جغرافیا(فصلنامه علمی ـ پژوهشی و بین‌المللی انجمن جغرافیایی ایران)

سال هجدهم، شماره ۶۶، پاییز ۱۳۹۹

# تحلیل اثر گاز گلخانه ای متان بر نوسانات بارش فصلی ایران

زهرا حجازی زاده [۱]، محمد رضا پودینه [۲]، میثم طولابی نژاد [۳]

تاریخ وصول: ۱۳۹۸/۰۷/۱۷، تاریخ تأیید: ۱۳۹۹/۰۲/۱۲

## چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثر گاز متان در نوسانات بارش فصلی ایران می باشد. با توجه به هدف تحقیق، روش تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. جهت تحلیل ها، داده های مجموع بارش ۳٤ ایستگاه منتخب از سال ۱۹۸٤ تا ۲۰۱۲ از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. همچنین آمار و اطلاعات گاز متان (بر حسب بیلیون در قسمت) به عنوان یکی از مهمترین عوامل گرمایش جهانی، از سایت سازمان NOAA دریافت شد. ابتدا ارتباط این عناصر با روش ضریب پیرسون مشخص شده و سپس میزان تغییرات بارش نسبت به بلند مدت مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که، بارش های بهاره در بخش های شمالی و شمال غربی کشور با رشدی ۱۳ میلمتری؛ و بارش ایستگاه های نیمه جنوبی کشور با کاهش ٤٦ درصدی نسبت به بلند مدت روبرو بوده اند. با توجه به افزایش مقدار گازهای گلخانه ای، نتایج تحلیل داده ها در فصل تابستان حاکی از کاهش ۳۰ میلیمتری بارش ایستگاه های جنوبی ایران نسبت به بلند مدت می باشد؛ ولی بالعکس بارش در ایستگاه های غربی و شمالی، رشدی ١٤ میلیمتری داشته‌اند. همچنین نتایج نشان داد که، بارش پاییزه بیشترین ارتباط را با گرمایش جهانی داشته است؛ در این فصل، بارش ایستگاه های غربی حدود ٢٤ میلیمتر نسبت به بلند مدت کاهش یافته است، اما ایستگاه های جنوب غربی و سپس جنوب شرقی رشدی ۱۷ میلیمتری را تجربه کرده اند. در نهایت، نتایج حاصل از تحلیل بارش زمستانه ایران حکایت از کاهش ۱۸/٦ میلیمتری در ایستگاه های غرب و شمال غربی داشتند.

**کلیدواژگان : تغییر اقلیم، گاز گلخانه ای، گاز متان، آنومالی بارش، ایران.**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- استاد اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران hedjazizadeh @yahoo.com .

۲- استادیار گروه اقلیم شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (**نویسنده مسئول**) mrpoodineh@yahoo.com

۳- دکتری اقلیم شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.meysam.toulabi@gmail.com

**مقدمه**

در سال های اخیر بحث در مورد اثرات گازهای گلخانه‌ای سایر مسائل مربوط به محیط زیست را تحت الشعاع قرار داده و اغلب به عنوان یک تهدید بزرگ و قریب الوقوع به مردم معرفی شده است. اثرات گلخانه ای یکی از تهدیدات جدی محیط زیست هستند و عوارض جانبی آن متوجه تمامی نقاط جهان است. این پدیده ی از زمان تشکیل جو کره‌ی زمین وجود داشته است و یکی از ویژگی های کره‌ی زمین محسوب می شود. بنابراین ظهور تغییرات در اقلیم کره‌ی زمین پدیده ای تاریخی نیست، ولی تغییرات جدید با تغییرات پیشین متفاوت است و آن دخالت عاملی به نام انسان در تغییرات آب و هوای فعلی است(خورشیددوست و قویدل رحیمی،۲:۱۳۸٤). در گرمایش ناشی از گازهای گلخانه ای زمین، بیش از ۲۰ گاز دخالت دارند که سهم چند گاز بیش از بقیه است و منبع مهم انتشار آن‌ها نیز فعالیت های بشری می باشد. بیشترین تأثیرات گرمایش گلخانه ای به تغییرات اقلیم و تغییر در الگوهای بارندگی و دمای کره ی زمین مربوط است و اثرات این بی نظمی ها از هم اکنون آشکار شده است. یکی از این گازها متان می باشد که در اثر تجزیه بی هوازی مواد آلی (بقایای بدن موجودات در محیط مرطوب زنده) حاصل می‌شود. این مناطق شامل برکه‌ها، باتلاق ها و مرداب ها، مزارع برنج، مکان های دفن، نشخوار دام‌ها و نیز از موریانه‌ها حاصل می‌شود. تولید و مصرف نفت و گاز طبیعی و سوختن ناقص مواد آلی (شامل سوختن زیست توده در نواحی حاره) نیز از منابع قابل توجه تولید متان است. این گاز یکی از گازهای گلخانه ای به شمار می رود که سال های اخیر غلظت آن در حدود ۱ درصد در هر سال افزایش داشته است. بدون شک برای جلوگیری از تشدید آن باید در دنیا اقدامات لازم به عمل آید. شواهد نشان می‌دهد که افزایش غلظت گازهای گلخانه ای می‌تواند فراوانی بارش در بسیاری از مناطق جهان را افزایش دهد(فری و همکاران[1] ۳:۲۰۰۵). باتوجه به اینکه اتمسفر زمین پدیده ای سیال است بنابراین گازهای موجود در جو زمین نیز توسط گردش جو و توده های هوا به سایر نقاط نیز منتقل شده و آسمان دیگر نقاط را نیز دستخوش تغییر و تحول می کند. بنابراین نمی توان گفت که تنها، جو مناطق صنعتی و آلوده دچار این تغییر و تحولات اقلیمی شده است. از این رو باید تمام کشورهای جهان به فکر کنترل و کاهش میزان انتشار این گازها باشند. کشور ما هم از این قاعده مستثنی نخواهد بود و باید به سمت کنترل و کاهش انتشار این گازها گام بردارد(دکامی،۵۷:۱۳۸۹). به نظر می رسد موثرترین چاره برای کنترل اثرات مضر این پدیده، تجدید نظر در نحوه ی استفاده از سوخت های فسیلی و استفاده ی صحیح از منابع طبیعی باشد (علی حسین زهرایی،۳:۱۳۸۷).

با توجه به اثرات گازهای گلخانه ای بر بارش کره ی زمین، محققین سایر کشورها نیز در این زمینه به مطالعه و تحقیق پرداخته و به نتایج جالبی دست یافته اند. در این خصوص می توان به چند نمونه از این مطالعات و نتایج آن‌ها اشاره کرد: (میشل[2]،۱۹۸۹)، در تحقیقی به این نتیجه رسید که در اثر دو برابر شدن دی اکسید کربن، درجه حرارت بین ۲/۸ تا ۵/۲ درجه کلوین و بارندگی بین ۷/۱ تا ۱۵ درصد افزایش می یابد. هرچند با دو برابر شدن $CO_2$، میزان بارندگی افزایش می یابد ولی افزایش بارش در نقاط مختلف یکسان نیست. در مناطقی با عرض جغرافیایی زیاد، بطورکلی میزان بارندگی و رواناب افزایش می یابد ولی در مناطق با عرض جغرافیایی کم، بارندگی بسته به منطقه افزایش یا کاهش نشان می دهد. هرچند که این افزایش و کاهش به صورت محلی در مناطق مختلف از مدلی به مدل دیگر متفاوت است. (فری و همکارن، ۱۹۹۸)، با شبیه سازی افزایش گرمای پاییز با استفاده از مدل منطقه ای آب و هوا در سراسر اروپا، به این نتیجه رسید که با افزایش دما تا ۲ درجه سانتی گراد، رطوبت ۱۵

---

۱ Ferri et al
۲ Mitchell

درصد افزایش خواهد یافت و در نتیجه بارش های بیش از ۳۰ میلیمتر افزایش چشم گیری پیدا می کند. (رامنتان و فنگ:[۱] ۲۰۰۹)، نیز در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که با افزایش گازهای گلخانه ای و گرمایش جهانی، تبخیر کاهش یافته در نتیجه بارش نیز کاهش می یابد. (روپاش،[۲] ۲۰۱۱)، با بررسی و مطالعات تغییر اقلیم نشان می دهد که تغییرات اقلیمی باعث نوساناتی درمیزان برف و باران و به خصوص کاهش نسبت برف به باران و همچنین تغییراتی در میزان رطوبت خاک، شدت و فراوانی طوفان‌ها، رواناب، سیلاب ها، طول دوره خشکی و خشکسالی شده است. همچنین (راموس و همکاران،[۳] ۲۰۱۲)، با تجزیه و تحلیل چند متغیره تغییرات فصلی دما و بارش در طول ٦۰ سال گذشته در آب و هوای مدیترانه ای منطقه شمال شرق اسپانیا به این نتیجه رسیدند که در تمام ایستگاه های منطقه، با توجه به فصول مختلف سال دما حدود ۱/۵ تا ۲/۵ درجه افزایش یافته است ولی بارش در آن‌ها روند قابل توجهی نداشته است. قویدل رحیمی و همکاران(۲۰۱٦)، با بررسی اثر دی اکسید کربن بر بارش ایران دریافتند که نقش این گاز در تغییرات بارش ایران بسیار کم است و در بعضی مناطق حتی معکوس بوده و با افزایش دی اکسید کربن جو بارش افزایش نیز داشته است.

در ایران نیز به جز چند مقاله، تحقیقات مدونی در رابطه با اثر گازهای گلخانه ای بر بارش صورت نپذیرفته است. این چند مقاله نیز بیشتر بر تأثیر گرمایش جهانی بر بارش تأکید داشته اند که در ادامه به نتایج چند نمونه از این مطالعات پرداخته می شود. منتظری و فهمی (۱۳۸۲)، به این نتیجه رسیدند که، نتایج حاصل از سناریوهای مختلف تغییر اقلیم نشان می‌دهد که با بالا رفتن دما، تبخیر در اکثر حوضه های رودخانه ای در تمام سال افزایش می یابد. افزایش دما در حدود تقریبا ۲ تا ٦ درجه سانتیگراد موجب ٦ تا ۱۲ درصد افزایش در تبخیر سی حوضه و بارش ۷۱– ۷۸ درصد تغییر دارد. مساح بوانی و مرید(۱۳۸٤)، اثر تغییر اقلیم بر جریان رودخانهٔ زاینده رود اصفهان را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه، آثار ناشی از تغییر اقلیم برروی دما، بارندگی و رواناب در این حوضه تحت دو سناریوی اقلیمی و برای دو دورهٔ سی سالهٔ ۲۰۳۹–۲۰۱۰ و ۲۰۹۹–۲۰۷۰ میلادی، مورد تحلیل قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه، از مدل گردش عمومی HadCM3 شامل مقادیر بارندگی و درجهٔ حرارت (متوسط، حداکثر و حداکثر) ماهانه در دوره‌های آتی، تحت دو سناریوی A2 و B2 از سناریوهای تولید گازهای گلخانه ای SRES تأمین گردید. نتایج مطالعهٔ ایشان در مجموع نشان از کاهش بارندگی و افزایش درجهٔ حرارت در هر دو دوره و به خصوص در دورهٔ دوم داشته، به طوری که در طی این دوره‌ها، میزان کاهش بارندگی به ترتیب ۱۰ و ۱٦ درصد و میزان افزایش درجهٔ حرارت به ترتیب ٤/٦ و ۳/۲ درجه برای دو سناریوی A2 و B2 پیش‌بینی گردید. عزیزی و همکاران(۱۳۸٤)، با بررسی روند دمایی چند دهه اخیر ایران با توجه با افزایش $co_2$، به این نتیجه رسیدند که، میزان دی اکسیدکربن جو در این مدت روندی افزایشی داشته و به نظر می رسد روندهای مشاهده شده در ایستگاه های مورد مطالعه نیز از افزایش $co_2$ متأثر گردیده است. خورشیددوست و قویدل رحیمی(۱۳۸۵)، با استفاده از مدل گردش عمومی آزمایشگاه پویایی سیالات ژئوفیزیکی (GFDL) دمای تبریز را پیش بینی نمودند، همچنین قویدل رحیمی (۱۳۸۵)، طی پژوهشی با استفاده از مدل مرکز مطالعات ماکس پلانک آلمان به نام ECHAM4 ، دما و بارش تبریز در شرایط دو برابر شدن دی اکسید کربن جو را بررسی نمود. صلاحی و همکاران(۱۳۸٦)، با استفاده از مدل گردش عمومی موسسه تحقیقات فضایی گودارد (GISS) تغییرات دما و بارش تبریز در شرایط دو برابر شدن دی اکسید کربن جو را شبیه سازی نموده اند. همچنین محمدی و همکاران (۱۳۸۹)، در تحقیقی به منظور بررسی تغییرات بارش و دمای ایران در شرایط گازهای گلخانه ای در دهه-

۱ Ramanthan & Feng
۲ Raupach
۳ Ramos et al

ی آینده، با استفاده از مدل MAGICC SCENGEN، به این نتیجه رسیدند که در تمام مناطق ۳۰ گانه ایران برای دهه های آینده دما دارای روند افزایشی خواهد بود که این افزایش دما از دهه ی ۲۰۲۵ مقادیر بیشتری را نشان می دهد. از نظر تغییرات بارش، در دهه های آینده تمامی نواحی ایران دارای روند کاهش بارش هستند. عباسی و همکاران(۱۳۸۹)، با ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش ایران در دهه های آینده با کمک مدل MAGICC-SCENGEN، به این نتیجه رسیدند که، کاهش بارش های ایران تا دهه ۲۱۰۰ به میزان ۲/۵ درصد است، در حالی که برای دوره مشابه در مدل ECHAM4 بارش های کشورمان به میزان ۱۹/۸ درصد افزایش یافته است. روشن و همکاران (۱۳۹۱)، با استفاده از شبیه سازی دما و بارش دریافتند که دما و بارش برای سال های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ ، به ترتیب نشان دهنده‌ی افزایش بارش به میزان ۲/۵ و ۳/۰۷ درصدی و دمای کشور به میزان ۱/۳ و ۲/۵ درجه سلسیوس برای این سال ها بوده است. قویدل و همکاران(۱۳۹۲)، بر اساس سناریوهای تعریف شده، افزایش غلظت گازهای گلخانه ای در کره ی زمین و آثار مخربی بر عناصر آب و هوایی خواهد گذاشت. قویدل و طولابی نژاد(۱۳۹۲)، در تحقیق دیگیر نشان دادند که تأثیر گاز هگزا فلورید گوگرد بر بارش فصل بهار در بخش‌های شرق و جنوب شرق کشور تقریباً مثبت و به صورت افزایش بارش و در سواحل دریای خزر تأثیر این گازها به صورت کاهش بارش بوده است. با توجّه به اینکه تابستان فصل خشکی است؛ بنابراین، نتایج حاصل از تحلیل این فصل قابل اطمینان نیست. در فصل پاییز تأثیر گاز هگزا فلورید گوگرد بر بارش بخش‌های جنوب شرقی کشور مثبت و به صورت افزایش بارش و در بخش‌های شمالی و شمال شرقی کشور تأثیر این گاز بر بارش مناطق از نوع معکوس و به صورت کاهش بارش خود را نشان داده است؛ امّا بارش فصل زمستان طی این دورهٔ آماری، از گاز هگزا فلورید گوگرد تأثیر چندانی نپذیرفته‌اند.

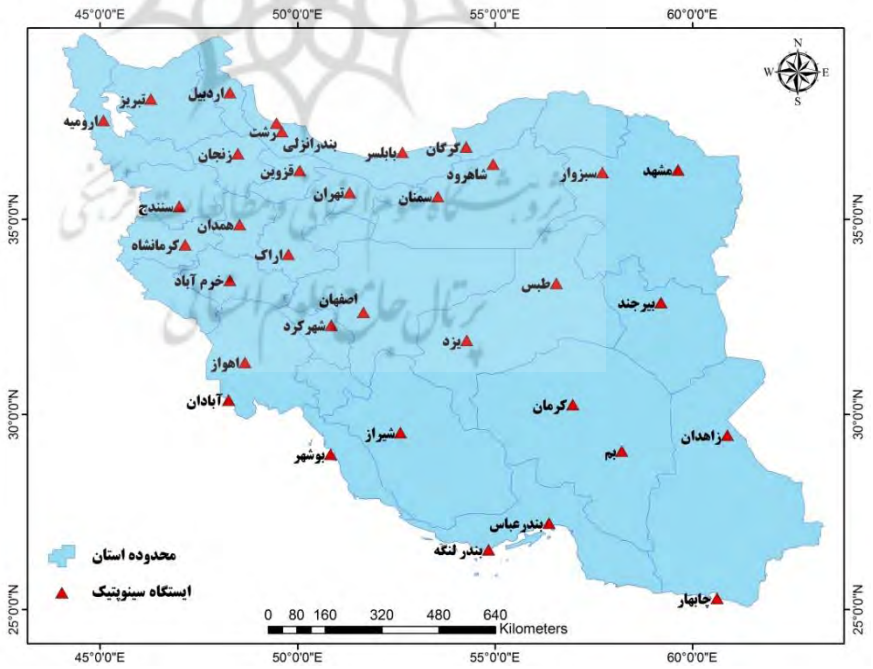
همچنین بابایی فینی و همکاران(۱۳۹۳)، با بررسی اثر تغییر اقلیم بر روند نمایه های حدی بارش ایران زمین با استفاده از مدل HADCM3 دریافتند که مقدار بارش۲٤ساعته در دوره‌ی آتی در مناطق شرقی و شمال شرقی و مرکزی همچنین نوار باریکی از بخش‌های غربی، جنوب غربی و شمال غربی کشور با کاهش همراه است و در بخش شمالی و غربی کشور افزایش نشان می‌دهد و در سایر مناطق کشور روند منفی خواهد داشت. روند مثبت در تعداد روزهای با بارش سنگین به بخش‌های از استان اصفهان، مرکزی، کهکیلویه و بویراحمد، لرستان، ایلام، چهارمحال بختیاری و خوزستان در غرب و جنوب غرب کشور محدود شده و در سایر بخش‌ها با کاهش این نمایه روبه‌رو خواهیم بود. افزایش روند خطی نمایه‌ی حداکثر تعداد روزهای متوالی‌تر (CWD) در مناطق غربی، جنوب غربی و شمال شرقی کشور و افزایش تعداد روزهای متوالی خشک در مناطق شمال شرقی، مرکزی و بخش‌هایی از جنوب کشور و، همچنین، جمع بارش سالانه و روزهای تر در نواحی غربی و جنوب غربی، جنوبی، شمال غربی و بخش‌هایی از شرق کشور افزایش نشان می‌دهد. پیرنیا و همکاران(۱۳۹٤)، با بررسی اثر گازهای گلخانه ای بر دما و بارش شمال ایران نتیجه گرفتند که تغییرات میانگین پنج دوره‌ی ده‌ساله نسبت به میانگین دراز مدت و رابطه کلی تغییرات دما و بارندگی در سه ایستگاه رامسر، بابلسر و گرگان به گونه‌ای است که بطور کلی با کاهش دما، شاهد کاهش بارندگی و با افزایش دما شاهد افزایش بارندگی هستیم. البته این امر، تنها در پنج دوره‌ی ۱۰ ساله بصورت جداگانه و مجزا دیده می‌شود و روند تغییر این دو پارامتر در طی دوره‌ی ۵۰ ساله به شکل دیگری است و در سه ایستگاه، متفاوت می باشد، بطوریکه در ایستگاه رامسر و میانگین منطقه‌ای، دمای متوسط افزایش و بارندگی کاهش یافته است و در دو ایستگاه بابلسر و گرگان به ترتیب شاهد افزایش و کاهش این دو پارامتر بوده است. در دو مقیاس جهانی و نیمکره شمالی نیز دمای متوسط با افزایش و بارندگی با کاهش مواجه بوده که عکس یکدیگر رخ می‌دهند و با تغییرات این دو پارامتر در ایستگاه رامسر و میانگین منطقه‌ای مطابقت دارد. دهقانی و همکاران(۱۳۹۷)، با بررسی اثر تغییر اقلیم بر آب قابل بارش جو در یافتند که سری زمانی سالانه

آب قابل بارش منطقه روند افزایشی داشته است، هر ساله ۰/۰۵ میلی متر، آب قابل بارش افزایش داشته و به سمت همگونتر شدن میل کرده است. این میزان در نواحی شرقی منطقه بالاتر از سایر نواحی بوده است. قبل از سال ۱۹۸۹ نوسانات متعددی در سری زمانی آب آن در منطقه مشاهده شده اما هیچ کدام در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی دار نبوده است اما از سال ۱۹۸۹ به بعد روند افزایش معنی داری در سطح اطمینان ۹۵/۰ داشته است. این رفتار زمانی مکانی آب قابل بارش در واقع می تواند در پاسخ به افزایش دمای عمومی منطقه رخ داده باشد و می توان آن را به عنوان نمایه تغییر اقلیم در منطقه مدنظر قرار داد.

تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی به واسطه ی افزایش گازهای گلخانه ای، باعث گسترش خشکسالی ها و تداوم آن‌ها شده و همچنین این تغییر باعث نایکنواختی توزیع بارش می شود و بر منابع آب تاثیر می گذارد(خسروی و همکاران،۱۳۸۹:۲). علی الخصوص در ایران که بیش از ۸۲ درصد قلمرو کشور در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد این مسأله اهمیت بیشتری می یابد (نظامی،۱۳۹۸:۲۶). با توجه به این که بارش در واقع مهمترین عنصری است که تغییرات آن بطور مستقیم در رطوبت خاک و جریان های سطحی، مخازن زیر زمینی منعکس می شود، بنابراین اولین برداری است که می تواند در مطالعه مناطق خشک مورد توجه قرار گیرد. بنابراین با توجه به مباحث فوق، هدف از پژوهش حاضر آشکارسازی نقش گاز متان به عنوان یکی از گازهای گلخانه ای در نوسان پذیری بارش مناطق مختلف ایران می باشد.

**معرفی منطقه‌ی مورد مطالعه**

کشور جمهوری اسلامی ایران با وسعت ۱،٦٤٠،۱۹۵ کیلومتر مربع در نیمه جنوبی منطقه معتدل شمالی بین ´۰۳، °۲۵ و ´٤۷، °۳۹ عرض شمالی از خط استوا و ´۱٤، °٤٤ و ´۲۰، °٦۳ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. ایران در جنوب غربی آسیا(خاورمیانه)، واقع شده است (شکل ۳-۱). کشورهای افغانستان و پاکستان در شرق، دریای عمان، تنگه هرمز و خلیج فارس در جنوب آن قرار دارند؛ و از شمال به ارمنستان، آذربایجان، ترکمنستان و دریای خزر متصل است و از غرب با عراق و ترکیه هم مرز می باشد( FAO,2007 ).




**شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه**

**داده ها و روش شناسی**

در این تحقیق روش تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفته است. برای انجام پژوهش حاضر از دو نوع داده شامل بارش و گاز گلخانه‌ای متان به عنوان یکی از چند عنصری که در کنار دی اکسید کربن و بخار آب موجب افزایش دمای کره زمین می‌شوند استفاده گردید. بنابر این اطلاعات آماری و داده های مجموع بارش ۳٤ ایستگاه منتخب از سال ۱۹۸٤ تا ۲۰۱۲ از سازمان هواشناسی کشور اخذ گردید. همچنین آمار و اطلاعات مربوط به گاز متان بر حسب بیلیون در قسمت از تارنمای سایت NOAA[1]و به آدرس http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/data دریافت شده و سپس نحوه ارتباط بین پارامترهای مورد استفاده به روش ضریب پیرسون (pcc) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در ادامه مقدار و درصد آنومالی بارش فصلی طی دوره مورد مطالعه نیز محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت. در نهایت نقشه توزیع فضایی شدت و ضعف اثر گرمایش جهانی بر بارش فصلی ایران، با استفاده از نرم افزار ARC GIS و به روش کریجینگ[2]که جهت تحلیل فضایی این عنصر مناسب است ترسیم گردید. مشخصات ایستگاه مونالوای ایالات متحده در جدول ۱ قید شده است.

**جدول ۱: مشخصات ایستگاه اندازه‌گیری گازهای گلخانه‌ای مونالوا**

| کشور | سال تأسیس | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ارتفاع سایت |
|---|---|---|---|---|
| ایالات متحده(جزیره هاوایی) | ۱۹۵۷ | ۱۵۵/۵۷ | ۱۹/۵۳ | ۳۳۹۷ متر |

**یافته های تحقیق**

**فصل بهار**

جهت آشکار سازی اثر گرمایش جهانی بر بارش ایران، ارتباط بین بارش های فصل بهار و گاز متان مورد بررسی قرار گرفت که نتایج مورد محاسبه آن در جدول ۱ قید شده است.

بر اساس جدول ۲ همبستگی میان بارش فصل بهار ایستگاه اردبیل و مقدار فصلی گاز متان به میزان همبستگی ۰/۲۲۰ و سطح معناداری ۰/۰۱ می باشد که بیشترین همبستگی را در بین ایستگاه های کشور به خود اختصاص داده است. بدین معنی که بارش این ایستگاه با گاز متان رابطه‌ای مستقیم دارد. همچنین در این فصل علاوه بر بارش اردبیل، ایستگاه رشت نیز در سطح معناداری ۰/۰۱ و ایستگاه های بابلسر و تبریز در سطح ۰/۰۵ همبستگی مثبتی با گاز متان دارد. ولی ایستگاه بوشهر در سطح معنا داری ۰/۰۵ رابطه معکوسی با گاز متان داشته است. بر اساس یافته ها، در طی دوره مورد مطالعه، بارش ایستگاه اردبیل در فصل بهار ۳٦/۸ درصد یعنی حدود ۱۵/۹ میلیمتر ، و ایستگاه های رشت، بابلسر و تبریز نیز به ترتیب ۱۰/۵، ۹/۳ و ۸/۵ میلیمتر با رشد بارش مواجه بوده اند و تنها ایستگاه بوشهر با کاهش ۷/٤ میلیمتری (کاهش٤٦/۲ درصدی) با کاهش بارش روبه رو بوده است.

**جدول ۲: ضرایب همبستگی بین گاز متان و بارش بهاره ایستگاه های ایران**

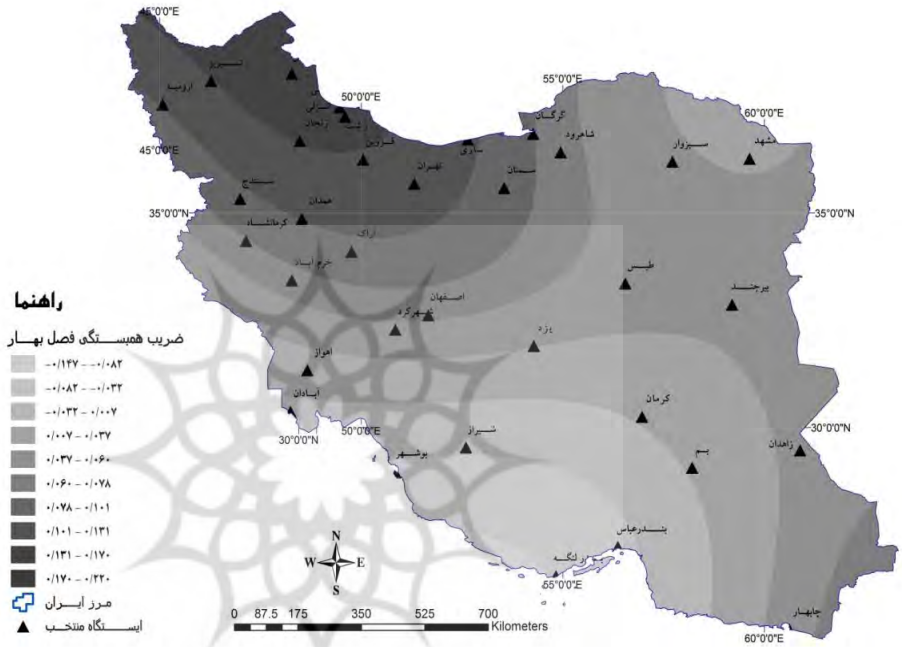
| ایستگاه | ضرایب همبستگی | آنومالی بارش(میلیمتر) | درصد آنومالی |
|---|---|---|---|
| **اردبیل** | ۰/۲۲۰** | +۱۵/۹ | ۳٦/۸ |
| **رشت** | ۰/۱۹۹** | +۱۰/۵ | ۱۸/۸ |
| **بابلسر** | ۰/۱٦۵* | +۹/۳ | ۲٦/٦ |

6. National Oceanic and Atmospheric Administration.
7. Kriging.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۲٤/۸ | +۸/۵ | ۰/۱۵۹* | **تبریز** |
| ٤٦/۲ | -۷/٤ | -۰/۱٤۷* | **بوشهر** |

**(** ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۱ درصد، * ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد)**

به منظور تحلیل اثرگذاری گاز متان بر بارش ایستگاه های کشور (شکل۲)، توزیع فضایی ضرایب همبستگی بین گاز متان و بارش ایستگاه های مورد مطالعه، ترسیم گردید. بر اساس این شکل، ایستگاه های نیمه ی شمالی کشور در فصل بهار بیشترین ارتباط را با گاز متان نشان می دهند. از عرض های پایین به سمت عرض های بالا میزان تأثیر گاز متان بر مقدار بارش در فصل بهار افزوده می شود. بدین معنی که تأثیر این گاز بر بارش این فصل در بخش شمال و شمال غربی کشور تقریباً مثبت و به صورت افزایشی و در بخش هایی از جنوب کشور، تأثیر این گاز بر بارش ایستگاه ها منفی و همراه با کاهش بارش بوده است.




**شکل ۲ : توزیع فضایی همبستگی بین بارش و گرمایش جهانی در فصل بهار**

### فصل تابستان

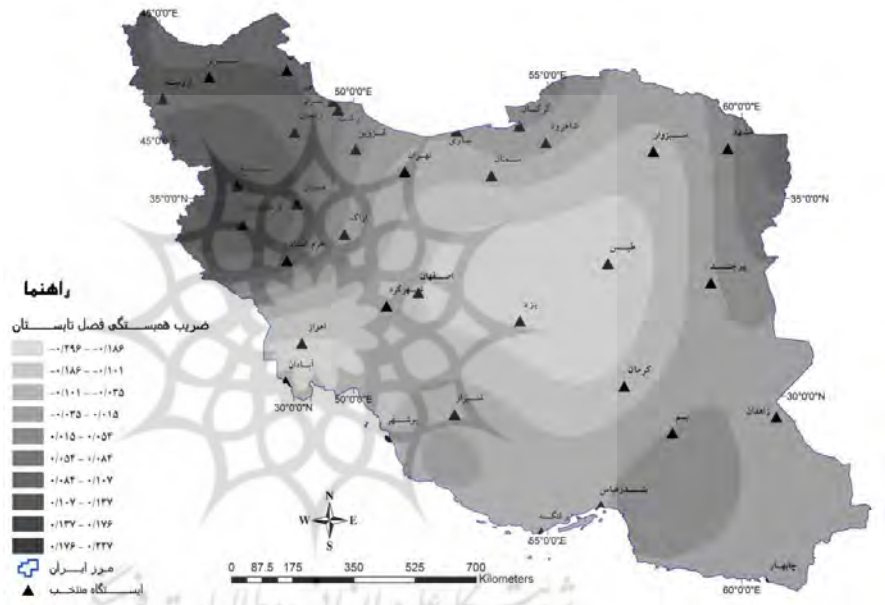
طی فصل تابستان نیز، رابطه بین بارش های این فصل و گاز متان مورد بررسی قرار گرفت که ضرایب همبستگی مورد محاسبه آن در جدول ۳ ارایه شده است.

**جدول۳: ضرایب همبستگی بین گاز متان و بارش تابستانه ایستگاه های ایران**

| درصد آنومالی | آنومالی بارش(میلیمتر) | ضرایب همبستگی | ایستگاه |
|---|---|---|---|
| ۹٤/٦ | -۲۷/۸ | -۰/۲٦۹** | **آبادان** |
| ۵۷/۸ | +۱۲/۷ | ۰/۱۸۳* | **کرمانشاه** |
| ۵۹/۳ | +۱۲/۷ | ۰/۱۹۵* | **خرم‌آباد** |
| ٤۵/٤ | +۱۰/۲ | ۰/۲۲۱* | **سنندج** |
| ٦٤ | -۲٤/٤ | -۰/۱۹۸* | **طبس** |

**(** ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۱ درصد، * ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد)**

بر اساس جدول ۳ همبستگی میان بارش فصل تابستان ایستگاه آبادان و مقدار فصلی گاز متان به میزان ۰/۲۹٦- و سطح معناداری ۰/۰۱ می باشد که بیشترین همبستگی را در بین ایستگاه های مورد مطالعه به خود اختصاص داده است. همچنین بارش ایستگاه طبس نیز در سطح معنا داری ۰/۰۵ دارای ارتباط معکوس با گاز متان بوده است؛ بدین معنی که بارش این ایستگاه با گاز دی اکسیدکربن رابطه‌ای معکوس دارد. همچنین در این فصل بارش ایستگاه های خرم‌آباد، کرمانشاه و سنندج ارتباط مثبت و ایستگاه طبس رابطه ای منفی در سطح معنا داری ۰/۰۵ با گاز متان در این فصل نشان می دهند. همچنین بر اساس نتایج فصل تابستان، بارش ایستگاه آبادان در این فصل ۹٤/٦ درصد یعنی حدود ۲۷/۸ میلیمتر و طبس با ۲٤/٤ میلیمتر(٦٤ درصد) کاهش بارش را تجربه نموده ند. در طی این دوره، ایستگاه های کرمانشاه، خرم آباد و شنندج نیز به ترتیب با ۱۲/۷، ۱۲/۷ و ۱۰/۲ میلیمتر با رشد بارش مواجه بوده اند. داده ها و فراسنج های آماری نشان می‌دهد، فصل تابستان در ایران فصل خشکی است و بارش ها از نظام خاصی پیروی نمی کنند و اکثر ایستگاه کشور طی این فصل بارشی دریافت نمی کنند. در ادامه به منظور تحلیل توزیع فضایی رابطه تاثیرگذاری گاز متان جو بر بارش ایستگاه های کشور در شکل ۲ توزیع فضایی ضرایب همبستگی مورد محاسبه بین گاز متان و بارش ایستگاه های مورد مطالعه ترسیم گردید.




**شکل ۳ : توزیع فضایی همبستگی بین بارش و گرمایش جهانی در فصل تابستان**

نتایج حاصل از توزیع فضایی( شکل ۳) نشان می دهد، بارش ایستگاه های بخش هایی از نیمه ی غربی کشور در فصل تابستان بیشترین ارتباط را با گاز متان نشان می دهند. از بخش های جنوب غربی به سمت عرض های بالا از میزان تأثیر این گاز بر مقدار بارش در در این فصل کاسته می شود. بدین معنی که تأثیر این گاز بر بارش فصل تابستان در بخش هایی از جنوب غرب و مرکز کشور منفی و به صورت کاهشی و در مناطق غربی و شمال غربی کشور تاثیر این گاز مثبت همراه با افزایش بارش بوده است.

### فصل پاییز

جدول ٤ ضرایب همبستگی مورد محاسبه بین بارش های فصل پاییز و گاز متان را نشان می دهد. بر اساس این جدول، همبستگی میان بارش فصل پاییز ایستگاه تبریز و مقدار فصلی گاز متان ۰/۲٤٥- می باشد که با همدیگر در سطح(۹۵ درصد) ۰/۰۵ دارای رابطه‌ای معکوس و معنادارند که بیشترین همبستگی را در بین ایستگاه های

کشور به خود اختصاص داده است. همچنین در این فصل اکثر ایستگاه های نیمه ی شمالی کشور در سطح معناداری ۰/۰۵ رابطه‌ای معکوس نسبت به گاز متان داشته اند. بالعکس، در این فصل از میان ایستگاه های کشور، تنها ایستگاه بوشهر همبستگی مثبت و معناداری در سطح ۹۵ درصد اطمینان با گاز متان دارا بوده است.

همچنین با توجه به این جدول، بارش ایستگاه انزلی در فصل پاییز ۱۳ درصد یعنی حدود ۳٤/۹ میلیمتر ، و ایستگاه‌های کرمان، کرمانشاه، رشت، سنندج، تبریز و زنجان نیز به ترتیب با ۳۹/۲، ۲۳/۲، ۱۷/۸، ۱۱/۱، ۲۰/۲ و ۱٤/٤ میلیمتر با کاهش بارش مواجه بوده اند و تنها مقدار بارش در دو ایستگاه بوشهر و چابهار با رشد ۲۲/۸ (٦۳/٦ درصدی) و ۱۷/۹میلیمتری(٤۱/۱ درصدی) روبه رو بوده اند.

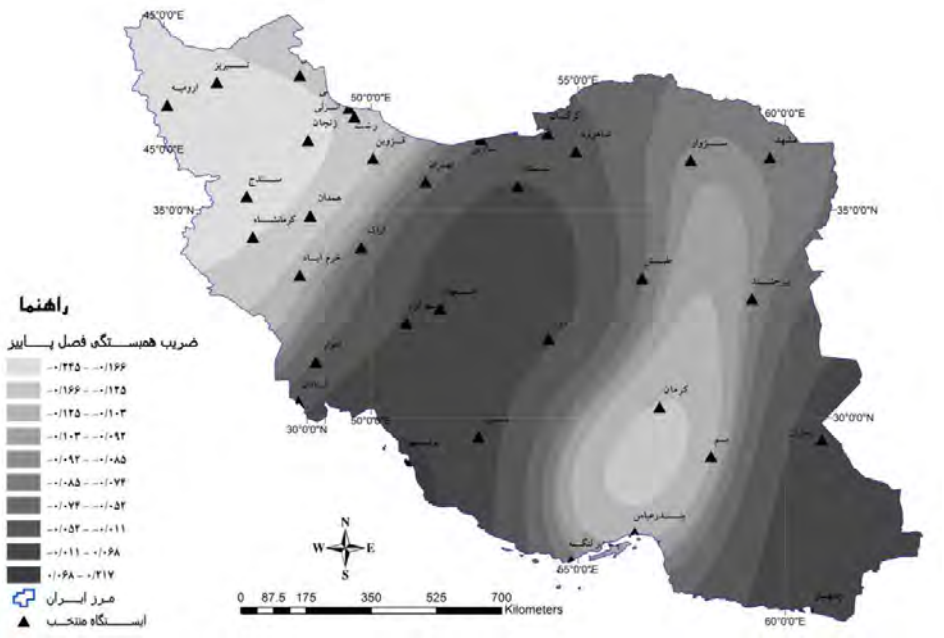
**جدول ٤: ضرایب همبستگی محاسبه شده بین گاز متان و بارش پاییزه ایستگاه های ایران**

| ایستگاه | ضرایب همبستگی | آنومالی بارش(میلیمتر) | درصد آنومالی |
|---|---|---|---|
| **بندرانزلی** | -۰/۲۱٦* | -۳٤/۹ | ۱۳ |
| **بوشهر** | ۰/۲۱۷* | +۲۲/۸ | ٦۳/٦ |
| **چابهار** | ۰/۲۱۲* | +۱۷/۹ | ٤۱/۱ |
| **کرمانشاه** | -۰/۲۰۲* | -۲۳/۲ | ۵۳/۵ |
| **رشت** | -۰/۲۰۹* | -۱۷/۸ | ۹/۵ |
| **سنندج** | -۰/۲۳۷* | -۱۱/۱ | ۲۷/٤ |
| **تبریز** | -۰/۲٤۵* | -۲۰/۲ | ۳٦/۷ |
| **زنجان** | -۰/۲۰۳* | -۱٤/٤ | ۳٤/۲ |
| **کرمان** | -۰/۲۰٦* | -۱۷/۲ | ۳۹/۲ |

**(** ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۱ درصد، *ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد)**

توزیع فضایی ضرایب همبستگی مورد محاسبه بین گاز متان و بارش ایستگاه های مورد مطالعه (شکل ٤) نشان می دهد که بارش ایستگاه های نیمه ی غربی کشور در فصل پاییز بیشترین ارتباط را با گاز متان نشان می دهند. از نیمه ی غربی به سمت نیمه ی شرقی کشور از میزان تأثیر گاز متان بر مقدار بارش در فصل پاییز کاسته می شود. بدین معنی که تأثیر این گاز بر بارش این فصل در در بخش های جنوب غربی و تا حدودی مرکز کشور مثبت و به صورت افزایش بارش و در بخش های غرب و شمال غرب کشور تأثیر این گاز منفی و به صورت کاهش بارش خود را نشان داده است.

پرتال جامع علوم انسانی




**شکل ٤ : توزیع فضایی همبستگی بین بارش و گرمایش جهانی در فصل پاییز**

### فصل زمستان

جدول ٤ ضرایب همبستگی بین بارش های فصل زمستان و گاز متان و میزلت تغیرات بارش در طی فصلزمستان را نشان می دهد. بر اساس یافته ها، همبستگی میان بارش فصل زمستان ایستگاه سنندج و مقدار فصلی گاز متان به میزان همبستگی ۰/۲٦۰- و سطح معناداری ۰/۰۵درصد می باشد که بیشترین ضریب همبستگی در بین ایستگاه های کشور می باشد. بدین معنی که بارش این ایستگاه با گاز متان رابطه‌ای معکوس دارد. در این فصل نیز بارش دو ایستگاه خرم آباد و تبریز نیز در سطح معناداری ۰/۰۵ درصد با این گاز همبستگی نشان می دهند. سایر ایستگاه-ها فاقد ضریب همبستگی معنی دار بوده اند.همچنین بر اساس نتایج مورد محاسبه در این فصل، بارش ایستگاه سنندج با ۳٦/۸ درصد یعنی ۱۵/۹ میلیمتر، ایستگاه تبریز با ۵۰/۱ درصد (۱۱/۳ میلی متر) و ایستگاه خرم آباد با ۲۱/۲ میلیمتر، کاهش بارش را تجربه کرده اند.

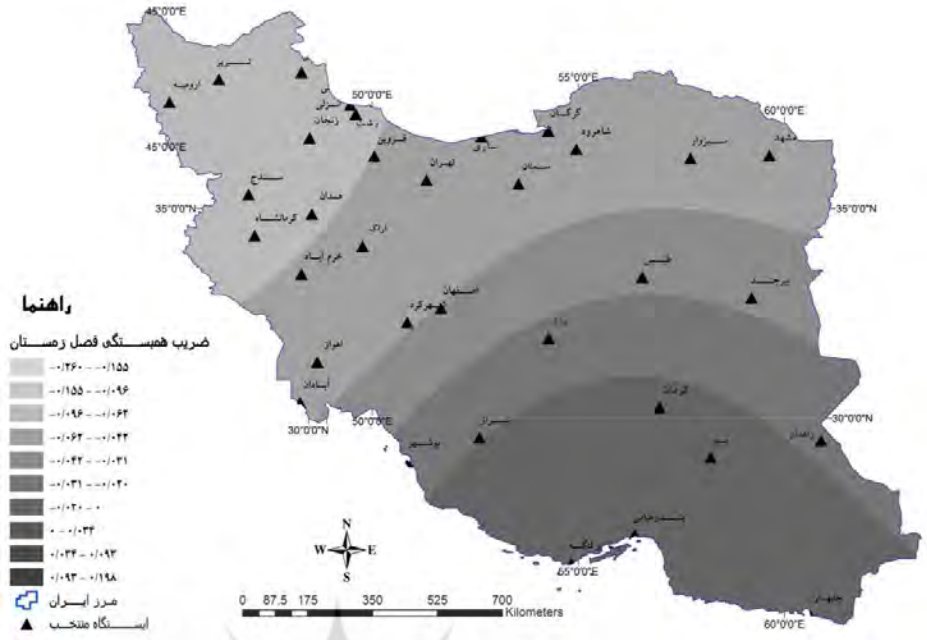
**جدول ٤ : ضرایب همبستگی بین گاز متان و بارش زمستانه ایستگاه های ایران**

| ایستگاه | ضرایب همبستگی | آنومالی بارش(میلیمتر) | درصد آنومالی |
|---|---|---|---|
| **سنندج** | -۰/۲٦۰* | -۲۳/۵ | ٤۷/۲ |
| **تبریز** | -۰/۲۵٤* | -۱۱/۳ | ۵۰/۱ |
| **خرم آباد** | -۰/۲۳۸* | -۲۱/۲ | ۳۵/۳ |

**(** ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۱ درصد، *ضریب معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد)**

همچنین نتایج حاصل از تحلیل فضایی توزیع (شکل ۵) ضریب همبستگی بین این و پارامتر طی فصل زمستان نشان می دهد که، ایستگاه های نیمه ی غربی کشور در این فصل بیشترین ارتباط را با گاز متان نشان می دهند. از نیمه غربی به سمت نیمه شمالی و جنوبی کشور از میزان تأثیر گاز متان بر مقدار بارش در فصل زمستان کاسته می شود. بدین معنی که تأثیر این گاز بر بارش فصل زمستان در بخش های غربی و بخش های کوچکی از جنوب

غربی کشور منفی و به صورت کاهش بارش و در بخش های جنوب شرقی و تا حدودی جنوب کشور مثبت و به صورت افزایش بارش بوده است.




**شکل ۵ : توزیع فضایی همبستگی بین بارش و گرمایش جهانی در فصل زمستان**

**نتیجه گیری**

همانطور که در این پژوهش مشاهده گردید روند افزایشی نرخ میزان متان جو یک امر بدیهی است و نرخ افزایش در دهه های اخیر بیشتر بوده است. همچنین روند گرم شدن هوا در پهنه ی کشور نیز مشهود می باشد. با توجه به تمامی این مواد می توان گفت که علت اصلی تغییرات مشاهده شده در ایستگاه های کشور ناشی از گازهای گلخانه ای در مقیاس جهانی می باشد. باتوجه به اینکه اتمسفر زمین پدیده ای سیال است بنابراین گازهای موجود در جو زمین نیز توسط گردش جو و توده های هوا به سایر نقاط نیز منتقل شده و آسمان دیگر نقاط را نیز دستخوش تغییر و تحول می کند. بنابراین نمی توان گفت که تنها، جو مناطق صنعتی و آلوده دچار این تغییر و تحولات اقلیمی شده است.

با توجه به یافته های تحقیق، نتایج حاصل از تحلیل تأثیر گاز متان در نوسان بارش فصلی مناطق مختلف ایران می توان نتیجه گرفت که اثر این گاز بر بارش فصل بهار در بخش شمال و شمال غربی کشور تقریباً مثبت و به صورت افزایش بارش و در بخش هایی از جنوب کشور، تأثیر این گاز به صورت کاهش بارش بوده است. همچنین با توجه به اینکه در ایران فصل تابستان فصل خشکی است و بارش ها از نظام خاصی پیروی نمی کنند، نتایج تحلیل ها در این فصل آنچنان قابل اطمینان و استناد نمی باشد. ولی در فصل پاییز تأثیر گاز متان طی دوره ی آماری(۱۹۸٤ تا ۲۰۱۲) بر بارش بخش های جنوب غربی و تا حدودی مرکز کشور مثبت و به صورت افزایش بارش و در بخش های غرب و شمال غرب کشور تأثیر این گاز بر بارش مناطق از نوع معکوس و به صورت کاهش بارش خود را نشان داده است. فصل زمستان نیز که به طور معمول بیشترین بارش کشور در این فصل افاق می افتد، ولی طی این دوره ی آماری و تحت تأثیر گاز متان بر ریزش های این فصل، بارش ایستگاه های بخش-

های جنوب شرقی و تا حدودی جنوب کشور مثبت و به صورت افزایش بارش و مناطق غربی کشور از این گاز تأثیر معکوس و از نوع کاهش بارش مواجه بوده اند.

بر اساس نتایج حاصل از تحلیل داده های گرمایش جهانی و بارش ایران، طی فصل بهار بارش بخش های شمالی و شمال غربی کشور با رشد ۱۳ میلمیتری بارش روبرو بوده‌اند. اما در طی همین فصل، جنوب کشور با کاهش ٤٦ درصدی بارش نسبت به بلند مدت دست به گریبان بوده است. با توجه به افزایش مقدار گازهای گلخانه ای، نتایج تحلیل داده ها در فصل تابستان حاکی از کاهش ۳۰ میلیمتری بارش ایستگاه آبادان نسبت به بلند مدت دارد. ولی بالعکس دو ایستگاه سنندج و خرم آباد در این فصل با افزایش ١٤ میلیمتری بارش همراه بوده اند. در فصل پاییز نیز بارش ایستگاه های غربی و جنوبی بیشترین تأثیر را از گاز متان پذیرفته و بارش این ایستگاه‌ها حدود ٢٤ میلیمتر نسبت به بلند مدت کاهش یافته است. اما درطی همین فصل بارش دو ایستگاه بوشهر و چابهار به عنوان نمایندگان جنوب غرب و جنوب شرق کشور، بطور میانگین ۱۷ میلی‌متر رشد را تجربه کرده اند. همچنین نتایج تحلیل داده ها حکایت از کاهش ١٨/٦ میلی‌متری بارش زمستانه در ایستگاه های سنندج، تبریز و خرم آباد دارند. در مجموع با توجه به تحلیل نقش گاز متان در تغییرات بارش ایران ، این نقش حکایت از نوسانات بارش کشور در دراز مدت داشته است و می توان گفت که نقش این گاز در تغییرات بارش کم بوده و در بعضی مناطق حتی معکوس است و با افزایش متان جو بارش افزایش نیز داشته است اما این افزایش چشم گیر نمی باشد. در نتیجه، با این که متان از سایر گازها تاثیر بیشتری بر بارش ایران دارد، لیکن اثرات متان بر بارش ایران اولاً یکسان نبوده و با شدت و ضعف همراه است، ثانیا در بعضی ایستگاه ها اثر آن باعث افزایش بارش شده است و در اغلب ایستگاه ها رابطه معنی داری بین بارش و غلظت گاز متان وجود ندارد.

همچنین با بررسی نتایج تحقیقات انجام شده درسطح بین المللی و داخلی می توان گفت که بین گرمایش جهانی و عناصر اقلیمی نظیر بارش ارتباط وجود دارد. البته این نقش در مناطق و فصول مختلف با یکدیگر ممکن است از نظر زمان، مکان و درصد اطمینان تفاوت داشته باشند. به عنوان مثال با مقایسه نتایج این تحقیق با تحقیقات بین-المللی، نظیر پژوهش‌های رامنتان و فنگ(۲۰۰۹)؛ روپاش(۲۰۱۱) و راموس و همکاران[1] (۲۰۱۲) و در سطح داخلی همانند تحقیقات قویدل‌رحیمی و طولابی نژاد(۱۳۹۲) و بابایی‌فینی و همکاران(۱۳۹۳)، دهقانی و همکاران(۱۳۹۷)، در این نکته متفق‌القول هستند که نوسانات بارش روند قابل توجهی نداشته است و نتایج تحقیقات مذکور تقریباً در یک راستا می باشند. اما نتیجه بر خلاف تحقیقات یاد شده، تحقیق پیرنیا وهمکاران(١٣٩٤)، تأکید می‌کند که در نواحی دریای خزر، با افزایش دما، بارش افزایش و با کاهش دما، بارش نیز کاهش می یابد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**منابع**


۱. بابایی فینی، ام السلمه؛ قاسمی، الهه؛ فتاحی، ابراهیم. (۱۳۹۳). بررسی اثر تغییر اقلیم بر روند نمایه های حدی بارش ایران زمین، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۱(۳): ۱۰۳-۸۵ .

۲. پیرنیا عبدالله، حبیب نژاد روشن محمود، سلیمانی کریم. (۱۳۹٤)، بررسی تغییرات دما و بارندگی در سواحل جنوبی دریای خزر و مقایسه آن با تغییرات درمقیاس جهانی و نیمکره شمالی، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز. ٦ (۱۱) :۱۰۰-۹۰

۳. جهانبخش، علیرضا؛ ترابی، سیما.(۱۳۸۳)، بررسی و پیش بینی دما و بارش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷٤: ۱۰٤-۱۲۵.

٤. خسروی، محمود، اسمعیل نژاد، مرتضی، نظری پور، حمید،.(۱۳۸۹)، تغییر اقلیم و تاثیر آن بر منابع آب خاورمیانه، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، فروردین ۱۳۸۹.

۵. خورشید دوست، محمدعلی؛ قویدل رحیمی، یوسف. (۱۳۸٤)، شبیه سازی آثار دو برابر شدن دی اکسید کربن جو بر تغییر اقلیم تبریز با استفاده از مدل آزمایشگاه پویایی سیالات ژئوفیزیکی(GFDL)، مجله محیط شناسی، ۳۹: ۱-۱۰.

٦. دکامی، ارشیا. (۱۳۸۹)، اثر گازهای گلخانه ای، نشریه نفت و انرژی، ۷۸: ۵۷-٦۱.

۷. دهقانی طیبه، سلیقه محمد، علیجانی بهلول. (۱۳۹۷)، اثر تغییر اقلیم بر میزان آب قابل بارش در سواحل شمال خلیج فارس. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۸(٤۹): ۹۱-۷۵ .

۸. روشن، غلامرضا؛ خوش اخلاق، فرامرز؛ عزیزی، قاسم. (۱۳۹۱)، آزمون مدل مناسب گردش عمومی جو برای پیش بینی مقادیر دما و بارش ایران، تحت شرایط گرمایش جهانی، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۰(۲۷): ۱۹- ۳٦.

۹. صلاحی، برومند؛ ولیزادهٔ کامران، خلیل؛ قویدل رحیمی، یوسف، (۱۳۸٦)، شبیه سازی تغییرات دما و بارش تبریز در شرایط دو برابر شدن دی اکسید کربن جو با استفاده از مدل گردش عمومی مؤسسه مطالعات فضایی گودارد GISS، پژوهش های جغرافیایی، ٦۲ :۵۵- ٦٦.

۱۰. عباسی، فاطمه؛ بابائیان، ایمان؛ حبیبی نوخندان، مجید؛ گلی مختاری، لیلا؛ ملبوسی، شراره. (۱۳۸۹)، ارزیابی تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش ایران در دهه های آینده با کمک مدل MAGICC-SCENGEN، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۷۲: ۹۱-۱۱۰.

۱۱. علی‌حسین زهرایی، معصومه. (۱۳۸۷)، خط مشی ها و تدابیر حقوقی جامعه ی بین الملل برای کنترل گازهای گازهای گلخانه ای، پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده ی علوم محیطی، گروه محیط زیست، شهریور ۱۳۸۷.

۱۲. عزیزی، قاسم؛ کریمی احمدآباد، مصطفی؛ سبک خیز، زهرا .(۱۳۸٤)، روند دمایی چند دهه اخیر ایران و افزایش CO2، نشریه علوم جغرافیایی، ٤(۵): ٤۲-۲۵.

۱۳. فرج زاده اصل، منوچهر .(۱۳۸٤)، خشکسالی، از مفهوم تا راهکار، تهران، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، چاپ اول.

۱٤ قویدل رحیمی، یوسف. (۱۳۸۵)، ارزیابی حساسیت پذیری دما و بارش تبریز به افزایش دی اکسید کربن جو با استفاده از مدل های گردش جهانی پیوندی جوی- اقیانوسی، فصلنامه مدرس علوم انسانی، ویژه نامه جغرافیا، ۲٤: ۱۰۳-۱۲۳.

۱۵. قویدل رحیمی, یوسف, طولابی نژاد, میثم, فرج زاده, منوچهر .(۱۳۹۲). آشکارسازی آماری اثر گاز گلخانه‌ای هگزا فلورید گوگرد بر بارش‌های فصلی ایران در دهه اخیر .جغرافیا و پایداری محیط، ۳(۹): ۳۲-۲۳.

۱٦. محمدی، حسین؛، مقبل، معصومه؛ رنجبر، فیروز. (۱۳۸۹)، مطالعه تغییرات بارش و دمای ایران با استفاده از مدل MAGICC SCENGE ، فصلنامه علمی-پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، ۸(۲۵): ۱٤۲-۱۲۵.

۱۷. مساح بوانی، علیرضا،، مرید، سعید. (۱۳۸٤)، اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب و تولید محصولات کشاورزی مطالعه موردی: حوضه زاینده رود اصفهان، تحقیقات منابع آب ایران، ۱(۱): ٤۰-٤۷.

۱۸. منتظری، مریم؛ فهمی، هدایت. (۱۳۸۲)، اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه ای تغییر اقلیم، ۱-۱٦.

۱۹. نظامی، مهدی. (۱۳۸۹)، بهره برداری از استانداردهای بین المللی برای مقابله با تغیرات آب و هوایی، نشریه سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ماهنامه استاندارد، ۲۲۱: ۲۲-۳۳.

۲۰. Frei Christoph, Christoph Schiir, Daniel Liithi and Huw C. Davies(1998), Heavy Precipitation Processes in a Warmer Climate, Geophysical research letters, 25(9):1431-1434.

۲۱. Frei, Christoph, Regina Schöll, Sophie Fukutome, Jürg Schmidli and Pier Luigi Vidalem(2005), Future change of precipitation extremes in Europ: an intercomparision of scenarios from Regional Climate models, Atmospheric and Climate Science, ETH, Zürich, Switzerland.

۲۲. Ghavidel, Y,. Toulabi nejad, M,. Farajzadeh, M .(2016). Spatiotemporal analysis of carbon dixoid impact on seasonal rainfall oscillation in Iran, Journal of Natural Environment Change, 2(1): 47-55.

۲۳. Mitchell ,J. B (1989), The Greenhouse effect and Climate change, Reviewso f Geophysics, Meteorologica Office, Brackne!England ,February1989, 115-۱۳۹.

۲٤. Ramanthan, V & Feng ,Y ,(2009), Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional Perspective, Atmospheric Environment, 43: 37-۵۰.

۲۵. Ramos, M. C. ,. J. C. Balasch ,. J. A. Martínez-Casasnovas,(۲۰۱۲), □□□□□□□□ temperature and precipitation variability during the last 60 years in a Mediterranean climate area of Northeastern Spain: a multivariate analysis, Theor Appl Climatol, 26:10-29.

۲٦. Raupach. Michael, Fraser. Paul.(2011), Climate and greenhouse gases,Science and solutions for Australi, 1-33.

۲۷. http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/data /.

۲۸. The Story of FAO,2007.

۲۹. WMO, Green house Gas, Bulletin , NO , 7 , November 2011.