جغرافیا و روابط انسانی، پاییز۱۳۹۷، دوره۱، شماره۲

پیش بینی و ارزیابی تغییر اقلیم با تاکید بر سیستم اطلاعات جغرافیایی

مطالعه موردی (استان کرمانشاه)

فیروز تبرزرد

دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی

tabarzard.firooz@gmail.com

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۰۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۰

چکیده:

تغییر اقلیم به عنوان یک پدیده جهانی مورد قبول قرار گرفته است و لزوم توجه به این پدیده بسیار حائز اهمیت می باشد ،در تحقیق حاضر اثر پدیده تغییر اقلیم (دما و بارش)را طی دوره های آماری ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰۴۰ در پنج ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کاربردی برای استان کرمانشاه مورد مطالعه قرارداده ایم ،که با وارد کردن داده ها و انجام عملیات ریز مقیاس سازی بر روی داده ها برای مناطق مورد مطالعه صورت گرفته است که درنهایت با وارد شدن به سیستم اطلاعات جغرافیایی (*gis*) نقشه پیش بینی دماو بارش برای دوره های مذکور انجام گرفته است ،نتایج حاصل از مطالعه پدیده تغییر اقلیم حاکی از آن است که افزایش دما تا ٤,٣ درصدی برای ایستگاه های مورد مطالعه و افزایش متوسط دما نسبت به حال حاضر و هم چنین کاهش میزان بارش در نواحی گرمسیری و جنوب شرقی و شرق استان مورد انتظار می باشد، برای این منظور می بایست با حداقل بهره وری اراضی و رعایت الگوی متناسب کشت در این نواحی به شکل مدیریت مندانه تری رفتار گردد .

واژه های کلیدی: تغییر اقلیم ،ریز مقیاس نمایی ، مدل سازی اقلیمی ،سیستم اطلاعات جغرافیایی

مقدمه:

تغییر اقلیم عبارت است از ،تغییرات رفتارآب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول یک افق زمانی بلند مدت از اطلاعات مشاهده یا ثبت شده در آن منطقه مورد انتظار است .در سالهای گذشته به دلیل استفاده بیش ازحد از سوختهای فسیلی و هم چنین نبود مدیریت مطلوب جهت ،کاهش اثرات و جایگزینی دیر هنگام انرژی های نو سبب،ایجاد و افزایش گازهای گلخانه ای همچون *CO2،CH4،CFC* در سطح کره زمین در مقیاس بزرگ و هم چنین پراکنش آن در سطوح ملی و منطقه ای در مقیاس کوچک شده است .آنچه در نگاه اول به نظر می رسد ،اینکه درصد ترکیب عناصر جو به ترتیب ،نیتروژن برابر با ۷۸,۰۸درصد ،اکسیژن ۲۰,۹۵درصد ،آرگون ۰,۹۳درصد و گاز کربنیک که عامل مهمی در جذب و تابش خورشیدی به حساب می آید برابر با ۰,۰۳درصد می باشد (علیجانی و کاویانی ،۱۳۹۰)،اما از آنجاییکه وجود گاز کربن یا همان *CO2*که موجب جذب و نگهداری گرمای نهان زیادی می باشد ،سبب افزایش درجه حرارت در لایه های پایین جو شده و به همین دلیل است که وجود چنین گازی آنهم در مقدار کم به چه میزان در پدیده تغییر اقلیم و تابش خورشید اثر گذار است ،گرم شدن کره زمین منجر به تغییر بیلان تابش از سطح زمین ،گردش اتمسفر،تغییر توزیع زمانی و مکانی و شدت بارش شده و می تواند به چرخش بخار آب سرعت ببخشد .(احمدزاده و همکاران ،۱۳۹۳).

بنابراین موضوع تغییر اقلیم و پیامدهای آن می تواند به عنوان یک پدیده چالش آفرین در فراروی زندگی و حیات بشر و موجودات زنده قرار بگیرد ،بنابراین لزوم توجه به فرآیندهایی که سبب افزایش هرچه بیشتر این موضوع بگردد ،می بایست مورد توجه تمامی افراد قرار بگیرد .میانگین دمای سطح زمین بر اثر انتشار گازهای گلخانه ای در حال افزایش است ،به طوریکه سناریوهای اخیر هیات بین الدول تغییر اقلیم[1]افزایش متوسط جهانی دما را ۰,۷٦ درجه سانتی گراد در قرن گذشته و ۱.۱ تا ٦,٤ درجه سانتی گراد در قرن حاضر پیش بینی می کند ،علاوه بر تغییردر میانگین متغیر های اقلیمی ،تغییر در مقادیر حدی بارندگی نسبت به مقادیر گذشته آن نیز از دیگر پیامدها خواهد بود که به معنای افزایش شدت در سالهای خشک ومرطوب خواهد بود (هیات تغییر اقلیم،۲۰۰۷).بارندگی و دما از جمله متغیرهای تاثیر گذار بر تمامی فعالیت ها و اقدامات بشر در حیات کره زمین میباشد نیکبخت شهبازی(۱۳۹۵) .چراکه بیشترین تاثیرات را بر امنیت غذایی ،زندگی سالم ،تنوع محصولات کشاورزی و هم چنین تاثیر بر عملکرد متغیرهای آب و هوایی دیگر می گذارد .

بنا براین آنچه مسلم است ،شناخت و چگونگی عملکرد این دو متغیر آب و هوایی در سالهای آینده است که با استفاده از مدل ها و سناریوهای تغییر اقلیم ،می توان تغییرات هر یک را مورد توجه قرار داد .امروزه به مدد ورود

[1] *IPCC. Inter national Panel of climet change*

نرم افزارهای مختلف تجزیه و تحلیل آماری و در راس آنها سیستم اطلاعات جغرافیایی موجب سرعت در تجزیه و تفسیر داده های در دسترس شده است ،که به راحتی می توان دامنه تاثیر و هم چنین تغییرات آن را بر یک پهنه مکانی نشان داد .اما برای استخراج داده ها می بایست از مدل های تغییر اقلیم که توسط نهاد های بین المللی تولید و تهیه می شود ،استفاده کرد ،به طور کلی مدلهای تغییر اقلیم بر پایه دو نوع می باشند :

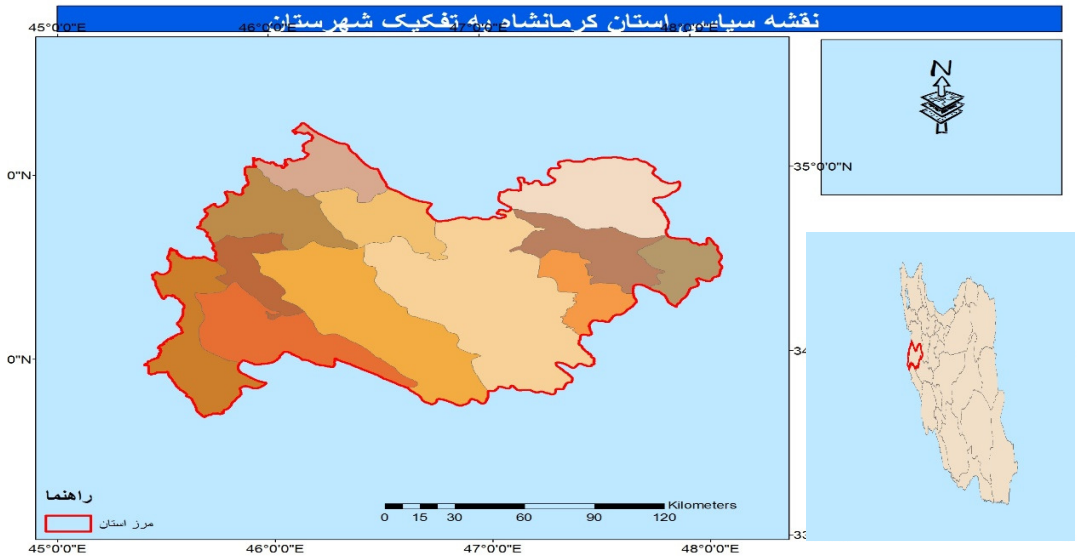
اول مدلهای *AR4*که بر اساس پدیده انتشار گازهای گلخانه ای پدیده های موثر در چرخش عمومی جو را محاسبه و قابل استفاده می سازد ،سناریوهای این نوع مدل بر اساس شاخص های اجتماعی و اقتصادی به انواعی از جمله *A1*،*A2*،*B1*، *B2* می باشند .که به عنوان مثال *A1*:برای جوامعد توسعه یافته و رشد اقتصادی زیاد،تبادل فرهنگی غنی و .... منتشر می شود .مدل دوم :مدلهای جدیدی هستند تحت عنوان *AR5*،که بر اساس واتابش انرژی گسیل شده تغییرات جو را محاسبه می کنند ،سناریوهای این مدل به ترتیب عبارت است از :*RCP2*،*RCP4.5*،*RCP6.5*،*RCP8.5* منتشر شده است .تحقیقات مختلفی در استفاده از این مدلها انجام گرفته است ،که در آنها تغییرات پارامترهای اقلیمی از جمله ،بارش و عنصر دما به طور کلی پیش بینی شده است (غلام پور ۱۳۹۱)،با بررسی تغییر اقلیم ایستگاه شیراز تحت مدل *AOGCM*به این نتیجه رسید که میزان دما در دوره های ۲۰۱۱-۲۰٤۰ افزایش ۲,۳ درصدی و کاهش بارش به میزان ۰,۱ میلی متر را نشان می دهد ،(مهدی زاده و همکاران ،۱۳۹۰)با بررسی تاثیر اقلیم بر میزان بارش در حوضه سد گلستان با استفاده از مدل *GCM3* برای دو سناریوی *A2* و *B1* برای دو بازه زمانی ۲۰۲۰ -۲۰۵۰ و ۲۰۷۱ -۲۱۰۰ ،انجام دادند وبه این نتیجه رسیدند که میانگین بارش ماهیانه دو ایستگاه کریم ایشان و رباط قربیل به ترتیب در فصول پاییز و زمستان تا ٤۳ میلی متر افزایش برای ایستگاه اول و در بهار و تابستان تا ۲۳ میلی متر کاهش ،هم چنین برای ایستگاه دوم نیز در فصول پاییز و زمستان ۳۲ میلی متر افزایش و در بهار و تابستان تا ۱۱ میلی متر کاهش نشان دادند .در جایی دیگر (علیزاده و همکاران ،۱۳۹۰)با بررسی تاثیرات تغییر اقلیم بر نیاز آبی گیاهان تحت تغییر اقلیم ،در حوضه کشف رود در روش *AR4* برای سه دوره زمانی ۲۰۳۹-۲۰۱۰ ،۲۰٦۹-۲۰٤۰، ۲۰۹۹-۲۰۷۰ ،تاثرات تغییر اقلیم را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و به ترتیب میانگین بارش سالیانه را بین ۱۳ و ۱٦ درصد کاهش نشان دادند ،هم چنین نتایج آنها میانگین افزایش دما را برای منطقه مورد مطالعه در دوره ۲۰۹۹-۲۰۷۰ ،۰,۰٦تا ۲,۵۹ درجه سانتی گراد نشان می دهد .(کوچکی و همکاران ،۱۳۸٦)با مطالعه شاخص های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم ،با استفاده از مدل تغییر اقلیم (*UKMO*)برای سال های ۲۰۵۰-۲۰۲۵،که مصادف با سالهای ۱٤۰٤ و ۱٤۲۹ می باشد ،وضعیت میزان بارش و دمای کشور را پیش بینی کرده و به این نتیجه رسیدند ک در فصل بهار دمای هوا تا ۳,۱ و ۳,۹ در فصول تابستان ،پاییز و زمستان به ترتیب :۳,۸-٤,۷، ۲,۳-۳,۰، ۲,۰ – ۲,٤ ، در جه سانتی گراد افزایش و به همبن ترتیب میزان بارش را درنواحی مورد مطالعه تا سال ۲۰۵۰ در ماههای فصل پاییز ،۸تا ۱۱

درصد افزایش و برای ماههای فصل تابستان ناچیز می باشد که مشهود تداوم دوره طولانی خشکی در دوره های آماری فوق می باشد .(محمدی و همکاران ،۱۳۹۳) با بررسی رخداد تغییر اقلیم بر زمان کاشت گندم با استفاده از مدل جدید ،*RcP4.5* در افق سالهای آماری ۲۰۳۹-۲۰۱۳ به این نتیجه رسیدند که در تمامی ماهها ،متوسط دمای هوا روند افزایشی بین ۱,۷-۲,۵ در جه سانتی گراد و روند کاهش بارش را به میزان ۳۵ درصد نشان دادند ،که ارقام فوق سبب کوتاه تر شدن دوره رشد محصولات کشاورزی می گردد .(آذری و همکارن ،۱۳۹۱) با ارزیابی اثرات هیدرولوزیکی تغییر اقلیم در حوضه گرگانرود با استفاده از مدل تغییر اقلیم *AR4* و تحت دو سناریوی انتشار *A1, B1* با بررسی تغییرا بارندگی و رواناب در طی سالهای ۲۰۹۹-۲۰۷۰ ،مقدار بارندگی سالانه را ۳,۲ و ٦,۷ درصد کاهش نشان دادند ،نتایج آنها حاکی از کاهش بارش در حوضه مذکور دردوره های آماری فوق می باشد که مستلزم توجه به مدیریت منابع آب درحوضه مورد مطاالعه می باشد .عباسی و همکاران ،۱۳۸۸ با بررسی تغییر اقلیم د رپهنه ایران با مدل تغییر اقلیم *AR4* در دوره های ۲۰۲۵-۲۰۰۰، ۲۱۰۰-۲۰۷۵ ، میانگین بارش سالانه در شمال کشور را تا دهه ۲۱۰۰ ،۱۹,۸ درصد افزایش و در نواحی ایران مرکزی و غرب جنوب شرقی کاهش بارش را نشان دادند ،نتایج به دست آمده از این تحقیق میزان افزایش دما در دوره ۲۱۰۰ را بین ۳تا ۳,٦ درجه سانتی گراد نشان می دهد . در این تحقیق سعی شده است تا با بررسی و ارزیابی تغییر اقلیم در دوره های آماری ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰٤۰ ،در پنج ایستگاه هواشناسی شهرستان های ،کرمانشاه و با طی کردن مراحل ریز مقیاس سازی و انجام آماره های هواشناسی ،اقدام به پیش بینی تغییرات اقلیم (دما و بارش)در ایستگاه های فوق الذکر و در نهایت در سیستم اطلاعات جغرافیایی ،نقشه های پهنه بندی شده ناشی از مدل تغییر اقلیم *AR5* به تمام استان تعمیم داده شده است .

تشریح منطقه مورد مطالعه :

محدوده های مورد مطالعه ما دراین تحقیق ،ایستگاه های هواشناسی شهرستان های به ترتیب ،سرپل ذهاب ،اسلام آباد ،کنگاور ،روانسر و کرمانشاه می باشد ،به دلیل موقعیت آب و هوایی که استان کرمانشاه دارد ،و تنوع اقلیمی فوق العاده منحصر به فرد ایستگاه های مذکور بر اساس درجه معرف برای سایر شهرستان های محدوده استان انتخاب گردیده و پارامتر های اقلیمی با وارد شدن به محیط *ARC GIS*،نتایج حاصل از پهنه بندی تغییر اقلیم حاصل شده است ،مختصات جغرافیایی مناطق مورد مطالعه به ترتیب ،سرپلذهاب :٤٥,۸۸ طول شرقی و ۳٤,٤٦ درجه عرض شمالی قرار گرفته است ،اسلام آباد :٤٦,٤٥ طول شرقی و ۳٤,۰۰ درجه عرض جغرافیایی ،کنگاور :٤۷,٤٥ درجه طول و ۳٤,٤٥ درجه عرض جغرافیای ،روانسر ،٤٦,۳۰ درجه طول و ۳٤,٤٥ درجه عرض جغرافیایی و هم چنین کرمانشاه در ٤۷,۰۰ درجه طول شرقی

۳۰ . ۳٤، درجه عرض جغرافیایی قرار گرفته است .با توجه به موقعیت کشاورزی و تحولات اخیر در منابع آب لزوم توجه به مباحث تغییر اقلیم در حوضه های مورد مطالعه بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته و لزوم پیش بینی متغیرهای اقلیمی دما و بارش احساس نیاز می گردد.شکل (۱)موقعیت مناطق مورد مطالعه را نمایش میدهد(شکل ۱)



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه(منبع نگارنده،۱۳۹۷)

مواد و روش ها :

مدل پیشنهادی در راستای اهداف این تحقیق ،مدل تغییر اقلیم *AR5* می باشد ،بر اساس این مدل داده های آماری پایه (مشاهداتی)[۲]از طریق بانک های اطلاعاتی استخراج گردیده و سپس با دادهای هایی که مدل تغییر اقلیم در اختیار می گذارد ،اقدام به پیش بینی متغیرهای اقلیمی در مناطق مورد مطالعه کرده ،که این مدل همانطوریکه در مباحث فوق به آن اشاره گردید ،بر اساس واتابش انرژی گسیل شده در جو ،دینامیک گردش عمومی جو و متغیرهای آن را محاسبه نموده ،و داده های سیال جو را می توان برای مدل پیش بینی اقلیمی مناطق مورد مطالعه به انجام رساند ،قدرت تفکیک این نوع مدل ۲,۵x۲,۵ درجه میباشد ،که دارای سلول های متعددی است ،که یک یا چند استان در داخل سلول ها قرار می گیرد و جالب توجه است که داده های *GCM*معمولا در شبکه هایی به اضلاع ۱۵۰ تا ۳۰۰

[2] *OBserov*

کیلومتر قرار می گیرد ،که برای انطباق با محدوده های کوچک منطقه ای و محلی از روش های کوچک مقیاس سازی استفاده می شود .

ریز مقیاس سازی :

اما یک نکته ی قابل توجه در استفاده از رو شهای *GCM* که نشان دهنده مهارت های متفاوت در شبیه سازی الگوهای چرخش و تغییر فصلی و درون فصلی هستند ،با این حال قدرت تفکیک فضایی کم نتایج *GCM* منجر به اشتباهات عمده و عدم قطعیت زیاد در خروجی آنها در مقیاس محلی به ویژه برای بارش می شود (احمد زاده و همکاران ،۱۳۹۳)برای اینکه داده های تغییر اقلیم کاربردی شوند ،و به مناطق منطقه ای و محلی تعمیم داده شوند ،از رو شهای کوچک مقیاس سازی استفاده می شود ،که بر دو نوع می باشد :

۱)روش های دینامیکی :

۲)رو شهای آماری :که در این روش می توان به مدل های *LARS-SDSM-* و روش عامل تغییر اشاره کرد که از روش اخیر برای کوچک مقیاس سازی داده های بارش استفاده شده است ،در ارتباط با پیش بینی دما و بارش از رابطه های زیادی ارائه گردیده است که از جمله آنها روش های زیر می باشد :

رابطه (۱)

$$\Delta \boldsymbol{pI} = \boldsymbol{pobs} * (\frac{\boldsymbol{PGCM.fuc.i}}{\boldsymbol{PGCM.base.i}}) =$$

در این رابطه :

PGCM.fuc*=میانگین بارش شبیه سازی شده توسط مدل *GCM

***PGCM.base*= میانگین بارش شبیه سازی شده در دوره پایه**

***P obs*= میانگین بارش در دوره های مشاهداتی**

برای به دست آوردن بارش پیش بینی شده حاصل از انجام محاسبات بر روی داده های آماری در محیط اکسل رابطه زیر پیشنهاد شده است :

رابطه (۲):

$$P = Pobs * \Delta P$$

در این رابطه :

***P.obs*=میانگین بارش مشاهداتی در دوره های آماری ۲۰ ساله**

Δp.=نسبت میانگین بارش در دوره های آتی بر میانگین بارش در دوره های پایه

برای شبیه سازی دما نیز رابطه زیر ارائه شده است :

رابطه (۳):

$$\Delta Ti = (TGcm.fuci - TGcm.base.i) =$$

در این رابطه :

***TGcm.fuc*=میانیگن دما در دوره های شبیه سازی شده آینده**

***TGcm.base*=میانگین دما در دوره های شبیه سازی پایه**

برای پیش بینی دما نیز از طریق رابطه زیر می توان ،دمای مورد نظر را استخراج نمود :

رابطه (٤):

$$T = Tobs + \Delta T =$$

در این رابطه :

***T.obse*=میانگین دما در دوره های مشاهداتی ۲۰ ساله**

ΔT=نسبت بین میانگین دما در دوره های آینده از میانگین دوره های پایه

به همین ترتیب تولید داده های بارش و دمای مناطق مورد مطالعه پیش بینی و تهیه شدند ،که برای پهنه بندی و تخمین بارش و دما به سایر مناطق استان ،وارد محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی شدند ،که بر اساس این داده های نقشه های پهنه بندی شده حاصل از درونیابی نشان دهنده وجود تغییرات اقلیمی به خصوص در نواحی گرمسیری ،افزایش دما و در نواحی سردسیر استان ،افزایش بارش در فصول سرد سال می باشد .

یافته های تحقیق:

در مدل تغییر اقلیم معروف به سری *AR5* برای تولید سناریوها از دو نوع مدل به ترتیب :سری *fgols*و *micro*استفاده شده است ،به همین ترتیب تولید داده های اقلیمی مورد بحث را در فاصله سالهای ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰۴۰ برای هر دو مدل استفاده شده است ،سپس با استفاده از روابط (۱و۲و۳و٤)که شرح آنها در بالا رفت ،داده های اقلیمی دما و بارش تولید و نمودار های پیش بینی اقلیمی ترسیم گردیدند ،لذا می توان با استناد به نمودار ها و درصد افزایش و کاهش دما و بارش در طی سالهای آماری فوق الذکر تا چه میزان حتمی می باشد ،جدول (۱)تغییرات بارش تحت تاثیر تغییر اقلیم را نمایش می دهد .

جدول ۱*میانگین بارش شبیه سازی شده طی سالهای ۲۰۳۹-۲۰۲۰ نسبت به میانگین مشاهداتی دوره پایه تحت مدل *fgols*

نام ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد
کرمانشاه	۷,۵	۱,۳	-۰,٦	-۵۷,۸	-۸,۲	٦,۸	۸,۷	۱۲,۳
کنگاور	۲,۵	۱۱,۳	۰,۰۳	-۵,۷	۲,٤	٦,۵	٤,۰٤	۷,۲
روانسر	-۷,۲	۱,۲	۰,۰۱۱	-٤۸,٤	۳۸,۲	۱,۲٦	۹,۲	۱۲,۲
سرپل ذهاب	۰,۲۸	٤۹	-۰,۵	-۹٤	۰	۰,۸	۲,۷	۰,۰٤
اسلام آباد	۰,۸	-٤۲,۸	-۵۱,۷	-٦٦,۹	-۸,۲	٦۸,۵	۸,۷	۱۲,۳

جدول ۲*میانگین بارش شبیه سازی شده طی سالهای ۲۰۳۹ -۲۰٤۰ نسبت به میانگین مشاهداتی دوره پایه تحت مدل *fGols*

نام ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد
کرمانشاه	-۱٤,٤	-۱۸,۲	۰,٦	۱,۷	-۱۳,٤	-۱۵,٦	-۱٦,۵	-۲۰,۹
کنگاور	۱۸,۳	-۱۰,٤	-۰,٦٦	-۱۸,۹	-۵,۳	-٤۱,٤	۸,۷	۱۳,۳
روانسر	٤٦,۸	۱۷,۲	۲,٦۵	٤,۱	-۱۹,۲	-۳۳,٦	۸,۲	۹,۷
سرپل ذهاب	-۱۰,۵	۳۵,٤	-۰,۵	-۹٤	۷,٤	۱۳	-۲٤,۸	۳۷,۲
اسلام آباد	-۱۳,۵	-۱۵,۷	-۱,۲	۲,٦	-۱٤,٦	۱۸	-۱٦,٦	-۲۰,۹

جدول ۳*میانگین بارش شبیه سازی شده در طی سالهای ۲۰۳۹-۲۰۲۰ نسبت به مقادیر دوره های پایه تحت مدل *mucro*

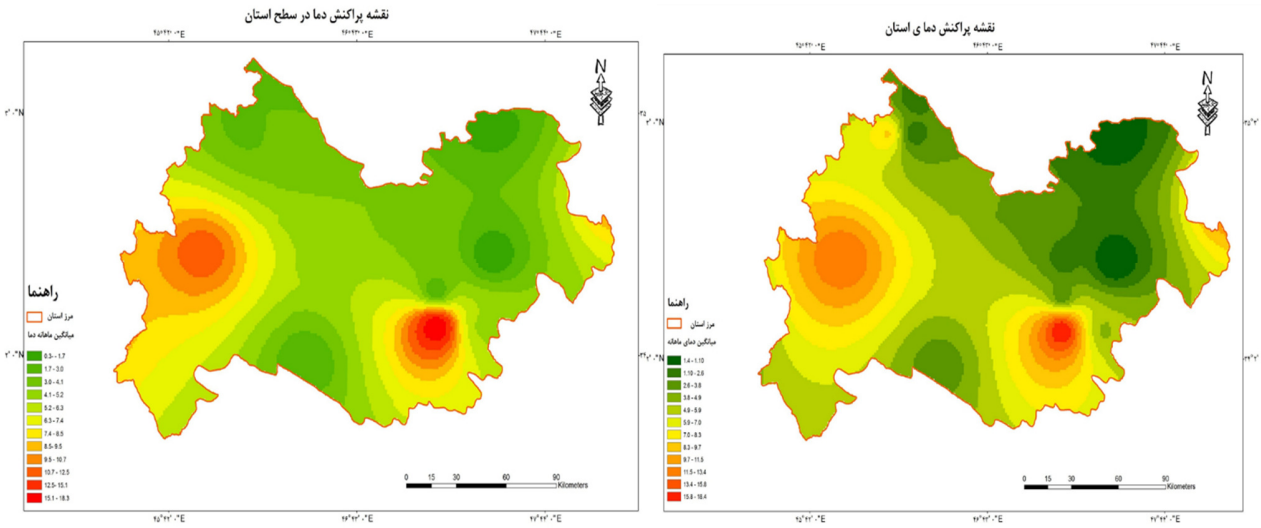
نام ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد
کرمانشاه	٤٤,٩	٣٥,٥	٧,٩	٥,١	-١٧,٩	-٣,٣	٥,٧	٦,٥
کنگاور	-٣٤,٣	- ٤٩,٦	-٥,٤	-٥٣,٨	١٣,٨	١٧,٢	-١٤,٩	-٢٦,٣
روانسر	-١٧	-٦,٠٨	٠,٥	١,١	-٠,٢	-١٨,٤	-٢٠,٧	-٢٣,١
سرپل ذهاب	٧,٢	٢٤,٦	-٠,٣	-٨١,٦	١٩,٩	٠,٣٢	١٢,٤	١٨,٧
اسلام آباد	١٥,٧	١٤,٥	٠,٣	٢,٢	١,٧	٧٦,٤	١٠,٧	١٤,٩

جدول ٤*میانگین بارش شبیه سازی شده برای سالهای ۲۰۵۹-۲۰٤۰ نسبت به مقادیر مشاهداتی دوره پایه تحت مدل *micro*

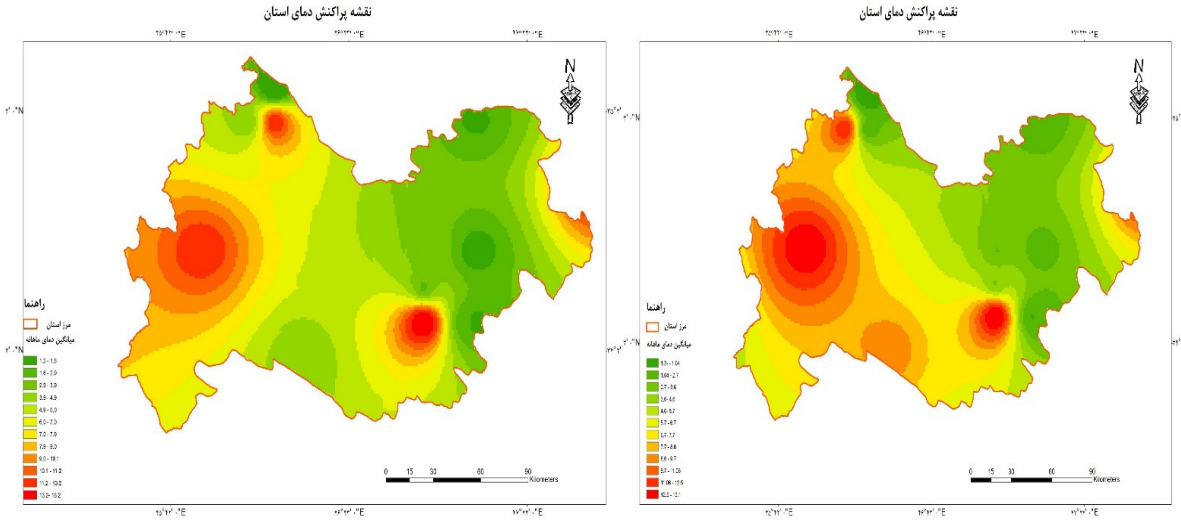
نام ایستگاه	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد	میلی متر	درصد
کرمانشاه	٢١,٢	-٣١,٤	١,٥	٩,٩	٢٠,١	١١,٥	-٣١,٨	-٤٣,٤
کنگاور	-٨,٨	٤٢,٤	-١,٥	-١٩,١	-١,٨	-٣٩,٩	١٨,٦	٣٢,١
روانسر	١٩,٩	-٤,٣	٠,١١	٩,٨	-٢,٥	-١٩,٤	-٣٩,٦	٤٦,٨
سرپل ذهاب	١٣,٤	٢١	٠,٧٧	-١٠٠	٢,٧	٠,٠٤	-٦,٧	١٠
اسلام آباد	-٣,٥	٣,٣	٢,١	-٢٠,١	-٦,٦	٥,٣	-٣,٦	-٢,٣

به منظور تعمیم داده های شبیه سازی شده توسط مدل های تغییر اقلیم با استفاده از *ARC GIS* نقشه های دما و بارش پیش بینی شده در روش های درونیابی ،تمامی داده های دما و بارش شبیه سازی شده با استفاده از روش *IDW*(*Interanc Dictans Wighte*) درونیابی شده و در نهایت نقشه پهنه بندی دما و بارش در پهنه استان نمایش داده شده اند ،لذا می توان تغییرات دما و بارش را در طی سالهای آماری مذکور بهتر در چهارچوب استان درک و تفهیم گردد ،از آنجاییکه ،نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی،اطلاعات مکانی و توصیفی را در هم می آمیزد و بهتر تجزیه و تحلیل می کند ،نقش بسیار سازنده ای در درک پدیده های اقلیمی دارد ،به طوریکه می توان گفت ،عنصر بارش

در نواحی گرمسیری استان روبه تقلیل می گذارد ،در نواحی سردسیری ،دارای مقدار کمی افزایش می باشد و هم چنین دما نیز در نواحی نامبرده تحت تاثیر تغییر اقلیم دارای سویی افزایشی می باشد .شکل (۲)نقشه پهنه بندی دما رابرای سالهای آماری ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰۴۰ تحت مدل *fGols*را نمایش میدهد

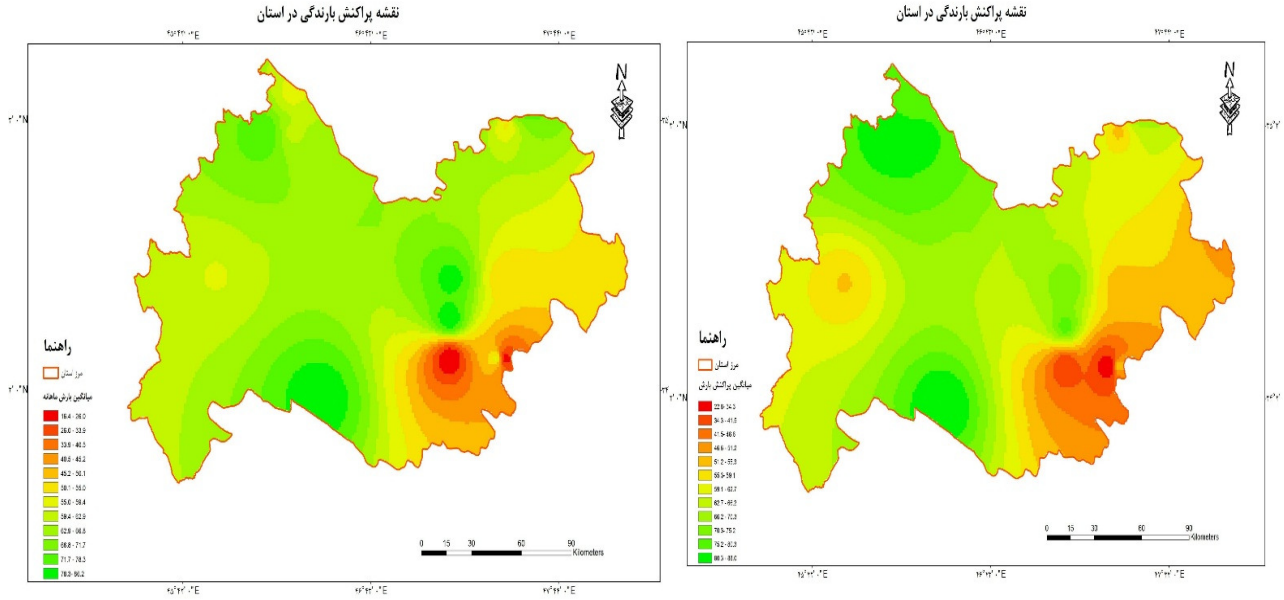


شکل۲*میانگین پراکنش دما در نواحی مختلف استان در طی دوره های آماری ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹تا ۲۰۴۰تحت مدل *fGols*(منبع نگارنده،۱۳۹۷)



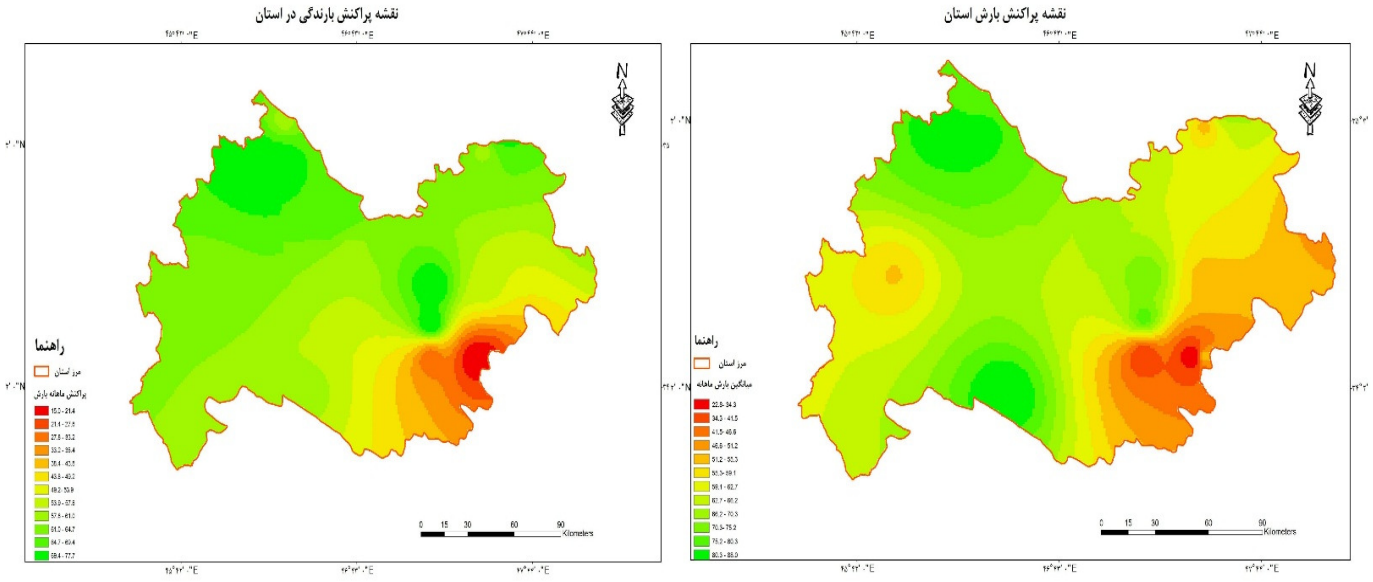
شکل۳*میانگین پراکنش دمای شبیه سازی شده در طی دوره های ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰۴۰ تحت مدل *micro*(منبع نگارنده،۱۳۹۷)

میزان بارش در نواحی مختلف استان نیز دارای سر نزولی وصعودی می باشد ،بطوریکه در نواحی گرمسیری از میزان بارش ها کاسته می شود ،در نواحی معتدل استان ،بر میزان بارش ها افزوده می گردد ،شکل ٤ پراکنش بارش را در نواحی مختلف استان در دوره های آماری ،۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰٤۰ تحت مدل های پیشنهادی نمایش می دهد

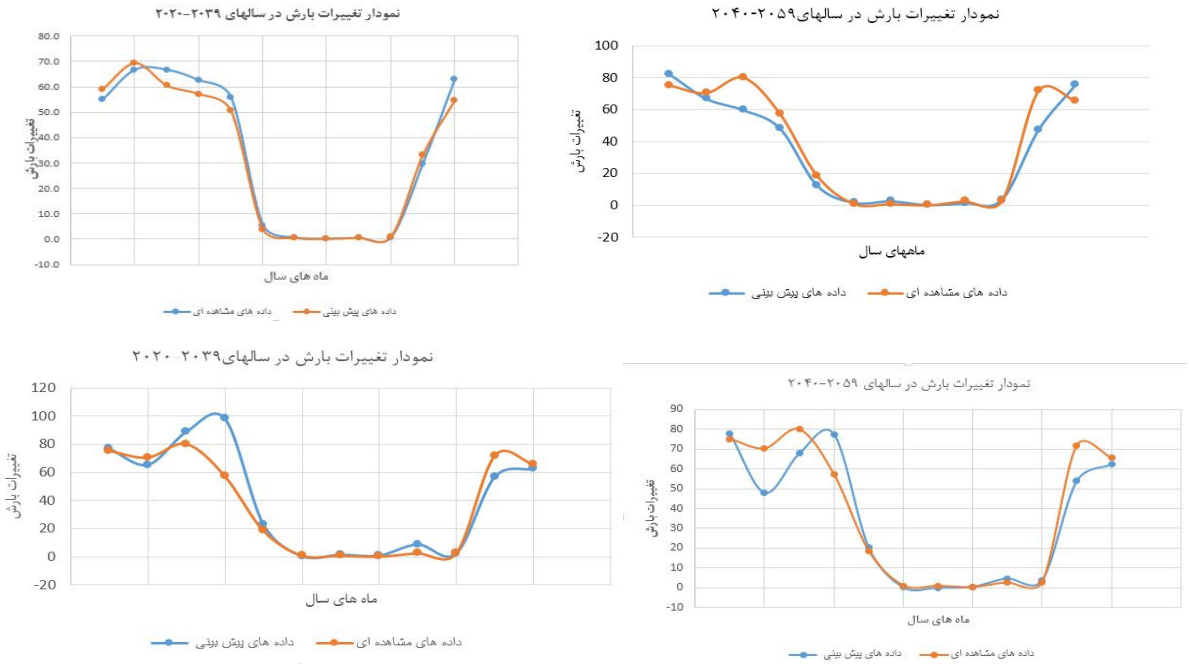


شکل ٤*میانگین پراکنش بارش شبیه سازی شده طی دوره های ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰٤۰ تحت مدل*fGol s*(منبع نگارنده،۱۳۹۷)

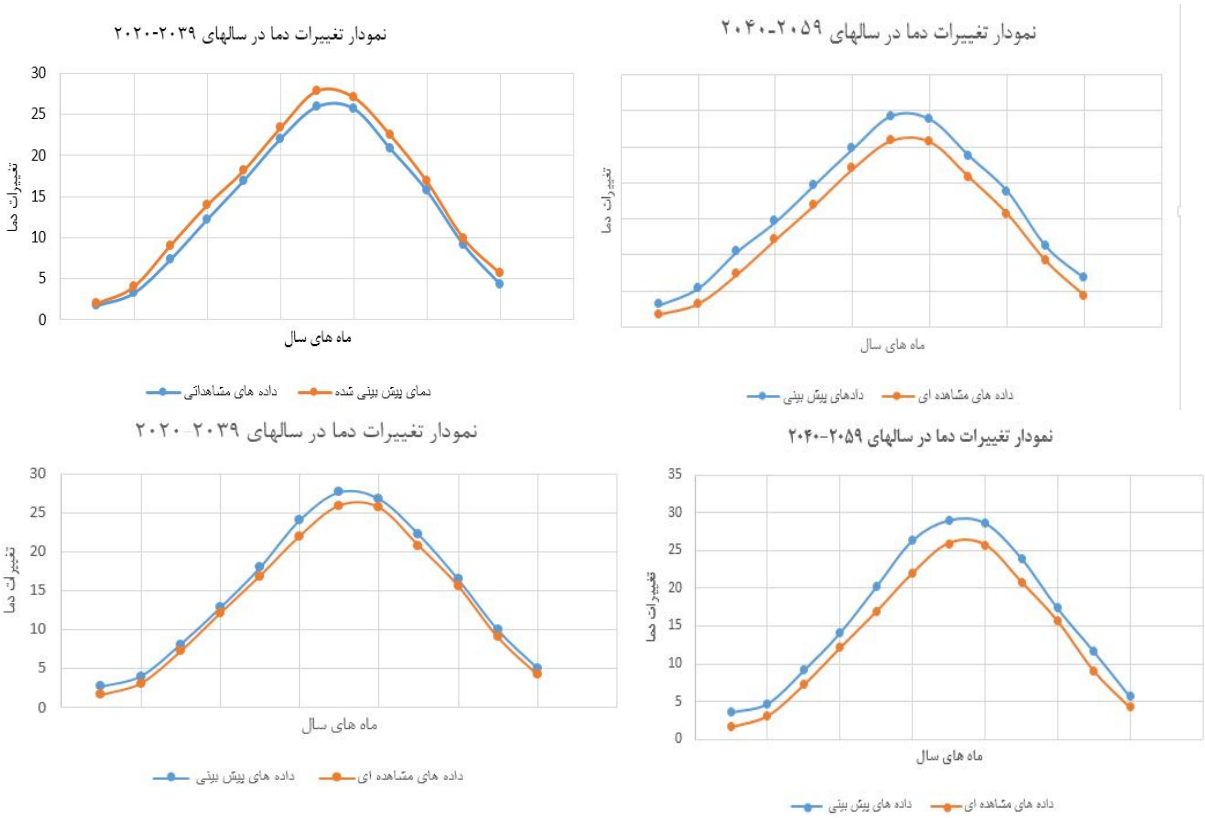
با توجه به مقادیر بارشی که چه در حال حاضر و چه در آینده رخ می دهد ،در دوره های آماری مذکور از میزان آن در نواحی نیمه غربی و جنوب شرق استان کاسته و در نواحی شمال غرب به تدریج بر میزان آن افزوده می گردد ،در نواحی گرمسیری نیز در دوره های آماری ۲۰۵۹-۲۰٤۰ از میزان بارش پیش بینی شده آن کاسته می گردد .اما همچنان نواحی جنوب شرقی و شرق استان بارش متوسط به پایینی را دار می باشند .شکل ۵ پراکنش بارش در استان را در طی دوره های ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰٤۰ تحت مدل *micro* را نمایش می دهد .



شکل ۵*میانگین بارش پیش بینی شده در طی دوره های۲۰۳۹-۲۰۲۰ و ۲۰۵۹-۲۰۴۰تحت مدل تغییر اقلیم *micro*(منبع نگارنده،۱۳۹۷)



نمودار (۱): وضعیت بارش در سالهای آماری در استان کرمانشاه (منبع نگارنده ،۱۳۹۷)



نمودار (۲): وضعیت نوسانات دمایی در سالهای آماری در استان کرمانشاه (منبع نگارنده ،۱۳۹۷)

نتیجه گیری و پیشنهادات :

همانگونه که پیشتر اشاره گردید ،با توجه به پیامدهای تغییر اقلیم در محدوده های مورد مطالعه ،میزان افزایش دما در سطوح محلی در دوره های آماری ۲۰۳۹-۲۰۲۰ و۲۰۵۹-۲۰٤۰ بسیار حائز اهمیت می باشد ،بنابراین توزیع مکانی و زمانی بارش در فصول مختلف سال براساس یافته های به دست آمده بسیار نا یکنواخت می باشد ،به طوریکه در ماههای تابستان میزان افزایش بارش در مدل تغییر اقلیم *micro* تا حدودی قابل توجه است ،این میزان بارش در دوره آماری ۲۰۵۹-۲۰٤۰ پیش بینی شده است ،بنابر نقشه هایی که در محیط *ArCGIS*تهیه و تدوین شده است ،میزان بارش در نواحی جنوبی استان و در محدوده شهرستان اسلام آبادغرب و کرمانشاه در دوره آماری ۲۰۳۹-۲۰۲۰ در مدل *micro*کاهش پیدا کرده که با رنگ قرمز مشخص گردیه است ،افزایش دما در نواحی جنوب شرقی و غرب و گرمسیری استان در دوره های فوق الذکر مورد توجه می باشد ،در مقابل با توجه به نمودار های پیش بینی دما وبارش می توان نتیجه گرفت که ناهمگونی بارش در پهنه استان و کمتر از نرمال سبب تشدید فعالیت های گرمایش جو در بحث منابع آب و تبخیر از سطوح خاک و ... می شود ،،از این رو لزوم مدیریت در مصرف منابع آب و تغییر الگوی کشت در ارتباط با پدیده تغییر اقلیم مورد توجه می بایست قرار بگیرد.

پیشنهادات :

۱) برای اینکه مدل صحت سنجی شود می بایست بسیاری از نتایج را بیش از چندین بار تکرار و آزمایش نمود ، اما به نظر میرسد نتایج به دست آمده برای پهنه استان به واقعیت بسیار نزدیکتر می باشد

۲) نیاز به پارامترهای دقیق و بروز جهت پیش بینی وضعیت دمایی و بارش در استان در سالهای متمادی بسیار حائز اهمیت می باشد.

۳) توصیه می شود بنابر حداقل پیش بینی که در نقشه ها و نمودار ها به آنها توجه شد در امر بهره وری ارضی و الگوی کشت متناسب با سرزمین مورد مطالعه باز نگری اساسی از سوی مسئولین امر لحاظ گردد .

منابع :

آذری، محمود ؛مرادی، حمیدرضا ؛ثقفیان بهرام ؛ فرامرزی منیره (۱۳۹۱)، ارزیابی اثرات هیدرولوژیکی تغییر اقلیم در حوضه آبخیز گرگانرود ،نشریه آب و خاک ،جلد ۲۷،شماره ۳

علیزاده، امین ؛ سیاری، نسرین؛ بنایان اول محمد؛ فرید حسینی، علی ؛ حسامی کرمانی مسعودرضا،(۱۳۹۰) مقایسه دو مدل گردش عمومی جو (*CGDM2*و *HaD CM3*) در پیش بینی پارامتر های اقلیمی و نیاز آبی گیاهان تحت تغییر اقلیم (مطالعه موردی :حوشه کشف رود) نشریه آب و خاک ،جلد ۲۵ شماره ٤

مهدی زاده ،صالح؛ مفتاح هلقی، مهدی؛ سید قاسمی، سمانه؛ مساعدی، ابوالفضل (۱۳۹۰)، بررسی تاثیر اقلیم بر میزان بارش در حوضه سد گلستان ،مجله پژوهش های حفاظت خاک و آب ،جلد ۱۷ شماره ۳

کوچکی، علیرضا ؛ نصیری، محلاتی؛کمالی، غلامعلی؛(۱۳۸٦)، مطالعه شاخص های هواشناسی ایران در شرایط تغییر اقلیم ،مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد ۵ شماره ۱۰

محمدی، الهام؛ یزدان پناه، حجت اله، محمدی، فریبا (۱۳۹۳)، بررسی رخداد تغییر اقلیم و تاثیر آن بر زمان کاشت و طول دوره رشد گندم دیم (مطالعه موردی :ایستگاه سرارود کرمانشاه)پژوهش های جغرافیای طبیعی ،سال ٤٦شماره۲

غلام پور، زهرا،(۱۳۹۱)،بررسی تغییر اقلیم ایستگاه شیراز دردوره ۲۰۱۱-۲۰٤۰ با استفاده از ریز مقیاس نمایی مدل (*AOGCM*) ،همایش ملی کاربرد مدل های تحلیل فضایی آمایش سرزمین

عباسی، فاطمه؛ (۱۳۸۸)،بررسی تغییر اقلیم در پهنه ایران با استفاده از مدل گردش عمومی جو (*AR4*) در دهه های ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ ،مجله پژوهش های جغرافیایی ،جلد ۲۵ شماره ۲

کاویانی محمدرضا ، علیجانی، بهلول ،(۱۳۹۰) ،مبانی آب و هواشناسی ،انتشارات سمت ، چاپ ۱۷