نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۳، شماره ۶۳، بهار ۱۳۹۷، صفحات ۲۲۳-۲۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۳/۲۵

تحلیل نقش گاز دی اکسید کربن در نوسانات دمای حداکثر فصلی ایران

یوسف قویدل رحیمی[۱]

منوچهر فرج زاده[۲]

مسعود صالحیان[۳]

چکیده

دما به منزله‌ی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های آب‌وهوایی است که وضعیت کلی هوای یک منطقه را نشان می‌دهد و کمتر دست‌خوش تغییر واقع می‌شود و مستقل از زمان است. تغییر اقلیم و افزایش دما یکی از مسایل مهم زیست محیطی است که در سالهای اخیر مطالعات زیادی در مورد آنها انجام شده است با توجه به موقعیت ایران در کمربند خشک نیمکره شمالی و خطراتی که در پی تغییر اقلیم کشور ما را تهدید می‌کند شناخت تاثیر گازهای گلخانه‌ای و بویژه دی اکسید کربن اهمیت بالایی دارد. در این تحقیق داده‌های دمای حداکثر فصلی ۱۷ ایستگاه سینوپتیک کشور با داده گاز دی اکسید کربن در طول دوره آماری ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰ با استفاده از روش همبستگی پیرسون مورد تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین نمودار تغییرات دما و دی اکسید کربن ایستگاه-های با بیشترین ضریب همبستگی ترسیم و سپس نقشه‌های توزیع فضایی ضرایب همبستگی ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که فصل زمستان با ۱۴ ایستگاه دارای همبستگی در سطح معناداری، فصل تابستان با ۱۰ ایستگاه و فصل بهار با ۲ ایستگاه به ترتیب بیشترین تاثیر را

۱ـ دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران(نویسنده مسئول)

Email: ghavidel@modares.ac.ir

۲ـ استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳ـ دانشجوی آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

www.SID.ir

از دی اکسید کربن پذیرفته اند. همچنین ارتباطی بین دمای حداکثر فصل پاییز و دی اکسید کربن مشاهده نشده است. نتایج تحلیل فضایی نیز حاکی از آن است که مناطق مرکزی و جنوب شرق کشور بیشترین تاثیر را از این گاز داشته اند و دمای این مناطق روند افزایشی را بویژه در زمستان و تابستان داشته اشت.

واژگان کلیدی: دمای حداکثر، دی اکسید کربن، تغییر اقلیم، ایران

مقدمه

بدون شک اقلیم شناسی دما خصوصاً از منظر پارادایم تغییر اقلیم، مهم‌ترین چالش علمی دنیای معاصر است. در خصوص تغییر اقلیم مباحث گوناگون و گاه متضادی توسط اقلیم شناسان مطرح شده است به نحوی که بعضی ها معتقد به تغییر مثبت و گرمایشی و بعضی ها با توجه به کاهش فعالیت‌های خورشیدی بویژه لکه‌های خورشیدی معتقد به سرمایش جهانی هستند.

در بین مباحث اقلیم شناسی موضوعی که توجه محققان را در حال حاضر به خود جلب کرده است بحث تغییر اقلیم و چگونگی و نتایج آن است که یکی از معضلات کنونی جامعه بشری بوده و تهدید و بلایی برای سیاره زمین به شمار می آید. هر گونه داوری درباره ی اقلیم‌های آینده مستلزم آگاهی از نشر جهانی و منطقه‌ای گازهای گلخانه‌ای در آینده است (ثبوتی،۱۳۹۰: ۱۲۱).

در سده‌های اخیر، انسان به عنوان یک عامل در عرصه ی سیستم اقلیمی ظهور نموده و در نوسانات اقلیمی و زیست محیطی زمین اثر سوئی داشته است. یکی از دلایل انسانی تغییر اقلیم و افزایش دمای کره ی زمین در سال‌های اخیر افزایش گازهای گلخانه‌ای ناشی از رشد جمعیت طی قرن گذشته و افزایش توسعه ی صنعتی در این مدت بوده است. تقریبا ۱۰ درصد CO_2 اتمسفر به علت استفاده بشر از سوخت‌های فسیلی می‌باشد (ببران،۱۳۸۶ :۱۹).

www.SID.ir

با توجه به این که کشور ما نیز در معرض تغییرات اقلیمی ناشی از دو برابر شدن CO۲ جو است، و با توجه به آثاری که تغییر اقلیم یاد شده می تواند بر بخشهای مختلف از جمله کشاورزی، منابع آب، انرژی (خصوصًا انرژیهای آبی، بادی، خورشیدی) و همچنین بخش بسیار مهم بهداشت و درمان (بیماریهای خاص ناشی از افزایش دما بویژه بیماریهای ناشی از امواج گرم مثل گرما زدگی و بیماریهای منتقله از حشرات که بر اثر گرمایش اقلیم تکثیر بسیار بیشتری مییابند و آثار آنها بر بروز و انتقال بیماریها بیشتر می‌گردد) داشته باشد، مطالعهٔ تاثیر پذیری اقلیم و کم و کیف تغییر آن از اهمیتی اساسی برخوردار است (قویدل رحیمی و خورشید دوست،۱۳۸۴: ۴). بر اساس تحقیقات و ارزیابی های انجام شده در طرح توانمندسازی تغییر آب و هوا تحت نظر کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد و با استفاده از سناریوهای مطرح شده توسط IPCC ، اگر میزان غلظت دی اکسید کربن تا سال ۲۱۰۰ دو برابر شود، دمای متوسط ایران به میزان ۱/۵ تا ۴/۵ درجه سانتیگراد افزایش خواهد یافت که این مسئله تغییرات محسوسی را در منابع آبی، میزان تقاضای انرژی، تولیدات کشاورزی و نواحی ساحلی موجب خواهد شد.

محققانی در سطح جهانی و منطقه‌ای مطالعات خود را بر روی تغییرات عناصر اقلیمی انجام داده اند. از جمله می‌توان به کارهای انجام شده زیر اشاره کرد.

همچنین میشل (۱۹۸۹)، در تحقیقی به این نتیجه رسید که در اثر دوبرابر شدن دی اکسید کربن، درجه حرارت بین ۲/۸ تا ۵/۲ درجه سانتیگراد و بارندگی بین ۷/۱ تا ۱۵ درصد افزایش می‌یابد. هرچند با دو برابر شدن CO2، میزان بارندگی افزایش می‌یابد ولی افزایش بارش در نقاط مختلف یکسان نیست. در مناطقی با عرض جغرافیایی زیاد، بطورکلی میزان بارندگی و رواناب افزایش می‌یابد ولی در مناطق با عرض جغرافیایی کم، بارندگی بسته به منطقه افزایش یا کاهش نشان می‌دهد. هرچند که این افزایش و کاهش به صورت محلی در مناطق مختلف از مدلی به مدل دیگر متفاوت است. راموس و همکاران (۲۰۱۲)، با تجزیه و تحلیل چند متغیره تغییرات فصلی دما و بارش در طول ۶۰ سال گذشته در آب و هوای مدیترانه‌ای منطقه شمال شرق اسپانیا به این نتیجه رسیدند که، در تمام ایستگاه ها با توجه به فصول مختلف سال دما حدود ۱/۵ تا ۲/۵ درجه افزایش یافته است. چن و همکاران

www.SID.ir

(۲۰۱۳) در یک مطالعه جالب آب و هوای اواخر دوره کرتاسه شرق آسیا را بر اساس غلظت و تمرکز گاز دی‌اکسیدکربن مدل سازی کرده اند. شبیه سازی‌های حاصل از مدل ها نشان دادند که سیستم‌های کلان مقیاس فشار و جهت بادهای غالب شرق آسیا در دوره کرتاسه نسبت به زمان حال تفاوت‌های زیادی کرده اند. نیز میانگین دمای متوسط سالانه شرق بالاتر از حد فعلی آن بوده و به دمای برآوردی از شواهد زمین شناسی نزدیک تر بوده است.

در ایران نیز محققانی در این زمینه کارهایی انجام داده اند که شامل موارد زیر می‌باشد.

عزیزی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی روند دمای متوسط سالانه در ۱۲ ایستگاه منتخب دریافتند که در اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه روند افزایشی دما با شدت‌های مختلف مشاهده شده که ممکن است از افزایش میزان CO2 ناشی شده باشد. شبیه سازی تغییرات دما و بارش تبریز در شرایط دو برابر شدن دی اکسید کربن جو با استفاده از مدل موسسه مطالعات فضایی گودارد GISS مبین افزایش دمای تبریز در کلیه مقاطع ماهانه، فصلی و سالانه و کاهش بارش در ماه های فصول زمستان (فوریه و مارس) و بهار (آوریل و می) و افزایش آن در فصول تابستان، پاییز و نیز مقطع سالانه هستند(قویدل رحیمی ، ۱۳۸۶). همچنین میری و اربابی(۱۳۹۱) به این نتیجه رسیدند که، بالاترین همبستگی بین دی اکسید کربن جو و دما مربوط به ماه فوریه، مارس و اکتبر است و بالاترین ضریب همبستگی به حداقل دما تعلق دارد. مطالعات جدید نشان داده اند که نقش گازهای گلخانه‌ای خصوصاً دی اکسید کربن جوّ در بارش ایران بسیار اندک و گاه معکوس است (قویدل و همکاران، ۲۰۱۶: ۴۷). همین رابطه در خصوص اثر گاز هگزا فلورید گوگرد (قویدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۳) نیز قابل مشاهده بوده و تطبیق ادعاهای جهانی در ارتباط با اثر گازهای گلخانه-ای بر تغییر اقلیم نیاز به مطالعات جدّی تر و آشکارسازی‌های دقیق آماری و سینوپتیک و دینامیک و همچنین مطالعه نقش سایر گازهای مؤثر دارند. قویدل رحیمی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی ارتباط دماهای حداقل ماهانه ایران با شاخص ناهنجاری‌های دمایی خشکی ها و اقیانوس‌های کره زمین، معتقدند که گرمایش گلخانه‌ای زمین عامل و بانی اصلی تغییرات دمای حداقل ایران است.

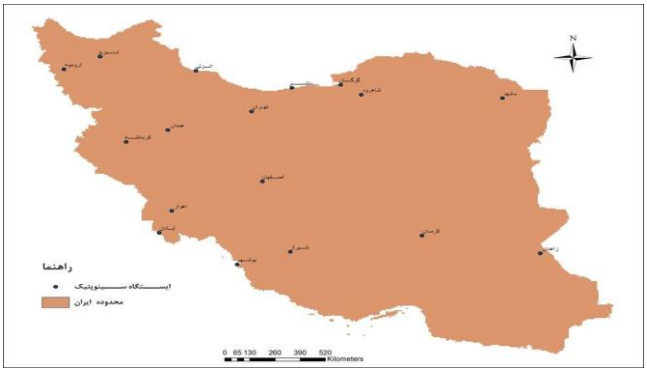
www.SID.ir

این مطالعه با هدف بررسی مستقیم رابطه دی اکسید کربن جو با دماهای حداکثر فصلی ایران انجام شده است.

مواد و روش ها

در این تحقیق ۲ گروه از داده ها مورد استفاده قرار گرفته اند که عبارتند از:

داده‌های مربوط به مقادیر دمای حداکثر ۱۷ ایستگاه سینوپتیک ایران که در شکل ۱ پراکندگی جغرافیایی آنها مشخص شده و داده‌های آن از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردیده است.



شکل ۱- نقشه پراکندگی ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه

داده‌های مربوط به میزان گازهای گلخانه‌ای که از ایستگاه شاخص جهانی مونالوآ (Mauna Loa) واقع در جزایر هاوایی از سایت (NOAA/ESRL) اخذ گردیده است.

داده‌های گروه اول شامل ۱۷ ایستگاه سینوپتیک کشور هستند، که با توجه به دوره آماری گاز دی اکسید کربن (۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰) در بازه زمانی فصلی مرتب سازی و بازسازی و تخمین داده‌های مفقود پارامترهای مختلف دمایی (با استفاده از روش معادله ی رگرسیون) انجام گرفت. با توجه به اینکه داده‌های اقلیمی بویژه در مناطق خشک از نوسانات زیادی

www.SID.ir

برخوردار هستند، از این رو مطالعه تغییرات داده‌ها به منظور آگاهی از رفتار و مکانیسم انجام تغییرات از طریق شاخص‌های پراکندگی از اهمیت زیادی برخوردار است. سپس خصوصیات آماری داده‌های دمای حداکثر شامل میانگین (به درجه سانتیگراد)، انحراف معیار، چولگی و ضریب تغییرات (به درصد) برای هر کدام از ایستگاه ها در طول دوره آماری ۳۵ ساله مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با توجه به این که تعداد داده ها زیاد و دارای توزیع نرمال بودند از ضریب همبستگی پیرسون برای تحلیل رابطه گاز دی اکسید کربن و دمای حداکثر انتخاب و برای هر کدام از ایستگاه ها در فصول مختلف سال محاسبه شد. نتایج ضریب همبستگی با استفاده از روش درون یابی ضریب معکوس فاصله‌ای IDW به صورت نقشه هایی برای سه فصل بهار، تابستان و زمستان که دارای حداقل یک ایستگاه با همبستگی در سطح معناداری بودند ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفت. در مرحله بعد از بین ایستگاه هایی که دارای همبستگی معنادار بین دی اکسید کربن و دمای حداکثر بودند، نمودار تغییرات دی اکسید کربن و دمای حداکثر ایستگاهی که دارای بیشترین ضریب همبستگی بود، ترسیم و تغییرات آن مورد بررسی قرار گرفت.

ضریب همبستگی پیرسون از ضرایب مهم برای تعیین همبستگی بین دو متغیر با مقیاس‌های فاصله‌ای و نسبی بوده و روشی پارامتری است که برای داده هایی با توزیع نرمال با تعداد داده‌های مشخص و زیاد استفاده می‌شود. این ضریب با علامت r نمایش داده می‌شود و بین ۱+ و ۱- تغییر می‌کند (مومنی و فعال قیومی،۱۳۸۹:۱۱۰-۱۱۲).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(Y_i-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(Y_i-\bar{y})^2}}$$

که در این رابطه، Y متغیر جوی، $\bar{Y}$ میانگین متغیر جوی، X زمان، $\bar{x}$ میانگین زمان و n تعداد سری‌های زمانی می‌باشد. با مشخص شدن مقدار r با استفاده از جدول ضریب همبستگی پیرسون معنی داری آن در سطح اطمینان مورد نظر بررسی می‌شود.

نتایج و بحث

نقش گاز دی اکسیدکربن در نوسانات دمای حداکثر فصلی ایران در بهار

www.SID.ir

داده‌های دمای حداکثر فصل بهار ایستگاه‌های کشور مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار داده شد که نتایج حاصله در جدول۱ درج گردیده است.

مهمترین نتایج حاصله از تحلیل آماری دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه را می‌توان به شرح ذیل خلاصه کرد:

الف: آبادان بالاترین و انزلی کمترین متوسط دمای حداکثر را در بین ایستگاه‌های کشور دارا می‌باشند.

ب: ایستگاه کرمانشاه دارای بیشترین و ایستگاه بابلسر و بوشهر دارای کمترین مقدار انحراف معیار دما در بین ایستگاه ها می‌باشند.

جدول ۱- فراسنج‌های آمار توصیفی دمای حداکثر فصل بهار ایستگاه‌های کشور ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰

ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	ضریب تغییرات	ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	ضریب تغییرات
آبادان	۴۴/۳	۴/۴	-۰/۴	۱۰/۰	کرمانشاه	۳۲/۹	۵/۱	-۰/۱	۱۵/۴
اهواز	۴۴/۳	۴/۳	-۰/۵	۹/۷	مشهد	۳۴/۷	۳/۶	-۰/۱	۱۰/۴
انزلی	۲۸/۱	۴/۰	-۰/۵	۱۴/۱	ارومیه	۲۸/۲	۴/۱	-۰/۱	۱۴/۵
بابلسر	۳۰/۲	۳/۰	-۰/۲	۹/۸	شاهرود	۳۲/۸	۳/۹	-۰/۲	۱۱/۸
بوشهر	۴۰/۲	۳/۰	-۰/۱	۷/۵	شیراز	۳۴/۹	۴/۲	-۰/۳	۱۱/۹
اصفهان	۳۳/۴	۴/۳	-۰/۱	۱۲/۸	تبریز	۲۹/۵	۴/۵	-۰/۱	۱۵/۴
گرگان	۳۶/۰	۳/۴	۰/۴	۹/۴	تهران	۳۳/۹	۴/۳	-۰/۲	۱۲/۸
همدان	۳۰/۳	۴/۹	۰/۱	۱۶/۱	زاهدان	۳۷/۷	۳/۰	-۰/۲	۸/۰
کرمان	۳۴/۷	۳/۷	-۰/۱	۱۰/۸					

ج: چولگی دمای ایستگاه گرگان بیشترین و چولگی دمای ایستگاه انزلی کمترین مقدار در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه گردید که این امر نشان از عدم تقارن دمای این دو ایستگاه را دارد.

د: ضریب تغییرات ایستگاه همدان از بالاترین و ایستگاه بوشهر از کمترین مقدار برخوردار هستند.

رابطه بین دمای حداکثر فصل بهار و گاز دی اکسید کربن مورد بررسی قرار گرفت که ضرایب همبستگی آن ها در جدول۲ ارائه شده است.

www.SID.ir

جدول ۲- رابطه همبستگی بین دمای حداکثر فصل بهار و گاز دی اکسیدکربن ایران

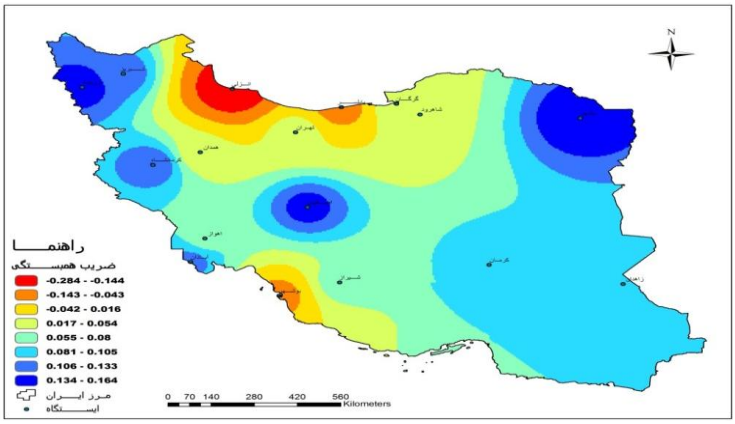
ایستگاه	همبستگی پیرسون	سطح اطمینان	ایستگاه	همبستگی پیرسون	سطح اطمینان
آبادان	۰/۱۱۷	۰/۱۱۳	کرمانشاه	۰/۱۳۳	۰/۰۸۵
اهواز	۰/۰۷۰	۰/۲۳۴	مشهد	۰/۱۶۴*	۰/۰۴۵
انزلی	-۰/۲۸۴**	۰/۰۰۱	ارومیه	۰/۱۵۲	۰/۰۵۸
بابلسر	-۰/۰۸۸	۰/۱۸۴	شاهرود	۰/۰۴۹	۰/۳۰۸
بوشهر	-۰/۰۷۴	۰/۲۲۴	شیراز	۰/۰۷۲	۰/۲۳۰
اصفهان	۰/۱۵۰	۰/۰۶۱	تبریز	۰/۱۲۲	۰/۱۰۴
گرگان	۰/۰۴۹	۰/۳۰۸	تهران	۰/۰۴۳	۰/۳۲۹
همدان	۰/۰۲۹	۰/۳۸۲	زاهدان	۰/۱۰۰	۰/۱۵۱
کرمان	۰/۱۰۲	۰/۱۴۶	–	–	–

بر اساس جدول۲ همبستگی بین دمای حداکثر فصل بهار ایستگاه انزلی و مقدار فصلی گاز دی اکسیدکربن بیشترین همبستگی را در بین تمام ایستگاه ها با میزان 0.284- در سطح معناداری ۰/۰۱ درصد دارد. بدین معنی که دمای حداکثر این ایستگاه با دی اکسید کربن رابطه ی معکوس با ضریب منفی را دارا می‌باشد. همچنین ایستگاه مشهد نیز دارای همبستگی معنادار در سطح ۰/۰۵ درصد می‌باشد. همبستگی سایر ایستگاه ها در این ماه فاقد سطح معنا داری بوده اند.

به منظور تحلیل رابطه تاثیرگذاری گاز دی اکسید کربن جو بر دمای حداکثر فصل بهار ایستگاه‌های کشور در شکل۲ توزیع فضایی ضرایب همبستگی مورد محاسبه بین دی اکسید کربن و دمای ایستگاه‌های مورد مطالعه ترسیم گردید، که با توجه به آن نتایج تحلیل توزیع فضایی به شرح ذیل می‌باشد:

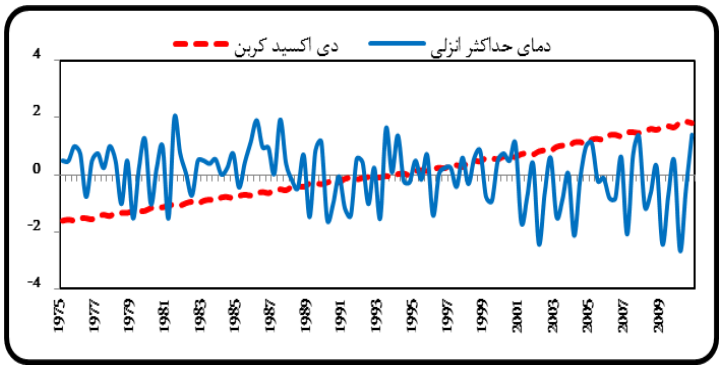
مناطق غربی سواحل خزر در این فصل بیشترین ارتباط منفی را با گاز دی اکسید کربن نشان می‌دهند. درحالیکه در شمال غرب ، شمال شرق و نواحی مرکزی کشور تأثیر این گاز بر دما در این فصل به صورت مثبت است. ارتباط معناداری بین این گاز و دما در سایر مناطق کشور تقریبا مشاهده نمی شود.

www.SID.ir



شکل۲- همبستگی بین دمای حداکثر فصل بهار و گاز دی اکسید کربن

با توجه به شکل۳ در طول دوره آماری با افزایش میزان گاز دی اکسید کربن، دمای حداکثر ایستگاه انزلی روند کاهشی داشته است.



شکل۳- روند تغییرات دمای حداکثر انزلی و گاز دی اکسیدکربن در فصل بهار

نقش گاز دی اکسیدکربن در نوسانات دمای حداکثر فصلی ایران در تابستان

داده‌های دمای حداکثر فصل تابستان ایستگاه‌های کشور مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار داده شد که نتایج حاصله در جدول۴ درج گردیده است.

www.SID.ir

مهمترین نتایج حاصله از تحلیل آماری دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعـه را مـی-توان به شرح ذیل خلاصه کرد:

الف: آبادان بالاترین و انزلی کمترین متوسط دمای حداکثر را در بین ایستگاه‌های کشور دارند.

جدول ٤- فراسنج‌های آمار توصیفی دما حداکثر فصل تابستان ایستگاه‌های کشور ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰

ضریب تغییرات	چولگی	انحراف معیار	میانگین	ایستگاه	ضریب تغییرات	چولگی	انحراف معیار	میانگین	ایستگاه
۵/۷	-۰/۴۵	۲/۲۸	۴۰/۱	کرمانشاه	۳/۹	-۰/۲۷	۱/۸۸	۴۸/۵	آبادان
۵/۹	۰/۰۸	۲/۲۲	۳۷/۸	مشهد	۳/۸	-۰/۴۰	۱/۸۳	۴۸/۴	اهواز
۶/۳	-۰/۳۲	۲/۱۵	۳۴/۱	ارومیه	۶/۲	-۰/۰۱	۱/۹۲	۳۱/۱	انزلی
۶/۲	-۰/۳۱	۲/۲۸	۳۶/۸	شاهرود	۵/۵	۰/۱۶	۱/۸۱	۳۳/۱	بابلسر
۵/۱	-۰/۳۱	۱/۹۹	۳۹/۳	شیراز	۶/۷	۰/۵۷	۲/۷۷	۴۱/۶	بوشهر
۶/۵	-۰/۴۹	۲/۳۷	۳۶/۵	تبریز	۶/۱	-۰/۲۲	۲/۳۰	۳۷/۹	اصفهان
۶/۰	-۰/۳۹	۲/۳۲	۳۸/۹	تهران	۶/۵	-۰/۰۲	۲/۴۳	۳۷/۳	گرگان
۵/۵	-۰/۱۷	۲/۱۵	۳۸/۹	زاهدان	۶/۱	-۰/۶۶	۲/۲۵	۳۶/۸	همدان
					۶/۰	-۰/۱۰	۲/۲۵	۳۷/۴	کرمان

ب: ایستگاه بوشهر دارای بیشترین و ایستگاه بابلسر دارای کمترین مقدار انحراف معیـار دما در بین ایستگاه ها می‌باشند.

ج: چولگی دمای ایستگاه بوشهر بیشترین و چولگی دمای ایستگاه همدان کمترین مقدار در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه گردید که این امر نشان از عدم تقارن دمـای ایـن دو ایستگاه را دارد.

د: ضریب تغییرات ایستگاه بوشهر از بالاترین و ایستگاه اهواز از کمترین مقدار برخـوردار هستند.

رابطه بین دمای حداکثر فصل تابستان و گاز دی اکسید کربن مورد بررسی قـرار گرفـت که ضرایب همبستگی آن ها در جدول۵ ارائه شده است.

جدول ٥- رابطه همبستگی بین دمای حداکثر فصل تابستان و گاز دی اکسیدکربن ایران

www.SID.ir

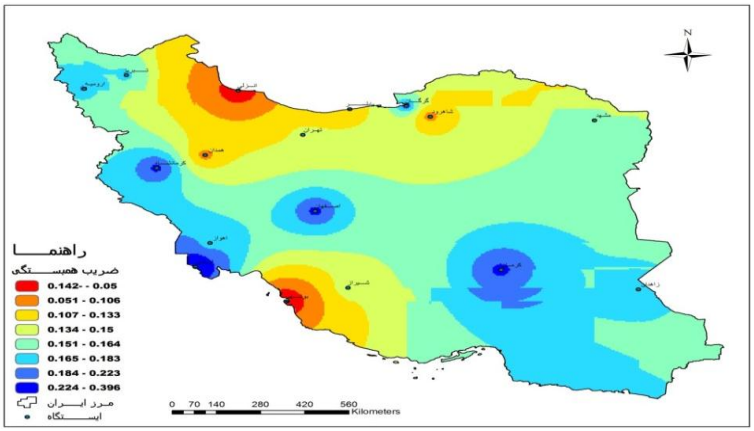
ایستگاه	همبستگی پیرسون	سطح اطمینان	ایستگاه	همبستگی پیرسون	سطح اطمینان
آبادان	۰/۴۲۰**	۰/۰۰۰	کرمانشاه	۰/۲۶۹**	۰/۰۰۲
اهواز	۰/۱۵۸	۰/۰۵۱	مشهد	۰/۱۶۲*	۰/۰۴۷
انزلی	-۰/۱۳۸	۰/۰۷۸	ارومیه	۰/۱۹۰*	۰/۰۲۵
بابلسر	۰/۱۰۲	۰/۱۴۸	شاهرود	۰/۰۶۷	۰/۲۴۶
بوشهر	-۰/۱۶۴*	۰/۰۴۵	شیراز	۰/۱۵۳	۰/۰۵۷
اصفهان	۰/۲۷۲**	۰/۰۰۲	تبریز	۰/۱۷۳*	۰/۰۳۷
گرگان	۰/۲۱۶*	۰/۰۱۲	تهران	۰/۱۴۲	۰/۰۷۲
همدان	۰/۰۶۹	۰/۲۳۹	زاهدان	۰/۱۸۲*	۰/۰۳۰
کرمان	۰/۲۶۴**	۰/۰۰۳			

بر اساس جدول۵ همبستگی میان دمای حداکثر فصل تابستان ایستگاه آبادان و مقدار فصلی گاز دی اکسیدکربن با میزان همبستگی0.420 در سطح معناداری ۰/۰۱ درصد می-باشد که بیشترین همبستگی را در بین ایستگاه ها دارد. بدین معنی که دمای حداکثر این ایستگاه با دی اکسید کربن رابطه ی مستقیم با ضریب مثبت را دارا می‌باشد. دیگر ایستگاه-های دارای سطح معناداری به ترتیب بالاترین همبستگی، شامل: اصفهان ، کرمانشاه ، کرمان ، گرگان ، شاهرود ، زاهدان ، تبریز ، بوشهر و مشهد هستند، که در این بین همبستگی ایستگاه بوشهر دارای ضریب منفی است. همچنین همبستگی سایر ایستگاه ها در این ماه فاقد سطح معنا داری بوده اند.

به منظور تحلیل رابطه تاثیرگذاری گاز دی اکسید کربن جو بر دمای حداکثر فصل تابستان ایستگاه‌های کشور در شکل۴ توزیع فضایی ضرایب همبستگی مورد محاسبه بین دی اکسید کربن و دمای ایستگاه‌های مورد مطالعه ترسیم گردید، که با توجه به آن نتایج تحلیل توزیع فضایی به شرح ذیل می‌باشد:

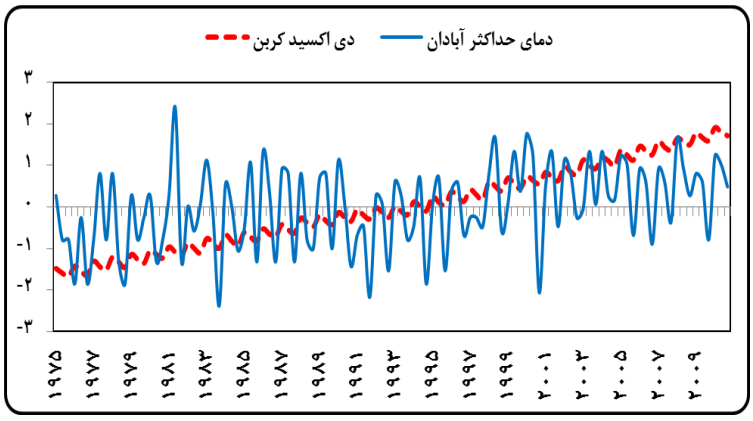
دمای ایستگاه‌های دامنه‌های غربی رشته کوه زاگرس و مناطق مرکزی به سمت جنوب شرق کشور در این فصل بیشترین ارتباط مثبت را با گاز دی اکسید کربن نشان می‌دهند. درحالیکه در سایر مناطق کشور ارتباط قابل ملاحظه‌ای بین این نوع گاز و دما مشاهده نمی شود.

www.SID.ir



شکل٤- همبستگی بین دمای حداکثر فصل تابستان و گاز دی اکسید کربن

با توجه به شکل ۵ در طول دوره آماری با افزایش میزان گاز دی اکسید کربن، دمای حداکثر ایستگاه آبادان نیز روندی صعودی طی کرده است.



شکل۵- روند تغییرات دمای حداکثر آبادان و گاز دی اکسیدکربن در فصل تابستان

www.SID.ir

نقش گاز دی اکسیدکربن در نوسانات دمای حداکثر فصلی ایران در پاییز

داده‌های دمای حداکثر فصل پاییز ایستگاه‌های کشور مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار داده شد که نتایج حاصله در جدول۶ درج گردیده است.

جدول شماره٦- فراسنج‌های آمار توصیفی دمای حداکثر فصل پاییز ایستگاه‌های کشور ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰

ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	ضریب تغییرات	ایستگاه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	ضریب تغییرات
آبادان	۳۳/۲	۶/۸۳	-۰/۰۷	۲۰/۵	کرمانشاه	۲۳/۴	۶/۳۶	-۰/۰۱	۲۷/۲
اهواز	۳۲/۹	۶/۹۹	-۰/۱۱	۲۱/۳	مشهد	۲۵/۱	۵/۷۵	-۰/۱۰	۲۲/۹
انزلی	۲۴/۵	۴/۷۴	-۰/۰۳	۱۹/۴	ارومیه	۱۸/۷	۶/۴۳	-۰/۱۹	۳۴/۴
بابلسر	۲۴/۷	۴/۳۹	-۰/۰۱	۱۷/۸	شاهرود	۲۱/۴	۶/۴۸	-۰/۱۲	۳۰/۳
بوشهر	۳۱/۸	۴/۷۷	-۰/۰۸	۱۵/۰	شیراز	۲۵/۷	۵/۴۱	-۰/۰۶	۲۱/۰
اصفهان	۲۳/۳	۵/۷۴	-۰/۰۳	۲۴/۶	تبریز	۱۹/۳	۶/۶۹	-۰/۱۴	۳۴/۶
گرگان	۲۸/۵	۵/۴۰	-۰/۰۲	۱۸/۹	تهران	۲۲/۹	۶/۴۱	-۰/۱۳	۲۸/۰
همدان	۲۰/۰	۶/۵۴	-۰/۲۰	۳۲/۷	زاهدان	۲۸/۲	۴/۶۷	-۰/۱۷	۱۶/۵
کرمان	۲۵/۹	۴/۵۰	-۰/۰۸	۱۷/۴					

مهمترین نتایج حاصله از تحلیل آماری دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه را می‌توان به شرح ذیل خلاصه کرد:

الف: آبادان بالاترین و ارومیه کمترین متوسط دمای حداکثر را در بین ایستگاه‌های کشور دارا می‌باشند.

ب: ایستگاه اهواز دارای بیشترین و ایستگاه بابلسر دارای کمترین مقدار انحراف معیار دما در بین ایستگاه ها می‌باشند.

ج: چولگی دمای ایستگاه بابلسر بیشترین و چولگی دمای ایستگاه همدان کمترین مقدار در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه گردید که این امر نشان از عدم تقارن دمای این دو ایستگاه را دارد.

www.SID.ir

د: ضریب تغییرات ایستگاه بوشهر از بالاترین و ایستگاه تبریز از کمترین مقدار برخـوردار هستند.

رابطه بین دمای حداکثر فصل پاییز و گاز دی اکسید کربن مورد بررسی قرار گرفت کـه ضرایب همبستگی آن ها در جدول۷ ارائه شده است.

جدول ۷- رابطه همبستگی بین دمای حداکثر فصل پاییز و گاز دی اکسیدکربن ایران

سطح اطمینان	همبستگی پیرسون	ایستگاه	سطح اطمینان	همبستگی پیرسون	ایستگاه
۰/۲۲۹	۰/۰۷۲	کرمانشاه	۰/۳۹۴	-۰/۰۲۶	آبادان
۰/۴۱۶	-۰/۰۲۱	مشهد	۰/۳۶۵	-۰/۰۳۴	اهواز
۰/۳۸۲	۰/۰۲۹	ارومیه	۰/۴۷۰	۰/۰۰۷	انزلی
۰/۳۵۱	-۰/۰۳۷	شاهرود	۰/۴۷۷	۰/۰۰۵	بابلسر
۰/۳۵۰	-۰/۰۳۸	شیراز	۰/۱۲۶	-۰/۱۱۱	بوشهر
۰/۲۷۳	۰/۰۵۹	تبریز	۰/۴۵۰	۰/۰۱۲	اصفهان
۰/۴۰۲	۰/۰۲۴	تهران	۰/۲۵۹	-۰/۰۶۳	گرگان
۰/۴۷۰	-۰/۰۰۷	زاهدان	۰/۳۸۸	-۰/۰۲۸	همدان
			۰/۴۲۷	۰/۰۱۸	کرمان

در این ماه دمای حداکثر هیچ کدام از ایستگاه‌های کشور با گاز دی اکسید کربن همبستگی معنادار نداشته اند.

نقش گاز دی اکسیدکربن در نوسانات دمای حداکثر فصلی ایران در زمستان

داده‌های دمای حداکثر فصل زمستان ایستگاه‌های کشور مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار داده شد که نتایج حاصله در جدول۸ درج گردیده است.

www.SID.ir

جدول ۸- فراسنج‌های آمار توصیفی دمای حداکثر فصل زمستان ایستگاه‌های کشور ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰

ضریب تغییرات	چولگی	انحراف معیار	میانگین	ایستگاه	ضریب تغییرات	چولگی	انحراف معیار	میانگین	ایستگاه
۲۳/۸	۰/۰۶	۴/۱۸	۱۷/۵	کرمانشاه	۱۷/۰	۰/۶۰	۴/۵۹	۲۷/۰	آبادان
۲۴/۸	-۰/۰۸	۴/۹۴	۲۰/۰	مشهد	۱۷/۴	۰/۴۱	۴/۶۴	۲۶/۶	اهواز
۳۶/۹	۰/۳۲	۴/۹۱	۱۳/۳	ارومیه	۳۰/۷	۰/۲۱	۶/۰۱	۱۹/۶	انزلی
۳۱/۷	۰/۳۲	۵/۱۳	۱۶/۲	شاهرود	۲۱/۸	۰/۳۹	۴/۴۷	۲۰/۵	بابلسر
۱۷/۳	۰/۲۹	۳/۶۰	۲۰/۸	شیراز	۱۳/۵	۰/۴۵	۳/۶۵	۲۷/۱	بوشهر
۳۶/۴	۰/۲۱	۴/۸۷	۱۳/۴	تبریز	۱۹/۸	۰/۳۲	۳/۸۰	۱۹/۲	اصفهان
۲۵/۷	۰/۰۵	۴/۶۱	۱۷/۹	تهران	۱۸/۷	۰/۱۶	۴/۵۰	۲۴/۱	گرگان
۱۵/۲	۰/۲۵	۳/۷۷	۲۴/۷	زاهدان	۳۹/۰	-۰/۰۶	۵/۴۶	۱۴/۰	همدان
					۱۶/۱	۰/۵۸	۳/۵۵	۲۲/۰	کرمان

مهمترین نتایج حاصله از تحلیل آماری دمای حداکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه را می‌توان به شرح ذیل خلاصه کرد:

الف: بوشهر بالاترین و ارومیه کمترین متوسط دمای حداکثر را در بین ایستگاه‌های کشور دارا می‌باشند.

ب: ایستگاه انزلی دارای بیشترین و ایستگاه کرمان دارای کمترین مقدار انحراف معیار دما در بین ایستگاه ها می‌باشند.

ج: چولگی دمای ایستگاه آبادان بیشترین و چولگی دمای ایستگاه مشهد کمترین مقدار در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه محاسبه گردید که این امر نشان از عدم تقارن دمای این دو ایستگاه را دارد.

د: ضریب تغییرات ایستگاه همدان از بالاترین و ایستگاه بوشهر از کمترین مقدار برخوردار هستند.

www.SID.ir

رابطه بین دمای حداکثر فصل زمستان و گاز دی اکسید کربن مورد بررسی قرار گرفت که ضرایب همبستگی آن ها در جدول۹ ارائه شده است.

جدول ۹- رابطه همبستگی بین دمای حداکثر فصل زمستان و گاز دی اکسیدکربن ایران

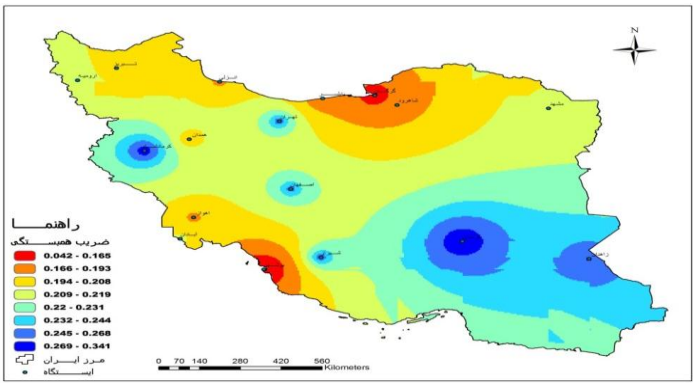
سطح اطمینان	همبستگی پیرسون	ایستگاه	سطح اطمینان	ضریب همبستگی پیرسون	ایستگاه
۰/۰۰۰	۰/۳۱۵*	کرمانشاه	۰/۰۱۳	۰/۲۱۵*	آبادان
۰/۰۱۲	۰/۲۱۷*	مشهد	۰/۰۳۲	۰/۱۷۹*	اهواز
۰/۰۱۰	۰/۲۲۲*	ارومیه	۰/۰۳۱	۰/۱۸۱*	انزلی
۰/۰۲۶	۰/۱۸۷*	شاهرود	۰/۰۵۳	۰/۱۵۶	بابلسر
۰/۰۰۳	۰/۲۶۷*	شیراز	۰/۳۷۷	۰/۰۳۰	بوشهر
۰/۰۲۵	۰/۱۸۹*	تبریز	۰/۰۰۳	۰/۲۶۱**	اصفهان
۰/۰۰۲	۰/۲۷۰**	تهران	۰/۱۶۹	۰/۰۹۳	گرگان
۰/۰۰۲	۰/۲۷۳**	زاهدان	۰/۰۲۷	۰/۱۸۷*	همدان
–	–	–	۰/۰۰۰	۰/۳۴۶**	کرمان

براساس جدول۹ همبستگی میان دمای حداکثر فصل زمستان ایستگاه کرمان و مقدار فصلی گاز دی اکسیدکربن با میزان همبستگی 0.346 در سطح معناداری ۰/۰۱ درصد می-باشد که بیشترین همبستگی را در بین ایستگاه ها دارد. بدین معنی که دمای حداکثر این ایستگاه با دی اکسید کربن رابطه ی مستقیم با ضریب مثبت را دارا می‌باشد. بقیه ایستگاه ها بجز سه ایستگاه بابلسر، بوشهر و گرگان دارای همبستگی در سطح معناداری هستند.

به منظور تحلیل رابطه تاثیرگذاری گاز دی اکسید کربن جو بر دمای حداکثر فصل زمستان ایستگاه‌های کشور در شکل۶ توزیع فضایی ضرایب همبستگی مورد محاسبه بین دی اکسید کربنش و دمای ایستگاه‌های مورد مطالعه ترسیم گردید، که با توجه به آن نتایج تحلیل توزیع فضایی به شرح ذیل می‌باشد:

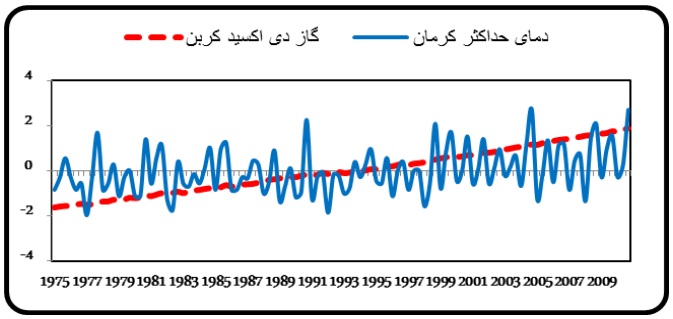
ایستگاه‌های بیشتر مناطق کشور بجز نواحی از سواحل دریای خزر و جنوب غرب در این فصل ارتباط بالای مثبت را با گاز دی اکسید کربن نشان می‌دهند. بیشترین تاثیر این گاز بر روی دمای حداکثر مناطق مرکزی به سمت غرب و جنوب شرق ایران بوده است.

www.SID.ir



شکل٦- همبستگی بین دمای حداکثر فصل زمستان و گاز دی اکسید کربن

با توجه به شکل۷ در طول دوره آماری با افزایش میزان گاز دی اکسید کربن، دمای حداکثر ایستگاه کرمان نیز روند صعودی داشته است.



شکل۷- روند تغییرات دمای حداکثر کرمان و گاز دی اکسیدکربن در فصل زمستان

نتیجه گیری

تحقیقات انجام شده پیرامون نقش گاز دی اکسید کربن جو عمدتاً به شبیه سازی اثـرات دوبرابر شدن گاز مذکور بر دو عنصر اصلی دما و بارش بر اساس سناریوهای مختلف اسـتوار بوده و به اثرات مستقیم دی اکسید کربن جوّ (همانند کار کریمی احمد آباد و قاسمی، ۱۳۹۶: ۳۴۱) چندان پرداخته نشده است. در مطالعات یاد شده بدون در نظر گرفتن کم و کیف رابطه و اثر دی اکسید کربن جو بر دما با استفاده از روش‌های مختلف ریزگردانی داده‌های مـدل-

www.SID.ir

های عمومی گردش جو اقدام به پیش بینی شبه شبیه سازی عنصر دمـای متوسـط ماهانـه شده و به اثر دی اکسید کربن جو بر دماهای بیشینه پرداخته نشده است.

با توجه به مطالعات انجام گرفته در رابطه با افزایش دی اکسید کربن و تاثیر آن بر دمـا به ویژه در ایران، نتایج این تحقیق نیز در رابطه با نوسانات دما (بیشتر افزایش دما) متـاثر از گاز دی اکسید کربن در فصول مختلف سال (بیشتر فصـل زمسـتان) در راسـتای مطالعـات انجام گرفته مورد تائید قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق گـاز دی اکسـید کربن در فصول مختلف سال در سه فصـل بهـار، تابسـتان و زمسـتان دارای حـداقل یـک ایستگاه با سطح همبستگی معناداری است. در فصل بهـار، ایسـتگاه انزلـی دارای بیشـترین همبستگی معنادار منفی و معکوس با دی اکسید کربن جو اسـت. همچنـین دمـای حـداکثر ایستگاه مشهد دارای همبستگی معنی دار مثبت و مستقیم با دی اکسید کربن جو می‌باشـد. در این فصل دمای حداکثر مناطق شمالی کشور در سواحل دریای خزر بیشـترین تـاثیر را از گاز دی اکسید کربن پذیرفتـه انـد. در فصـل تابسـتان، ایسـتگاه آبـادان بیشـترین ضـریب همبستگی معنادار مستقیم و مثبت را با دی اکسید کربن نشـان مـی‌دهـد. همچنـین دمـای حداکثر ۸ ایستگاه دیگر کشور دارای همبستگی معنادار مثبت و ایستگاه بوشـهر همبسـتگی معنادار منفی با دی اکسید کربن جو هستند. در تابستان دمای حداکثر مناطق غربـی کشـور بیشترین تاثیر را از گاز دی اکسید کربن متحمل شده اند. مناطق مرکـزی و جنـوب شـرقی ایران نیز به نسبت کمتری تحت تاثیر دی اکسید کربن قرار گرفته اند. در فصل پاییز دمـای هیچ کدام از ایستگاه‌های کشور با دی اکسید کربن همبستگی معناداری نداشته اند. در فصل زمستان، ایستگاه کرمان دارای بیشترین همبستگی معناداری مستقیم و مثبت با دی اکسـید کربن جو می‌باشد. بر اساس نتایج تحلیل فصلی تاثیر دی اکسـید کـربن بـر دمـای حـداکثر فصل زمستان بیشتر از سایر فصول بوده که این تاثیر به صورت مثبت و مستقیم بـوده و در مناطق مرکزی و جنوب شرق کشور شدیدتر از سایر مناطق کشور است.

به طور کلی اثر دی اکسید کربن جوّ بر دماهای بیشینه کشور در بعضی از ایستگاه ها به طور نامحسوس و خیلی ضعیف معنی دار بوده و در برخی از ایستگاه ها مثل انزلی حتی اثـر

www.SID.ir

معکوس دارد یعنی با افزایش غلظت دی اکسید کربن دما کاهش می‌یابد. بر این اساس نمی توان دی اکسید کربن را به عنوان عاملی برای گرمایش جهانی اقلیم در ایران قلمداد نمود.

www.SID.ir

منابع

- ببران ، صدیقه، ۱۳۸۶، تغییر اقلیم چالش زیست محیطی قرن بیست و یکم ، مجمع تشخیص مصلحت نظام ، پژوهشکده تحقیقات استراتژیک گروه پژوهشی مطالعات بین الملل ، چاپ اول ، تهران.
- ثبوتی، یوسف ، ۱۳۹۰ ، زمین گرم ارمغان سده بیست و یکم ، موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی ، تهران ، چاپ اول.
- عزیزی، قاسم ، کریمی احمدآباد، مصطفی، سبک خیز، زهرا، ۱۳۸۴، روند دمایی چند دهۀ اخیر ایران و افزایش$CO2$ ، ***نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی***، ۲۳۳-۱۸ : ۵.
- قویدل رحیمی، یوسف،۱۳۸۶، شبیه سازی دما و بارش تبریز در شرایط دو برابر شدن دی اکسید کربن جو با استفاده از«مدل گردش عمومی مؤسسه مطالعات فضایی گودارد»، ***مجلۀ پژوهش های جغرافیایی***، ۶۶-۵۵ : ۶۲.
- قویدل رحیمی، یوسف، فرج زاده، منوچهر، عالی جهان مهدی، ۱۳۹۶، نقش ناهنجاری‌های دمایی کره زمین در تغییرپذیری دماهای حداقل ایران، ***جغرافیا و برنامه ریزی***، ۲۶۱-۲۴۳ : ۵۹ .
- کریمی احمدآباد، مصطفی، قاسمی، الهه، ۱۳۹۶، بررسی پدیده تغییر اقلیم با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره، ***جغرافیا و برنامه ریزی***، ۳۶۱-۳۴۱: ۶۱ .
- قویدل رحیمی، یوسف، طولابی نژاد، میثم، فرج زاده، منوچهر،۱۳۹۲، *آشکارسازی آماری اثر گاز گلخانه ای هگزا فلورید گوگرد بر بارش های فصلی ایران در دهۀ اخیر*، ***مجله جغرافیا و پایداری محیط***، شماره ۹، ۳۲-۲۳: ۹ .
- Arbabi, A, Miri, Gh (2012), Studying temperature component variations in relation with the increase of the atmosphere carbon dioxide in Fars province, Iran, ***Indian Journal of Science and Technology***, 5(9): 3281-3287.
- Chen, J; P, Zhaob; C, Wangc;Y, Huangc; K, Caod (2013), Modeling East Asian climate and impacts of atmospheric CO2 concentration during the Late Cretaceous (66 Ma), journal of

www.SID.ir

Palaeogeography, Palaeoclimatology, ***Palaeoecology,*** 385: 190–201.

- Ghavidel, Y, Farajzadeh, M, Tolabinejad, M (2016), Spatiotemporal analysis of carbon dixoid impact on seasonal rainfall oscillation in Iran, ***Journal of Natural Environment Change***, 2(1): 47- 55.
- IPCC (2007) Climate Change: *The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change*; Ed. S. Solomon et al.; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- Mitchell, J.B (1989), *The "Greenhouse" Efect And Climate Chang*e, Reviews of Geophysics, Meteorologica Office, 27 (1): 115-139.
- Ramos, M. C., J.C. Balasch., J.A. Martínez-Casasnovas (2012), Seasonal temperature and precipitation variability during the last 60 years in a Mediterranean climate area of Northeastern Spain: a multivariate analysis, ***Theor Appl Climatol***, 110: 10-29.

www.SID.ir