فصلنامه مطالعات عمران شهری

تاریخ دریافت:۱۳۹۶/۰۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۹

تغییرات آب و هوایی و پدیده‌ی شرجی در شهرهای ساحلی (مطالعه‌ی موردی: استان هرمزگان)

سهراب قائدی[۱]

چکیده

با توجه به شرایط محیطی، پیامدها و دامنه‌ی تغییرات آب و هوایی بر زندگی ساکنان هر بخش از کره‌ی زمین متفاوت است. در این پژوهش به بررسی تأثیر تغییرات آب و هوایی بر پدیده‌ی شرجی شهرهای ساحلی منتخب استان هرمزگان پرداخته شد. از این‌رو از شاخص شدت شرجی به‌منظور شناسایی این پدیده استفاده شد. نقشه‌های پهنه‌بندی ماهانه شرجی استان و نمودار ماهانه میانگین رخداد شرجی نشان می‌دهند که در ماه‌های آذر تا بهمن در هیچ منطقه‌ای از استان شرجی دیده نمی‌شود و بیشترین میزان شرجی مربوط به ماه‌های تیر و مرداد است. با استفاده از نمودار رگرسیون تعداد روزهای رخداد شرجی در هر سال، تغییرات سالانه این پدیده در ایستگاه‌های مورد مطالعه بررسی شد. شیب مثبت در تمام ایستگاه‌ها بیانگر افزایش رخداد شرجی در طی سال‌های مورد مطالعه است، که بیشترین شیب خط مربوط به جاسک و کمترین مقدار آن مربوط به بندرعباس است. پدیده‌ی شرجی بر سلامتی انسان، مصرف انرژی، آلودگی هوا و غیره تأثیر منفی دارد و با افزایش رخداد آن در شرایط تغییرات آب و هوایی بر آثار نامطلوب و حتی غیرقابل تحمل آن در شهرهای ساحلی بویژه در عرض‌های جغرافیایی پایین، افزوده می‌شود؛ بنابراین لازم است تا برنامه‌های مناسب برای کاهش رخداد و یا مقابله با پیامدهای آن انجام گیرد.

کلید واژه: تغییر آب و هوا، شرجی، شاخص شدت شرجی، استان هرمزگان.

۱. استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، Email:s.ghaedi@scu.ac.ir

مقدمه

هرچند از گذشته‌های دور مطالعات مربوط به میکروکلیمای شهری انجام گرفته است، لیکن در سال‌های اخیر پدیده‌ی گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی موجب توجه بیشتر به این گونه پژوهش‌ها شده است. بسیاری از تحقیقاتی که در زمینه‌ی آشکارسازی تغییرات آب و هوایی در جهان صورت گرفته است، حاکی از آن است که جهان آینده، گرم‌تر، با تغییرپذیری شدید بارش و رطوبت هوای بیشتر خواهد بود و در صورت پایبند نبودن کشورها به توافق نامه‌ی پاریس که الزام‌های سیاسی ایجاد نموده است، تغییرات دمایی در جهان بسیار شدیدتر خواهد بود؛ بطوری‌که میانگین دمای ایران در صورت پایبند نبودن به تعهدات این توافق‌نامه از سوی همه‌ی کشورهای جهان حدود ۵/۲ و درصورت پایبند بودن به آن، ۱/۳ درجه سلسیوس تا پایان سده‌ی جاری نسبت به دوره ۲۰۰۵-۱۹۸۶ افزایش می‌یابد (دفتر مرجع ملی هیات بین‌الدولی تغییر اقلیم، ۱۳۹۶). بنابراین شهرها در معرض پیامدهای گازهای گلخانه‌ای و تأثیرات محلی شهرنشینی از جمله جزیره گرمایی قرار می‌گیرند (McCarthy, et al, 2010) و تغییرات اقلیمی تهدیدی جدی برای توسعه پایدار شهری است و بسیاری از شهرها را در معرض خطر قرار می‌دهد (Wamsler, 2013). شهرهای ساحلی به دلیل قرار گرفتن در کنار پهنه‌های آبی بزرگ، در معرض رخداد پدیده‌ی شرجی که نتیجه همزمان برهمکنش افزایش دما و رطوبت است، می‌باشند. هر چند پدیده‌ی شرجی، بویژه در مناطق گرم جنوبی ایران بسیار رایج است، اما افزایش شدت و مدت زمان این پدیده پیامدهای بسیار نامطلوبی بر همه‌ی ابعاد زندگی مردم در این مناطق خواهد داشت. به نظر می‌رسد که کاویانی (۱۳۶۰) از نخستین پژوهشگرانی است که شرجی ماهانه را در کرانه‌های جنوبی کشور محاسبه و شدت آن را در این مناطق با یکدیگر مقایسه کرد. پژوهش‌هایی نیز که پس از آن انجام گرفته، بیشتر در زمینه‌ی تأثیر شرجی بر دمای آسایش و گردشگری، تغییرات زمانی و مکانی و شرایط آب و هوایی رخداد آن بوده است. بریمانی و اسمعیل‌نژاد (۱۳۹۰) با در نظر گرفتن

شاخص شرجی برای تعیین فصل گردشگری در سواحل جنوبی ایران بیان نمودند که فصل زمستان و ماه آذر در بیشتر ایستگاه‌های مورد مطالعه، بدون شرجی و یا ملایم است. سالاری و باعقیده (۱۳۹۰) به بررسی آماری شرجی در جزیره‌ی قشم پرداختند و دریافتند که تیرماه شدت شرجی بیش از سایر ماه‌هاست. باعقیده و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی آماری و همدید پدیده‌ی شرجی در سواحل شمالی ایران پرداختند و دریافتند که میزان شرجی در سواحل غربی دریای خزر بیش از مناطق شرقی آن است و در الگوهای تراز سطحی استقرار کم فشار پاکستان در نیمه جنوبی کشور و نفوذ زبانه ی پرفشاری از دریای سیاه، و در تراز میانی حاکمیت پرفشار جنب حاره سبب رخداد شرجی در این مناطق گردیده است. خسروی و همکاران (۱۳۹۳) به تحلیل همدید سامانه‌های شرجی در استان خوزستان پرداختند و دریافتند که در دوره‌ی گرم سال در تراز میانی استیلای کامل پرفشار پویشی جنب حاره و گسترش و تقویت نصف‌النهاری آن موجب تقویت و تداوم پایداری بر فراز جو منطقه و رخداد شرجی شده است و در دوره‌ی سرد نیز تسلط مرکز فشار زیاد جنب حاره‌ای بر جنوب غربی ایران و استقرار محور پرفشار منطبق بر آن، مهمترین عامل در هدایت جریان‌های نصف‌النهاری مثبت و انتقال رطوبت از دریاهای گرم جنوب به سمت خوزستان به شمار می‌رود. مولایی پارده و سلحشور (۱۳۹۳) با مطالعه‌ی تأثیر تغییر اقلیم بر پدیده شرجی ایستگاه آبادان دریافتند که روند تغییرات تعداد روزهای با شدت کم شرجی افزایشی و معنادار و تعداد روزهای با شدت زیاد افزایشی بوده ولی معنادار نبوده است. برنا و شاعری کریمی (۱۳۹۵) با تحلیل زمانی – مکانی پدیده‌ی شرجی در استان خوزستان دریافتند که روند رخداد شرجی در نیمه جنوبی استان افزایشی است. محمودی و همکاران (۱۳۹۶) به ارزیابی روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی در نیمه جنوبی ایران پرداختند و دریافتند که در مقیاس فصلی تنها در ایستگاه دزفول و

در فصل تابستان روند شرجی افزایشی بوده است. وانگ و گونگ[1] (۲۰۱۰) تغییرات پدیده‌ی شرجی و امواج گرمایی شهر پکن را در یک دوره ۶۰ ساله (۲۰۰۰-۱۹۴۰) بررسی کردند و مشاهده نمودند که از سال ۱۹۸۰ همزمان با پدیده‌ی گرمایش جهانی، تعداد روزهای همراه با پدیده‌ی شرجی در این منطقه افزایش یافته است. سوگا[2] (۲۰۱۱) با مطالعه‌ی تحلیل تأثیرات شهرنشینی بر اقلیم محلی شهر کانتو ژاپن در مرداد ماه به این نتیجه رسیده است که به دلیل کاهش سرعت باد در شهرها و افزایش دما، پدیده‌ی شرجی در شب افزایش یافته است. شی[3] و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه روند دما، رطوبت و شرجی در چین دریافتند که بجز تبت در سایر ایستگاه‌ها تعداد روزهای هوای شرجی روند مثبت نشان می‌دهد.

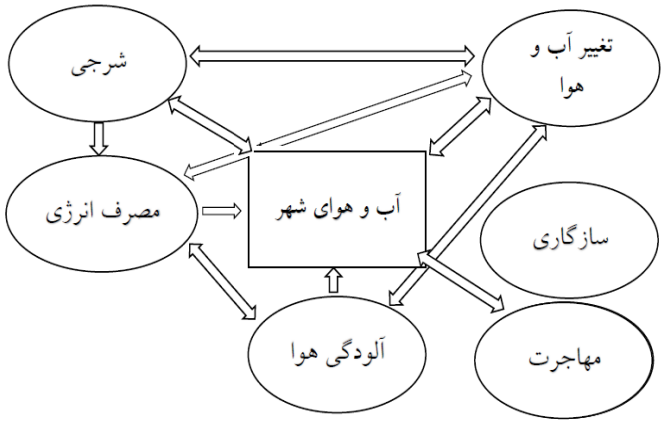
هدف از این پژوهش تعیین تغییرات مکانی – زمانی پدیده ی شرجی در ایستگاه-های منتخب استان هرمزگان با توجه به رخداد تغییرات اقلیمی و تأثیر پدیده‌ی شرجی و افزایش آن بر شهروندان و ارائه‌ی پیشنهادهایی برای کاهش این اثرات است.

مبانی نظری تحقیق

شکل (۱) چارچوب مفهومی تأثیر تغییرات آب‌وهوایی بر پدیده‌ی شرجی و پیامدهای آن را در شهرهای ساحلی نشان می‌دهد. رابطه ی تغییرات آب‌وهوایی و پدیده‌ی شرجی یک رابطه‌ی دوسویه است؛ بدین‌معنا که با رخداد تغییرات آب و هوایی پدیده‌ی شرجی شدیدتر و با شدیدتر شدن شرجی به دلیل باندهای جذبی زیاد رطوبت هوا، تغییرات آب و هوایی شدیدتر می‌شود و به عنوان یک پسخوراند مثبت عمل می‌کند. با افزایش میزان شرجی بر مصرف انرژی در شهرها افزوده می‌شود که این افزایش مصرف نیز با تغییرات آب و هوایی رابطه‌ای دوسویه دارد و از سوی دیگر منجر به افزایش آلودگی هوا می‌شود. رابطه‌ی آلودگی هوا و تغییرات آب‌وهوایی نیز

[1] . Wang & Gong
[2] . Suga
[3] . Shi

دوطرفه است و با افزایش یکی، دیگری نیز افزایش می‌یابد. همه‌ی این عوامل آب‌و-هوای شهر را تحت تأثیر قرار می‌دهند که منجر به تغییر آب و هوای شهر می‌گردند. با تغییر آب‌وهوای شهر، شهروندان یا با شرایط جدید سازگاری پیدا می‌کنند و یا مجبور به مهاجرت می‌شوند که در هر صورت بازخورد آن متوجه شهر می‌شود.



شکل (۱): چاچوب مفهومی اثر تغییرات آب و هوایی بر رخداد پدیده‌ی شرجی و پیامدهای آن در شهرهای ساحلی

منبع: نگارنده

مواد و روش‌ها

برای محاسبه شرجی شاخص‌ها و روش‌هایی از سوی محققان پیشنهاد و بکار گرفته شده است. برخی شرجی را در شرایطی می‌دانند که فشار بخار آب بیش از ۱۸ هکتوپاسکال باشد (Dieterichs, 1975). یکی از شاخص‌های پرکاربرد برای محاسبه

شرجی، شاخص لانکستر است، که علاوه بر تعیین وجود شرجی، شدت آن را نیز تعیین می کند:

رابطه (۱) $$D = \frac{Rh}{21.55} - \frac{100}{T} + 1.3$$

که در اینجا D شدت شرجی، Rh رطوبت نسبی(درصد) و T میانگین دما (سانتی-گراد) است. بر این اساس آستانه‌ی رخداد شرجی دمای ۱۶/۸ درجه سانتی‌گراد است. جدول (۱) طبقه‌بندی شاخص‌های شدت شرجی را نشان می‌دهد.

جدول (۱): طبقه‌بندی شاخص شدت شرجی

طبقه بندی شاخص های شدت شرجی	مقادیر
شرجی ضعیف	۰ – ./۴۹
شرجی متوسط	۰/۵ – ۰/۹۹
شرجی شدید	۱ – ۱/۴۹
شرجی بسیار شدید	بیش از ۱/۵

برای مطالعه پدیده‌ی شرجی در استان هرمزگان از داده‌های روزانه‌ی دما و رطوبت نسبی ۵ ایستگاه ساحلی، در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴ که دارای کمینه‌ی داده‌ی ۳۰ سال بودند، استفاده شد. از نظر پراکنش ایستگاه‌ها تلاش گردید تا از مناطق شرقی تا غربی استان و جزایر را دربرگیرد. جدول (۲) ایستگاه‌های مورد مطالعه و مشخصات آنها را نشان می‌دهد. سپس با استفاده از شاخص لانکستر، شدت شرجی در هریک از ایستگاه‌ها محاسبه گردید. با استفاده از شاخص تعیین‌شده در ایستگاههای مورد مطالعه و ایستگاه‌های مجاور، شدت شرجی در هر یک از ماه‌های سال در سطح استان پهنه‌بندی گردید. برای میانیابی داده‌ها از فاصله‌ی اقلیدسی و پیوند وارد استفاده گردید. نمودار میانگین رخداد شرجی برای ایستگاه‌های مورد مطالعه ترسیم گردید و

سپس با استفاده از رابطه‌ی رگرسیون، تغییرات پدیده‌ی شرجی در طی دوره‌ی مطالعه-ی برای هر یک از ایستگاه‌ها محاسبه شد.

جدول (۲): مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)
ابوموسی	۲۵ °۵۲'	۵۵ °۱'	۱۱۰
بندرعباس	۲۷ °۱۱'	۵۶ °۱۷'	۱۰
بندرلنگه	۲۶ °۳۳'	۵۴ °۵۳'	۱۴
جاسک	۲۵ °۳۸'	۵۷ °۴۶'	۸
کیش	۲۶ °۳۳'	۵۴ °۰۱'	۳۲

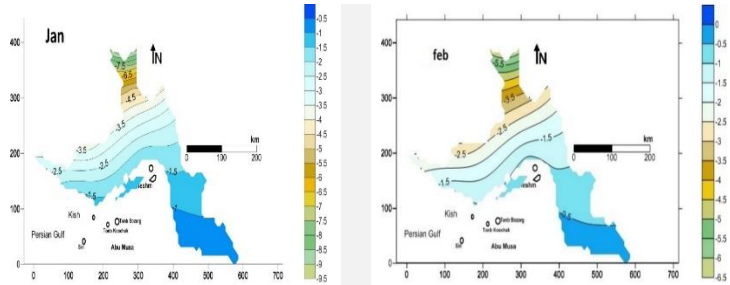
معرفی محدوده

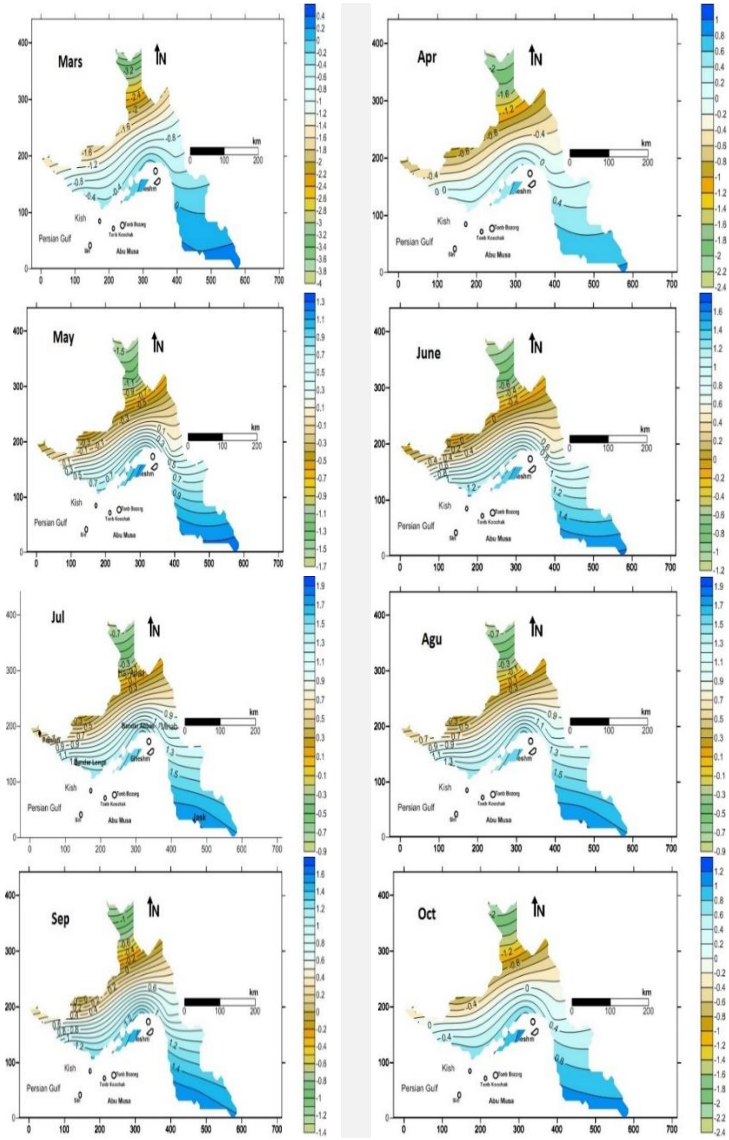
استان هرمزگان در جنوب کشور قرار گرفته است که شرقی‌ترین شهرستان آن (جاسک) در شمال دریای عمان و غربی‌ترین شهرستان آن (پارسیان) در شمال خلیج فارس واقع شده‌اند. جزایر این استان از تنگه‌ی هرمز تا خلیج فارس پراکنده شده‌اند. شکل (۲) محدوده‌ی استان هرمزگان را نشان می‌دهد.

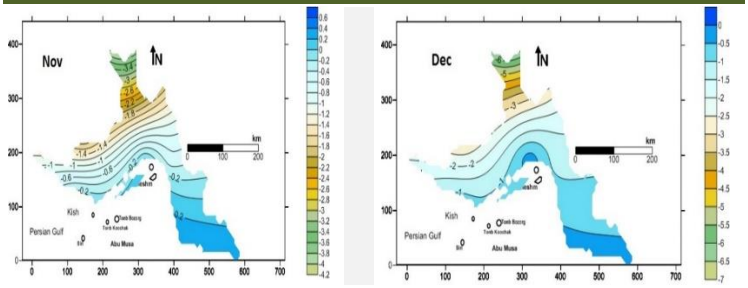
شکل (۲): محدوده‌ی استان هرمزگان

پهنه‌بندی ماهانه‌ی رخداد شرجی استان هرمزگان

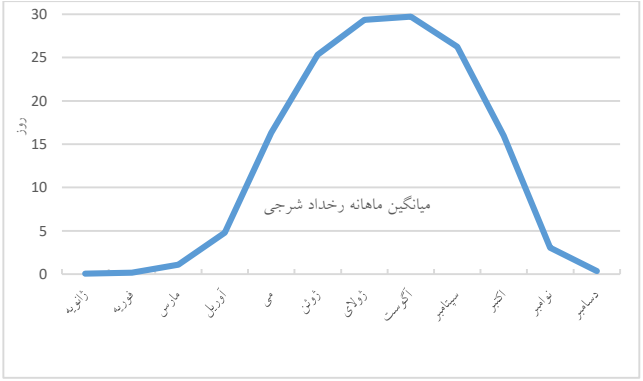
با استفاده از مقادیر شاخص شدت شرجی ایستگاه‌های مورد مطالعه و ایستگاه‌های مجاور (داخل و خارج استان) برای میانیابی شاخص در همه‌ی پهنه‌ی استان، نقشه‌های پهنه‌بندی ماهانه‌ی شاخص شدت شرجی استخراج گردید (شکل ۲). با توجه به جدول طبقه‌بندی شدت شرجی، مقادیر کمتر از صفر به معنای نبود شرجی است. بنابراین در ژانویه و فوریه در هیچ منطقه‌ای از استان پدیده‌ی شرجی دیده نمی‌شود. در ماه مارس تنها در نیمه‌ی جنوبی از بخش شرقی استان، شرجی ضعیف رخ داده است. در ماه آوریل تمام نیمه جنوبی استان شرجی ضعیف تا متوسط را تجربه می‌کند. در ماه‌های می تا سپتامبر به تدریج شرجی در مناطق شمالی‌تر استان دیده می‌شود ولی در شمالی‌ترین قسمت استان که محدوده‌ی شهرستان حاجی‌آباد است، در هیچ ماهی شرجی دیده نمی‌شود. از اکتبر به تدریج شرجی به سمت جنوب پسروی می‌کند، بطوری‌که در نوامبر تنها در نیمه جنوبی مناطق شرقی شرجی دیده می‌شود و در ماه دسامبر در هیچ منطقه‌ای شرجی وجود ندارد. همانگونه که شکل ۴ نیز نشان می‌دهد، میزان شرجی در ماه‌های دسامبر تا فوریه (آذر تا بهمن) در استان صفر است و بیشترین میزان شرجی مربوط به ماه‌های ژولای و آگوست (تیر و مرداد) است.




Mars
Apr
May
June
Jul
Agu
Sep
Oct
N
km
Kish
Persian Gulf
Abu Musa



شکل (۳): پهنه‌بندی ماهانه شاخص شدت شرجی در استان هرمزگان

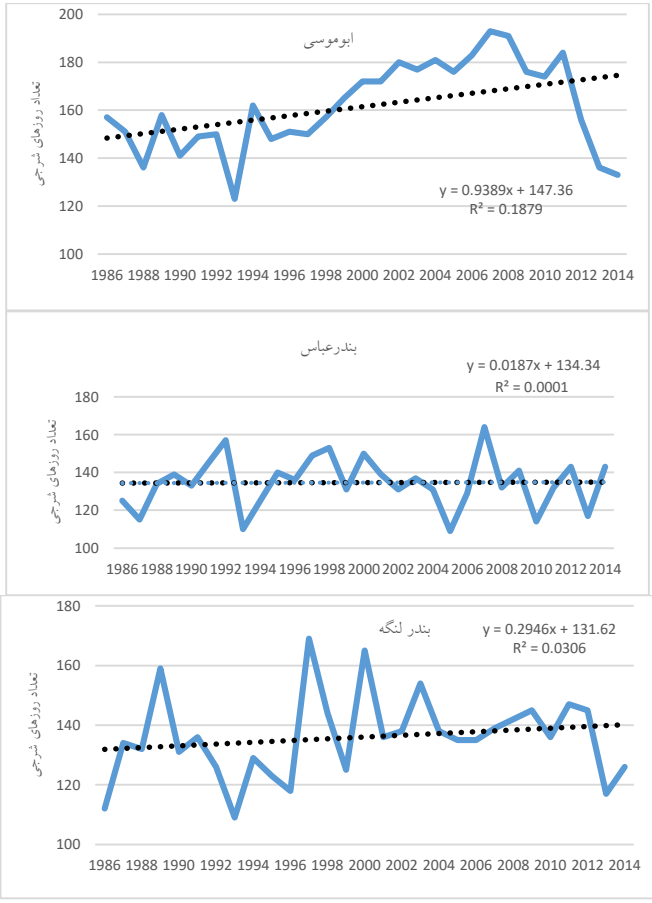


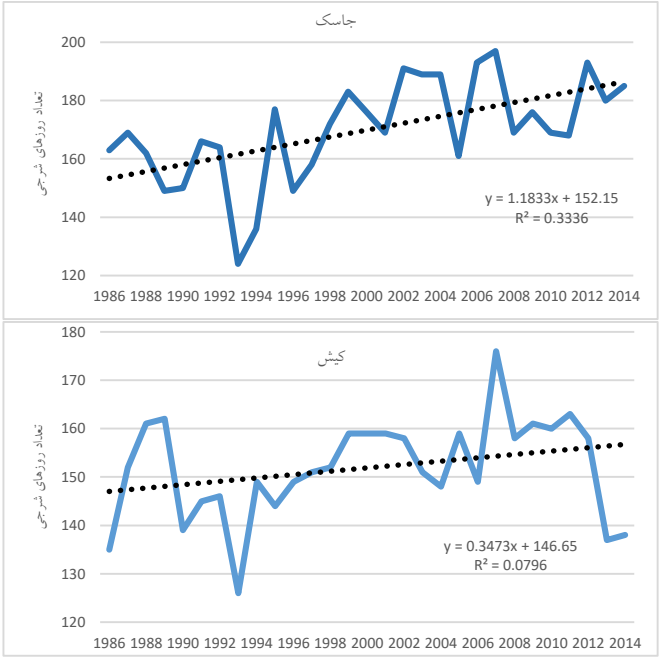
شکل (۴): میانگین ماهانه‌ی رخداد شرجی در ایستگاه‌های مورد مطالعه

تغییرات زمانی شرجی

شکل ۵ تغییرات زمانی و شیب خط رخداد شرجی را در ایستگاه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. در این مقادیر عدد نخست مربوط به شیب خط و عدد دوم مربوط به عرض از مبدا است. شیب خط در تمام ایستگاه‌ها مثبت می‌باشد. بیشترین شیب خط مربوط به ایستگاه جاسک در سواحل دریای عمان است که بطور متوسط در هر سال، ۱/۱۸ روز بر تعداد روزهای شرجی ایستگاه افزوده شده است و پس از آن جزیره‌ی ابوموسی با شیب ۰/۹۳ است. کمترین مقدار شیب نیز مربوط به ایستگاه بندرعباس با

مقدار ۰/۰۱۸ است. بطور کلی می‌توان گفت، هرچند افت و خیزهای زیادی در تعداد روزهای رخداد شرجی در سال‌های مورد مطالعه در همه‌ی ایستگاه‌ها وجود دارد، ولی در همه ایستگاه‌ها شیب خط مثبت و میزان شرجی ایستگاه‌ها افزایش داشته است.





شکل (۵): تغییرات سالانه و شیب رخداد شرجی در ایستگاه‌های مورد مطالعه

پیامدهای شرجی و روند افزایشی آن

پدیده‌ی شرجی بر همه‌ی ابعاد زندگی ساکنان مناطق ساحلی تأثیرگذار است، بطوری‌که از سلامتی ساکنان تا تمام مسائل اجتماعی و اقتصادی این مناطق را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در ادامه به تشریح برخی از این تأثیرات پرداخته می‌شود.

آلودگی هوا: تراکم جمعیت در مناطق شهری موجب استفاده بیشتر از سوخت‌های فسیلی در مصارف خانگی، تراکم صنایع در اطراف شهرها و استفاده زیاد از وسایل حمل و نقل می‌گردد؛ که این عوامل موجب آلودگی بیش از حد شهرها شده است. مهمترین آلاینده‌های هوا شامل ترکیبات گوگردی، منوکسید کربن، دی اکسید نیتروژن و ذرات معلق (هواویزها) می‌باشد (طولابی و همکاران، ۱۳۹۱). در این میان ترکیبات

گوگردی و نیتروژن‌دار بیش از سایر آلاینده‌ها در ترکیب با آب موجب تشکیل ترکیبات اسیدی می‌گردند (Manahan, 2005). بارش‌های اسیدی تنها بصورت باران و یا برف نیست، بلکه با ترکیب آلاینده‌ها با بخار آب موجود در محیط سبب تشکیل باران اسیدی خشک می‌گردند که بصورت گازها و ذرات معلق اسیدی است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴). با افزایش میزان شرجی هوا بر میزان تشکیل باران‌های اسیدی خشک افزوده می‌شود که می تواند با تأثیر بر ساختمان‌های شهری موجب تیرگی، پوسیدگی و خوردگی سنگ‌های ساختمانی و سازه‌ها گشته و بر نمای شهر تأثیر منفی گذارد. تأثیر باران اسیدی بر انسان یا بصورت غیرمستقیم است که در اینصورت با استفاده‌ی انسان از مواد غذایی و منابع آب که تحت تأثیر آلودگی قرار گرفته‌اند، موجب پیامدهای منفی بر انسان می‌گردد (Singh and Agrawal, 2008)؛ و یا بصورت مستقیم بر پوست و مجاری تنفسی تأثیر می‌گذارد. باران اسیدی با تأثیر بر کاهش فتوسنتز با کاهش محتوای کلروفیل برگ‌ها، افزایش حساسیت گیاهان به خشکی و بیماری‌های گیاهی و کاهش رشد (عزتی و ربانی، ۱۳۹۳) موجب آسیب رسیدن به گیاهان و در نتیجه فضای سبز شهری می‌شود.

سلامت شهروندان: در دمای محیطی بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، انسان احساس راحتی می‌کند و بدن انسان قادر به حفظ تراز متعادل با کمترین بازتاب برای تنظیم حرارتی است. با فراتر رفتن دمای محیط از دمای راحتی، بدن انسان با هرز گرمای اضافی برای تعادل دوباره تلاش می‌کند (کاویانی، ۱۳۸۰). هرگاه دمای محیط بیش از ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد شود، بدن با سرمایش تبخیری ناشی از تعرق، دمای داخلی بدن را کاهش می‌دهد. تبخیر در شرایطی رخ می‌دهد که رطوبت محیط کم باشد. در شرایط شرجی به دلیل رطوبت بسیار زیاد محیط، امکان تبخیر و در نتیجه سرمایش تبخیری بدن کاهش می‌یابد. در این شرایط بدن آب بیشتری را به سطح پوست می-فرستد تا امکان تبخیر را افزایش دهد. ادامه‌ی این شرایط منجر به کاهش بسیار زیاد

آب بدن و در نتیجه گرمازدگی می‌شود. از سوی دیگر هرچند رطوبت موجود در هوا برای تنفس انسان ضروری است، ولی در شرایط شرجی معمولاً با افت توان فیزیکی و تنفسی انسان همراه می‌باشد و تاثیر نامطلوب آن درافرادی که دارای نارسائی گردش خون و یا عوارض گوناگون قلبی می‌باشند، بیش از دیگران است (سالاری، ۱۳۸۹). در هوای گرم و در حد اشباع از بخارآب انجام کارهای سخت بدنی مشکل و گاهی غیرممکن است و نیز اشتها کاهش یافته و اختلال در کار دستگاه گوارش و اعصاب ایجاد می‌شود، رشد و نمو میکروب‌ها، تخم انگل‌ها و حشرات شدت یافته و زمینه برای رشد و گسترش بیماری‌های عفونی و انگلی مهیا می‌شود (هوشور، ۱۳۸۱).

مصرف انرژی: از آنجا که افزایش شرجی به معنای افزایش دما و رطوبت هوا بصورت همزمان است، در نتیجه استفاده از منابع انرژی برای تهویه مطبوع ساختمان‌ها و کاهش دمای سیستم‌ها در صنایع افزایش می‌یابد. بیشترین وسایل سرمایشی که در مناطق گرم و مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرند، مصرف بسیار بالای انرژی دارند که بطور مداوم در تمام دوره‌ی گرم و مرطوب استفاده می‌شوند. بدیهی است که با افزایش شرجی در شهرهای ساحلی مسزان مصرف انرژی نیز افزایش می‌یابد و با توجه به این که بیشترین منبع انرژی جهان در حال حاضر سوخت‌های فسیلی است، بنابراین بر میزان آلودگی هوا افزوده می‌شود.

بطور کلی می‌توان گفت که با تغییر در هر کدام از عوامل بیان شده، سایر عوامل نیز تغییر می‌کنند و زنجیره‌ای بهم پیوسته از شرایط نامناسب شکل می‌گیرد که می‌تواند شرایط زیستی منطقه را غیرقابل تحمل نماید و سازگاری با شرایط جدید تا حدی امکان‌پذیر است و با گذشتن این شرایط از آستانه‌ی تحمل ساکنان، چاره‌ای جز مهاجرت و پناه بردن به مناطقی با شرایط مناسب‌تر، نیست.

نتیجه گیری

پدیده‌ی شرجی نتیجه بر همکنش عناصر دما و رطوبت است که پدیده‌ای رایج در شهرهای ساحلی بویژه در عرض‌های جنوبی است. با رخداد گرمایش جهانی و در نتیجه تغییرات آب و هوایی در چند دهه‌ی گذشته، دما و رطوبت جو در بسیاری از مناطق جهان فزونی یافته که در شهرهای ساحلی که بیشترین ساکنان کره‌ی زمین در آن ساکن هستند، پیامدهای این تغییرات بیشتر و قابل‌لمس‌تر است. یکی از پیامدهای این تغییرات، افزایش رخداد شرجی است که بر جنبه‌های گوناگون زندگی انسان از جمله سلامتی و بهداشت، اقتصاد، مسائل اجتماعی و آلودگی هوا تأثیرگذار است. در این پژوهش تغییرات زمانی و مکانی پدیده شرجی در ۵ ایستگاه استان هرمزگان بررسی گردید. نتایج پهنه‌بندی شدت شرجی استان نشان می‌دهد که در ماه‌های آذر تا بهمن در مناطق استان این پدیده مشاهده نمی‌شود و در طول ماه‌های گرم سال و بویژه در ماه‌های تیر و مرداد، این پدیده به اوج می‌رسد و تقریباً در تمام استان (بجز نیمه‌ی شمالی) مشاهده می‌گردد. نمودار رگرسیون شدت شرجی سالانه ایستگاه‌ها بیانگر شیب مثبت در تمام ایستگاه‌هاست که بیشینه آن مربوط به ایستگاه جاسک و کمینه آن مربوط به ایستگاه بندرعباس است. با توجه به آنکه تغییرات آب و هوایی و در نتیجه افزایش شرجی در شهرهای ساحلی گریزناپذیر به نظر می‌رسد، بایستی به راهکارهایی روی آورد که علاوه برآنکه این تغییرات را کندتر می‌نمایند، میزان مصرف انرژی و آلودگی هوای شهرها را نیز کاهش دهند. به نظر می‌رسد جایگزینی انرژی‌های پاک با سوخت‌های فسیلی که این منابع انرژی در مناطق ساحلی جنوبی ایران می‌تواند انرژی خورشیدی، جزر و مدی و امواج مناسب تر از بقیه باشد، مهمترین راهکار باشد (Reiche, 2010). گسترش فضای سبز شهری متناسب با شرایط آب و هوایی که توانایی جذب مقادیر زیادی از مواد آلاینده را در محیط دارند، علاوه بر کاهش گازهای گلخانه ای، مقادیر زیادی از مواد آلاینده در محیط را نیز جذب می

کنند (Fantozzi, et al, 2015). با توجه با آنکه مقادیر زیادی از گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوای شهری مربوط به سامانه‌ی حمل و نقل شهری است، برنامه‌ریزی برای حمل و نقل شهری در کاهش تغییرات آب و هوایی و کاهش آلودگی هوای شهرها بسیار مفید است (Dulal, 2011). هرچند به نظر می‌رسد که پدیده‌ی شرجی تنها آثار منفی به همراه دارد، ولی می‌توان با جذب رطوبت هوا، منابع آب جدیدی برای ساکنان فراهم نمود تا به مصرف آشامیدن، کشاورزی و صنایع منطقه برسد (محمودی و همکاران، ۱۳۹۵). روشن است که مدیریت و برنامه‌ریزی می‌تواند از بروز پیامدهای ناگوار در منطقه جلوگیری کند و تهدیدهای محیطی را کاهش داده و حتی به فرصت تبدیل نماید.

منابع

- دفتر مرجع ملی هیات بین الدولی تغییر اقلیم (IPCC)، (۱۳۹۶)، «*آشکارسازی، ارزیابی اثرات و چشم انداز تغییر اقلیم در ایران طی قرن بیست و یکم*»، پژوهشکده اقلیم شناسی: مشهد.
- باعقیده، محمد؛ انتظاری، علیرضا؛ نعیمی، علی؛ سالاری، مریم؛ (۱۳۹۲)، «بررسی آماری و سینوپتیکی پدیده شرجی در استان های شمالی ایران (گیلان، مازندران، گلستان)»، *فضای جغرافیایی*، ۴۳، ۱۵۲-۱۳۵.
- برنا، رضا؛ شاعری‌کریمی، نسا، (۱۳۹۵)، «تحلیل زمانی و مکانی پدیده ی شرجی در استان خوزستان با استفاده از شاخص شدت شرجی و آزمون من-کندال»، *جغرافیا*، ۴۸، ۲۳۳-۲۱۴.
- بریمانی فرامرز ,اسماعیل نژاد مرتضی؛ (۱۳۹۰)، «بررسی شاخص های زیست اقلیمی موثر بر تعیین فصل گردشگری مورد: نواحی جنوبی ایران»، *جغرافیا و توسعه*، ۹، ۲۳، ۴۶-۲۷.
- سالاری، مریم، (۱۳۸۹)، «*بررسی آماری و سینوپتیکی پدیده ی شرجی در استان های شمالی ایران(گیلان، مازندران و گلستان)*»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم سبزوار.
- عباسی، محمد؛ خامه‌چیان، ماشااله؛ نیکودل، محمدرضا؛ اژدرپور امیرمهیار؛ (۱۳۹۴)، «بررسی تأثیرآلاینده های هوا بصورت بارانهای اسیدی خشک برچندنمونه سنگ ساختمانی»، *دهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، تبریز، دانشگاه تبریز*، ۷-۱.
- عزتی، رامین؛ ربانی، گلوریا؛ (۱۳۹۳)، «اثر باران اسیدی بر پاسخهای رشدی و فیزیولوژیکی گندم»، *یافته‌های نوین در علوم زیستی*، ۱، ۸۱-۷۰.
- طولابی، علی؛ زارع، محمدرضا؛ زارع، مهدی؛ محوی، امیرحسین؛ شهریاری، علی؛ سرخوش، مریم؛ رحمانی، آیت؛ (۱۳۹۱)، «بررسی شاخص کیفیت هوا در هوای اطراف پالایشگاه شهر بندرعباس»، *مجله پزشکی هرمزگان*، سال شانزدهم، ۲، ۱۳۳-۱۲۳.
- کاویانی، محمدرضا، (۱۳۶۰)، «بررسی اقلیمی پدیده‌ی شرجی در سواحل و مناطق جنوب کشور»، *نشریه تخصصی جغرافیدانان ایران*، ۳، ۵۹-۳۶.
- کاویانی، محمدرضا؛ (۱۳۸۰)، «*میکروکلیماتولوژی*»، تهران: انتشارات سمت.

- محمودی، پیمان؛ خواجه امیری خالدی، چکاوک؛ سالاری فنودی، محمدرضا؛ (۱۳۹۵)، «مطالعه امکان سنجی استحصال آب از رطوبت هوا در جنوب استان سیستان و بلوچستان»، *نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک*، ۲۳، ۲، ۲۶۵-۲۵۳.

- محمودی پیمان؛ طاووسی تقی؛ شباب مقدم عبدالمجید؛ (۱۳۹۶)، «ارزیابی روند تغییرات فراوانی روزهای شرجی در نیمه جنوبی ایران»، *برنامه‌ریزی منطقه ای*، ۷، ۲۶، ۶۸-۵۵.

- مولایی‌پارده، اصغر؛ سلحشور، فریبا؛ (۱۳۹۳)، «تأثیر تغییر اقلیم بر روی شرجی، مطالعه موردی آبادان»، *همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، تهران*.

- هوشور، زردشت؛ (۱۳۸۱)، «*پاتولوژی جغرافیای ایران*»، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.

- Dieterichs, H. (1975) "Dauer and Haufigkeit schuler studen in San Salvador", *Archive fur meteorology Geophysik und Bioklimatologie serie*, 8, (3-4), 369-377.
- Dulal, H.B., Brodnig, G., Onoriose C.G. (2011) "Climate change mitigation in the transport sector through urban planning: A review", *Habitat International*, 35, 494e500
- Fantozzi, F., Monaci F., Blanusa T., Bargagli R. (2015) "Spatio-temporal variations of ozone and nitrogen dioxide concentrations under urban trees and in a nearby open area", *Urban Climate*, 12, 119–127.
- Manahan, S.E. (2005), *Environmental Chemistry*, CRC Press, USA.
- McCarthy M.P., Best, M.J., and Betts R.A. (2010) "Climate change in cities due to global warming and urban effects", *Geophysical research letters*, 37, 1-5.
- Reiche, D. (2010) "Renewable energy policies in the Persian Gulf countries: a case study of the carbon-neutral 'Masdar City' in Abu Dhabi", *Energy Policy*, 38, 1, 378–382.
- Shi X., Lu CH., Xu X. (2011) "Variability and trends of high temperature, high humidity, and sultry weather in the warm season in china during the period 1961–2004", *Journal of applied meteorology and climatology*, 50, 127-144.
- Singh A., and Agrawal M. (2008) "Acid rain and its ecological consequences", *Journal of Environmental Biology*, 29(1) 15-24.
- Suga, M. (2011) "Analysis of Urbanization Effects on the Local Climate in Kanto During the Warmest Period of August, 2006", *Journal of Asian architecture and building engineering*, 10,2, 313-317.
- Wamsler, CH., Brink, E., and Rivera C. (2013), "Planning for climate change in urban areas: from theory to practice", *Journal of Cleaner Production*, 50, 68-81.
- Wang, X., Gong, Y. (2010) "The impact of an urban dry island on the summer heat wave and sultry weather in Beijing City", *Chinese Science Bulletin*, 55, 16, 1657–1661.
.