

کارگاه فنی
اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب
۱۴۰۶ بهمن ماه

بررسی روند پارامترهای هواشناسی در چند منطقه از ایران

محمد جواد خردادی^۱، سید سعید اسلامیان^۲، جهانگیر عابدی کوپایی^۳

چکیده

مطالعه روند تغییرات پارامترهای هواشناسی در دراز مدت اهمیت ویژه‌ای در بررسی اقلیمی و پیش‌بینی آن در آینده خواهد داشت. مدل‌های جوی پیش‌بینی می‌کنند که تا سال ۲۱۰۰ دمای کره زمین از ۱ تا ۵/۲ درجه سانتی گراد افزایش خواهد یافت که این مقدار بیش از تغییرات دمایی ده هزار سال گذشته خواهد بود. هدف از انجام این تحقیق بررسی روند تغییر چهار پارامتر هواشناسی به صورت ماهانه در سه منطقه از ایران طی مدت ۵۴ سال می‌باشد. پارامترهای هواشناسی مورد مطالعه شامل دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و بارندگی و مناطق مورد مطالعه شامل شهرهای بزرگ تبریز، مشهد و شیراز است. انتخاب این مناطق به صورتی انجام شده است که پراکنش جغرافیایی در سطح کشور رعایت شود. در این تحقیق از سه روش و آزمون آماری من کنال، انحراف تجمعی و تحلیل رگرسیون برای بررسی روند متغیرهای هواشناسی از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵ استفاده گردید. نتایج نشان داد که در هر منطقه تغییرات معنی داری وجود دارد به این صورت که در منطقه مشهد پارامتر دما روند افزایشی و رطوبت نسبی روند کاهشی، در منطقه شیراز رطوبت نسبی و سرعت باد روند کاهشی و در منطقه تبریز بارندگی و رطوبت نسبی روند کاهشی دارند. بقیه پارامترهای مورد مطالعه در این مناطق روند محسوس و معنی داری از خود نشان ندادند. تغییرات در روند پارامترهای هواشناسی، تغییرات محسوسی را در منابع آبی، میزان تقاضای انرژی، تولیدات کشاورزی و هم چنین نواحی ساحلی موجب خواهد شد.

کلمات کلیدی: آزمون روند، من کنال، انحراف تجمعی، تحلیل رگرسیون.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ali62nirvana@gmail.com

saeid@cc.iut.ac.ir

۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. koupai@cc.iut.ac.ir

تلفن تماس: ۰۳۱۱۳۹۱۳۴۳۲

مقدمه

در سال‌های اخیر توجه بسیاری از دانشمندان محیط زیست به مسئله گرم شدن تدریجی هوا و اثراتی که این پدیده بر محیط زیست دارد جلب شده است. بخصوص اینکه گرم شدن هوا بیشتر در مناطقی محسوس است که با خشکسالی نیز مواجه می‌باشد. هر چند هنوز تعدادی از متخصصان هوا و اقلیم شناسی اتفاقاتی را که در یکی دو دهه گذشته در رابطه با افزایش دمای هوا و یا به عبارتی تغییر اقلیم در گوشه و کنار دنیا رخ داده است موضوعی گذرا و غیر پایدار می‌دانند، اما تعداد زیادی از دانشمندان نیز بر این عقیده اند که بشر به لحاظ محیط شناسی وارد دوران جدیدی از گرم شدن هوا شده است و باید خود را برای رویارویی با آن آماده کند. مهم ترین عاملی که برای گرم شدن تدریجی هوا ذکر می‌شود حبس شدن انرژی تابشی خورشید در اتمسفر بوسیله گازهایی است که غلظت و تراکم آنها در اتمسفر طی سال‌های گذشته و بخصوص ۵۰ سال اخیر بتدریج افزایش یافته است. مهم ترین گازهایی که در اتمسفر باعث حبس شدن انرژی خورشید شده و به نام گازهای گلخانه‌ای معروف می‌باشند عبارتند از: دی اکسید کربن (CO₂), بخار آب (H₂O), اکسید نیتروژن (N₂O) و گازهای کربن موسوم به کلرو فلور (CFC).

با وجودی که وارد شدن گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر در تمام نقاط دنیا یکسان نبوده و نقش برخی کشورهای صنعتی مانند امریکا و ژاپن و کشورهای اروپایی در آلوده کردن اتمسفر به مرتب بیش از کشورهای غیر صنعتی که اغلب بر تولیدات کشاورزی متکی هستند می‌باشد ولی از آن جایی که هوا در چرخه عمومی اتمسفر قرار می‌گیرد این گازها به تمام نقاط دنیا منتقل شده و چه بسا کشورهایی را که ممکن است در عمل هیچ نقشی در افزایش گازهای گلخانه‌ای اتمسفر نداشته باشند بیشتر تحت تأثیر قرار دهد. مهم ترین تأثیر مستقیم افزایش گازهای گلخانه‌ای را می‌توان وقوع خشکسالی‌های تؤمن با افزایش درجه حرارت دانست که اثر آن بر کشاورزی بسیار زیان آور است. تغییر شکل نزولات جوی، تغییر زمان وقوع و شدت بارش‌ها و وقوع سیلاب‌های ناگهانی نیز از دیگر عوارض آن بشمار می‌روند.

متأسفانه افزایش دما در سطح کره زمین به صورت یکنواخت نخواهد بود بلکه پیش بینی می‌شود افزایش دما در عرض‌های جغرافیایی میانی و بالای کره زمین در مقایسه با نواحی حاره ای دو برابر باشد. لذا آنچه برای ما به عنوان کشوری خشک و نیمه خشک که در منطقه اقلیمی و جغرافیایی خاصی از کره زمین واقع بوده و مسئله آب در رأس مشکلات توسعه کشاورزی قرار دارد حائز اهمیت است پیامدهای ناشی از گرم شدن هوا و تؤمن شدن آن با وقوع خشکسالی‌ها و نقش آنها بر مصارف آب و تولیدات کشاورزی است. نگاهی به وضعیت افزایش نیاز آبی در سال‌های اخیر در برخی نقاط کشور مانند خراسان، فارس و سیستان و بلوچستان این مسئله را به خوبی تبیین می‌کند.

یکی از عوامل بسیار مهم در افزایش گازهای گلخانه‌ای و تسريع در روند تغییرات اقلیم پس از انقلاب صنعتی، مداخله انسان در اکوسیستم‌های طبیعی است. با شروع انقلاب صنعتی مصرف سوخت‌های فسیلی به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش یافت؛ به طوری که سالانه بالغ بر ۵ تا ۶/۲ میلیارد تن دی اکسید کربن

وارد اتمسفر شد. بر اساس پیشگویی‌های هیئت بین دولتی تغییر اقلیم (IPCC) با توجه به رشد جمعیت و افزایش نیاز بشر به انرژی، دی اکسید کربن به میزان ۲/۱ میلیارد تن در سال ۱۹۸۵ به میزان ۴/۷ میلیارد تن در سال ۲۰۲۵ افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر جنگل‌ها که مهم ترین منبع جذب کننده CO_2 می‌باشند با تخریب بشر در سال‌های اخیر یکی از عوامل دیگر افزایش CO_2 می‌باشد.

Major و Frederick در سال ۱۹۹۷ اعلام کردند تقاضا برای آب آبیاری به طور خاص به تغییرات بارش، دما و غلظت CO_2 حساس می‌باشد.

بررسی‌های صورت گرفته بوسیله McCabe و Wolock در سال ۱۹۹۲ بر اساس یک مدل آبیاری به این نتیجه رسید که افزایش میانگین سالانه آب مصرفی شدیداً در ارتباط با افزایش دماست.

Yu و همکاران در سال ۲۰۰۲ با بررسی روند تبخیر و تعرق در شالیزارهای تایوان اعلام کردند تا سال ۲۰۵۰، ۳ تا ۵ درصد تبخیر و تعرق اضافه خواهد شد.

Herrington در سال ۱۹۹۶ اثرات تغییر اقلیم را روی تقاضای آب در انگلستان و ولز بررسی کرد و اعلام نمود ۱/۱ درجه سانتی گراد افزایش در دما، ۱۲ درصد تقاضای آب برای کشاورزی را افزایش می‌دهد. انجام پژوهش‌های مرتبط با تغییر اقلیم برای آمادگی هر چه بیشتر جهت کنترل و نیز کاهش هزینه‌های خسارت بار ناشی از این تغییر بسیار ضروری است.

مواد و روش‌ها

پارامترهای هواشناسی ۵۴ ساله که به صورت آمار ماهانه از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۵ می‌باشند شامل دما، رطوبت نسبی، سرعت باد و عمق بارش است. همچنین مناطق مورد بررسی شامل تبریز، مشهد و شیراز می‌باشد. برای بررسی روند از سه آزمون من کنдал، انحراف تجمعی و تحلیل رگرسیون به شرح زیر استفاده شده است:

۱- آزمون من کنдал: این آزمون بوسیله سازمان جهانی هواشناسی در سال ۱۹۸۸ پیشنهاد شد و یکی از روش‌های مهم برای آزمون روند سری زمانی محسوب می‌شود. در این روش متغیر T به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T = \frac{r^*}{\sqrt{\sigma_{r^*}^2}}$$

که:

$$r^* = \left[\frac{4p}{n(n-1)} \right] - 1$$

$$\sigma_{r^*}^2 = \frac{2(2n+5)}{[9n(n-1)]}$$

P تعداد جفت‌های مورد بررسی و n تعداد سال در نظر گرفته شده می‌باشد.

$$|T| > T_{\alpha/2} = 1.96$$

سرو زمانی در سطح ۵ درصد معنی دار است اگر T مقدار مثبت T روند افزایشی و مقدار منفی روند کاهشی در سرو زمانی را نشان می‌دهد.

۲- آزمون انحراف تجمعی: به منظور تعیین وجود روند در سرو زمانی داده‌ها آزمون انحراف تجمعی به کار گرفته می‌شود. این آزمون بر اساس مجموعه‌های جزئی اصلاح شده یا انحرافات تجمعی از میانگین تعريف می‌شود. به این صورت که:

$$S_k = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}), \quad k = 1, 2, \dots, n$$

میانگین مقادیر Y_i و n تعداد داده‌های است.

در حالت همگن بودن در سرو زمانی داده‌ها مقدار S_k حول صفر نوسان دارد. S_k^* از تقسیم S_k بر انحراف استاندارد داده‌ها به دست می‌آید:

$$S_k^* = S_k / D_Y, \quad k = 1, 2, \dots, n$$

که:

$$D_Y^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 / n$$

بر اساس مقدار S_k^* ، متغیر Q که حساسیت به انحراف از همگنی است به صورت زیر تعريف می‌شود:

$$Q = \max_{0 \leq k \leq n} |S_k^*|$$

مقادیر بالای Q تغییرات در میانگین را نشان می‌دهد. مقدار \sqrt{n}/Q در فاصله اطمینان ۹۵ درصد بحرانی است اگر برابر ۱/۲۷ محاسبه شود.

۳- تحلیل رگرسیون

داده‌های هواشناسی در تحلیل رگرسیون بوسیله استفاده از روش میانگین متحرک، خطی می‌شوند. یک رابطه رگرسیون خطی ساده برای به دست آوردن روند دراز مدت داده‌ها انتخاب می‌شود؛ به صورت:

$$Y = a + bX$$

که Y متغیر جوی و X زمان است. a و b ضرایب رگرسیون هستند که با استفاده از روش کمترین مربعات محاسبه می‌شوند. با به دست آوردن مقدار T با درجه آزادی $n-2$ با استفاده از رابطه زیر معنی دار بودن شبیه رگرسیون آزمون می‌شود:

$$T = \frac{b}{\sqrt{MSE/S_{xx}}}$$

که در این رابطه MSE خطای مربع میانگین است و S_{xx} به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

اگر $|T| > t_{\alpha/2, n-2}$ شود شبیه رگرسیون بی معنی تلقی می‌شود؛ (فرض H_0 : شبیه b به صورت معنی داری مخالف مقدار صفر نیست) و شبیه b به طور معنی داری مخالف صفر، نشان دهنده وجود روند می‌باشد.

نتایج و بحث

در هر سه منطقه پارامتر رطوبت نسبی روند کاهشی پایداری از خود نشان داد، دما در منطقه مشهد روند افزایشی دارد. در منطقه تبریز بارندگی روند کاهشی و در منطقه شیراز نیز سرعت باد چنین روندی دارد. کاهش رطوبت نسبی و بارندگی از اثرات مستقیم گرم شدن هواست و ارتباط منطقی با پدیده تغییر اقلیم دارد. در جداول زیر نتایج آزمون‌ها برای هر یک از پارامترهای مورد بررسی آورده شده است. قضایت در مورد وجود یا عدم وجود روند بر این اساس نهاده شد که حداقل دو آزمون از سه آزمون انجام شده روی پارامتر جوی مورد نظر آن را تأیید کند.

Shiraz	دما	رطوبت نسبی	سرعت باد	بارندگی
من کندال	↑	↓	↓	-
انحراف تجمعی	-	+	+	-
تحلیل رگرسیون	-	+	+	-

Tبریز	دما	رطوبت نسبی	سرعت باد	بارندگی
من کندال	-	↓	-	↓
انحراف تجمعی	-	+	+	+
تحلیل رگرسیون	-	+	-	+

مشهد	دما	رطوبت نسبی	سرعت باد	بارندگی
من کندال	↑	↓	-	-
انحراف تجمعی	-	+	+	-
تحلیل رگرسیون	+	+	-	-

↑: روند افزایشی

↓: روند کاهشی

+: دارای روند -: بدون روند

نتایج حاصل شده هشداری است در مورد تحول آب و هوا در ایران که تحت عنوان پدیده تغییر اقلیم شناخته شده است. به یقین این تغییرات تأثیرات مستقیم بر تولیدات کشاورزی ما دارد و می‌تواند موجب کاهش عملکرد گیاهان شود. تغییر اقلیم مسئله‌ای است که اگر با خشکسالی توأم شود اثرات آن مضاعف می‌گردد.

پیشنهاداتی که می‌توان ارائه داد این است که الگو و تراکم کشت تغییر داده شود و یا آن که با تغییر تقویم زراعی برنامه‌های کشت طوری تنظیم شود که از بارندگی‌های مؤثر حداقل استفاده برده شود. اما در

نهایت باید با اصلاح نباتات و ارائه ارقام مقاوم تا حدی با خشکسالی‌ها و گرم شدن هوا سازگاری پیدا کرد.

لذا صرفه جویی در آب و به کارگیری روش‌های کارآمد آبیاری که در آن تلفات آب به حداقل برسد از مؤثرترین اقدامات است.

به طور کلی می‌توان نتیجه گیری کرد که انسان با مداخله خود در اکوسیستم‌های طبیعی، با تشدید سرعت تغییر اقلیم علاوه بر این که حوادثی از جمله خشکی، طوفان‌های شدید، بالا آمدن آب دریاها، بهم خودن تعادل در اکوسیستم‌های آبی، تخریب جنگل‌ها و مراتع را منجر می‌شود؛ باعث ایجاد مشکلاتی نیز در تولید محصولات زراعی و اکوسیستم‌های زراعی می‌گردد.

تغییر الگوی دمایی، کاهش منابع آبی، افزایش سطح آب دریا، تخریب نواحی ساحلی، از بین رفتن محصولات کشاورزی و غذایی، تخریب جنگل، تشدید خشکسالی و تهدید سلامت انسان‌ها از اثرات زیان آور مستقیم تغییرات آب و هوا می‌باشد. از اثرات غیر مستقیم تغییر اقلیم می‌توان به آسیب‌های اقتصادی ناشی از اقدامات مقابله‌ای کشورهای توسعه یافته اشاره کرد.

منابع:

۱. اسلامیان، س و نصرتی، ک و شهبازی، ا. ۱۳۸۳. بررسی اثر تغییر اقلیم بر خشکسالی هیدرولوژیک. مجله کشاورزی دانشگاه تهران. جلد ۶. شماره ۱.
۲. علیزاده، ا و کمالی، غ. خشکسالی، گرم شدن هوا و افزایش نیاز آبیاری. ۱۳۸۳. مجموعه مقالات روش‌های کاهش خسارت خشکی و خشکسالی کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت زراعت. کمیته ملی مدیریت خشکی و خشکسالی کشاورزی. جلد ۳.
۳. نصیری محلاتی، م و کوچکی، ع و رضوانی مقدم، پ. (ترجمه). ۱۳۸۱. اثر تغییر اقلیم جهانی بر تولیدات کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
4. Frederick,K.D. and Major,D.C. 1997. Climate change and water resources. Clim. Change, 37:7-23.
5. Herrington,P. 1996. Climate change and the demand for water. Department of the Environment. HMSO, London,U.K.
6. McCabe,G.J.Jr.and Wolock,D.M. 1992. Sensitivity of irrigation demand in a humid temperature region to hypothetical climate change. Water Resource Bulletin, 28(3): 533-543.
7. Yu,P.S., Yang,T.C., Chou,C.C. 2002. Effects of climate change on evapotranspiration from paddy fields in southern Taiwan. Climatic Change, 54:165-179.

