتر بهلول علیخانی - سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت) - سال ۱۳۷۳ ه.ش
- ۵) آب و هوای و محیط زیست (عوامل محلی آب و هوا) - نوشته زبیل اسکورو - ترجمه شهریار خالدی نشر قومس - چاپ اول سال ۱۳۷۲ ه.ش
- ۶) آب و هواشناسی - نوشته پروفیسور پ - گودار و آ. استین - ترجمه دکتر عبدالحمید رجایی - انتشارات نیما - تیریز چاپ اول سال ۱۳۷۲ ه.ش
- ۷) اقلیم و تمدن - نوشته A.V.Blaico - ترجمه محمود سلطانی - مجله رشد آموزش جغرافیا سال هفتم - شماره مسلسل ۲۸ - زمستان سال ۱۳۷۰ ه.ش
- ترجمه عنوان آخرین مبحث از کتاب - our planet - از انتشارات موسسه مسکو سال ۱۹۸۷ میلادی.
- ۸) آیا زمین در حال گرمتر شدن است؟ - نویسندگان ساموئل و - مانتوس - ترجمه علی خطیری - مجله رشد آموزش جغرافیا - سال نهم - شماره مسلسل ۳۳ - بهار سال ۱۳۷۲ ه.ش
- ۹) تغییر آب و هوای کره زمین - نوشته ریچارد ا. هویتون و جرج ام. ووددول - ترجمه حمیده علی غروی - مجله رشد آموزش زمین‌شناسی سال پنجم مسلسل ۱۷ - تابستان سال ۱۳۶۸ ه.ش. نشریه گروه زمین‌شناسی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تالیف کتب درسی.
- ۱۰) تغییرات اقلیم و تاثیرات آن بر اقتصاد و تشکیلات مالیه بیمه کشورها - نوشته دکتر گرهارد برتز - ترجمه دکتر محمدرضا کاویانی - مجله رشد جغرافیا - سال هفتم - شماره مسلسل ۲۶ - تابستان سال ۱۳۷۰ ه.ش
- ۱۱) جغرافیای آنها (اقیانوسها - دریاها - دریاچه‌ها) - نوشته دکتر جمشید جداری عیوضی - انتشارات دانشگاه تهران - چاپ سوم سال ۱۳۶۰ ه.ش
- ۱۲) زیستن در محیط زیست - نوشته پروفیسور جی. تی. میلر - ترجمه دکتر مجید مخدوم - انتشارات دانشگاه تهران سال ۱۳۷۱ ه.ش
- ۱۳) کویزایی (جگونگی مردم کویر می‌سازند، چگونه می‌توانند آن را متوقف سازند و چرا این کار را نمی‌کنند) - نوشته آلن گرینجر - بزرگ‌دانشده دکتر عبدالحمید ثامنی ... انتشارات دانشگاه شیراز - چاپ اول سال ۱۳۷۴ ه.ش
- ۱۴) مبانی آب و هواشناسی - مؤلفان دکتر بهلول علیخانی و دکتر محمدرضا کاویانی - سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه (سمت) - چاپ اول سال ۱۳۷۱ ه.ش
- ۱۵) اقلیم مناطق خشک - مطالب درسی آقای دکتر هوشنگ قائمی در مقطع دکتری دانشگاه تربیت مدرس
- ۱۶) عوامل مؤثر در تغییرپذیری اقلیمی نوشته Glenn trewartha and kylehorn ترجمه داریوش مهرشاهی مجله رشد جغرافیا شماره ۲۸ زمستان سال ۱۳۷۰ ه.ش و شماره ۲۹ بهار سال ۱۳۷۱ ه.ش. (ترجمه بخشی از کتاب An Introdetion سال ۱۹۸۰ میلادی - انتشارات مک گرو هیل).