کارگاه فنی
اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب
۲۴ بهمن ماه ۱۳۸۶

مروری بر اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب‌های کره زمین

حسین طبری[۱]، علی آیینی[۲]، محمد باقر آقاجانلو[۳]

چکیده:

گرم شدن کره زمین در اثر فعالیت‌های بشر و وقوع تغییرات اقلیمی، یکی از مسائلی است که امروزه توجه بسیاری از کارشناسان و دانشمندان علوم مختلف را به خود جلب نموده است. این مساله تا جایی اهمیت پیدا کرده که حتی سیاستمداران دنیا نیز بگونه‌ای درگیر مسائل مرتبط با گرم شدن کره زمین شده‌اند. تا جایی که سران هشت کشور صنعتی جهان در نشست سال ۲۰۰۷، تصمیم به کاهش تولید گازهای گلخانه ای خود به نصف میزان موجود گرفته‌اند. تغییر اقلیم می تواند تأثیرات شگرفی بر منابع آب و اکولوژی آبهای شیرین داشته باشد. انتظار می‌رود تغییر اقلیم جهانی ناشی از افزایش غلظت‌های گازهای گلخانه‌ای بویژه دی‌اکسیدکربن، باعث تغییراتی در رژیم بارش، سرعت باد، تابش خورشیدی رسیده به سطح و دمای هوا شود. افزایش دما و تغییر اقلیم می تواند اثرات زیانباری بر روی منابع آبی داشته باشد. چرا که اثر تغییر اقلیم هم بر روی تقاضای آب (به خاطر افزایش دما) و هم بر روی عرضه آب (موازنه در افزایش CO_2، تبخیر تعرق و ریزش) می‌باشد. طبق آخرین گزارش هیئت بین الدول تغییر اقلیم (IPCC)، در چند دهه اخیر تغییر اقلیم باعث ایجاد تغییراتی در رژیم هیدرولوژی در سطح جهان شده است. از این رو تطبیق و مقابله با تغییرات اقلیمی در بخش منابع آب به همراه کاهش بازتاب آنها می‌بایستی به عنوان بخشی از یک پاسخ جامع منطقه‌ای به آسیب پذیری ناشی از تغییر اقلیم مورد رسیدگی جدی قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، دما، سیلاب، خشکسالی، رواناب و کیفیت آب

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینای همدان- Email:hosseintabari@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینای همدان- Email:a.aeini@gmail.com

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینای همدان_Email:aghajanloo1360@yahoo.com

مقدمه:

تغییر اقلیم عبارت است از تفاوت بین مقادیر میانگین دراز مدت یک متغیر اقلیمی از قبیل دما، رطوبت، باد، فشار هوا، ساعات آفتابی، تشعشع خورشید و.... دلیل اصلی پدیده‌ی تغییر اقلیم، انتشار بیش از حد گازهای گلخانه‌ای

در جو می باشد. علت افزایش گازهای گلخانه‌ای خصوصاً دی اکسید کربن (به عنوان مؤثرترین گاز گلخانه‌ای موجد تغییر اقلیم) در سال‌های اخیر عمدتاً افزایش سوخت‌های فسیلی، احتراق وجنگل زدایی است. بنابراین افزایش‌های اخیر بطور عموم نتیجه فعالیت‌های بشری بوده است. بطوریکه غلظت CO_2 اتمسفر از ppm ۲۸۰ در پیش از انقلاب صنعتی به حدود ppm ۳۶۰ در حال حاضر رسیده است. براساس چهارمین گزارش IPCC[1] (۲۰۰۷)، بر مبنای سناریوهای جدید، تا پایان سال ۲۰۹۰ غلظت CO_2 به حدود دو برابرمیزان کنونی خواهد رسید که در نتیجه این تغییر، مقدار دمای کره زمین تا سال ۲۰۹۰ به میزان ۲-۶/۱ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد.

نتایج مطالعه‌ای در خصوص شاخص‌های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم نشان می‌دهد که برای سالهای ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ در کل ایستگاه‌های هواشناسی متوسط درجه ی حرارت سالانه افزایش خواهد یافت. این افزایش دما برای فصل بهار در سال ۲۰۵۰ به ۳/۱ و در سال ۲۰۵۰ به ۳/۹ درجه سانتیگراد خواهد رسید. برای ماه‌های فصل تابستان افزایش درجه‌ی حرارت به ۳/۸ در سال ۲۰۲۵ و ۴/۷ در سال ۲۰۵۰ و برای فصل پائیز به ۲/۳ و ۲ وبرای فصل زمستان به ۲ و ۴/۲ درجه سانتیگراد در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ خواهد رسید. علاوه بر این میزان افزایش دما در کشور از شمال به جنوب و از غرب به شرق تشدید خواهد شد.

تأثیر تغییر اقلیم بر روی منابع آب یک موضوع حیاتی برای زندگی بشر می‌باشد. حتی اگر همین امروز انتشار گازهای گلخانه‌ای متوقف شود، افزایش دما و تأثیرات وابسته شامل موجودیت آب و طغیان رودخانه‌ها برای چند دهه آینده ادامه خواهد یافت. در دهه‌های اخیر شدیدترین پدیده‌های بارندگی رخ داده است و بخش‌هایی از جهان پدیده‌های ترین هواشناسی مانند سیلاب‌های شدید، خشکسالی‌ها و امواج گرما را تجربه کرده‌اند. مدل‌های تغییر اقلیم تشدید در فرکانس و شدت این پدیده‌ها را تحلیل می‌کنند. تغییرات در بارش همراه با افزایش دما و کاهش پوشش برف که بر کیفیت و کمیت آب تأثیر می‌گذارد مدیران آب را مجبور می‌سازد تا تغییر اقلیم را در برنامه‌هایشان دخیل نمایند. بر اساس دومین گزارش ارزیابی تغییر اقلیم که در سال ۱۹۹۵ ارائه شده تغییر در اقلیم منجر به تغییر در چرخه‌ی هیدرولوژیکی شده و می‌تواند بازتابهای شدیدی در منابع آب منطقه‌ای داشته باشد. به طور کلی اثرات پدیده‌ی تغییرات اقلیم و گرم شدن جهان بر منابع آب را میتوان در موارد زیر خلاصه نمود:

1- Intergovernmental Panel on Climate Change

الف) تغییر در مدت، شدت، فرم و زمان بارش در مناطق مختلف کره زمین. این مسئله میتواند سبب ایجاد خشکسالی‌ها و سیلاب‌هایی که قبلا شاهد آن نبودیم بشود.

ب) تغییر در حجم، زمان و مدت رواناب. پیامد این اتفاق در عرصه مدیریت منابع آب تحولات و تغییرات بسیاری را به وجود خواهد آورد .به طور مثال با ایجاد تغییر در میزان و زمان آورد رودخانه‌ها مسئله تامین آب را دچار مشکلات جدیدی خواهد نمود و فصل جدیدی را در سیاست بهره‌برداری از مخازن سدها رقم خواهد زد.

ج) بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها در اثر ذوب یخچال‌های قطبی و افزایش شکست لی وی ها[1] که نه تنها به دلیل آبگرفتگی سواحل سبب از دست رفتن برخی از زمین‌های ساحلی می‌شود، بلکه با ورود آب شور دریا به ساحل و ترکیب آن با منابع شیرین آب در ساحل از قبیل مواردی چون پس زدن آب رودخانه‌ها ونفوذ آب شور دریا به آبخوان‌ها سبب از دست دادن این منابع با ارزش و محدود و ایجاد مشکلات بسیار در تأمین آب شرب خواهد شد.

د) کاهش ذخایر برفی در کوهستان‌ها به عنوان منابع ذخیره آب در فصول خشک سال که میزان آورد رودخانه‌ها را در این ایام نسبت به وضعیت کنونی دچار تحولاتی خواهد کرد و سبب لزوم تجدید نظر در سیاست بهره‌برداری از مخازن سدها خواهد شد.

ه) تغییر در نرخ تبخیر و تعرق از سطح گیاهان و تأثیر آن بر افزایش تقاضای آب در بخش کشاورزی و ایجاد مسائل و مشکلات فراوان در بحث تأمین آب این بخش با توجه به مسئله کمبود آب و احتمالاً اجباردر جیره‌بندی و تغییر در الگوی کشت.

و) تغییر و افزایش نرخ تبخیر از سطح دریاچه‌ها و مخازن سدها و تشدید مسئله کمبود و هدر رفت آب.

ز) افزایش دمای آب دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و تأثیر آن بر اکوسیستمهای حیاتی و زندگی آبزیان و خطر مرگ و میر ماهیان حساس به دما.

ح) افزایش تقاضای آب شهری در پی افزایش دمای هوا.

ط) تغییر در تقاضای آب زیست محیطی به علت افزایش شوری در پی افزایش تبخیر و بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها.

ک) افزایش کوتاه مدت سطح آب در سواحل در اثر پدیده هایی مانند El-Nino و La-Nino و تغییر مسیر گردش آب در اقیانوس‌ها و پیامدهای اقلیمی آن.

اثر تغییر اقلیم بر رواناب و جریان رودخانه‌ای:

تغییرات در چرخه‌های هیدرولوژیکی بسیاری از رودخانه ها عمدتاً با بارش فصلی و دما که نسبتی بین برف و باران را برقرار می‌سازد تعیین می‌شود. مطالعات، تغییراتی را در رواناب رودخانه‌ای سالیانه در

1- Levee

بسیاری از حوضه‌های آبریز در چند دهه گذشته مشاهده کردند. در برخی از مناطق مقدار رواناب رودخانه‌ای افزایش یافته است در حالیکه در مناطق دیگر مقدار آن کاهش یافته است. پیش بینی‌ها افزایش این تغییرات را برای رواناب سالیانه نشان می‌دهد. افزایش گاز کربنیک باعث افزایش درجه‌ی حرارت و رطوبت مطلق در لایه‌های هوای نزدیک به سطح زمین می‌گردد. هرچند افزایش CO_2 میزان بارندگی را افزایش می‌دهد ولی افزایش بارندگی در نقاط مختلف یکسان نیست. در مناطقی با عرض جغرافیایی زیاد بطور کلی میزان بارندگی و رواناب افزایش می‌یابد ولی در مناطق با عرض جغرافیایی کم بارندگی بسته به منطقه افزایش یا کاهش می‌یابد.

علاوه بر تغییرات سالیانه، تغییرات فصلی نیز در جریانات رودخانه ای بر اثر تغیر اقلیم بوجود می‌آید. بارش برف و ذوب آن در مناطق کوهستانی مهمترین اثر هیدرولوژیکی تغییر اقلیم می‌باشد. برای مثال، دماهای بالا در مناطق کوهستانی مقدار بارش بصورت برف را کاهش می‌دهد که منجر به کاهش نگهداشت زمستانی برف و افزایش مقدار رواناب زمستانی می‌گردد. این افزایش رواناب سالانه با افزایش بارش در زمستان تشدید می‌شود و ذوب شدن زودتر برف در بهار منجر به تغییر سطوح پیک جریان می‌شود. کاهش ذخیره‌ی برف، ذودتر ذوب شدن برف و کاهش بارش تابستانی منجر می‌شود که در تابستان دوره‌هایی طولانی تر با جریان رودخانه‌ای کم مشاهده شود. همچنین تغییرات در رژیم جریان ممکن است خطر سیلاب و خشکسالی را افزایش دهد (خورشید دوست و قویدل رحیمی، ۱۳۸۴).

خلیلی و بذرافشان (۱۳۸۳) با تحلیل روند بارندگی در پنج ایستگاه قدیمی ایران (بوشهر، اصفهان، تهران، مشهد و جاسک) در یکصد و شانزده سال گذشته با استفاده از آزمون من-کندال و روش رگرسیون خطی به این نتیجه رسیدند که هیچ روند معنی‌داری در سری‌های بارندگی سالانه طی دوره‌ی اقلیمی مورد بررسی در ایستگاه‌های تحت مطالعه وجود ندارد و هیچیک از آزمون‌ها وجود مؤلفه‌ی تغییر اقلیم بارندگی سالانه از نظر کمیت بارش را در ایستگاه‌های قدیمی ایران تأیید نمی‌کند.

جهادی (۱۳۷۸) روند تغییرات دما و بارش شهر مشهد را در دورهی آماری ۹۴-۱۹۵۱ با استفاده از تحلیل رگرسیونی و هموارسازی بررسی کرده و نشان داد که دما و بارش مشهد روند افزایشی دارد و این روند تا قبل از سال ۱۹۷۴ با روند افزایشی دما و فصلی هماهنگی ندارد اما از سال ۱۹۷۴ به بعد روند فصلی و سالانه این دو عنصر با هم همخوانی دارد. ابراهیمی و همکارانش (۱۳۸۵) نیز با تحقیقات خود وجود پدیده‌ی تغییر اقلیم در مشهد را اثبات نمودند.

بختیاری (۱۳۸۲) با استفاده از روشهای معمول سری‌های زمانی (اختلاف از میانگین، میانگین متحرک، معادلات رگرسیون و استاندارد z.score) به بررسی تغییرات عناصر عمده اقلیمی دما و بارندگی در مقاطع زمانی سالانه و فصلی در ایستگاه سینوپتیک کرمان طی یک دوره آماری ۲۹ ساله پرداخت و دریافت که افزایش دمای سالانه به میزان ۰/۰۵ درجه‌ی سانتیگراد در مقیاس سالانه و بیشترین کاهش بارندگی در دوره‌های حرارتی ۹۰-۱۹۸۶ و ۲۰۰۰-۱۹۹۶ به ترتیب به میزان ۲۷/۱۱ و ۲۰/۱۱ در مقیاس سالانه بوده

است و روند افزایش بارندگی فصل پاییز به میزان ۰/۲۳ میلیمتر بوده و در فصول دیگر سیر نزولی داشته است.

مناطق خشک و نیمه خشک نسبت به تغییر اقلیم از نواحی مرطوب حساسترند و رواناب به تغییرات بارش بیشتر از افزایش دما حساس می‌باشد (جو و همکاران، ۲۰۰۲).

یو و همکارانش (۲۰۰۱) از آزمون من-کندال برای بررسی تغییر اقلیم بر منابع آب جنوب تایوان استفاده نمودند و دریافتند که در طول فصل مرطوب رواناب افزایش و برای فصل خشک مقدار آن کاهش می‌یابد.

کاربرد مدل پیش بینی بلندمدت رواناب برای ۳۰ حوضه‌ی آبریز کشور نشان می‌دهد که از آنجاکه افزایش دما سبب تبدیل بارش برف به باران و نیز تسریع زمان ذوب برف می‌شود میزان رواناب را در طول زمستان افزایش و در بهار کاهش می‌دهد (منتظری و فهمی، ۱۳۸۲).

مسباح بوانی و مرید (۱۳۸۴) با بررسی اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه‌ی زاینده‌رود به این نتیجه دست یافتند که میزان بارندگی کاهش و درجه‌ی حرارت افزایش یافته است، بطوریکه میزان کاهش بارندگی ۱۰ و ۱۶ درصد و افزایش درجه حرارت به میزان ۴/۶ و ۳/۲ درجه‌ی سانتیگراد به ترتیب در سناریوهای A_2 و B_2 پیش بینی می‌شود. همچنین کاهش جریان تا ۵/۸ درصد و افزایش ضریب تغییرات جریان تا ۳ برابر را برای دوره‌های آتی نشان می‌دهد.

اثر تغییر اقلیم بر سیلاب و فراوانی آن:

سیل پدیده‌ای است ناشی از افزایش ارتفاع آب رودها و مسیل‌ها و غرقابی شدن دشت‌ها و خروش رودخانه‌ها که باعث خسارات بر سازه‌ها و تأسیسات عمومی و تلفات انسانی و دامی می شود (مؤمنی، ۱۳۸۲) و بلایای سیل یکی از جدی‌ترین بلایا در ۱۵ نوع بلایای طبیعی که تأثیرات جدی بر زندگی بشر در جهان می‌گذارند می‌باشند.

تحقیقات نشان می دهد که سیلابها و خشکسالی‌ها در نیمه دوم قرن بیستم افزایش یافته است. این سیلاب‌ها نمی‌تواند تنها به تغییر اقلیم جهانی نسبت داده شود. تغییرات در مدیریت رودخانه و افزایش شهرنشینی در دشت‌های سیلابی نیز بر وقوع سیلاب تأثیر می‌گذارند. قطع درختان جنگلی در نواحی کوهستانی بالادست می‌تواند رواناب بارش محلی را افزایش دهد. در پایان سال ۱۳۵۸ در ایران حدود ۱۸ میلیون هکتار پوشش گیاهی چوبی وجود داشته است در حالیکه بر اساس آخرین آماری که بوسیله سازمان حفاظت محیط زیست در سال ۱۳۸۰ اعلام شده است، مساحت جنگل‌های ایران را ۱۲ میلیون هکتار برآورد کرده است که همین موضوع خطر سیلاب را در مناطق سیل‌خیز افزایش می‌دهد.

افزایش دمای سطح زمین باعث می‌شود که آب بیشتری تبخیر شود و تبخیر بیشتر سبب می‌شود که انرژی به شکل گرمای نهان وارد اتمسفر گردد. قسمتی از انرژی آزاد شده سبب گرم شدن هوا شده و بخشی از آن، انرژی جنبشی به هوا می‌دهد و سبب حرکت آن و ایجاد باد می‌گردد که هر دو عامل باعث

افزایش تبخیر می‌گردد. با افزایش تبخیر سالیانه از سطح دریاها و اقیانوس‌ها شوری افزایش و دما در سطح آب کاهش می‌یابد و در نتیجه اختلاف چگالی و کاهش پایداری در ستون آب دریا ایجاد می‌گردد. با فرض ثابت بودن دبی رودخانه‌ها و بارندگی در صورتیکه در اثر تغییر اقلیم جهانی میزان تبخیر به مقدار کمی افزایش یابد، بر اساس اصل بقای حجم در اقیانوس‌ها حجم زیادی از آب لازم است تا دبی آب با شوری کمتر که وارد اقیانوس‌ها و دریاها می‌شود افزایش یابد و به همین دلیل سرعت جریان‌ها در اقیانوس‌ها و دریاها افزایش می‌یابد (زاهدی و ترابی‌آزاد، ۱۳۸۲). بالا آمدن سطح آب دریا و افزایش فراوانی و شدت پدیده‌های ترین هواشناسی مانند طوفان‌ها و موج‌های همراه آن، ساکنین نواحی ساحلی را دچار مشکل می سازد. تأثیرات تغییر اقلیم و افزایش سطح آب دریا شامل آب گرفتگی، جابجایی زمین‌های مرطوب، فرسایش ساحلی، افزایش شوری و کاهش زهکشی می‌باشد.

افزایش سطح آب دریا بدلیل انبساط حرارتی بخاطر افزایش دما و اضافه شدن آب شیرین بخاطر ذوب شدن توده های یخ قطبی می‌باشد بطوریکه بر اساس آخرین گزارش هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC ،2007a) افزایش سطح آب دریا تا سال ۲۱۰۰ به میزان ۰/۱۸ تا ۰/۵۹ متر پیش بینی شده است.

موزیک (۲۰۰۲) تأثیر تغییر اقلیم بر فراوانی سیلاب را در یک حوضه‌ی آبریز کوهستانی (کانادا) مورد بررسی قرار داد و دریافت که مقدار و فراوانی سیلاب افزایش خواهد یافت.

کی و همکارانش (۲۰۰۶) از داده‌های RCM[1] مستقیماً برای تولید ورودی‌های بارندگی و تبخیر تعرق پتانسیل برای یک مدل بارندگی- رواناب حوضه‌های آبریز انگلستان برای پی بردن به تغییرات فراوانی سیل تحت شرایط تغییرات اقلیم استفاده نمودند و دریافتند که بطور عجیبی فراوانی سیلاب برای بیشتر حوضه‌های آبریز جنوب و شرق انگلستان کاهش و در نواحی دیگر افزایش یافته است.

اثر تغییر اقلیم بر خشکسالی و کمبود آب:

خشکسالی عبارتست از کمبود بارش در دوره‌های بلند مدت به نحوی که باعث کمبود رطوبت در خاک و کاهش آبهای جاری شود و از دیدگاه اقلیم‌شناختی، هرگاه بارش دریافتی یک محل در یک دوره زمانی معین کمتر از میانگین بارش محل در همان دوره‌ی زمانی باشد با خشکسالی روبرو هستیم (مؤمنی، ۱۳۸۲).

هر چند که برخی مؤلفه‌های بشری مستقیماً بر ایجاد خشکسالی‌ها تأثیر می‌گذارد اما علت عمده آن کمبود بارندگی میباشد. مدل‌های تغیر اقلیم فراوانی و شدت بیشتری را برای خشکسالی‌های تابستانه بخاطر افزایش بیشتر دمای پیش‌بینی می‌کنند.

آب زیرزمینی یک عنصر مهم چرخه هیدرولوژیکی است و یک منبع حیاتی برای طبیعت بویژه زمین‌های مرطوب و اکوسیستم‌های ساحلی و برای ذخیره آب بویژه برای آب آشامیدنی است. تغذیه آب زیرزمینی

1- Regional Climate Model

به چند متغیر مخصوصاً بارش در تابستان بستگی دارد. مشاهدات، تغذیه کمتر آب زیرزمینی را بخاطر تغییرات اقلیمی و استخراج بیشتر نشان می‌دهد. همچنین کاهش سطوح آب زیرزمینی پیش‌بینی شده است، چون تغذیه کمتری بخاطر طول کوتاه‌تر فصل تغذیه و کاهش نگهداشت آب بصورت برف صورت می‌گیرد. در حالیکه افزایش در بارندگی زمستانه اصولاً تغذیه آب زیرزمینی و شرایط اشباع خاک که به معنی نفوذ سریعتر رواناب سطحی به آب زیرزمینی می‌باشد را افزایش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که حساسیت تغذیه منابع آب زیرزمینی به آب و هوای گرمتر در مناطق کوهستانی نسبتاً کمتر بوده و بستگی به نوع کاربری زمین دارد.

برداشت بیش از حد از سفره‌های زیرزمینی و تغذیه نشدن مجدد آن باعث نشست زمین و خسارات غیر قابل جبران خواهد شد که نمونه‌های متعدد آن در جهان دیده شده است. تداوم افت سطح ایستابی به تدریج باعث گسترش این شکاف‌ها در سطح زمین خواهد شد که این گسترش بطور حتم توأم با خساراتی خواهد بود. در حال حاضر پدیده نشست و ایجاد شکاف در سطح زمین در نقاط مختلف ایران مشاهده شده که نمونه بارز آن در کرمان، سیرجان، رفسنجان و اخیراً دشت مهیار اصفهان دیده می‌شود (رحمانیان، ۱۳۶۵).

امیری (۱۳۸۴) تغییر اقلیم در شهر رشت را در یک دوره‌ی ۵۰ ساله مورد بررسی قرار داد و دریافت که تغییر اقلیم جهانی در دوره زمانی مورد نظر تأثیری بر روند بارندگی سالانه‌ی رشت نگذاشته است ولی در سری دمای رشت ایجاد روند و جهش نموده است.

علی‌احمدی (۱۳۸۴) با بررسی تغییرات دوره خشکسالی ۸۲-۱۳۷۸ نسبت به میانگین بلندمدت منطقه سیستان دریافت که در سال‌های خشکسالی نسبت به شرایط عادی، دمای هوا حدود ۱ درجه‌ی سانتیگراد گرمتر، رطوبت نسبی حدود ۵ درصد و بارندگی حدود ۵۶ درصد کاهش و تبخیر حدود ۵۵۰ میلیمتر در سال افزایش یافته‌است.

طباطبایی و حسینی (۱۳۸۲) پدیده تغییر اقلیم را درشهر سمنان بر اساس پارامترهای بارش ماهیانه و متوسط دمای ماهیانه مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که میزان بارش در فصل زمستان تا حدودی (حدود ۵ درصد) افزایش می‌یابد و در تابستان تبخیر بیشتر می‌شود و اقلیم خشک و گرمتر ایجاد می‌گردد و احتمال وقوع خشکسالی در تابستان افزایش می‌یابد.

اثر تغییر اقلیم برکیفیت آب:

تغییر اقلیم باعث تغییرات قابل توجهی در متغیرهایی که بر کیفیت آب مؤثر هستند می‌شود. این تأثیرات باعث تغییرات گوناگونی بر هیدرولوژی بدنه‌های آب، خواص فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی آنها و همچنین تغییراتی در فشار آنتروپوژنیک می‌شود. تأثیرات تغییر اقلیم تنها محدود به تغییراتی در بارش نمی‌شود بلکه شامل عوامل دیگری نیز می‌باشد.

افزایش دمای هوا موجب افزایش دمای آب می‌گردد. در طول قرن اخیر دمای آب رودخانه‌ها و دریاچه‌های اروپا به میزان ۱ تا ۳ درجه سانتیگراد افزایش یافته است.

تغییرات دما که از تغییر اقلیم ناشی می‌شود می تواند منجر به موارد زیر شود:

- کاهش مقدار اکسیژن. افزایش دمای آب جریانات و رودخانه‌ها مقدار اکسیژن را کاهش می‌دهد و میزان تنفس بیولوژیکی را افزایش می‌دهد، بنابراین ممکن است منجر به کاهش مقدار اکسیژن محلول (DO) بویژه در تابستان که جریان کمتر است شود.
- تغییر محل و توزیع ارگانیزم‌های آبی. افزایش دمای آب باعث تغییر توزیع مکانی ارگانیزم‌های آبی می‌شود و ممکن است منجر به انقراض برخی گونه‌های آبی شود.
- شرایط باکتریولوژیکی و انتشار پاتوژن‌ها شامل مسمومیت غذایی شدید که نیاز به تصفیه پیشرفته آب دارد.
- کاهش تشکیلات یخی. برای مثال مطالعات نشان می‌دهد که تجزیه یخ در رودخانه‌ها نسبت به دهه‌ی ۱۹۵۰، ۱۵ تا ۲۰ روز زودتر صورت می‌پذیرد و تغییری به سمت یک دوره سالانه بدون یخ طولانی‌تر انجام می‌شود. زمان تجزیه یخ دریاچه دارای اهمیت بیولوژیکی است چون ناپدید شدن پوشش یخ بر تولید و تنوع زیستی فیتوپلانکتون‌ها و مرگ زمستانه ماهی‌ها تأثیر می‌گذارد.
- تغییر در چرخه مواد مغذی در سیستم‌های آبی و شکوفه‌دهی جلبک‌ها. برای مثال شکوفه‌دهی بهاره فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه بزرگ سوئد در دهه ۹۰ نسبت به دهه‌ی ۷۰ یک ماه زودتر صورت گرفته است.
- با افزایش دما، جمعیت باکتری‌هایی که معدنی شدن نیتروژن و فرآیندهای نیتریفیکاسیون را در خاک‌ها کنترل می‌کنند افزایش می‌یابد.

با افزایش تعداد فیتوپلانکتون‌ها در اثر بالا رفتن دمای آب، افزایش مقدار کلروفیل را می‌توان انتظار داشت، البته با وجود همبستگی مستقیم بین دما و کلروفیل در لایه‌ی سطحی آب در تابستان، تأثیر آن چشمگیر نمی‌باشد. مهمترین مشکل فیتوپلانکتون‌ها بوی کپکی است که توسط جلبک‌های سبز- آبی تولید می‌شود. وقتی جلبک‌های سبز – آبی زیاد می‌شوند دمای آب نسبتاً بالا می‌رود، این افزایش توأم با افزایش دما ناشی از گازهای گلخانه‌ای، شرایط بهتری را برای فعالیت جلبک‌های سبز – آبی ایجاد کرده و مشکل بوی کپک را افزایش می‌دهد. همچنین افزایش دما شرایط بهتری را برای رشد حشرات موذی و علف‌های هرز ایجاد کرده و مصرف آفت‌کش‌ها را بالا می‌برد، در نتیجه سمی که بر اثر شستشوی خاک‌ها وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌شود افزایش می‌یابد.

تیکل و همکارانش (۲۰۰۵) تأثیرات تغییر اقلیم بر کیفیت آب رودخانه می‌سی‌سی‌پی را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که بخاطر کاهش قابل توجه در رواناب و افزایش احتمالی جریان پایه، رسوبات و نیترات از جریان‌ها کاهش می‌یابد اما آبشویی ممکن است افزایش یابد. بنابراین گرچه ممکن است کیفیت آب بخاطر کاهش رسوبات بهبود یابد اما نیترات ممکن است افزایش یابد.

میمیکو و همکارانش (۲۰۰۰) اثرات تغییر اقلیم را بر روی پارامترهای کیفی (BOD[1]، DO[2] و NH_4^+) آب رودخانه‌ی پینیوس (یونان) را برای سال ۲۰۵۰ مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که مقادیر اکسیژن محلول بیولوژیکی (BOD) و NH_4^+ افزایش و میزان اکسیژن محلول (DO) کاهش می‌یابد که بخاطر از دست دادن ظرفیت رقیق سازی جریان و سرعت‌های پایین آب نشأت گرفته از جریان‌های رودخانه‌ای کاهش‌یافته می‌باشد. همچنین زیان مهم کیفی آب در طول تابستان که بیشترین کاهش بارش پیش‌بینی شده است می‌باشد.

ویلبی و همکارانش (۲۰۰۶) اثرات تغییر اقلیم را بر پارامترهای نیترات و آمونیوم موجود در آب رودخانهی کنت (بریتانیا) را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که توالی تابستان‌های خشک منجر به ایجاد نیتروژن در خاک می‌شود که وقتی خشکسالی‌ها متوقف می‌شود از زمین به درون جریان‌ها حرکت می‌کند و بطورکلی با افزایش دما مقادیر نیترات و آمونیوم افزایش می‌یابد.

دوشان (۲۰۰۷) اهمیت دمای جریان در تأثیر تغییر اقلیم بر کیفیت آب رودخانه سن (فرانسه) را مورد بررسی قرار داد که وقتی دمای آب افزایش یابد پخش اکسیژن در آب کاهش می‌یابد و با تأثیر بر مواد مغذی، ماده آلی و بیومس، فعالیت بیولوژیکی افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری:

روش‌های کنترل و کاهش اثرات تغییر اقلیم:

اصلی‌ترین راه مقابله با تغییر احتمالی منابع آب ناشی از تغییر اقلیم جلوگیری از تغییر اقلیم و یا کنترل آن یا بعبارتی دیگر جلوگیری از افزایش یا کنترل تولید گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. راه حل شناخته شده و مقبول، اتخاذ یک راهبرد مشترک از ناحیهی کشورهای جهان و بخصوص کشورهای صنعتی است.

یکی از روش‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای جایگزینی هیدروژن به‌جای سوخت‌های فسیلی مانند استفاده از هیدروژن بعنوان سوخت در خودروها می‌باشد.

در حال حاضر دی اکسید کربن عامل اصلی بیش از ۶۰ درصد افزایش تغییر اقلیم می‌باشد و سطح غلظت آن در اتمسفر در هر ۲۰ سال بیش از ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. یکی از منابع مهم و قابل تغییر جذب CO_2، جنگل‌ها و پوشش گیاهی می‌باشند. با جنگلکاری، احیاء جنگل‌های مخروبه، توسعه جنگل، کاهش بهره‌برداری از جنگل و خروج دام از آن می‌توانیم انتشار دی اکسید کربن (بعنوان مهمترین گاز گلخانه‌ای) را کاهش دهیم (بابایی و همکاران، ۱۳۸۲).

یکی از منابع عمده‌ی انتشار CO_2 به اتمسفر و تأثیر در گرم شدن جهانی هوا، خاک‌های کشاورزی است که می‌بایست آگاهی پیرامون پیچیدگی‌های آن و روابط پویای آن با اتمسفر افزایش یابد. آگاهی نادرست از فعالیت‌های مرتبط با توسعه‌ی کشاورزی در خاک‌های زراعی می‌تواند حجم کربن آلی موجود در خاک را

1- Biological dissolved oxygen
2- Dissolved oxigen

کاهش داده و سبب تبدیل آن به CO_2 و انتقال آن به اتمسفر گردد. بنابراین بکارگیری روش‌های بهینه کشاورزی، استفاده از زمین‌های حاشیه‌ای بعنوان حفاظ طبیعی و جلوگیری از زراعت در آنها، بهبود سیستم‌های تولیدی- زراعی، مدیریت آبخیز و احیاء تالاب‌ها و... از جمله فعالیت‌هایی محسوب می‌شوند که قادرند میزان کربن آلی موجود در خاک را افزوده و سپس سبب کاهش تبدیل آن به CO_2 گردند (امینی نسب، ۱۳۸۲).

منابع:

۱. ابراهیمی، ح. علیزاده، ا. جوانمرد، س. ۱۳۸۵. بررسی وجود تغییر دما در دشت مشهد به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.

۲. امیری، آ. ۱۳۸۴. بررسی و پیش‌بینی تغییر اقلیم در شهر رشت، مجلهی خشکی و خشکسالی کشاورزی.

۳. امینی نسب، م. ۱۳۸۲. مدیریت بهینه خاک: راهی در کاهش گرم شدن جهانی هوا، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

۴. بابایی،س. نصرتی، ک. شیرازی، م. ۱۳۸۲. نقش جنگل‌ها ومراتع کشور در جذب و انتشار گازهای گلخانه‌ای وارائه روش‌هایی جهت کاهش انتشار، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

۵. بختیاری، ب. ۱۳۸۲. نگرش تحلیلی بر تغییر اقلیم بارندگی و دمای شهر کرمان، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

۶. جهادی، م. ۱۳۷۸. تعیین روند تغییرات دما و بارش شهر مشهد طی دوره آماری ۹۴-۱۹۵۱، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی.

۷. خلیلی، ع. بذرافشان، ج. ۱۳۸۳. تحلیل روند تغییرات بارندگی‌های سالانه، فصلی و ماهانه پنج ایستگاه قدیمی ایران در یکصد و شانزده سال گذشته، مجله بیابان.

۸. خورشید دوست، ع. قویدل رحیمی، ی. ۱۳۸۴. شبیه‌سازی آثار دو برابر شدن دی اکسید کربن جو بر تغییر اقلیم «مدل آزمایشگاه پویایی سیالات ژئوفیزیکی» تبریز با استفاده.(GFDL) مجله محیط شناسی.

۹. رحمانیان، د. ۱۳۶۵. نشست زمین وایجاد شکاف بر اثر تخلیه آب زیرزمینی در کرمان، مجله آب شماره۶.

۱۰. زاهدی،ر.ترابی‌آزاد، م. ۱۳۸۲. نقش تغییر اقلیم بر جریان‌های خلیج فارس، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

۱۱. طباطبایی، ع. حسینی، م. ۱۳۸۲. بررسی تغییر اقلیم در شهر سمنان بر اساس پارامترهای بارش ماهیانه و متوسط دمای ماهیانه، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

۱۲. علی احمدی، ح. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات اقلیمی دوره‌ی خشکسالی ۸۲-۱۳۷۸ نسبت به میانگین بلندمدت منطقه سیستان و تأثیر آن بر تولیدات کشاورزی، مجله خشکی و خشکسالی کشاورزی.

۱۳. مسباح بوانی، ع. مرید، س. ۱۳۸۴. اثرات تغییر اقلیم بر جریان رودخانه زاینده رود اصفهان، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.

۱۴. مؤمنی، م. ۱۳۸۲. تغییر اقلیم و تأثیر آن برناپایداری اکولوژیکی در ایران، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

۱۵. منتظری،م. فهمی، ه.۱۳۸۲. اثرات تغییراقلیم بر منابع آب کشور، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم.

16. Ducharne, A. Importance of stream temperature to climate change impact on water quality, Hydrology and Earth System Sciences Discussions. 4, 2425-2460.
17. Guo, S. Wang, J. Xiong, L. Ying, A. Li, D. 2002. A macro-scale and semi-distributed monthly water balance model to predict climate change impacts in China, Journal of Hydrology. 268, 1-15.
18. Kay, A. L. Jones, R. G. Reynard, N. S. 2006. RCM rainfall for UK flood frequency estimation. II. Climate change results, Journal of Hydrology. 318, 163-172.
19. Mimikou, M.A. Baltas, E. Varanou, E. Pantazis, K. 2000. Regional impacts of climate change on water resources quantity and quality indicators, Journal of Hydrology. 234, 95-109.
20. Musik, I. 2002. A first-order analysis of the climate change effect on flood frequencies in a subalpine watershed by means of a hydrological rainfall–runoff model, Journal of Hydrology. 267, 65-73.
21. Takle, E. S. Jha, M. Gassman, P.W. Anderson, C. J. Secchi,S. 2005. Climate Change Impacts on the Hydrology and Water Quality of the Upper Mississippi River Basin.
22. The Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. 2007.
23. Yu, P. Yang, T. Wu, C. 2001. Impact of climate change on water resources in southern Taiwan, Journal of Hydrology. 260, 161-175.
24. Wilby, R. L. Whitehead, P. G. Wade, A. J. Butterfield, D. Davis, R. J. Watts, G. 2006. Integrated modeling of climate change impacts on water resource and quality in a low land catchment: River Kennet,UK, Journal of Hydrology. 330, 204-220.