

## بررسی و پیش‌بینی تغییرات اقلیمی

### حوضه آبریز جازموریان

محمدحسن نامی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۲۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱

\*\*\*\*\*

#### چکیده

پیش‌بینی تغییرات اقلیمی و ارزیابی تأثیرات اقلیمی پیش‌بینی شده در اکوسیستم‌های آب شیرین به‌خصوص با توجه به تأثیرات انسانی و پاسخ‌ها به این تأثیرات بسیار پیچیده است. در ایران مطالعات محدودی خصوصاً در جنوب شرقی ایران که با مشکلاتی از جمله خشکسالی و گردوغبار روبه‌روست، صورت گرفته است. در پژوهش حاضر از داده‌های گردش عمومی جو HADCM<sub>3</sub> و مدل LARS-WG تحت سه سناریوی اصلی  $A_1B$ ،  $A_2$  و  $B_1$  از مجموعه سناریوهای مطرح شده برای پیش‌بینی دما و بارش حوضه آبریز جازموریان استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در ۵۰ سال آینده (میانگین ۲۰ ساله دوره آینده میانی) افزایش ۱/۵ تا ۲/۱ درجه‌ای میانگین دما و در ۱۰۰ سال آینده (میانگین ۲۰ ساله دوره آینده دور) افزایش ۲/۴ تا ۳/۹ درجه‌ای میانگین دمای منطقه بر مبنای سناریوهای مختلف قابل انتظار است. بارش متوسط تحت سناریوی  $B_1$  (دوستدار محیط زیست) در هر دو ایستگاه ایرانشهر و جیرفت در دوره آینده دور، افزایش ۱۵ درصدی نسبت به دوره پایه را نشان می‌دهد. در حالی که حوضه آبریز جازموریان در طول دوره ۲۱۰۰-۲۰۸۰ تحت سناریوی  $A_2$  (ادامه روند کنونی) شرایط خشک‌تری نسبت به دوره پایه را تجربه می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تغییرات اقلیمی، پیش‌بینی، حوضه آبریز جازموریان، LARS-WG

\*\*\*\*\*

مقدمه

شده بودند به طور قابل توجهی به بادبردگی حساس شده و در نتیجه بیابان‌زایی و افزایش گردوغبار به وقوع می‌پیوندد (Shen et al, 2019: 2034).

لبه جنوبی دشت لوت یک حوضه زهکشی بسته را تشکیل می‌دهد، تالاب جازموریان در وسط این حوضه مقصد زهکشی تمامی جریانات سطحی است. بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی، احداث سد بر سرشاخه‌های تغذیه‌کننده تالاب، مدیریت نامناسب آب، خشکسالی و افزایش تقاضا، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر وضعیت این تالاب داشته است (Tayebian et al, 2014: 57).

هم‌زمان با کاهش سطح پهنه آبی تالاب، سطح مرطوب آن خشک و پوشش گیاهی مشرف به تالاب ضعیف و در نهایت خاک تالاب مستعد تولید گردوغبار می‌شود؛ به‌گونه‌ای که به یکی از کانون‌های تولید گردوغبار تبدیل شده است (ارجمند و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۵۵). تالاب جازموریان با قرارگیری در مسیر کوچ پرندگان مهاجر سیبری به هندوستان در گذشته کارکردهای بسیار ارزشمندی داشته است. علاوه بر این در خصوص حفظ حیات گیاهان، جانوران و پرندگان بومی نقش بسیار مهمی داشته است. اما در حال حاضر کارکردهای تالاب از بین رفته است (راهداری و همکاران، ۱۳۹۳: ۴۳).

خشک شدن تالاب، عامل طوفان گردوغبار بوده و به شدت بر شهرها و روستاهای همسایه تأثیر می‌گذارد (Osman et al, 2014: 950). با افزایش گردوغبار بیماری‌های پوستی، قلبی و عروقی و همچنین بیماری‌های تنفسی افزایش پیدا می‌کند (Khalifa, 2016: 52). همچنین پیامدهای اجتماعی و اقتصادی خشک شدن تالاب‌ها باعث تشدید روند مهاجرت از مناطق در معرض گردوغبار به ویژه در اقشار متخصص و نخبگان؛ بیکاری و کاهش درآمد، کاهش رونق صنعت توریسم و گردشگری می‌شود (Luo & Yu, 2010: 558).

رضایی بنفشه و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با استفاده از خروجی مدل Hadcm<sub>3</sub> اثر تغییر اقلیم بر تغذیه آب زیرزمینی در حوضه آبریز تسوج را مورد بررسی قرار دادند.

اقلیم به میانگین شرایط آب‌وهوایی که در یک بازه زمانی طولانی مدت در یک منطقه حاکم است، گفته می‌شود. حال اگر این الگوی آب‌وهوایی در طی ده‌ها تا صدها سال تغییر نماید، تغییر اقلیم رخ می‌دهد (Jana & Majumder, 2010: 212). این تغییرات می‌تواند در مقیاس محلی و یا جهانی باشد. تغییرات اقلیم در اثر تغییر یک یا چند مؤلفه آب و هوایی رخ می‌دهند، به این معنی که تغییر در الگوی سیستم‌های جوی اعم از دما، رطوبت، ابرناکی، الگوی وزش باد و بارندگی، در یک منطقه به گونه‌ای تدریجی نوع اقلیم آن منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Change, 2015: 176).

تالاب‌ها، اکوسیستم‌های بسیار مهمی هستند که در بین انواع اکوسیستم‌های طبیعی، از کارکردهای متنوع‌تری برخوردار بوده و علاوه بر حفاظت از تنوع زیستی دارای ارزش‌های تفریحی و گردشگری، اقتصادی، اکولوژیکی، زیست محیطی و اجتماعی فراوانی بهره می‌برند (دانش‌آفرین و رزاق‌پور، ۱۳۹۳: ۲۰۱). تالاب‌ها از نظر اکولوژیکی از پربازده‌ترین و ارزشمندترین اکوسیستم‌ها به‌شمار آمده و نقش‌های حیاتی زیادی از جمله ایجاد زیستگاه موقت برای پرندگان مهاجر، حفاظت از اراضی و سواحل، کنترل فرسایش خاک، ترسیب کربن و غیره را در قالب اکوسیستم‌های طبیعی ایفا می‌کنند (Haris et al, 2010: 4).

خشکسالی، افزایش تقاضا، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی و تغییرات کاربری اراضی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان آبگیری دریاچه‌های دائمی و فصلی و کاهش قابل ملاحظه سطح تالاب‌ها داشته است (Zou et al, 2017: 453). تخمین زده شده که ۳۰ تا ۵۰ درصد از سطح تالاب‌های جهان به واسطه فعالیت‌های انسانی از بین رفته است (Navedo & Herrera, 2012: 375; Morzaria-Luna et al, 2014: 269). تالاب تأثیر مستقیمی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و جامعه گیاهی اطراف آن دارد (Ma et al, 2017: 187). با کاهش میزان آبگیری دریاچه‌ها، بخشی از سطوح آبی خشک شده و سطوحی که توسط پوشش گیاهی تثبیت

### بحث و یافته‌ها

نتایج صحت‌سنجی داده‌های اقلیمی حاصل از مدل LARS-WG نتایج آزمون آماری Chi-squared و آزمون t برای بارش متوسط، دمای ماکزیمم و دمای مینیمم در جدول ۲ نشان داده شده است. در آزمون آماری Chi-squared سطح معناداری برای این آزمون ۰/۰۵ است و با درجه آزادی ۳۰ مورد استفاده،  $\chi^2$  برابر ۲۱/۰۳ به دست می‌آید (Montgomery & Runger, 2010: 45). این نتایج به‌خوبی دقت مدل در بازسازی پارامترهای اقلیمی دوره دیده‌بانی را آشکار می‌سازد و نشان‌دهنده این واقعیت است که داده‌های مشاهده شده و تولید شده در دوره پایه از همبستگی معنی‌داری برخوردار می‌باشد. بنابراین با توجه به دقت مناسب مدل در برآورد پارامترهای مورد مطالعه می‌توان با اطمینان از این مدل برای ارزیابی تغییر اقلیم در حوضه آبریز جازموریان استفاده نمود. آماره و P-value آزمون آماری t معیاری برای سنجش برابری مقادیر میانگین داده‌های مشاهداتی و بازسازی شده توسط نرم‌افزار LARS-WG به‌کار می‌رود. فرض صفر برابری مقادیر میانگین داده‌های مشاهداتی و بازسازی شده توسط نرم‌افزار در نظر گرفته می‌شود. با احتساب آلفای برابر با ۰/۰۵ و درجه آزادی ۳۰ به منظور قبول فرض صفر، آماره t باید بین دو حد ۲/۱۷۹- و ۲/۱۷۹+ باشد (Sayemuzzaman & Jha, 2014: 85). بنابراین همانطور که در جدول ۲ مشخص است هم آماره t و هم P-value آن میانگین مشابهی را برای داده‌های مشاهده شده و تولید شده توسط نرم‌افزار در دوره پایه نشان می‌دهند. کلیه مقادیر آماره  $\chi^2$  بارش متوسط، دمای ماکزیمم و دمای مینیمم برای هر دو ایستگاه سینوپتیک در ناحیه قبول فرض صفر قرار دارند. همچنین P-value

نتایج تحقیقات ایشان نشان می‌دهد که پایین‌ترین درصد تغذیه آب زیرزمینی در سناریوی A<sub>2</sub> اتفاق خواهد افتاد؛ چرا که کاهش بارش و افزایش دما در این سناریو بیش از دو سناریوی دیگر است.

دو سناریوی A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> و B<sub>1</sub> نتایج مشابه و نزدیکی را در زمینه افزایش دما، کاهش بارش و نهایتاً مقدار تغذیه آب زیرزمینی نشان دادند. بیشترین مقدار روان‌آب به دلیل تغییر شکل بارش، نداشتن برف یخ‌زده روی زمین و ذوب بهاری، در هر سه سناریو در فصل زمستان و در ماه فوریه اتفاق خواهد افتاد. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی و پیش‌بینی وضعیت اقلیمی آینده حوضه آبریز جازموریان است تا از این طریق بتوان مدیریت و برنامه‌ریزی بلندمدتی به‌ویژه در حوزه آب انجام داد.

### داده‌ها و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تغییرات اقلیمی حوضه آبریز جازموریان از سه سناریوی انتشار A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>، A<sub>2</sub> و B<sub>1</sub> در دو دوره آینده میانی (۲۰۶۵-۲۰۸۰) و آینده دور (۲۱۰۰-۲۰۸۰) استفاده شده است. مطالعه حاضر بر روی ایستگاه‌های سینوپتیکی ایرانشهر در شرق و میانه جیرفت در غرب حوضه آبریز جازموریان در دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۹۰ انجام شده است (جدول ۱).

خروجی مدل HADCM<sub>3</sub> در دوره‌های پیش‌بینی توسط مدل آماری LARS-WG که یک مدل تولید داده‌های هواشناسی می‌باشد، تا مقیاس ایستگاهی ریزگردانی شد. سپس داده‌های دمای کمینه، دمای بیشینه و ماهانه بارش در ایستگاه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

جدول ۱: موقعیت ایستگاه‌های منتخب منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دمای حداقل (سانتی‌گراد)	میانگین دمای حداکثر (سانتی‌گراد)
جیرفت	۲۸/۳۵	۵۷/۴	۶۰۱	۱۷۶/۲	۱۷	۳۲/۶
ایرانشهر	۲۷/۱۲	۶۰/۴	۵۹۱	۱۱۳/۱	۱۹/۳	۳۴/۳

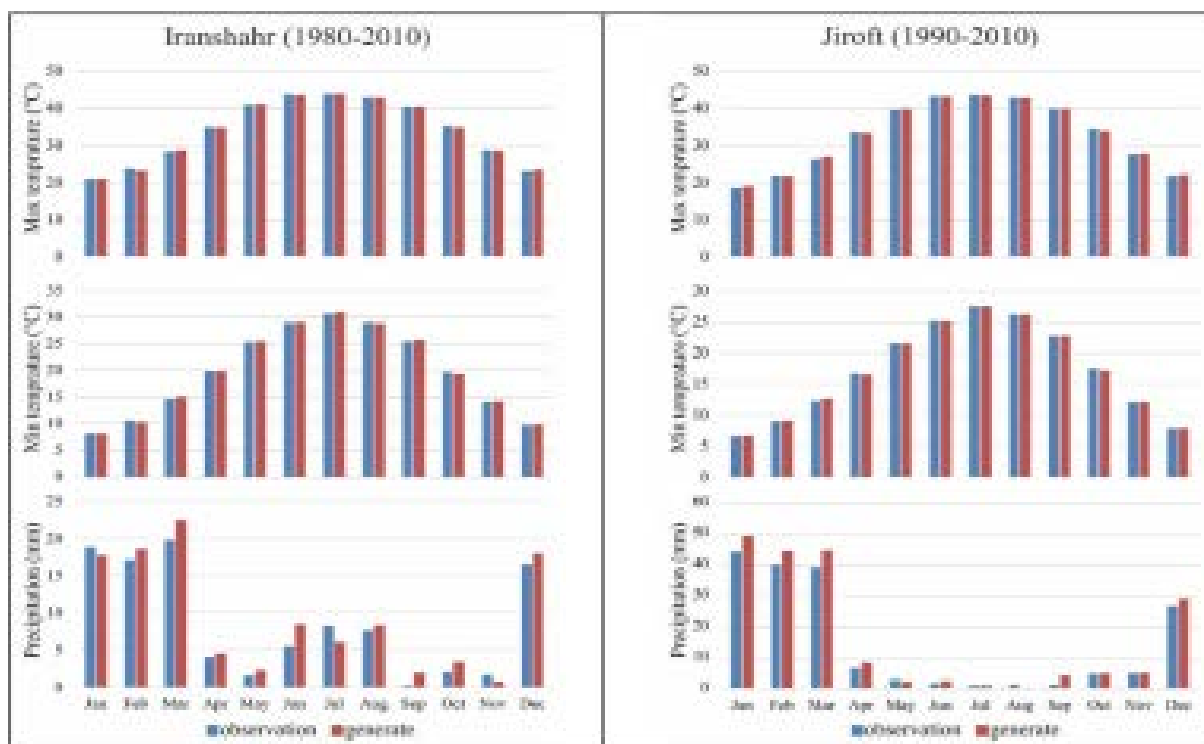
آزمون Chi-squared بیش از سطح آلفا است. بنابراین فرض صفر مورد تأیید قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده احتمال یکسان بودن توزیع احتمال مقادیر مشاهداتی و ساختگی در هر دو ایستگاه سینوپتیک است. بنابراین هم آماره  $\chi^2$  و هم P-value آزمون Chi-squared توزیع آماری مشابهی برای داده‌های مشاهده شده و تولید شده توسط نرم‌افزار در دوره پایه را نشان می‌دهند.

بنابر آنچه ذکر شد نتایج بیانگر این مطلب می‌باشند تغییر اقلیم در حوضه آبریز جازموریان استفاده نمود.

نگاره ۱ نتایج بازسازی پارامترهای مختلف اقلیمی دوره پایه را برای هر دو ایستگاه سینوپتیک در کنار تغییرات واقعی مشاهده شده در دوره پایه را نشان می‌دهد. بنابراین با توجه به نتایج ارائه شده و همچنین دقت مناسب مدل در برآورد پارامترهای مورد مطالعه می‌توان از این مدل برای ارزیابی تغییر اقلیم در حوضه آبریز جازموریان استفاده نمود.

جدول ۲: نتایج آزمون‌های آماری استفاده شده برای مقایسه مقادیر مدل شده و دیده‌بانی پارامترهای بارش، دمای بیشینه و دمای کمینه در دوره پایه

Stations	Month	Maximum temperature				Minimum temperature				Precipitation			
		t-test	P-t	X <sup>2</sup>	P- X <sup>2</sup>	t-test	P-t	X <sup>2</sup>	P- X <sup>2</sup>	t-test	P-t	X <sup>2</sup>	P-X <sup>2</sup>
Iranshahr	Jan	-0.21	0.83	0.05	1.00	0.13	0.90	0.11	1.00	0.17	0.86	0.12	1.00
	Feb	1.34	0.19	0.11	1.00	0.82	0.42	0.11	1.00	-0.29	0.78	0.10	1.00
	Mar	-1.15	0.26	0.05	1.00	-1.52	0.14	0.05	1.00	-0.47	0.64	0.10	1.00
	Apr	0.32	0.75	0.11	1.00	0.39	0.70	0.05	1.00	-0.30	0.77	0.17	0.84
	May	-0.24	0.81	0.11	1.00	-0.43	0.67	0.11	1.00	-0.63	0.53	0.35	0.10
	Jun	0.89	0.38	0.16	0.91	-0.18	0.86	0.11	1.00	-0.63	0.54	0.19	0.77
	Jul	0.22	0.83	0.11	1.00	-1.28	0.21	0.05	1.00	0.55	0.59	0.21	0.64
	Aug	0.60	0.55	0.11	1.00	0.60	0.55	0.16	0.91	-0.24	0.81	0.17	0.84
	Sep	-0.04	0.97	0.11	1.00	-0.95	0.35	0.11	1.00	-2.39	0.02	0.39	0.04
	Oct	1.39	0.17	0.11	1.00	0.85	0.40	0.11	1.00	-0.52	0.61	0.17	0.84
	Nov	0.84	0.41	0.11	1.00	-0.42	0.68	0.05	1.00	0.94	0.35	0.35	0.10
	Dec	-0.71	0.48	0.05	1.00	-0.39	0.70	0.11	1.00	-0.23	0.82	0.19	0.77
Jiroft	Jan	-0.81	0.42	0.05	1.00	-0.23	0.82	0.11	1.00	-0.47	0.65	0.17	0.86
	Feb	0.53	0.60	0.11	1.00	-0.30	0.77	0.05	1.00	-0.23	0.82	0.17	0.84
	Mar	-1.10	0.28	0.05	1.00	-1.77	0.09	0.05	1.00	-0.48	0.64	0.12	0.99
	Apr	0.35	0.73	0.11	1.00	0.73	0.47	0.11	1.00	-0.53	0.60	0.24	0.45
	May	-0.47	0.64	0.05	1.00	0.33	0.75	0.11	1.00	0.28	0.78	0.31	0.19
	Jun	0.54	0.59	0.11	1.00	0.22	0.83	0.11	1.00	-0.59	0.56	0.26	0.36
	Jul	1.61	0.12	0.16	0.91	-0.08	0.94	0.11	1.00	-0.07	0.94	0.35	0.10
	Aug	0.14	0.89	0.05	1.00	0.21	0.83	0.05	1.00	1.40	0.17	0.17	0.84
	Sep	0.02	0.98	0.05	1.00	-0.07	0.95	0.05	1.00	-1.34	0.19	0.61	0.00
	Oct	1.99	0.06	0.11	1.00	1.09	0.28	0.11	1.00	-0.03	0.97	0.17	0.84
	Nov	-0.56	0.58	0.05	1.00	0.04	0.97	0.11	1.00	-0.05	0.96	0.22	0.59
	Dec	-0.80	0.43	0.05	1.00	-0.19	0.85	0.11	1.00	-0.17	0.87	0.18	0.79



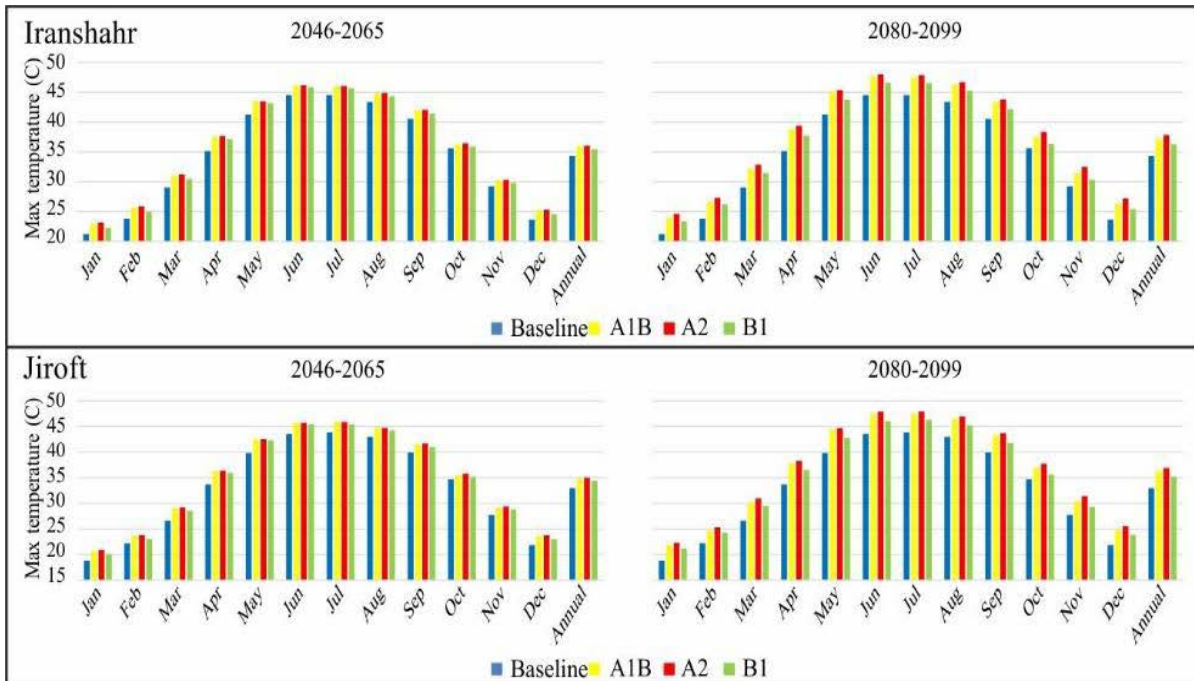
نگاره ۲: مقایسه مقادیر مدل شده و دیده‌بانی پارامترهای بارش، دمای بیشینه و دمای کمینه در دوره پایه

## دما

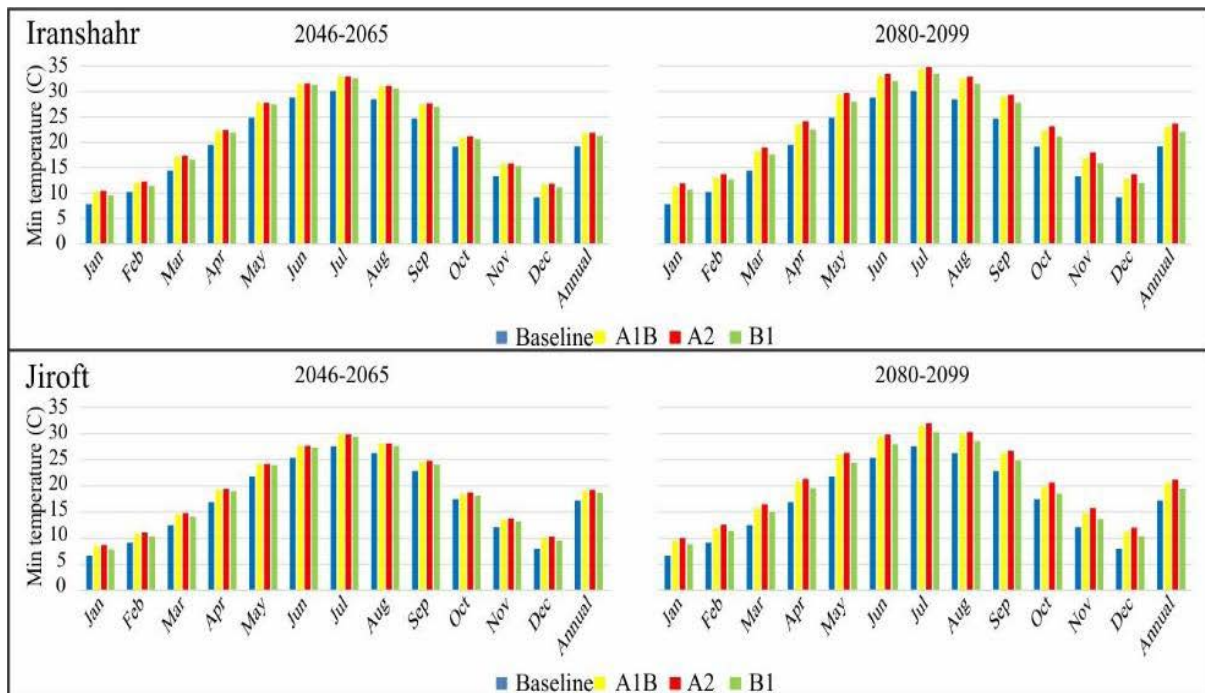
بیشترین افزایش میانگین ماهانه دمای بیشینه در ایستگاه جیرفت در دوره ی آینده میانی حدود ۲/۷ درجه سانتی‌گراد و در دوره آینده دور حدود ۴/۹ است که تحت سناریوی‌های A<sub>2</sub> در ماه آوریل مشاهده شده است. در ایستگاه جیرفت نیز همانند ایستگاه ایران‌شهر کمترین افزایش میانگین ماهانه دمای بیشینه در هر دو دوره آینده در ماه اکتبر اتفاق می‌افتد (نگاره‌های ۲ و ۳). میانگین دمای بیشینه سالانه در ایستگاه ایران‌شهر در دوره پیش‌بینی (۲۰۸۰-۲۱۰۰) در سناریو B<sub>1</sub> به ۳۶/۲ و در سناریو A<sub>2</sub> به ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد خواهد رسید که در مقایسه با میانگین ۳۴/۳ درجه‌ای دوره پایه افزایش قابل توجه‌ای را نشان می‌دهد. میانگین سالانه دمای کمینه در ایستگاه ایران‌شهر در آینده دور (۲۰۸۰-۲۱۰۰) در سناریو B<sub>1</sub> به ۲۲/۱ و در سناریو A<sub>2</sub> به ۲۳/۶ درجه سانتی‌گراد خواهد رسید که در مقایسه با میانگین ۱۹/۳ درجه‌ای دوره پایه افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد (نگاره ۴).

همانطور که در نگاره‌های ۲ تا ۴ نمایش داده شده است، نتایج ارزیابی مدل Lars WG نشان داد که میانگین ماهانه و سالانه دمای بیشینه و دمای کمینه در همه سناریوها در دوره‌های مدل‌سازی بیشتر از دوره دیده‌بانی است. بیشترین و کمترین افزایش دما به ترتیب در سناریوهای A<sub>2</sub> و B<sub>1</sub> اتفاق خواهد افتاد.

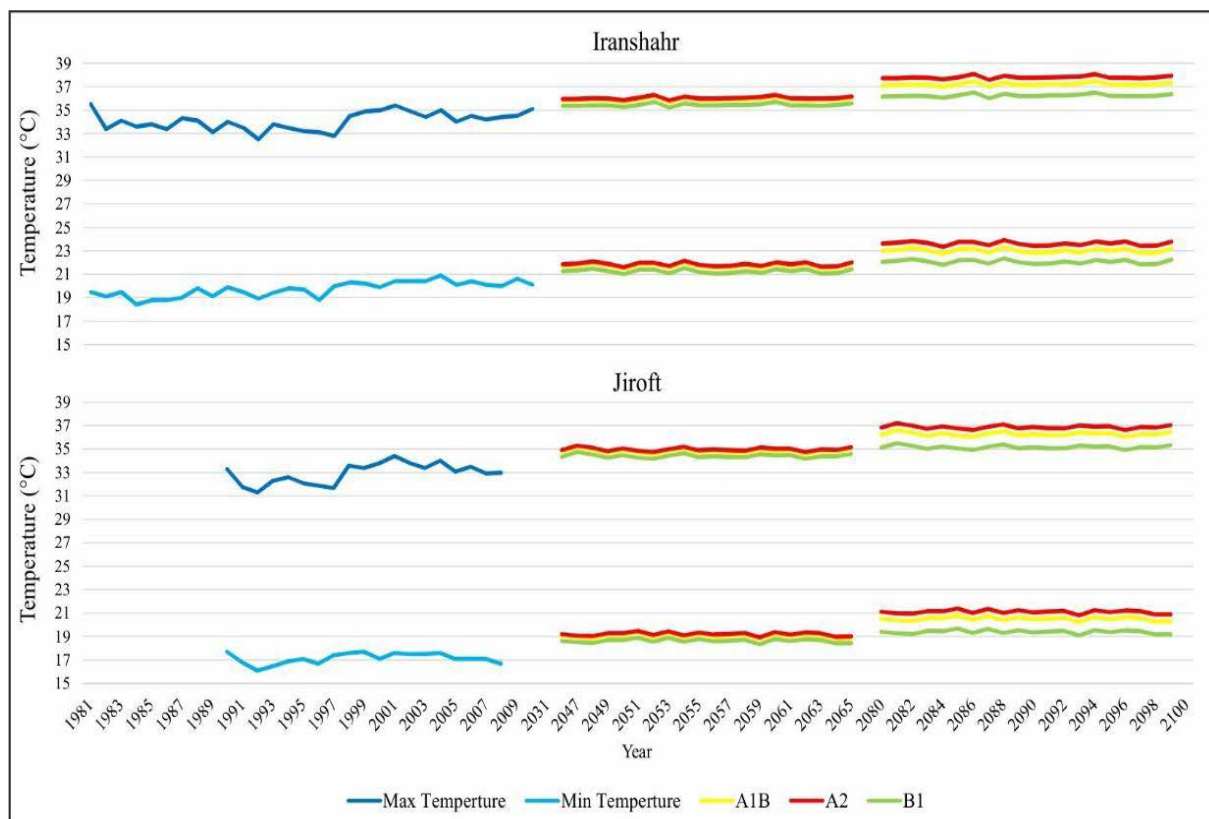
بیشترین افزایش میانگین ماهانه دمای بیشینه در ایستگاه ایران‌شهر تحت سناریو A<sub>2</sub> در آینده دور اتفاق می‌افتد که ۴/۳ برای دمای بیشینه (ماه آوریل) و ۴/۶ (ماه می) برای دمای کمینه می‌باشد. بیشترین افزایش میانگین ماهانه دمای بیشینه در ایستگاه ایران‌شهر در دوره آینده میانی حدود ۲/۵ درجه سانتی‌گراد که تحت سناریوی‌های A<sub>2</sub> در ماه آوریل مشاهده شد. در ایستگاه ایران‌شهر کمترین افزایش میانگین ماهانه دمای بیشینه در هر دو دوره آینده در ماه اکتبر اتفاق می‌افتد (نگاره‌های ۲ و ۳).



نگاره ۲: میانگین دمای بیشینه ماهانه دوره پایه و دوره‌های پیش‌بینی در حوضه آبریز جازموریان با استفاده از سه سناریو تغییر اقلیم



نگاره ۳: میانگین دمای کمینه دوره پایه و دوره‌های پیش‌بینی در حوضه آبریز جازموریان با استفاده از سه سناریوی تغییر اقلیم



نگاره ۴: تغییرات سالانه پارامترهای اقلیمی در دوره پایه و دوره‌های پیش‌بینی در حوضه آبریز جازموریان با استفاده از سه سناریو تغییر اقلیم

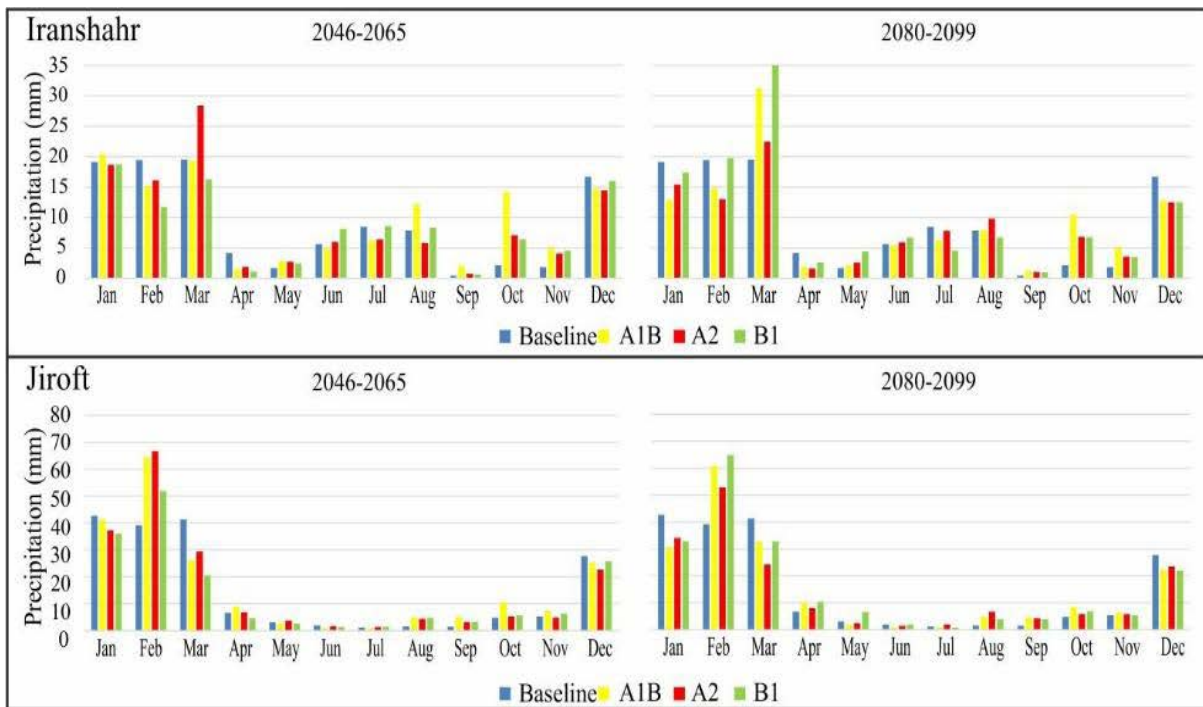
۱/۵ تا ۱/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. در ایستگاه ایرانشهر و در دوره آماری ۲۰۶۵-۲۰۴۶ میلادی تحت سناریوهای مختلف در مقایسه با دوره پایه میانگین سالانه دمای کمینه بین ۱/۹ تا ۲/۵ درجه سانتی‌گراد و در ایستگاه میانده جیرفت در مقایسه دو دوره مذکور بین ۱/۵ تا ۱/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابند (نگاره ۲).

#### بارش

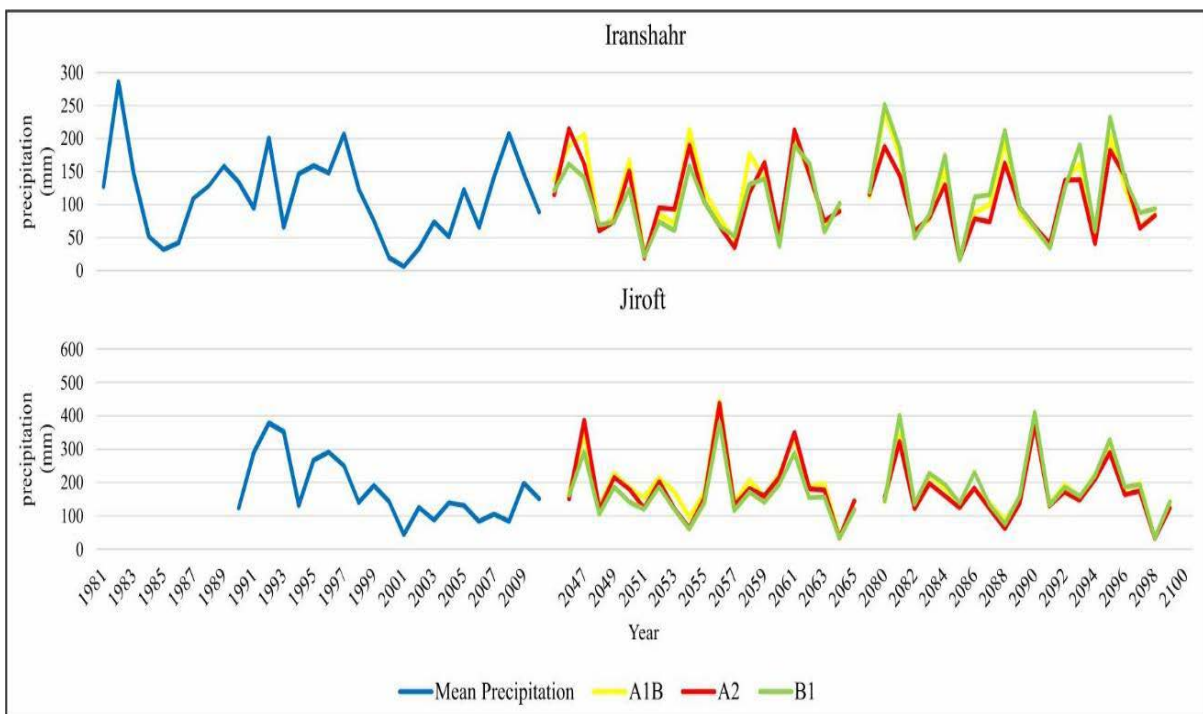
در نگاره ۵ میانگین بارش ماهانه دوره پایه، دوره آینده میانی (۲۰۶۵-۲۰۴۶) و آینده دور (۲۰۸۰-۲۱۰۰) در حوضه آبریز جازموریان با استفاده از سه سناریو  $A_1B$ ،  $A_2$  و  $B_1$  ارائه شده است. همچنین در نگاره‌های ۵ و ۶ میانگین بارش‌های سالانه دو ایستگاه سینوپتیک مورد مطالعه در دوره پایه و دوره‌های آینده نشان داده شده است.

میانگین سالانه دمای بیشینه در ایستگاه جیرفت در دوره پیش‌بینی (۲۰۸۰-۲۱۰۰) در زیست محیطی‌ترین سناریو  $B_1$  به ۳۵/۲ و در سناریو  $A_2$  (تداوم وضعیت موجود) به ۳۶/۹ درجه سانتی‌گراد خواهد رسید که در مقایسه با میانگین ۳۳ درجه‌ای دوره پایه افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد. میانگین سالانه دمای کمینه در ایستگاه جیرفت در آینده دور (۲۰۸۰-۲۱۰۰) در سناریو  $B_1$  به ۱۹/۴ و در سناریو  $A_2$  به ۲۱/۱ درجه سانتی‌گراد خواهد رسید که در مقایسه با میانگین ۱۷/۲ درجه‌ای دوره پایه افزایش قابل توجهی را نشان می‌دهد (نگاره ۴).

در ایستگاه ایرانشهر و در دوره آماری ۲۰۶۵-۲۰۴۶ میلادی تحت سناریوهای مختلف در مقایسه با دوره پایه، میانگین سالانه دمای بیشینه بین ۱/۱ تا ۱/۶ درجه سانتی‌گراد و در ایستگاه میانده جیرفت در مقایسه دو دوره مذکور بین



نگاره ۵: میانگین بارش ماهانه دوره پایه و دوره‌های پیش‌بینی (۲۰۴۶-۲۰۶۵) و (۲۰۸۰-۲۱۰۰) در حوضه آبریز جازموریان (ایستگاه‌های ایرن‌شهر و میانه جیرفت) با استفاده از سه سناریو تغییر اقلیم



نگاره ۶: تغییرات سالانه پارامتر بارش در دوره پایه و دوره‌های پیش‌بینی با استفاده از سه سناریو تغییر اقلیم



**فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۳)**  
**بررسی و پیش‌بینی تغییرات اقلیمی حوضه آبریز جازموریان / ۱۴۵**

کرد. در حالی که، دو سناریوی دیگر میزان بارش کمتری را برای آینده دور نسبت به آینده میانی تخمین زده‌اند. در دوره آینده میانی سناریوی  $B_1$  برخلاف دو سناریوی دیگر برای ایستگاه‌های ایرانشهر و میانه جیرفت میانگین سالانه بارش کمتری را نسبت به دوره مشاهداتی نشان می‌دهد. در مجموع با توجه به نتایج سناریوهای مختلف به نظر می‌رسد دوره آینده میانی بر مبنای سناریوی  $B_1$  کم‌باران‌ترین دوره در قرن ۲۱ در ایران است.

بر مبنای سناریوهای مختلف افزایش دما روند رو به رشدی را در سال‌های آینده خواهد داشت. به نحوی که این افزایش در دوره پیش‌بینی آینده میانی (۲۰۶۵-۲۰۴۶) قابل ملاحظه (افزایش ۱/۵ تا ۲/۱ درجه‌ای میانگین دما) و در دوره پیش‌بینی آینده دور (۲۱۰۰-۲۰۸۰) بسیار نگران‌کننده (کمینه افزایش ۲/۴ تا ۳/۹ درجه‌ای میانگین دما) است (جدول ۳).

براساس تمامی سناریوها، میزان بارش در ماه‌های ژانویه و دسامبر کاهش خواهد یافت. در حالی که ایستگاه ایرانشهر در ماه مارس و اکتبر و ایستگاه جیرفت در ماه فوریه افزایش بارندگی را نشان می‌دهند. بنابراین عمده تغییرات در میزان بارش‌های زمستانه مدیترانه‌ای در منطقه اتفاق خواهد افتاد. نتایج بیانگر تغییرات بسیار ناچیز در بارش‌های مانسونی تابستانه می‌باشد (نگاره ۵).

نتایج مدل‌سازی بارش برای هر دو ایستگاه نوسانات بیشتری در آینده دور نسبت به دوره پایه نشان داد (نگاره ۶). نتایج نشان دادند که در آینده دور (۲۱۰۰-۲۰۸۰) در مجموع در هر دو ایستگاه سناریوهای  $B_1$  و  $A_1B$  افزایش اندکی در بارش را نسبت به دوره پایه برآورد کرده‌اند. با این وجود سناریوی  $A_2$  کاهش اندکی در بارندگی نسبت به دوره پایه را نشان می‌دهد.

نتایج مدل‌سازی تحت سناریوی  $B_1$  نشان می‌دهد که منطقه در سال‌های آینده دور (۲۱۰۰-۲۰۸۰) نسبت به آینده میانی (۲۰۶۵-۲۰۴۶) افزایش در بارش را تجربه خواهد

**جدول ۳: جمع‌بندی تغییرات اقلیم حوضه آبریز جازموریان برای دوره پایه و دوره‌های پیش‌بینی شده**

میانه جیرفت			ایرانشهر					
دمای میانگین	بیشینه دمای روزانه	بیشینه دمای روزانه	بارش	دمای میانگین	کمینه دمای روزانه	بیشینه دمای روزانه	بارش	
۱/۲۵	۲/۱۷	۰/۳۳	۱۷۶/۲	۸/۲۶	۳/۱۹	۳/۳۴	۱۰/۶	دوره پایه
۲۷	۱/۱۹	۸/۳۴	۰/۱۹۷	۸/۲۸	۷/۲۱	۹/۳۵	۷/۱۱۷	$A_1B$
۱/۲۷	۲/۱۹	۰/۳۵	۴/۱۸۶	۰/۲۹	۹/۲۱	۰/۳۶	۸/۱۱۱	$A_2$
۵/۲۶	۶/۱۸	۴/۳۴	۴/۱۶۳	۴/۲۸	۳/۲۱	۴/۳۵	۵/۱۰۲	$B_1$
۹/۲۶	۰/۱۹	۷/۳۴	۳/۱۸۲	۷/۲۸	۶/۲۱	۸/۳۵	۷/۱۱۰	میانگین
۴/۲۸	۵/۲۰	۳/۳۶	۵/۱۸۳	۱/۳۰	۰/۲۳	۲/۳۷	۵/۱۱۱	$A_1B$
۰/۲۹	۱/۲۱	۹/۳۶	۱/۱۷۰	۷/۳۰	۶/۲۳	۸/۳۷	۱/۱۰۲	$A_2$
۳/۲۷	۴/۱۹	۲/۳۵	۶/۱۹۱	۹/۲۹	۱/۲۲	۲/۳۶	۴/۱۲۲	$B_1$
۲/۲۸	۳/۲۰	۱/۳۶	۷/۱۸۱	۰/۳۰	۹/۲۲	۱/۳۷	۰/۱۱۲	میانگین

## نتیجه گیری

نتایج تغییرات اقلیمی حوضه آبریز جازموریان نشان می‌دهد که مدل با دقت بالایی قادر به شبیه‌سازی پارامترهای دمای حداکثر، دمای حداقل و پارامتر بارش می‌باشد. نتایج پارامترهای مختلف هواشناسی ایستگاه‌های واقع در دو لبه غربی و شرقی حوضه آبریز جازموریان نشان می‌دهد که در ۵۰ سال آینده افزایش ۱/۵ تا ۲/۱ درجه‌ای میانگین دما و در ۱۰۰ سال آینده افزایش ۲/۴ تا ۳/۹ درجه‌ای میانگین دمای منطقه بر مبنای سناریوهای مختلف محتمل به نظر می‌رسد. نتایج نشان داد که عمده تغییرات در میزان بارش‌های زمستانه مدیترانه‌ای در منطقه اتفاق خواهد افتاد و تغییرات در بارش‌های مانسونی تابستانه بسیار ناچیز است. در مجموع با توجه به نتایج دو ایستگاه ایران‌شهر و ایستگاه میانده جیرفت به نظر می‌رسد سناریوهای مختلف وضع خشک‌تری را برای نیمه شرقی جازموریان نسبت به نیمه غربی متصورند. بنابراین مدیریت مصرف آب در تمامی بخش‌ها به‌ویژه کشاورزی و صنعت برای جلوگیری و کاهش اثرات سوء افزایش دما و کاهش بارش که منجر به محدودیت دسترسی به آب می‌شود بایستی در برنامه‌ریزی‌های بلند مدت مد نظر قرار گیرد.

## منابع و مآخذ

- ۱- ارجمند، راشکی، سرگزی؛ مریم، علیرضا، حسین (۱۳۹۷)،
- پایش زمانی و مکانی پدیده گردوغبار با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در جنوب شرق ایران، با تأکید بر منطقه جازموریان، اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۷، شماره ۱۰۶، شماره پیاپی ۱۰۶، صص ۱۶۸-۱۵۳.
- ۲- خردادی، علیزاده، نصیری محلاتی، هوشمند؛ محمدجواد، امین، مهدی، دل‌آرام (۱۳۹۲)، ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر پارامترهای اقلیمی و دوره‌های خشک و تر در صد سال آتی با تلفیق روش‌های وزن‌دهی عکس فاصله و عامل تغییر (مطالعه موردی: زیرحوضه تهران - کرج)، جغرافیا
- ۳- دانش‌افروز، رزاق‌پور؛ رسول، هادی (۱۳۹۳)، ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر تبخیر و تعرق پتانسیل در استان آذربایجان غربی، فصلنامه فضای جغرافیایی، شماره ۴۶، صص ۲۱۱-۱۹۹.
- ۴- راهداری، و. ملکی، س. راهداری، م. پاکنیت، د (۱۳۹۳)، تهیه نقشه پایه منابع اکولوژیک تالاب جازموریان و معرفی آن به‌عنوان یکی از مناطق تحت حفاظت سازمان محیط‌زیست با استفاده از RS و GIS، طرح تحقیقاتی، اداره کل حفاظت محیط زیست استان سیستان و بلوچستان.
- ۵- رضایی بنفشه، جلالی عنصرودی، حسن‌پور اقدم بگلو؛ مجید، طاهره، محمدعلی (۱۳۹۷)، بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر تغییرات زمانی تعذیه آب زیرزمینی حوضه آبریز تسوج، فضای جغرافیایی، سال هیجدهم، شماره ۶۱، صص ۲۶۹-۲۵۵.
- ۶- عباسی، باباییان، ملبوسی، اثمیری، مختاری؛ فاطمه، ایمان، شراره، مرتضی، لیلی گلی (۱۳۹۱)، ارزیابی تغییر اقلیم ایران در دهه‌های آینده (۲۰۲۵ تا ۲۱۰۰ میلادی) با استفاده از ریزمقیاس‌نمایی داده‌های مدل گردش عمومی جو، تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۷، شماره ۱، صص ۲۳۰-۲۰۵.
- 7- Change, I.P. on C., (2015), Climate change 2014: mitigation of climate change. Cambridge University Press.
- 8- Haris, A.A., Khan, M.A., Chhabra, V., Biswas, S. and Pratap, A., (2010), Evaluation of LARS-WG for generating long term data for assessment of climate change impact in Bihar.
- 9- Jana, B. K., & Majumder, M. (Eds.). (2010), Impact of climate change on natural resource management. Springer Science & Business Media.
- 10- Khalifa, E. M. (2016), Conscious study of impact of dust storm on aviation and airport management. International Journal of Science Research and Technology, 2(2), 51-57.
- 11- Luo, Q. and Yu, Q., (2012), Developing higher resolution climate change scenarios for agricultural risk assessment: progress, challenges and prospects. International journal of biometeorology, 56, 557-568.

- 12- Ma M, Baskin CC, Yu K, Ma Z, Du G (2017), Wetland drying indirectly influences plant community and seed bank diversity through soil PH. *Ecological Indicators*. 80:186-195
- 13- Montgomery, D.C., Runger, G.C., (2010), *Applied statistics and probability for engineers*. John Wiley & Sons.
- 14- Morzaria-Luna, H. N., Castillo-Lopez, A., Danemann, G. D., & Turk-Boyer, P. (2014), Conservation strategies for coastal wetlands in the Gulf of California, Mexico. *Wetlands ecology and management*, 22(3), 267-288.
- 15- Navedo, J. G., & Herrera, A. G. (2012), Effects of recreational disturbance on tidal wetlands: supporting the importance of undisturbed roosting sites for waterbird conservation. *Journal of Coastal Conservation*, 16(3), 373-381.
- 16- Osman, Y., Al-Ansari, N., Adbellatif, M., Al-Jawad, S. and Knutsson, S., (2014), Expected future precipitation in central Iraq using LARS-WG stochastic weather generator. *Engineering*, 6, 948-959.
- 17- Sayemuzzaman, M. and Jha, M.K., (2014), Seasonal and annual precipitation time series trend analysis in North Carolina, United States. *Atmospheric Research*, 137, 183-194.
- 18- Shen, H., Abuduwaili, J., Ma, L., & Samat, A. (2019), Remote sensing-based land surface change identification and prediction in the Aral Sea bed, Central Asia. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(4), Pp. 2031-2046.
- 19- Tayebiyani, A., Ali, T.A.M., Ghazali, A.H. and Malek, M.A., (2014), November. Future Consequences of Global Warming on Temperature and Precipitation at Ringlet Reservoir, Malaysia. In *Int'l Conference on Advances in Environment, Agriculture & Medical Sciences (ICAEAM'14)*, Kuala Lumpur, Pp. 56-60.
- 20- Zou, Z., Dong, J., Menarguez, M. A., Xiao, X., Qin, Y., Doughty, R. B., ... & Hambright, K. D. (2017). Continued decrease of open surface water body area in Oklahoma during 1984 – 2015. *Science of the Total Environment*, 595, Pp. 451-460.



