

بررسی اثر تغییر اقلیم بر مولفه‌های بارش و دما با استفاده از مدل SDSM در اسلام آباد غرب

علی بازیار^۱، محمدرضا جعفری^{۲*} و ایاد اعظمی^۳

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد رشته آبخیزداری، دانشگاه لرستان *alibaziar۴۶@gmail.com*

۲* - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام *mg_jafari@yahoo.com*

۳ - عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام

چکیده

مدل SDSM از یک الگوریتم بهینه‌سازی خاص که نویسندگان با توجه به سال‌ها تجربه در انجام عملیات کوچک مقیاس کردن و بررسی روش‌های مختلف کوچک مقیاس کردن آماری ارائه نموده‌اند، پیروی می‌کند. در این مرحله کاربر متغیر پیش‌بینی شونده و متغیر یا متغیرهای پیش‌بینی کننده را به مدل معرفی و شرایط خاص مسئله مانند شرطی یا غیر شرطی بودن فرآیندهای اقلیمی، بالاخره ماهانه، فصلی و یا سالانه بودن عملیات واسنجی را برای مدل تعیین می‌کند. در تحقیق حاضر در ایستگاه اسلام آباد نشان داده شد که مدل SDSM توانسته پارامتر مربوط به بارش و دما را با دقت خوبی شبیه‌سازی نماید. همچنین در این ایستگاه بیشترین اختلاف بین بارش مدل‌سازی و مشاهداتی در ماه مارس و به میزان ۱۱ میلی‌متر بوده است که میزان بارش مشاهداتی کمتر از بارش مدل‌سازی شده می‌باشد. در ایستگاه اسلام آباد، میانگین دمای متوسط ماهانه تحت سناریوی A2 به ترتیب به اندازه ۱۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش ماهانه به اندازه ۳۷/۶ میلی‌متر در دوره آینده پیش‌بینی می‌شود. میانگین دمای متوسط ماهانه تحت سناریوی A2 نسبت به دوره مشاهداتی ۰/۵ درجه سانتی‌گراد در دوره ۲۰۲۰-۲۰۳۹ افزایش نشان می‌دهد. همچنین میانگین بارش ماهانه تحت سناریوی A2 نسبت به دوره مشاهداتی ۲۷/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: اسلام‌آباد غرب، بارش و دما، تغییر اقلیم، sdsim

مقدمه

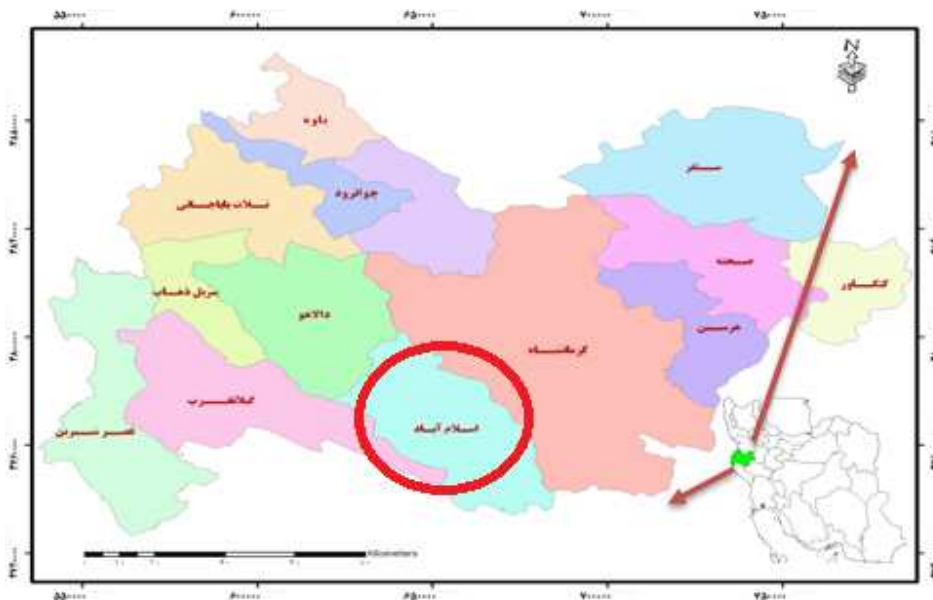
تحقیقات مختلف نشان داده که پدیده تغییر اقلیم تأثیرات گسترده‌ای را بر سیستم اقلیم کره زمین گذاشته است. این تغییرات در گذشته بیشتر به صورت طبیعی رخ داده است، اما بدون شک در دوره‌های بعد از انقلاب صنعتی و متعاقب آن که فعالیت‌های بشری افزایش یافته و به واسطه آن انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو افزایش یافته و این افزایش سبب تغییرات در عناصر اقلیمی شده است. در آینده نیز انتظار افزایش بیشتر دمای جهانی، احتمال تغییر در مقدار و الگوهای بارش، و انتظار افزایش در تکرار و شدت مخاطرات محیطی مانند خشک‌سالی، دوره‌های گرمایی، سیل و آتش‌سوزی می‌رود. تغییر اقلیم باعث تغییر در مدت، شدت، شکل و زمان بارش و همچنین باعث تغییر در حجم، زمان و مدت رواناب در مناطق مختلف کره زمین می‌گردد (واثقی، ۱۳۸۹). ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آب محدود است (مهدی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین پدیده تغییر اقلیم و اثرات آن بر منابع آبی می‌تواند به‌عنوان عمده‌ترین چالش در ایران قلمداد گردد، لذا در سال‌های اخیر، تحقیقاتی در این زمینه صورت گرفته که در بررسی آن‌ها اکثراً از خروجی نمونه‌های گردش عمومی اقیانوس - اتمسفر (AOGCM) و نمونه‌های هیدرولوژیکی استفاده شده است (حجازی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). باباییان و همکاران (۱۳۸۸)،

نشان دادند که کاهش ۹ درصدی بارش در کل کشور، افزایش آستانه بارش‌های سنگین به ترتیب ۱۳ و ۳۹ درصد و افزایش میانگین سالانه دما به میزان ۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، که بیشترین افزایش ماهانه دما در دهه مربوط به ماه‌های سرد سال است. فرزانه در سال ۱۳۸۹ به بررسی عدم قطعیت مدل چند گانه خطی SDSM در حوزه آبخیز کارون شمالی پرداخت. نتایج به دست آمده حاکی از دقت بالای مدل در شبیه‌سازی متغیرهای اقلیمی در دوره پایه است. اسپنانی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تغییر اقلیم در دوره‌های آبی به کمک مدل SDSM (مطالعه موردی حوضه بهشت آباد کارون شمالی) پرداختند. نتایج بررسی آنها نشان داد که متوسط بالا رفتن دمای حداقل در دوره‌های آبی ۲۰۱۰-۲۰۳۹، ۲۰۴۰-۲۰۶۹ و ۲۰۷۰-۲۰۹۹ به ترتیب ۴۹/۱، ۴۴/۲، و ۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و برای میانگین دمای حداکثر ماهانه بیشترین اختلاف دما مربوط به ماه ژوئن است که برای دوره پایه ارزیابی مدل برابر ۲۷/۱۷ درجه سانتی‌گراد و برای دوره‌ها شبیه‌سازی آبی به ترتیب ۴۵/۱۸، ۲۰/۸ و ۲۳/۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. فاخری‌فرد و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر جریان ورودی به دریاچه ارومیه با استفاده از مدل ریز مقیاس نمایی SDSM پرداختند. نتایج بررسی آنها روند افزایشی را در میانگین بارش روزانه، دمای ماکزیمم و مینیمم در ماه‌های مختلف سال و افزایش بارندگی را در فصل زمستان ۱۵ درصد و تابستان ۳۴ درصد نشان داد.

روش پژوهش

منطقه مورد مطالعه

اسلام‌آبادغرب جزء شهرستان‌های استان کرمانشاه می‌باشد. در دامنه غربی رشته کوه زاگرس در معرض سیستم‌های غربی مدیترانه‌ای و سیستم‌های تلفیقی مدیترانه‌ای-سودانی قرار دارد. هر گونه تغییر در میزان بارش و دما ناشی از پدیده گرمایش جهانی در بخش‌های غربی کشور می‌تواند در رفتار بارش و دمای مدل‌سازی شده دهه‌های آبی این شهرستان ظاهر شود. قابل ذکر است بخش بزرگی از کشاورزی، شرب و صنعت این استان و به ویژه شهرستان مورد مطالعه وابسته به منابع آبی حاصل از بارش سیستم‌های جوی می‌باشد (شکل ۱).



شکل(۱): نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در سطح استان و کشور

واسنجی و ارزیابی مدل

مراحل کار با مدل SDSM را می‌توان در شش مرحله زیر خلاصه کرد:

- کنترل کیفیت و تبدیل داده
- تعیین روابط بین متغیرهای پیش‌بینی کننده و پیش‌بینی شونده
- واسنجی مدل
- تولید داده‌های تاریخی و اعتبار سنجی مدل
- آنالیز داده‌ها
- تولید سناریوهای اقلیمی آینده

کوچک مقیاس کردن نتایج بارندگی کمی مشکل‌تر و زمان‌برتر می‌باشد. زیرا باید شرایط مختلفی مانند شرطی بودن و یا غیر شرطی بودن فرآیندها در نظر گرفته شود. با توجه به این که در طول سال، روزهای تر و خشک زیادی وجود دارد، باید روزهای تر و خشک را در موقع کوچک مقیاس کردن در نظر گرفت. در ضمن در داده‌های مدل‌های گردش عمومی اعداد بسیار کم و ناچیزی هم برای بارندگی وجود داشت. به منظور مفهوم سازی قبل از کوچک مقیاس کردن بارش، یک حد برای بارندگی در نظر گرفته شد. به این صورت که روزهایی را که بارندگی کمتر از آن حد بوده روز خشک و سایر روزها روز تر در نظر گرفته می‌شود. مدل SDSM در همه ماه‌های سال با دقت بالایی پارامترهای دما و بارش ماهانه را شبیه‌سازی نموده و بیشترین خطا مربوط به مدل-سازی بارش بوده است. در ایستگاه اسلام‌آباد بیشترین اختلاف بین بارش مدل‌سازی شده و مشاهداتی با مقادیر ۱، ۳، ۱، ۶، ۷ و ۲۹ میلی‌متر به ترتیب متعلق به ماه‌های فوریه، ژوئن و نوامبر می‌باشد و مقدار بارش مدل‌سازی بیشتر از مشاهداتی می‌باشد.

یافته‌ها

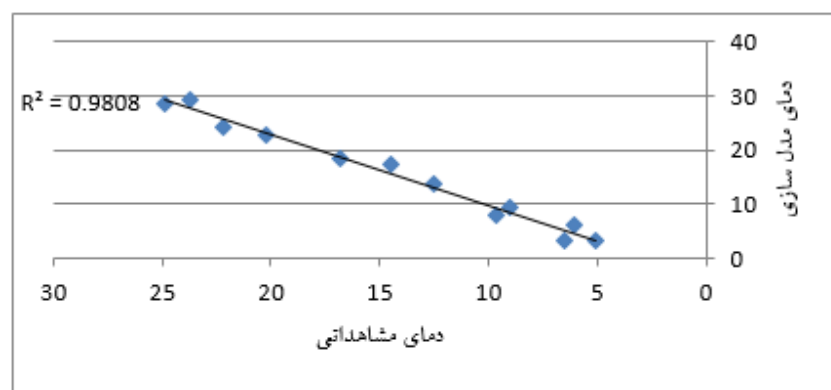
نتایج ارزیابی توانمندی مدل SDSM در باز تولید پارامترهای هواشناسی

مدل ریز مقیاس نمایی آماری SDSM برای شبیه‌سازی داده‌های اقلیمی در یک ایستگاه خاص در شرایط حال حاضر و در شرایط آینده تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم بکار می‌رود که داده‌های آن به صورت سری‌های زمانی روزانه برای یک سری از متغیرهای اقلیمی جوی می‌باشد. در این پژوهش، جهت ریز مقیاس نمایی آماری از داده‌های مدل Hadcm3 با استفاده از نرم افزار SDSM استفاده شد. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل بارش و دمای روزانه ایستگاه سینوپتیک اسلام آباد غرب، داده‌های NCEP جدول شماره (۱) و داده‌های مدل Hadcm3، تحت سناریوی A2 می‌باشد که با فرمت dat. وارد مدل می‌شوند.

جدول (۱): فهرست متغیرهای NCEP

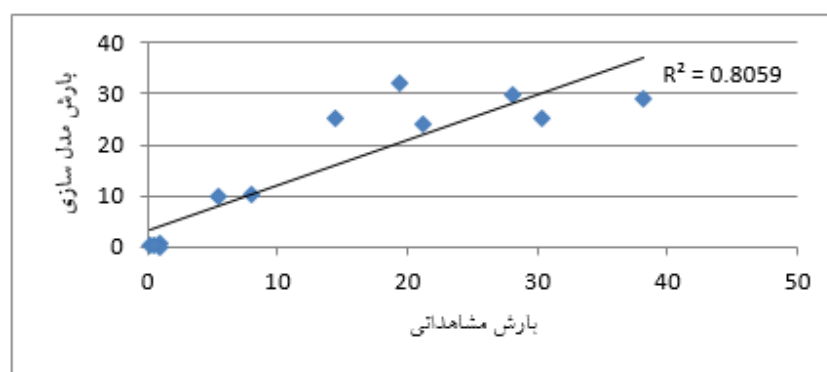
ردیف	متغیر	ردیف	متغیر
۱	فشار سطح صفر	۱۴	سرعت مداری سطحی
۲	قدرت جریان هوای سطحی	۱۵	حالت گردابی سطحی
۳	سرعت نصف النهاری سطحی	۱۶	واگرایی سطحی
۴	جهت باد سطحی در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال	۱۷	سرعت مداری در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال
۵	قدرت جریان هوا در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال	۱۸	حالت گردابی در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال
۶	سرعت نصف النهاری در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال	۱۹	جهت باد در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال
۷	ژئوپتانسیل در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال	۲۰	واگرایی در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال
۸	قدرت جریان هوا در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال	۲۱	سرعت مداری در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال
۹	سرعت نصف النهاری در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال	۲۲	حالت گردابی در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال
۱۰	ژئوپتانسیل در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال	۲۳	جهت باد در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال
۱۱	واگرایی در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال	۲۴	رطوبت نسبی در ارتفاع فشاری ۵۰۰ هکتوپاسکال
۱۲	رطوبت نسبی در ارتفاع فشاری ۸۵۰ هکتوپاسکال	۲۵	رطوبت نسبی سطحی
۱۳	رطوبت ویژه سطحی	۲۶	میانگین دما در ارتفاع ۲ متری

در پژوهش حاضر بعد از واسنجی و ارزیابی مدل، پارامتر (بارش و دمای) ایستگاه سینوپتیک هواشناسی مورد مطالعه توسط مدل SDSM برای دوره بیست ساله (۱۹۸۹-۲۰۰۸) میلادی توسط داده های NCEP و همچنین سناریوهای A2 برای مقایسه میانگین ماهانه شبیه‌سازی شده و مشاهداتی، نمودار پراکنش مربوط به میانگین ماهانه در کل دوره تحت بررسی در ایستگاه مورد نظر ترسیم و ضریب همبستگی محاسبه شد اشکال شماره (۲ و ۳).



شکل (۲): نمودار پراکنش مقادیر مربوط به دمای مشاهداتی و مدل سازی ایستگاه اسلام آباد

با مدل HADCM3 تحت سناریوی A2



شکل (۳): نمودار پراکنش مقادیر مربوط به بارش مشاهداتی و مدل سازی ایستگاه اسلام آباد

با مدل HADCM3 تحت سناریوی A2

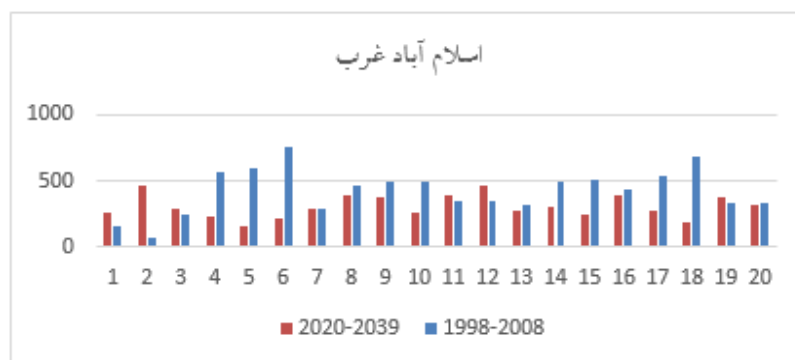
نتایج حاصل از اجرای مدل SDSM برای دوره آینده

نتایج حاصل از کوچک مقیاس کردن متغیرهای اقلیمی برای ایستگاه اسلام آباد حاکی از روند کاهشی بارش تحت سناریوی A2 برای دوره ۲۰۲۰-۲۰۳۹ می‌باشد. طبق جدول شماره (۲) در ایستگاه اسلام‌آباد، میانگین بارش ماهانه ۳۴.۹۲ میلی‌متر تا سال ۲۰۳۹ پیش بینی می‌شود. همچنین میانگین بارش ماهانه تحت سناریوی A2 نسبت به دوره مشاهداتی ۱۱ درصد کاهش نشان می‌دهد.

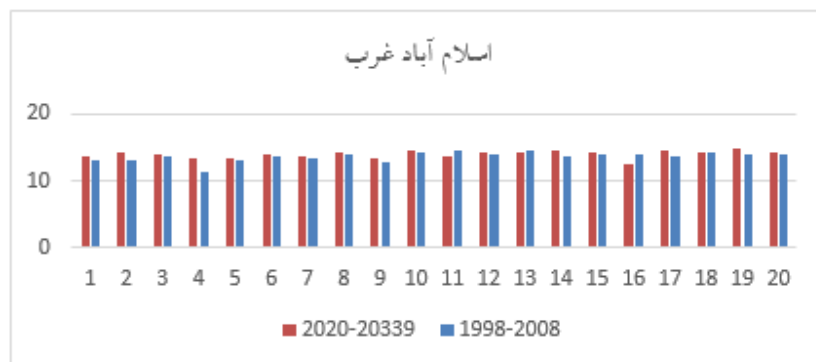
جدول (۲): مقایسه میانگین ماهانه بارش و دمای مشاهداتی با خروجی سناریوی A2

۲۷/۱۵	۳۵/۴	میانگین	بارش (mm)	اسلام آباد
۴۹/۳۶	۷۲/۶	حداکثر		
۰/۲	۰/۲۳	حداقل		
۱۳/۹	۱۳/۶	میانگین	دمای متوسط (c ⁰)	
۲۵/۹۸	۲۵/۹	حداکثر		
۳/۹	۱	حداقل		

در بررسی مجموع بارش سالیانه دوره پایه، کمترین و بیشترین بارش در ایستگاه اسلام آباد غرب به ترتیب در سال های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۴ به اندازه ۷۵ و ۷۶۱ میلی متر می باشد. همچنین در دوره آتی (۲۰۲۰-۲۰۳۹) کمترین و بیشترین بارش ایستگاه اسلام آباد غرب در سال های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۴ خواهد بود شکل شماره (۴). طبق جدول شماره (۳)، در بررسی میانگین دمای سالیانه دوره پایه، کمترین و بیشترین دمای سالانه در ایستگاه، به ترتیب در سال های ۱۹۹۲ و ۱۹۹۹ به اندازه ۱۱/۵ و ۱۴/۱ درجه سانتی گراد در ایستگاه اسلام آباد غرب می باشد. همچنین بیشترین و کمترین میانگین دمای سالانه ایستگاه اسلام آباد غرب در سال های ۲۰۲۳ و ۲۰۳۸ به اندازه ۱۴/۱ و ۱۴/۸ درجه سانتی گراد خواهد بود شکل شماره (۵) و جدول شماره (۴).



شکل (۴): نمودار مجموع بارش سالیانه ایستگاه مورد مطالعه در دوره پایه و آینده



شکل (۵): نمودار میانگین دمای سالیانه ایستگاه های مورد مطالعه در دوره پایه و آینده

جدول (۳): مجموع بارش سالیانه دوره آینده (A2)

دوره آتی	اسلام آباد
سال	A2
۲۰۲۰	264.5
۲۰۲۱	466.6
۲۰۲۲	288
۲۰۲۳	229.۴
۲۰۲۴	153.1
۲۰۲۵	215
۲۰۲۶	286.3
۲۰۲۷	393.2
۲۰۲۸	372.1
۲۰۲۹	266.4
۲۰۳۰	391.8
۲۰۳۱	460.2
۲۰۳۲	282
۲۰۳۳	298.9
۲۰۳۴	245
۲۰۳۵	386.8
۲۰۳۶	275.1
۲۰۳۷	193.6
۲۰۳۸	374.1
۲۰۳۹	323.1

جدول (۴): میانگین دمای سالیانه دوره آینده (A2)

در ایستگاه اسلام آباد

دوره آتی	اسلام آباد
سال	A2
۲۰۲۰	13.6
۲۰۲۱	14.2
۲۰۲۲	14
۲۰۲۳	13.2
۲۰۲۴	13.3
۲۰۲۵	14
۲۰۲۶	13.5
۲۰۲۷	14.2
۲۰۲۸	13.3
۲۰۲۹	14.6
۲۰۳۰	13.5
۲۰۳۱	14.1
۲۰۳۲	14.3
۲۰۳۳	14.6
۲۰۳۴	14.3
۲۰۳۵	12.4
۲۰۳۶	14.4
۲۰۳۷	14.2
۲۰۳۸	14.8
۲۰۳۹	14.1

فهرست منابع:

- ۱- اسپنانی، ک، شهیدی، ع، رستمیان، رو فرزانه، م (۱۳۹۱)، بررسی تغییر اقلیم در دوره های آتی به کمک مدل SDSM (مطالعه موردی حوضه بهشت آباد کارون شمالی). اولین همایش ملی بیابان.
- ۲- باباییان، ا و نجفی نیک، ز (۱۳۸۶)، مدل سازی اقلیم ایران در دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹. پروژه خاتمه پژوهشکده اقلیم شناسی، ص ۱۳-۵ و ۱۰۷.
- ۳- حجازی زاده، ز، فتاحی، ا، مساح بوانی، ع و ناصر زاده، م.ح (۱۳۹۱)، ارزیابی اثرات اقلیم بر هیدروگراف سیلاب در دوره های آتی. فصلنامه علمی - پژوهشی مجله جغرافیای ایران، سال دهم، شماره ۳۴.

- ۴- دلاور، م (۱۳۸۴)، تحلیل و ارائه مدل نواسانات تراز آب دریاچه ارومیه و آنالیز ریسک مناطق ساحلی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- ۵- مهدی زاده، ص، مفتاح، م، سید قاسمی، س، و مساعدی، ا (۱۳۹۰)، بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر میزان بارش در حوزه سد گلستان. مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد هجدهم، شماره سوم، ۱۳۹۰.
- ۶- واتقی، ف (۱۳۸۹)، بررسی تاثیر جمعی خرجی مدل های گردش عمومی جو بر رواناب حوزه قره سو در دوره های آتی. پایان نامه کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۷- فرزانه، محمدرضا و همکاران (۱۳۸۹)، معرفی پیش بینی کننده های منتخب جهت کوچک مقیاس کردن آمار-رگرسیون در زیر حوزه بهشت آباد کارون شمالی، نخستین کنفرانس پژوهش های کاربردی منابع آب ایران، کرمانشاه، دانشگاه صنعتی کرمانشاه
- ۸- فاخری فرد، ا، رومیان فر، س، ابو علی، ح و خاکی ترابی، ا (۱۳۹۰)، بررسی اثرات تغییر اقلیم بر جریانات ورودی دریاچه ارومیه با استفاده از مدل ریز مقیاس SDSM، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب.