



5th
Regional Conference on Climate Change
► 25-26 January 2016 / Olympic Hotel, Tehran

پنجمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم

تهران، هتل المپیک
۵-۶ بهمن‌ماه ۱۳۹۴

گرمایش جهانی، خشکسالی و طوفان‌های گرد و خاک: تهدیدی برای منطقه

اثر تغییر اقلیم بر میانگین دمای حداکثر فصل تابستان ایران

پیمان محمودی^۱، محسن عباس نیا^۲

۱- دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲- دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

p_mahmoudi@gep.usb.ac.ir

خلاصه

شناخت و ارزیابی تغییرات اقلیم در دهه‌های آینده با هدف برنامه‌ریزی محیطی مناسب در جهت سازگاری و کاهش اثرات آن امری کاملاً ضروری است. در این پژوهش تغییرات میانگین دمای حداکثر فصل تابستان ایران در سه دوره زمانی (۲۰۱۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۰-۲۰۷۰ و ۲۰۷۰-۲۰۹۹) و بر اساس خروجی مدل گردش عمومی جو Hadcm3 تحت سناریوهای انتشار موجود (A2، B2) مورد بررسی قرار داده شد. بدین منظور پس از بررسی توانمندی مدل آماری SDSM در شبیه‌سازی اقلیم دوره پایه (۲۰۱۰-۱۹۸۱)، مقادیر آینده دمای حداکثر روزانه بر روی ۴۴ ایستگاه سینوپتیک ایران با لحاظ نمودن عدم قطعیت، ریز مقیاس نمایی گردید. نتایج حاصل از توزیع فضایی دمای حداکثر نشان داد که در دهه‌های آینده، نواحی کوهستانی و مرتفع عرض‌های شمالی ایران و همچنین پهنه مرکزی ایران در فصل تابستان با بیشترین افزایش دما مواجه خواهند بود. این در حالی است که در نواحی همجوار با سواحل جنوبی ایران، تحت تاثیر اثرات تعدیلی حاصل از رطوبت جوی زیاد، ارتفاع کم و عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر، کمترین افزایش دما را خواهند داشت.

کلمات کلیدی: دمای حداکثر، تغییر اقلیم، ریزمقیاس نمایی آماری، فصل تابستان، ایران

۱. مقدمه

امروزه افزایش میانگین دمای کره‌ی زمین و تغییرات آن، نمایه‌ای از تغییرات اقلیمی است که در تمامی نظریه‌های تغییر اقلیم به آن توجه شده است. در حال حاضر مباحث زیادی درباره تغییرات اقلیمی در سراسر کره‌ی زمین بین متخصصان مطرح است که اغلب آنها دمای هوا را بعنوان شاخصی جهت اثبات فرضیه‌ی خود مورد استناد قرار می‌دهند. گزارش‌های ارزیابی چهارم IPCC (۲۰۰۷) حاکی از آن است که به دلیل افزایش در انتشار گازهای گلخانه‌ای طی قرن گذشته، حدود ۰/۴ تا ۰/۸ درجه سانتی‌گراد بر میانگین دمای هوای جهانی افزوده شده، که حتی بر اساس گزارش ارزیابی پنجم IPCC (۲۰۱۳) نیز این روند در دهه‌های اخیر شتاب بیشتری داشته است. بدین ترتیب دماهای حدی نیز بدلیل ارتباط مستقیم با تغییر اقلیم مورد توجه خاص قرار گرفته است. برای شناخت جامع اثرات گرمایش جهانی و تغییر اقلیم در دوره‌های زمانی آینده، می‌توان از خروجی مدل‌های گردش عمومی (GCM) استفاده کرد، بطوریکه در مقیاس جهانی بر حسب مدل‌ها-سناریوهای مختلف، افزایش دمای ناشی از تغییرات اقلیمی در اغلب نقاط جهان پیش‌بینی و نتایج مختلفی ارائه گردیده است (برنستین و همکاران، ۲۰۰۷). بعبارتی بر طبق مدل‌های مختلف گردش عمومی جو، درجه حرارت زمین تا سال ۲۱۰۰ میلادی در دامنه‌ای

^۱ استادیار اقلیم‌شناسی

^۲ دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی



بین ۱/۴ تا ۵/۸ درجه سانتی گراد افزایش خواهد داشت (IPCC, ۲۰۰۱). از آنجا که قدرت تفکیک زمانی و مکانی مدل‌های گردش عمومی جو پایین بوده، بنابراین برای تبدیل برونداد مدل‌های گردش عمومی به متغیرهای محلی در مقیاس ایستگاه‌های مشاهداتی، وجود ابزار و مدلی برای ریزمقیاس‌نمایی ضرورت دارد (سالون و همکاران، ۲۰۰۸). در این رابطه ویل‌بای و همکاران (۲۰۰۲) به عنوان طراحان مدل SDSM، این مدل را ابزاری مناسب برای ریزمقیاس‌نمایی آماری دانسته و طی پژوهشی قابلیت‌های کاربردی مدل SDSM را در پیش‌بینی و تولید داده‌های اقلیمی زمان حال و آینده، تشریح می‌نمایند (ویلبای و همکاران، ۲۰۰۲). تاکنون در مقیاس جهانی پژوهش‌های گسترده‌ای برای بررسی و ارزیابی مقایسه‌ای اثرات تغییر اقلیم در زمان حال و آینده از مدل SDSM برای فرایند ریزمقیاس‌نمایی استفاده نموده‌اند (گگنون و همکاران، ۲۰۰۵؛ چو و همکاران، ۲۰۱۰؛ هانگ و همکاران، ۲۰۱۱؛ محمود و بابل، ۲۰۱۳). در مقیاس منطقه‌ای نیز اغلب پژوهش‌هایی که بدنبال آشکارسازی اثرات تغییر اقلیم بر متغیرهای اقلیمی و حدی‌های دمایی بوده‌اند، در شرق و جنوب شرق آسیا یعنی بر روی کشورهای چین، هند و پاکستان انجام شده است (ایسلام، ۲۰۰۹؛ گو و همکاران، ۲۰۱۲؛ روادکار و همکاران، ۲۰۱۲؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۲؛ محمود و بابل، ۲۰۱۴). بنابراین در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از فرایند ریزمقیاس‌گردانی آماری SDSM، بر روی داده‌های مدل بزرگ مقیاس جوی (Hadcm3) تحت سناریوهای موجود (A2 و B2)، به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر رخداد دمای حداکثر روزانه طی دهه‌های آینده پردازد و سرانجام وسعت فضایی تغییرات دمای آینده ایران تحت شرایط تغییر اقلیم را مشخص نماید.

۲. داده‌ها و روش‌شناسی

در این پژوهش برای شناخت و ارزیابی تغییرات دمای حداکثر ایران طی دهه‌های آینده از مدل SDSM بعنوان ابزاری برای ریزمقیاس‌گردانی آماری استفاده شده است. فرایند ریزمقیاس‌گردانی عامل ایجادکننده ارتباط میان متغیر اقلیمی در مقیاس ایستگاه‌های مشاهداتی (پیش‌بینی شونده) و متغیرهای بزرگ مقیاس جوی (پیش‌بینی کننده‌ها) است (ویلبای و داوسون، ۲۰۱۳). بنابراین برای انجام این پژوهش دو گروه داده مورد نیاز است: ۱- داده‌های دیده بانی یا مشاهداتی مربوط به دمای حداکثر روزانه که از سازمان هواشناسی کشور ایران بر روی ۴۴ ایستگاه سینوپتیک طی دوره‌ی پایه (۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰) تهیه گردید (شکل ۱). ۲- داده‌های بزرگ مقیاس جوی روزانه شامل پیش‌بینی کننده‌های مرکز NCEP^۱ در دوره مشابه دیده بانی و همچنین برونداد مدل بزرگ مقیاس Hadcm3 تحت سناریوهای موجود (A2، B2) در دوره مشابه دیده بانی و نیز در دوره‌های آینده (۲۰۱۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۷۱-۲۰۹۹) که از تارنمای مرکز داده‌های تغییر اقلیم کانادا^۲ (CCCSN) بصورت خام استخراج گردید. سپس پیش‌بینی کننده‌های مدل بزرگ مقیاس HadCM3 نسبت به میانگین و انحراف معیار دوره‌ی پایه (۱۹۸۱-۲۰۱۰) نرمالیزه شدند. مدل Hadcm3 از نوع مدل‌های گردش عمومی جفت شده جوی-اقیانوسی (AOGCM) است که توصیف این مدل توسط پوپ و همکاران (۲۰۰۷) انجام شده است. هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC) از داده‌های مدل گردش عمومی HadCM3 برای تهیه گزارش سوم استفاده کرده است. شبیه‌سازی‌ها در این مدل بر مبنای تقویم سال ۳۶۰ روزه و ماه‌های ۳۰ روزه انجام می‌شود. از جمله مزیت‌های این مدل هماهنگی خوب بین مولفه‌های جوی و اقیانوسی آن می‌باشد. جدول (۱) به طور خلاصه به مهم‌ترین ویژگی‌های مدل بزرگ مقیاس جوی Hadcm3 بعنوان ورودی فرایند ریزمقیاس‌گردانی آماری توسط SDSM اشاره دارد (IPCC, ۲۰۰۷).

¹- The National Center for Environmental Prediction

²- <http://www.cccma.ec.gc.ca>

³ - Canadian Climate Change Scenarios Network (CCCSN)

⁴ -Atmospheric-Ocean General Circulation Model

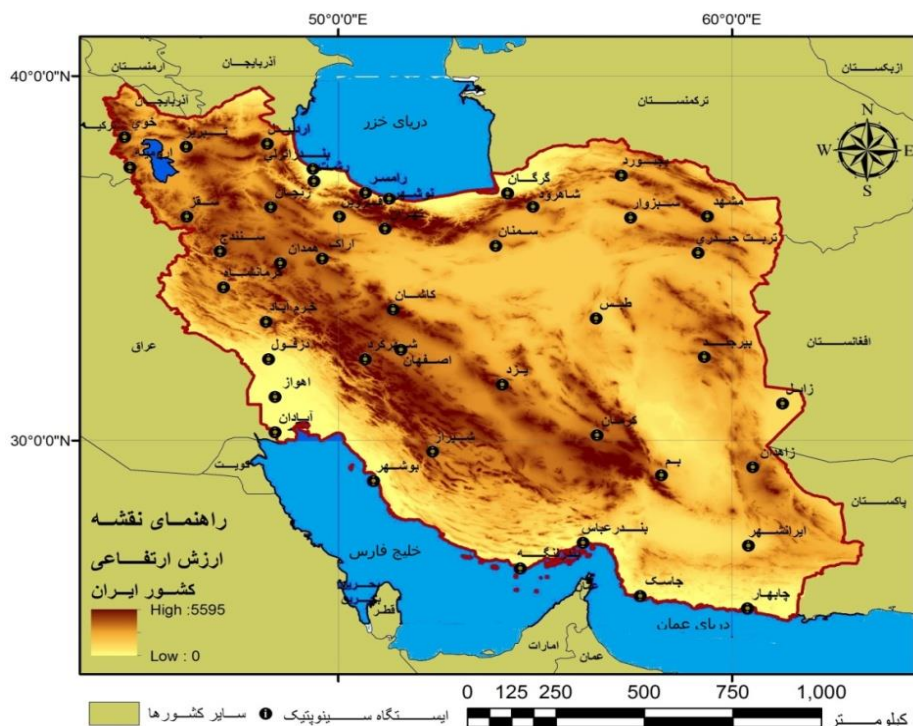


5th
Regional Conference on Climate Change
25-26 January 2016/Olympic Hotel, Tehran

پنجمین کنفرانس منطقه‌ای تغییرات اقلیم

تهران، هتل المپیک
۵-۶ بهمن‌ماه ۱۳۹۴

گرمایش جهانی، خشکسالی و طوفان‌های گرد و خاک: تهدیدی برای منطقه



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و نسبی پراکنش ایستگاه‌ها در محدوده مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات مدل گردش عمومی HadCM3 به عنوان ورودی نرم افزار SDSM

مدل	رزولوشن مکانی	سناریوها	IPCC	منبع
HadCM3	$2/5^{\circ} \times 3/75^{\circ}$	A2, B2	IPCC4	AR4, Met Office, Hadley Centre for Climate Prediction & Research (HCCPR), United Kingdom

۳. یافته‌های پژوهش

در این پژوهش پس از ارزیابی توانمندی مدل آماری SDSM، مقادیر آینده میانگین دمای حداکثر روزانه بر اساس خروجی های مدل بزرگ مقیاس Hadcm3 تحت دو سناریوی موجود (A2, B2) بر روی کشور ایران، در مقیاس ایستگاهی ریزمقیاس گردانی شدند. در ادامه تغییرات فصلی میانگین دمای حداکثر فصل تابستان نسبت به دوره مشاهداتی (۱۹۸۱-۲۰۱۰) مورد بررسی و مقایسه قرار داده شد. همانطور که در تحلیل وضع موجود (۱۹۸۱-۲۰۱۰) بر روی نقشه ترسیمی از توزیع فضایی میانگین دمای حداکثر فصل تابستان مشخص است، میانگین بیشترین دمای حداکثر فصل تابستان، در سراسر عرض های جنوبی ایران و مخصوصا در سواحل پست و کم ارتفاع جنوب غربی ایران رخ داده است. این در حالی است که هرچه از عرض های جنوبی تر به عرض های شمالی تر و مخصوصا نواحی کوهستانی حرکت می کنیم از میانگین دمای حداکثر کاسته می شود. بطوریکه پایین ترین دماهای حداکثر فصل تابستان، منطبق بر نواحی کوهستانی شمال غرب ایران می باشد (شکل ۲).

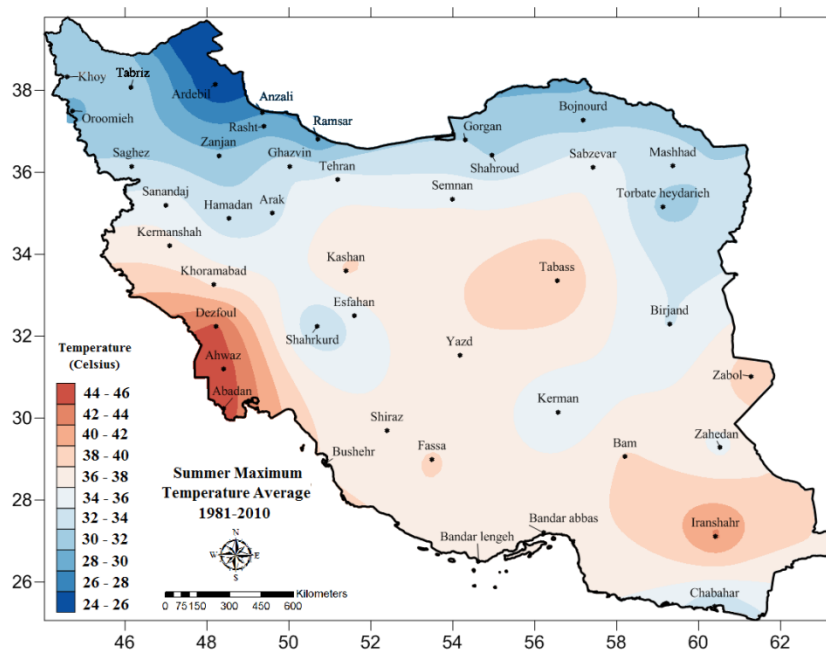


5th
Regional Conference on Climate Change
► 25-26 January 2016/Olympic Hotel, Tehran

پنجمین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم

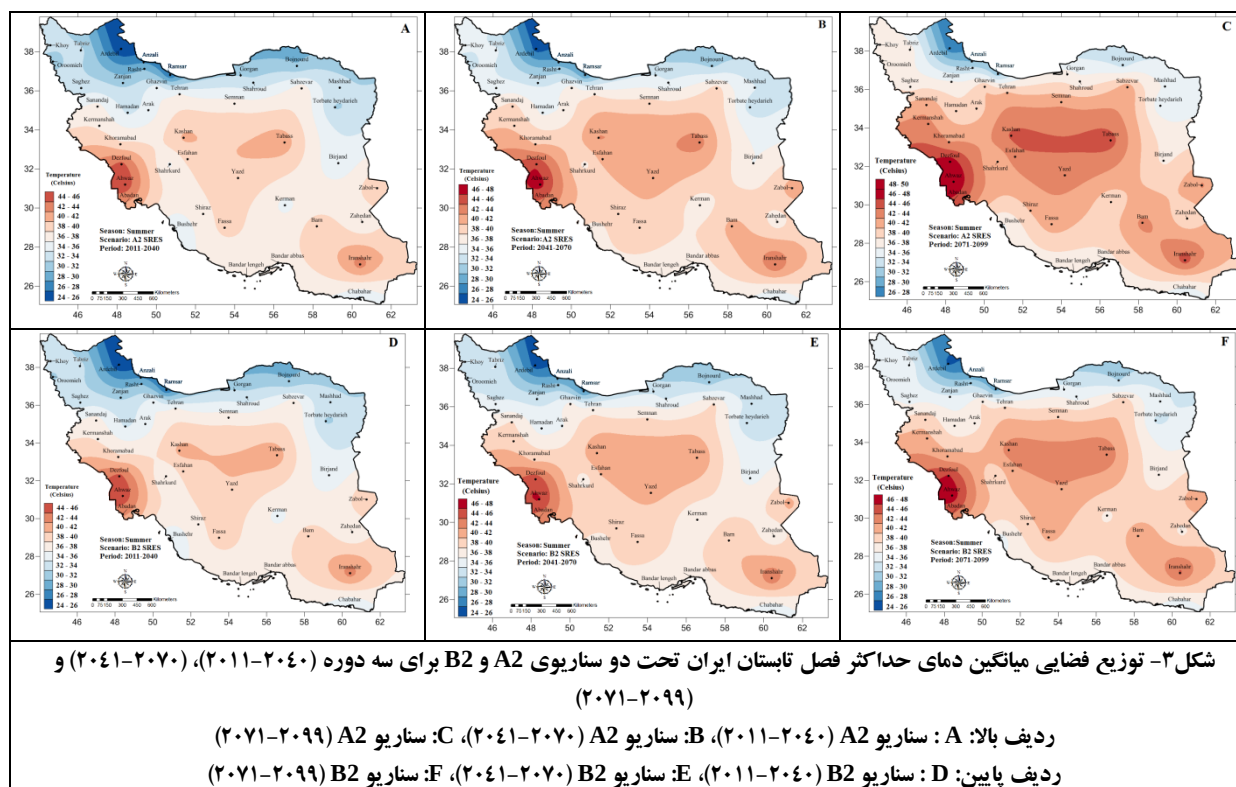
تهران، هتل المپیک
۵-۶ بهمن‌ماه ۱۳۹۴

گرمایش جهانی، خشکسالی و طوفان‌های گرد و خاک: تهدیدی برای منطقه



شکل ۲- توزیع فضایی میانگین دمای حداکثر فصل تابستان ایران (دوره ۱۹۸۱-۲۰۱۰)

در ادامه پژوهش پس از بررسی الگوی توزیع فضایی میانگین دمای حداکثر فصل تابستان در دوره پایه (۱۹۸۱-۲۰۱۰)، نقشه‌های مربوط به توزیع فضایی میانگین دمای حداکثر فصل تابستان تحت دو سناریوی A2 و B2، طی دهه‌های آینده نیز ترسیم گردید (شکل ۳). بررسی‌ها نشان می‌دهد که در هر دوره زمانی آینده، تفاوت‌های چندانی بین الگوهای توزیع فضایی میانگین دمای حداکثر طی فصل تابستان وجود ندارد و بیشتر تفاوت‌ها مربوط به شدت بیشتر رخداد دماهای حداکثر طی دهه‌های آینده، بر اساس سناریوی A2 نسبت به سناریوی B2 می‌باشد که این اختلاف در اواخر قرن حاضر به حداکثر میزان خود می‌رسد. بر اساس خروجی مربوط به هر دو سناریو در دوره‌های زمانی آینده (۲۰۴۰-۲۰۱۱)، (۲۰۴۰-۲۰۷۰) و (۲۰۴۰-۲۰۹۹) بر شدت پهنه‌های دمای حداکثر نسبت به دوره پایه (۱۹۸۱-۲۰۱۰) افزوده می‌شود. از نظر تحلیل رخداد شدت دماهای حداکثر فصلی نیز بطور متوسط در هر کدام از سه دوره زمانی آینده بر شدت رخداد دماهای حداکثر در فصل تابستان افزوده می‌شود. که از این نظر در دهه‌های آینده اختلاف شدت رخداد دماهای حداکثر طی دوره گرم از سال ایران نسبت به دوره مشاهداتی پایه بیشتر خواهد شد. همچنین از نظر تحلیل توزیع الگوهای فضایی رخداد دمای حداکثر تابستان طی دهه‌های آینده، در سراسر پهنه شمالی ایران مخصوصاً نواحی کوهستانی و همجوار با سواحل در شمال غرب ایران پایین‌ترین دما و بالعکس در نواحی پست و کم ارتفاع جنوب غربی، جنوب شرقی و همچنین در پهنه کویر مرکزی ایران، بالاترین دماها مشاهده می‌شود.



بر اساس نتایج حاصل از بررسی میزان تغییرات میانگین دمای حداکثر فصل تابستان، میزان تغییرات افزایشی در میانگین دمای حداکثر در فصل تابستان بر اساس خروجی سناریوی A2 نسبت به سناریوی B2 شدیدتر بوده است، بطوریکه بیشترین مقدار اختلاف آن نیز در دهه های انتهایی قرن حاضر مشاهده می شود(جدول ۲).

جدول ۲- مقدار تغییرات میانگین دمای حداکثر فصل تابستان در سه بازه زمانی ۲۰۴۰-۲۰۱۰، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۰۹۹-۲۰۷۱ تحت دو سناریوی A2 و B2

ایستگاه	دوره پایه	A2 SRES scenario			B2 SRES scenario		
		2011-2040	2041-2070	2071-2099	2011-2040	2041-2070	2071-2099
آبادان	45.1	-3.3	-1.8	0.3	-2.8	-2.2	-1.1
اهواز	45.1	0.4	1.7	3.2	0.5	1.2	2.2
اراک	33.4	1.1	2.8	5.2	1.2	2.3	3.5
اردبیل	24.0	0.1	1.1	2.8	0.3	1.0	1.6
بندرعباس	37.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2
بندر انزلی	27.8	-0.2	0.7	2.1	-0.1	0.6	1.2



5th
Regional Conference on Climate Change
► 25-26 January 2016/Olympic Hotel, Tehran

پنجمین کنفرانس منطقه‌ای تغییرات اقلیم
تهران، بهمن ماه ۱۳۹۴

تهران، هتل المپیک
۵-۶ بهمن ماه ۱۳۹۴

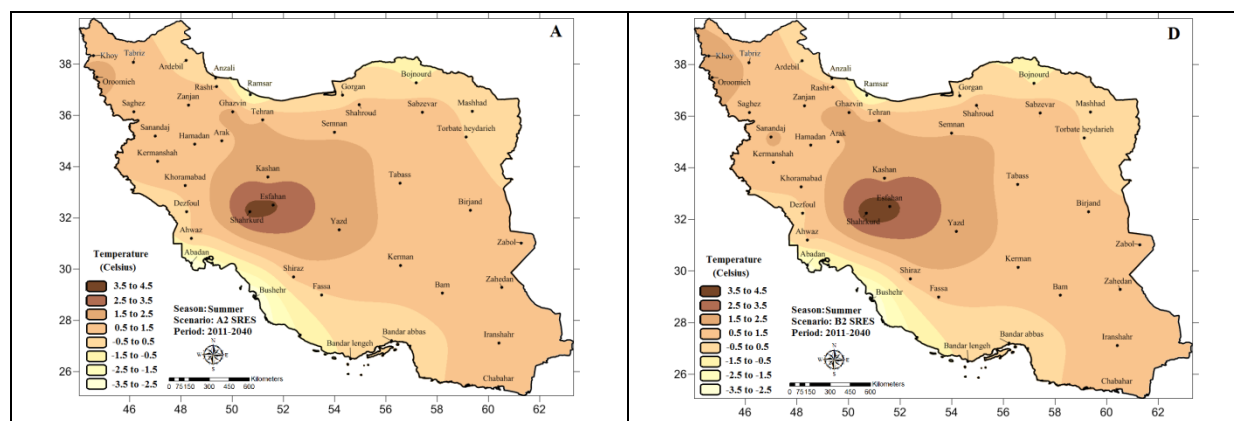
گرمایش جهانی، خشکسالی و طوفان‌های گرد و خاک: تهدیدی برای منطقه

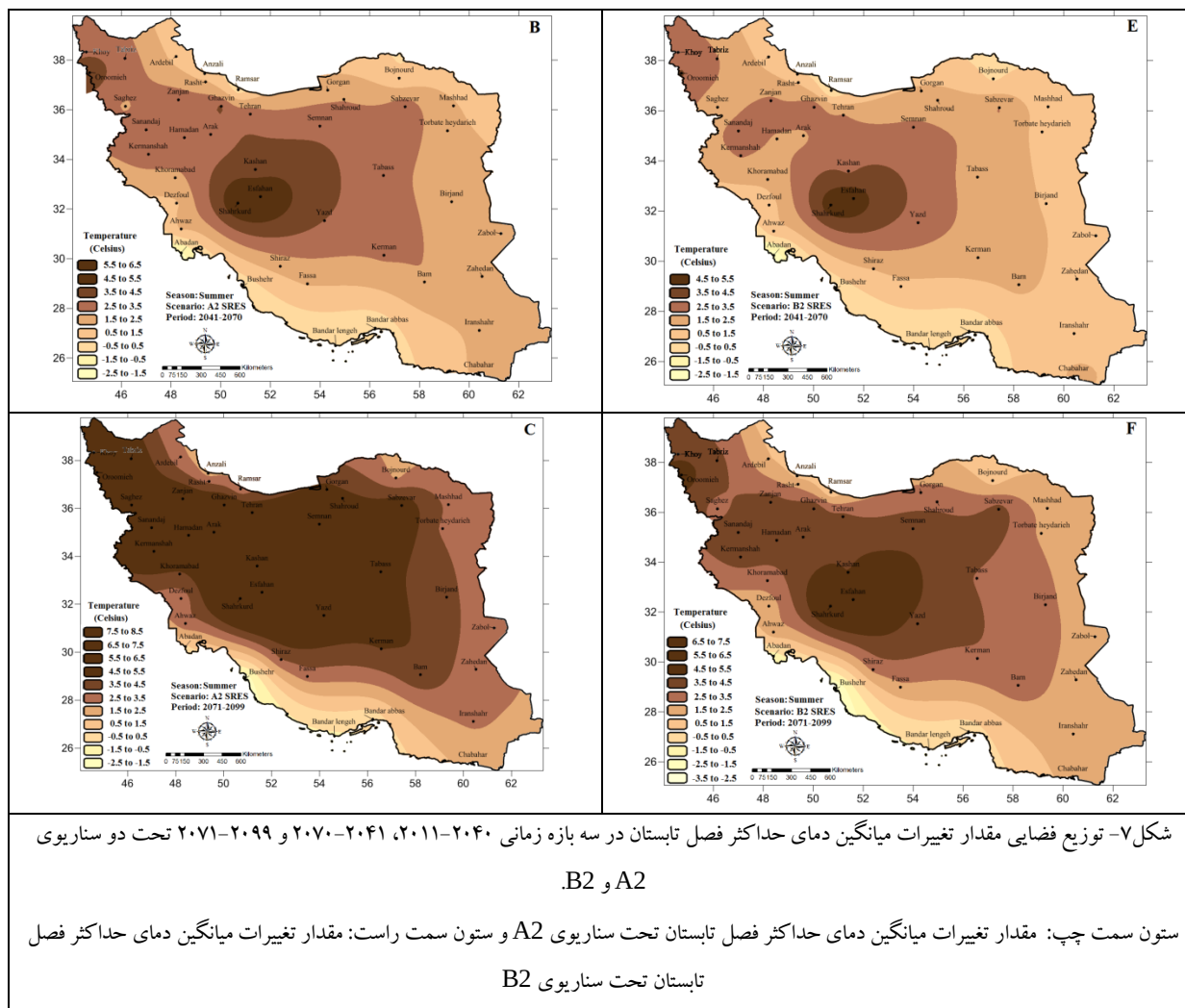
بندر لنگه	36.9	-0.3	-0.4	-0.7	-0.3	-0.4	-0.4
بیم	38.2	0.9	2.5	4.4	0.9	1.7	3.1
بیرجند	33.8	0.6	2.1	3.7	0.6	1.4	2.7
بجنورد	30.8	-0.6	0.6	2.3	-0.6	0.3	1.0
بوشهر	37.7	-3.5	-0.1	-2.2	-3.4	-0.1	-2.7
چابهار	31.9	1.5	1.7	1.9	1.6	1.7	1.9
دزفول	44.4	0.3	1.4	2.8	0.4	1.0	1.9
اصفهان	35.0	3.7	5.8	8.4	3.9	5.2	6.6
فسا	38.2	0.4	1.6	3.0	0.7	1.2	2.3
گرگان	32.0	-0.1	2.0	4.8	0.1	1.7	2.8
همدان	32.7	1.0	3.0	5.8	1.1	2.4	3.8
ایران‌شهر	42.5	0.6	1.6	2.7	0.6	1.2	2.0
کاشان	38.3	2.0	3.8	6.0	2.2	3.3	4.5
کرمان	34.1	1.2	2.7	4.5	1.1	2.1	3.4
کرمانشاه	36.4	1.2	3.1	6.0	1.3	2.6	4.0
خرم‌آباد	37.6	0.7	2.2	4.3	0.7	1.8	2.9
خوی	31.1	1.3	3.3	5.9	1.6	2.8	4.2
مشهد	32.5	0.2	1.6	3.4	0.3	1.1	2.2
ارومیه	29.2	2.1	4.1	6.8	2.5	3.6	5.1
قزوین	33.6	1.8	3.6	6.3	2.1	3.2	4.4
رامسر	27.9	-2.0	-0.1	2.7	-2.1	-0.5	0.7
رشت	29.3	0.6	1.7	3.3	0.8	1.4	2.2
سبزوار	35.8	1.5	3.2	5.5	1.5	2.6	4.0
سندج	35.3	1.4	3.5	6.3	1.6	2.9	4.3
سقز	32.3	0.6	2.3	4.8	0.8	1.9	3.1
سمنان	35.6	1.4	3.2	5.9	1.5	2.7	4.1
شهرکرد	31.7	3.9	5.7	8.1	4.1	5.2	6.5
شاهرود	31.8	0.8	2.4	4.8	1.0	2.0	3.2
شیراز	36.7	0.7	1.9	3.5	0.9	1.5	2.8
طبرس	40.1	1.0	2.7	4.8	1.0	2.0	3.4



تبریز	31.6	1.1	3.0	5.5	1.4	2.6	3.9
تهران	34.8	1.5	3.2	5.6	1.6	2.6	3.9
تربت حیدریه	31.3	0.5	1.7	3.3	0.4	1.1	2.3
یزد	37.6	1.9	3.5	5.5	2.1	3.1	4.2
زابل	39.5	0.7	1.6	2.8	0.7	1.2	2.1
زاهدان	35.3	0.5	1.5	2.8	0.5	1.1	2.0
زنجان	30.3	1.0	3.1	5.8	1.3	2.7	4.0

بر اساس نقشه های ترسیمی تحت هر دو سناریوی مورد مطالعه، شباهت تقریباً یکسانی در الگوهای کلی پهنه های توزیع فضایی تغییرات دمای حداکثر تابستان طی سه دوره زمانی آینده، بر روی کشور ایران وجود دارد، عبارتی دیگر تفاوت تنها در میزان شدت رخداد پهنه های دمای حداکثر آینده بوده که میزان این شدت دما بر اساس خروجی حاصل از سناریوی A2 نسبت به سناریوی B2، بطور متوسط حدود ۱ درجه سلسیوس بیشتر برآورد می شود (شکل ۷). در بررسی الگوی توزیع فضایی دمای حداکثر فصل تابستان نیز مشخص گردید که بیشترین تغییرات افزایشی دما در امتداد رشته کوه های زاگرس از شمال غرب به جنوب شرق، مخصوصاً در قسمت های میانی ایران مشاهده می شود و بالعکس تغییرات کاهشی دما در سواحل جنوبی و مخصوصاً در سواحل جنوب غربی ایران مشاهده می گردد. همچنین در توضیح تغییرات فصلی الگوهای توزیع فضایی دمای حداکثر، آنچه که مهم به نظر می رسد این است که در فصل تابستان قسمت های میانی ایران افزایش دمای شدیدتری نسبت به فصل بهار خواهند داشت، که این مهم می تواند به استیلای قدرتمند تر سامانه پرفشار جنب حاره و در نتیجه خشکی بیشتر این مناطق در فصل تابستان طی دهه های آینده اشاره داشته باشد.





۴. نتیجه گیری

تغییر اقلیم و افزایش دمای هوا یکی از مسائل مهم زیست محیطی بشر به حساب می آید که در سال های اخیر مطالعات زیادی را به خود اختصاص داده است. بنابراین در این پژوهش اثرات تغییر اقلیم بر رخداد دمای حداکثر دوره ی گرم سال ایران طی سه دوره ی زمانی آینده (۲۰۴۰-۲۰۴۱، ۲۰۷۰-۲۰۴۱ و ۲۰۹۹-۲۰۷۱)، آنهم با در نظر گرفتن عدم قطعیت های مربوط به خروجی مدل بزرگ مقیاس Hadcm3 و تحت سناریوهای موجود (A2 و B2)، مورد بررسی قرار داده شد. بر اساس نتایج حاصل از شبیه سازی دمای حداکثر تحت هر سناریو، شباهت تقریباً یکسانی در الگوهای کلی پهنه های تغییرات دمایی فصلی طی سه دوره زمانی آینده، بر روی کشور ایران وجود دارد. عبارتی دیگر تفاوت اصلی بین خروجی حاصل از شبیه سازی دو سناریو، مربوط به دامنه تغییرات ارزش های دمایی بر روی هر پهنه است، بطوریکه تغییرات افزایشی دمای حداکثر تحت سناریوی A2 نسبت به سناریوی B2، و همچنین در دوره های



انتهای قرن بیست و یک نسبت به دوره های میانی و ابتدایی آن، بیشتر خواهد بود.

در بررسی الگوی توزیع فضایی دمای حداکثر مشخص گردید، بیشترین افزایش دما در قسمت های میانی و در امتداد رشته کوه های زاگرس از شمال غرب به جنوب شرق، و بالعکس کمترین افزایش دما و حتی تغییرات کاهشی آن، در سواحل جنوبی ایران اتفاق خواهد افتاد. بطور کلی در بررسی الگوهای توزیع فضایی فصلی، آنچه که مهم به نظر می رسد این است که در فصل تابستان، نواحی پست و خشک واقع در کویر مرکزی ایران نسبت به نواحی همجوار با سواحل گرم و شرجی جنوبی ایران، ارزش دمایی بیشتری خواهند داشت که این مهم می تواند بخاطر استیلای کامل و شدید تر سامانه پرفشار جنب حاره ای تابستانه بر روی اکثر قسمت های مرکزی و جنوبی ایران و نقش مهم رطوبت جوی در کنترل دمای سطحی، مورد توجه باشد. چرا که نواحی همجوار با سواحل جنوبی ایران در سراسر دوره گرم سال طی دهه های آینده، تحت تاثیر اثرات تعدیلی رطوبت جوی و همچنین ارتفاع کم و قرار گیری در عرض های جغرافیایی پایین تر، کمترین تغییرات افزایشی دما را خواهند داشت و بهمین دلیل در دهه های آینده نیز از شدت دمای حداکثر این منطقه بعنوان گرمترین پهنه در دوره مشاهداتی نسبت به سایر مناطق کشور ایران، کاسته خواهد شد.

۱۲. مراجع

1. Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., Chen, Z., Christ, R., & Davidson, O. (2007). Climate change 2007: synthesis report. Summary for policymakers. In Climate change 2007: synthesis report. Summary for policymakers. IPCC.
2. Chu, J. T., Xia, J., Xu, C. Y., & Singh, V. P. (2010). Statistical downscaling of daily mean temperature, pan evaporation and precipitation for climate change scenarios in Haihe River, China. Theoretical and Applied Climatology, 99(1-2), 149-161.
3. Gu, H., Wang, G., Yu, Z., & Mei, R. (2012). Assessing future climate changes and extreme indicators in east and south Asia using the RegCM4 regional climate model. Climatic change, 114(2), 301-317.
4. Gagnon, S., Singh, B., Rousselle, J., & Roy, L. (2005). An application of the statistical downscaling model (SDSM) to simulate climatic data for streamflow modelling in Québec. Canadian Water Resources Journal, 30(4), 297-314.
5. Huang, J., Zhang, J., Zhang, Z., Xu, C., Wang, B., & Yao, J. (2011). Estimation of future precipitation change in the Yangtze River basin by using statistical downscaling method. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 25(6), 781-792.
6. Islam, S., Rehman, N., & Sheikh, M. M. (2009). Future change in the frequency of warm and cold spells over Pakistan simulated by the PRECIS regional climate model. Climatic change, 94(1-2), 35-45.
7. IPCC. (2001). Climate Change: The Scientific Basis. Contribution of Working Group 1 to The Third Assessment report to the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, N.Y., U.S.A., 881pp.
8. IPCC. (2007). Climate Change 2007: the physical science basis. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller H.L. (Eds), Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.



5th
Regional Conference on Climate Change
► 25-26 January 2016/Olympic Hotel, Tehran

پنجمین کنفرانس منطقه‌ای تغییرات اقلیم

تهران، هتل المپیک
۵-۶ بهمن‌ماه ۱۳۹۴

گرمایش جهانی، خشکسالی و طوفان‌های گرد و خاک: تهدیدی برای منطقه

9. IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
10. Mahmood, R., & Babel, M. S. (2013). Evaluation of SDSM developed by annual and monthly sub-models for downscaling temperature and precipitation in the Jhelum basin, Pakistan and India. Theoretical and applied climatology, 113(1-2), 27-44.
11. Mahmood, R., & Babel, M. S. (2014). Future changes in extreme temperature events using the statistical downscaling model (SDSM) in the trans-boundary region of the Jhelum river basin. Weather and Climate Extremes, 5, 56-66.
12. Revadekar, J. V., Kothawale, D. R., Patwardhan, S. K., Pant, G. B., & Kumar, K. R. (2012). About the observed and future changes in temperature extremes over India. Natural hazards, 60(3), 1133-1155.
13. Salon, S., Cossarini, G., Libralato, S., Gao, X., Solidoro, C., & Giorgi, F. (2008). Downscaling experiment for the Venice lagoon. I. Validation of the present-day precipitation climatology. Clim. Res, 38(1), 31-41.
14. Wang, X., Yang, T., Shao, Q., Acharya, K., Wang, W., & Yu, Z. (2012). Statistical downscaling of extremes of precipitation and temperature and construction of their future scenarios in an elevated and cold zone. Stochastic environmental research and risk assessment, 26(3), 405-418.
15. Wilby, R. L., Dawson, C. W., & Barrow, E. M. (2002). SDSM—a decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. Environmental Modelling & Software, 17(2), 145-157.
16. Wilby, R. L., & Dawson, C. W. (2013). The statistical downscaling model: insights from one decade of application. International Journal of Climatology, 33(7), 1707-1719.
- 17.