

## اثرات پروژه‌های انتقال آب سرشاخه‌های کارون در ایجاد یا تشدید کانون‌های گرد و غبار خوزستان با

### بهره‌گیری از فناوری‌های GIS & RS<sup>۱</sup>

عاطفه بساک<sup>۲</sup>، حوریه اعرابی مقدم<sup>۳</sup>، زهرا حجازی‌زاده<sup>۴</sup>، میثم طولایی نژاد<sup>۵</sup>

تاریخ وصول: ۱۳۹۶/۱۰/۲۱، تاریخ تایید: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹

#### چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثرات پروژه‌های انتقال آب سرشاخه‌های کارون در ایجاد یا تشدید کانون‌های گرد و غبار خوزستان با بهره‌گیری از فناوری‌های GIS & RS به رشته تحریر درآمد. بدین منظور ابتدا پارامترهای روزانه‌ی اقلیمی شامل (دما، بارش، دید افقی، رطوبت نسبی و باد) و دبی برای ۹ ایستگاه سینوپتیک و ۹ ایستگاه هیدرومتری در یک دوره‌ی ۳۰ ساله جمع‌آوری گردید. همچنین از داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای جهت بررسی وضعیت پوشش گیاهی، رطوبت خاک، ذرات گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه بهره‌گرفته شد. با توجه به روند گاز دی‌اکسیدکربن طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵، دوره‌های مورد مطالعه به دو دوره‌ی قبل از گرمایش جهانی (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و بعد از گرمایش جهانی (۱۹۹۶-۲۰۱۵) تقسیم‌بندی گردید. سپس با استفاده از روش‌های آماری و سنجش از دور اقدام به بررسی دوره‌های مذکور پرداخته شد. نتایج حاصل از بررسی دبی رودخانه کارون نشان داد که آورد کارون در دوره‌ی آماری دوم نسبت به دوره‌ی اول ۱۷۱ مترمکعب در ثانیه کاهش یافته است. گرد و غبار محلی طی دوره‌ی دوم نسبت به دوره اول افزایش یافته اما شاخص پوشش گیاهی (NDVI) با کاهش ۰/۱۳ مواجهه بوده است. وسعت و میزان رطوبت خاک در شرق حوضه روندی صعودی داشته است که نقش سدسازی در این تغییرات مؤثر بوده است؛ اما در غرب حوضه کارون (اطراف تالاب شادگان) این روند با کاهش مواجهه بوده است، در نتیجه با عبور جریان باد از غرب حوضه، بدلیل کاهش رطوبت خاک و چسبندگی خاک، ذرات ریز از سطح زمین جدا شده و موجب بروز حداکثر گرد و غبار در خوزستان و حوضه کارون شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عدم مدیریت درست منابع آب، سدسازی و اجرای طرح‌های انتقال آب در سرشاخه‌های کارون موجب کاهش دبی و رطوبت خاک در غرب حوضه و در نتیجه گسترش کانون ریزگردها در استان خوزستان شده که این امر می‌تواند اثرات زیست محیطی و مخاطرات انسانی از جمله ابتلا به انواع امراض تنفسی و ریوی و همچنین کاهش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی و در نتیجه کاهش امنیت غذایی را در پی داشته باشد.

کلمات کلیدی: انتقال آب، کارون، گرد و غبار، تالاب شادگان، خوزستان، سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای.

۱- این مقاله مستخرج از پایان‌نامه عاطفه بساک در دوره کارشناسی ارشد می‌باشد.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی تهران (نویسنده مسئول). bosak.a.69@gmail.com

۳- کارشناسی ارشد مدیریت آی تی، دانشگاه الزهرا. h2011arabi@gmail.com

۴- استاد گروه آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی تهران. hejazizadeh@tmu.ac.ir

۵- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی تهران. Meysam.toulabi@gmail.com

## مقدمه

انتقال آب میان حوضه‌ای را می‌توان نمونه‌ی بارز شیوه‌ای دانست که انسان، طبیعت را برای تامین نیازهای خود مورد بهره‌برداری، تغییر و بازساخت قرار می‌دهد. هدف از مدیریت بین حوضه‌ای، تفکر بهره‌برداری بهینه از منابع آبی بین دو حوضه بوده به نحوی که حداقل چالش در حوضه‌ها ایجاد گردد. این امر می‌بایست به طریق مدیریت فرا بخشی و لحاظ نمودن عوامل فنی - اقتصادی و زیست محیطی و با تأکید بر ملاحظات اجتماعی - سیاسی صورت گیرد. اگر چه قدمت انتقال آب به صدها سال پیش برمی‌گردد ولی ضرورت طرح این موضوع از دویست سال پیش تاکنون بیشتر احساس شده است. اجرای کارگاه‌ها، سمینارها و همایش‌های بین‌المللی با هدف بررسی و شناخت مسائل انتقال بین حوضه‌ای چون همایش بین حوضه‌ای در ایالت نوادا در آمریکا در سال ۱۹۹۲ و کارگاه انتقال بین حوضه‌ای توسط گروه برنامه‌ریزی منابع آب (IHP) یونسکو در سال ۱۹۹۹ در پاریس تأکیدی بر این موضوع است (رستم افشار و پیره، ۱۳۸۳). با گذشت زمان و درک اهمیت مسائل زیست محیطی و اجتماعی در طرح‌های توسعه منابع آب، بسیاری از طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای مورد تجدید نظر قرار گرفت و برخی نیز به کل از دستور کار خارج شدند. اوج طراحی و اجرای پروژه‌های عظیم انتقال آب در کشورهای صنعتی و پیشرفته به دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ باز می‌گردد. در کشور ما نیز به دلیل توزیع ناهمگون زمانی و مکانی بارش و رواناب موجب ایجاد حوضه‌های آبخیز با ذخایر آبی متفاوتی شده است. بیشترین دریافت ریزش جوی اختصاص به حوضه‌ی البرز و زاگرس دارد. یعنی هرچه از غرب به شرق پیش می‌رویم تمدن رودخانه‌ای جای خود را به تمدن چشمه و چاه و قنات و هامون‌ها می‌دهد و رودخانه‌های دائمی تبدیل به رودخانه‌های فصلی می‌شود. بنابراین از دیرباز به منظور ایجاد تعادل در استان‌های مختلف و دسترسی به آب در استان‌های محروم تصمیماتی در انتقال آب برخی از رودخانه‌ها از جمله کارون گرفته شد. اما امروزه به دلیل رخ دادن فرایند تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی و کاهش بارش و تغییر مکانیسم بارش از جامد به مایع (برف به باران) و بروز خشکسالی‌های پی‌درپی و مداوم در حوضه‌های مبداء انتقال آب، خود این حوضه‌ها با کمبود آب برای مصارف شرب، کشاورزی، صنعت و... مواجه شده‌اند به گونه‌ای که آب مازادی برای انتقال به سایر حوضه‌ها باقی نمانده است (نامی و همکاران، ۱۳۹۱: ۷). اجرای چنین پروژه‌هایی نیاز به مطالعاتی همه جانبه دارد و برای کشوری مثل ایران با توجه به زمان‌ها و مکان‌های مختلف نوعی احتیاط را می‌طلبد که آباد کردن یک منطقه منجر به تخریب منطقه‌ای دیگر نشود. با توجه به پیچیده بودن پروژه‌های انتقال آب به علت افزایش تعداد عوامل درگیر مانند اجتماعی، اقتصادی، فنی، زیست محیطی و... اجرای این پروژه‌ها با مشکلات بیشتری مواجه می‌شود. به همین دلیل یونسکو در سال ۱۹۹۹ پیشنهاد معیارهایی نظیر سودمندی اقتصادی، کیفیت زیست محیطی، فرهنگی - اجتماعی و توجه به توزیع منافع بین حوضه‌های مبداء و مقصد را ارائه نمود (Cox, 1999).

تاکنون در سطح داخلی و بین‌المللی اثرات طرح‌های انتقال آب در تغییرات کانون ریزگردها تحقیقی صورت نگرفته است و بیشتر تحقیقات به منشایی و کانون ریزگردها اشاره دارد که نمونه‌های آن در ادامه بررسی می‌گردد. از جمله این تحقیقات می‌توان به پژوهش کوتیل (۲۰۰۳) اشاره کرد که ویژگی‌های مکانی و زمانی توفان‌های گرد و غباری در خاورمیانه را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد و در یک دوره ۲۱ ساله (۱۹۷۳-۱۹۹۳) نتیجه گرفت که از نظر زمانی بیش‌ترین فراوانی وقوع این پدیده در فصل تابستان دیده می‌شود. در مناطقی مانند غرب عراق و سوریه، اردن، لبنان، شمال اسرائیل، شمال شبه جزیره عربستان و جنوب مصر فراوانی وقوع توفان‌های گرد و غبار در فصل بهار، در حالی که در جنوب اسرائیل و در بخش مدیترانه در شمال مصر در فصل زمستان و بهار گزارش شده است. همچنین میلر (۲۰۰۳)، برای بازسازی گرد و غبار سطح آب و زمین در هنگام روز از داده‌های سنجنده مودیس استفاده کرد. وانگ و همکاران (۲۰۰۳)، دریافتند که وقوع توفان‌های گرد و غبار به شدت با فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیم در ارتباط است، چنان‌که بیابانزایی در فلات تبت افزایش گرد و غبار و جنگل‌کاری و توسعه مراتع کاهش آن را در پی داشته است. پژوهش‌های

لی و همکاران (۲۰۰۴)، نشان داد که تعداد روزهای با توفان گرد و غبار، کمتر از تعداد روزهای بادی در مونگولیای چین است و این نشان می‌دهد که پیدایش و شدت این طوفان‌ها علاوه بر این که متأثر از شرایط اقلیمی مثل سرعت باد است متأثر از ویژگی‌های سطح زمین مثل پوشش گیاهی، مقدار رطوبت خاک و غیره نیز می‌باشد. ژو و همکاران (۲۰۰۶)، دریافتند فراوانی متوسط سالانه‌ی توفان‌های گرد و غبار در چین بین سال‌های ۱۹۸۰-۱۹۹۷ کاهش و از ۲۰۰۰-۱۹۹۷ افزایش داشته است. براساس یافته‌های ایشان علت افزایش توفان‌ها کاهش بارندگی و پوشش گیاهی بوده است. هامیش و اندرو (۲۰۰۸)، مسیرهای حمل گرد و غبار از دریاچه استرالیا Eyre را با استفاده از مدل HYSPLIT بررسی نمودند و دریافتند که گرد و غبار این دریاچه تحت تاثیر جریانات جوی در طی کوتاه مدت قادر است تا هزاران کیلومتر از قاره استرالیا را تحت تاثیر قرار دهد. در طول زمستان‌های استرالیا این مسیرها از شمال تا جنوب فیلیپین گسترش یافته و پتانسیل تاثیرگذاری گرد و غبار از مرکز استرالیا تا بیش از اندونزی را دارد. در پژوهشی دیگر لیو و همکاران (۲۰۱۰) بزرگترین توفان گرد و غبار شرق استرالیا را که در سپتامبر ۲۰۰۹ رخ داد با تصاویر ماهواره‌ای MODIS و اختلاف دمای روشنایی مورد ارزیابی قرار دادند و کارایی این روش را در شناسایی توده‌های گرد و غبار بررسی نمودند. گائو و همکاران (۲۰۱۱) بر اساس شاخص روزانه آلودگی هوا (DAPI) در ۸۱ شهر چین از ژوئن ۲۰۰۴ - ۲۰۰۷ و با بکارگیری داده‌های سنجنش از دور، هفت خوشه آلوده شهری را طبقه‌بندی کردند. درویشی بلورانی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای برای شناسایی منابع گرد و غبار غرب ایران از روش ترکیبی تکنیک سنجنش از دور تشخیص گرد و غبار و مدل HYSPLIT استفاده کردند و دو منطقه غرب دجله در عراق و شرق و جنوب شرق عربستان (ربع الخالی)، منابع گرد و غبار غرب ایران معرفی کردند. هویی و همکاران (۲۰۱۵) به شناسایی مناطق منبع گرد و غبار در غرب آسیا با استفاده از چندین مجموعه داده‌های زیست محیطی پرداختند. آن‌ها برای استخراج منابع SDS (توفان شن و گرد و غبار) در منطقه غرب آسیا نقشه‌های موضوعی، آب‌وهوا و جغرافیا، مدل HYSPLIT و تصاویر ماهواره‌ای استفاده کردند و ۶ خوشه اصلی را به عنوان مناطق منبع گرد و غبار معرفی کردند که ۳ خوشه آن واقع در دشت دجله و فرات و دیگری در دشت سیستان قرار دارد. ونگ و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای با استفاده از مدل بازیابی ترکیب شبکه عصبی چند مقیاسی به شناسایی توفان گرد و غبار در آسیا پرداختند (غرب چین و تایوان). این مطالعه توسعه یک روش برای شناسایی توفان گرد و غبار با ترکیب مشاهدات ایستگاه زمینی (غلظت PM10، داده AERONET) و تصاویر ماهواره (MTSAT) و تولیدات پیش‌بینی آب‌وهوا است و برای شناسایی مکان‌های فضایی با شرایط نامطلوب کیفیت هوا و برآورد دید کم همراه با حوادث گرد و غبار برای بندر و فرودگاه مفید است. عزیزاده و همکاران (۲۰۱۵) نشان می‌دهد که در مقیاس جهانی، گرد و غبارهای معدنی باعث کاهش انرژی تابشی خالص در سطح میشود و از اثرات گرد و غبار کاهش دمای سطحی است را مطالعه کرده است. حمیدی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل شبیه‌سازی عددی WRF/Chem-D به ارزیابی کمی توفان گرد و غبار شمال که در ۳ تا ۸ ژوئیه ۲۰۰۹ در خاورمیانه رخ داد پرداختند. آن‌ها غرب عراق، شرق سوریه و شمال غرب اردن را به عنوان فعال‌ترین مراکز انتشار گرد و غبار معرفی کرده و بیان کردند بیش از ۶۰ درصد ذرات گرد و غبار از این مناطق و کمتر از ۱۰ درصد از منابع گرد و غبار از ایران منتشر شده است. در مطالعات دیگری سولمون و همکاران ۲۰۰۸؛ بلداسانو ۲۰۱۳؛ هوانگ و همکاران ۲۰۱۴ نیز گرد و غبار و شرایط و منشأ آن را مورد بررسی قرار دادند.

در ایران نیز فلاح و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه منشأیابی گرد و غبار غرب و جنوب غرب ایران و تحلیل سینوپتیکی آن با استفاده از سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان دادند که منشأ پدیده‌های گرد و غبار ورودی به غرب و جنوب غرب کشور از سوریه و عراق و بخشی از عربستان سعودی می‌باشد، و عمده‌ترین آن‌ها منشأ گرد و غبار شمال عراق و مرز عراق و سوریه می‌باشد. همچنین باعقیده و احمدی (۱۳۹۳)، به بررسی آماری روند گرد و غبار در غرب کشور پرداخته و نشان می‌دهند که روند این پدیده در غرب کشور، به‌ویژه در دوره گرم سال افزایشی است. فلاح و

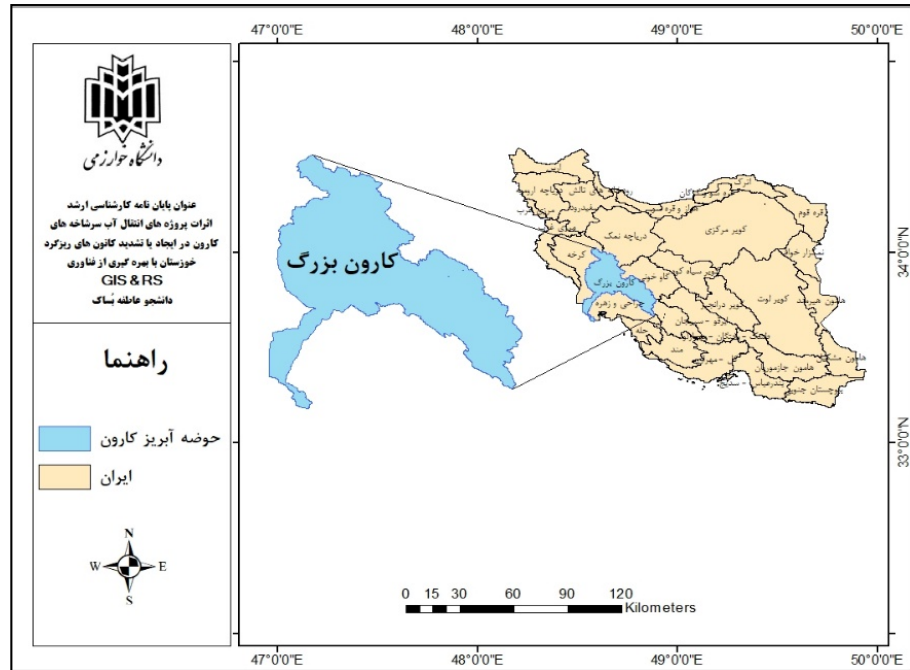
همکاران (۱۳۹۳) نیز در کار تحقیقاتی با استفاده از سنجش از دور و GIS منشأ رخداد پدیده گرد و غبار مربوط به ۱۸ ژوئن ۲۰۱۲ که در نواحی غرب و جنوب غرب کشور رخ داده است را محل اتصال رودخانه‌های دجله و فرات نسبت دادند که در محدوده شمال و شمال شرق عراق و غرب سوریه می‌باشد. میری و همکاران (۱۳۹۳)، به شناسایی الگوهای گردش جوی تابستانه و زمستانه ورود گرد و غبار به غرب ایران پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که مسیرهای شمال غربی در دوره گرم و غربی و در مواردی جنوبی در دوره سرد، مهم‌ترین مسیرهای ورود پدیده گرد و غبار به غرب ایران هستند. در دوره گرم سال ضمن پایین بودن رطوبت نسبی و خشکی منطقه با تقویت کم‌فشار حرارتی شکل گرفته بر روی عراق و ادغام آن با کم‌فشار انتقال یافته به جنوب و جنوب غرب ایران و در نهایت قرارگیری در برابر پرفشار شکل گرفته روی پهنه آبی مدیترانه سبب شیو شدید فشار و ایجاد بادهای پرسرعت بر روی عراق و سوریه می‌شود، هسته گرد و غبار شکل می‌گیرد. علی‌آبادی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از روش‌های سنجش از دور به ارزیابی و پایش توفان گرد و غبار در غرب و جنوب غرب ایران پرداختند و با بررسی ساختار گردش منطقه‌ای جو و با استفاده از مدل HYSPLIT نشان دادند که منابع اصلی توفان گرد و غبار کشور، شمال تا شمال غرب عراق و شرق سوریه است. مهرابی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای به بررسی کارایی شاخص NDDI در پهنه‌بندی توفان گرد و غبار به منظور شناسایی توفان‌های گرد و غبار در استان خوزستان پرداختند. نتایج میزان شدت توفان در این مطالعه نشان داد که در مقایسه با داده‌های ایستگاه‌های سنجش آلودگی و هواشناسی، میزان شدت توفان در منطقه کمتر از حد واقعی برآورد شده است و به نظر می‌رسد که این کارایی پایین به ویژگی‌های سطح زمین (کاربری، پوشش - اراضی و...) و خصوصیات شیمیایی کانی‌های گرد و غبار منطقه مربوط می‌شود.

نصیری و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی تغییرات ارتفاع و ضخامت لایه مرزی در شرایط گرد و غباری شهر اهواز پرداختند. نتایج نشان داد که ارتباط مستقیم و معنی‌داری بین روزهای گرد و غباری و ارتفاع و ضخامت لایه مرزی وجود دارد و گرد و غبار اهواز در شرایطی ایجاد می‌شود که شرایط ناپایداری برقرار بوده و این شرایط سینوپتیکی ناپایدار موجب افزایش ارتفاع لایه مرزی شده که افزایش آلودگی را به دنبال داشته است. نجفی و همکاران (۱۳۹۶)، در تحقیقی تحت عنوان شبیه سازی واداشت‌های تابشی گرد و غبار در غرب ایران چنین دریافتند که اثرات تابشی گرد و غبار در منطقه خاورمیانه وجود ذراتی که موجب کاهش تابش موج کوتاه به میزان  $50 - (Wm-2)$  و افزایش تابش موج بلند به میزان  $5 (Wm-2)$  و همچنین کاهش تابش خالص  $46 - (Wm-2)$  در سطح زمین شده را در منطقه نشان می‌دهد. چنین شرایطی منجر به کاهش دما در بخش زیرین جو، و کاهش شار گرمای محسوس، شار گرمای نهان در سطح زمین در مناطق متأثر از گرد و غبار می‌شود. از اثرات دیگر وجود این ذرات، افزایش فشار سطحی و همچنین کاهش تابش زمینتاب در بخش فوقانی جو است که افزایش دما را در بخش میانی جو باعث می‌شود.

انتقال حوضه به حوضه‌ای آب عبارت است از انتقال فیزیکی آب از یک حوضه‌ی آبریز به حوضه‌ی آبریز دیگر (قدرت‌نما، ۱۳۸۳). این انتقال علی‌رغم رفع کمبودها می‌تواند منشأ تغییرات زیادی در حوضه‌های مبدأ و مقصد باشد که باید از دیدگاه‌های بوم‌شناختی و اقلیمی مورد ارزیابی قرار گیرد. عوامل مختلفی از جمله: تغییر اقلیم و خشک‌سالی‌های پی در پی، کاهش پوشش گیاهی، فعالیت‌های انسانی از جمله سدسازی و طرح‌های انتقال آب در ایجاد و یا تشدید پدیده‌ی گرد و غبار مؤثرند به گونه‌ای که رخداد این پدیده در سال‌های اخیر افزایش چشم‌گیری داشته است و به دلیل مسائلی که برای انسان‌ها ایجاد می‌کند مورد توجه ویژه‌ی محققان قرار گرفته است. با توجه به اینکه پروژه‌های انتقال آب سرشاخه‌های کارون در ایجاد یا تشدید کانون‌های ریزگرد خوزستان می‌تواند اثرات بسیاری از نظر زیست محیطی و انسانی داشته باشد این تحقیق به رشته تحریر درآمد.

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز رودخانه کارون بزرگ با وسعت ۶۷۲۵۷ کیلومترمربع در جنوب غرب ایران قرار گرفته است ۶۷٪ آن را در مناطق کوهستانی و کوهپایه و ۳۳٪ آن را دشت‌های مرتفع تشکیل داده است. از نظر تقسیمات استانی این حوضه در استان‌های لرستان، کهگیلویه و بویراحمد، اصفهان، فارس، چهارمحال و بختیاری و خوزستان گسترده شده است (شکل ۱). این حوضه بین طول‌های جغرافیایی ۴۷ درجه و ۵۸ دقیقه الی ۵۲ درجه و ۰ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۹ دقیقه الی ۳۴ درجه و ۷ دقیقه شمالی واقع شده و از بخش‌های پر-آب و آباد کشور را تشکیل می‌دهد. بخش اصلی رشته‌کوه زاگرس از شمال غربی تا جنوب شرقی این حوضه گسترده شده است و اقلیم‌های گوناگون از گرم و خشک تا سرد و نیمه مرطوب در مناطق مختلف آن مشاهده می‌گردد به گونه‌ای که در بخش‌های مختلف این حوضه در هر زمان چهار فصل مختلف سال قابل مشاهده می‌باشد. رودخانه دز از دوشاخه اصلی به نام سزار و بختیاری تشکیل و پس از خروج از منطقه کوهستانی شمال‌اندیشک و دزفول، وارد جلگه خوزستان می‌شود. رودخانه دز پس از عبور از شهر دزفول و طی مسافت پربیچ و خمی به طول تقریبی ۱۸۶ کیلومتر (دزفول - بند قیر) در بند قیر با رودخانه شطیط و گرگر یکی شده و کارون بزرگ را تشکیل می‌دهند. طول رودخانه دز از سرچشمه تا محل تلاقی با کارون در حدود ۵۲۰ کیلومتر بوده و حوضه آبریز آن منطقه‌ای به وسعت ۲۲۵۰۰ کیلومترمربع را شامل می‌گردد. برخی از مهمترین طرح‌های انتقال آب در حوضه کارون بزرگ در جدول ۱ درج شده است.



جدول ۱: طرح‌های انتقال آب حوضه‌ی کارون

نام طرح	سال بهره برداری	مبدا	مقصد	حجم انتقال (میلیون متر مکعب)
کوه‌رنگ ۱	۱۳۳۲	رودخانه ماربر (کوه‌رنگ)	زاینده رود	۳۰۰
کوه‌رنگ ۲	۱۳۶۸	چشمه‌های ماربران و کلنچین	سلزاینده رود	۲۵۵
کوه‌رنگ ۳	در دست اجرا	کوه‌رنگ	سد زاینده رود	۳۰۰

۵۸۰	قم	الیگودرز	۱۳۹۵	قمرود
۱۹۵	رودخانه زاینده رود	فریدون شهر	۱۳۸۴	چشمه لنگان
۶۷	اراک	شازند	۱۳۹۰	سد کمال صالح

### داده و روش شناسی

برای انجام این پژوهش حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی کارون بزرگ به عنوان منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی ما انتخاب شد که برای انجام آن از ۹ ایستگاه سینوپتیک کوه‌رنگ، یاسوج، شهرکرد، الیگودرز، بروجن، دزفول، مسجدسلیمان، اهواز و آبادان و همچنین ۹ ایستگاه هیدرومتری دزک آباد، بطاری، کوه سوخته، تله زنگ، بهشت آباد، بامدژ، گرگر، اهواز و فارسیات که دارای مناسب‌ترین پراکندگی در سطح حوضه و آمار بلندمدت بودند، استفاده گردید. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک در جدول (۲) و هیدرومتری در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۲: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سینوپتیک

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی (درجه)	طول جغرافیایی (درجه)	ارتفاع از سطح دریا (متر)
کوه‌رنگ	۴۶.۳۲	۱۳.۵۰	۲۳۶۵
یاسوج	۴۱.۳۰	۳۳.۵۱	۳.۱۸۱۶
شهرکرد	۲۹.۳۲	۸۴.۵۰	۲۰۵۰
الیگودرز	۲۴.۳۳	۴۲.۴۹	۲۰۲۲
بروجن	۹۸.۳۱	۳۰.۵۱	۲۲۶۰
دزفول	۲۴.۳۲	۲۳.۴۸	۱۴۳
مسجدسلیمان	۵۶.۳۱	۱۷.۴۹	۵.۳۲۰
اهواز	۲۰.۳۱	۴۸.۴۰	۵.۲۲
آبادان	۲۲.۳۰	۱۵.۴۸	۶.۶

جدول ۳: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های هیدرومتری

نام رودخانه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع ایستگاه
بیرگان	دزک آباد	۵۰-۱۹-۱۸	۳۲-۱۴-۵۶	۲۱۲۲
کبکیان	بطاری	۵۱-۱۵-۰۷	۳۰-۵۱-۴۰	۱۵۶۰
کیار	کوه سوخته	۵۰-۴۰-۰۰	۱۹-۳۲-۰۵	۱۹۷۷
دز	تله زنگ	۴۸-۴۶-۰۰	۳۲-۴۹-۰۰	۴۴۰
بهشت آباد	بهشت آباد	۵۰-۳۷-۴۶	۳۲-۰۱-۵۰	۱۶۸۰
دز	بامدژ	۴۸-۴۱-۰۰	۳۱-۴۱-۰۰	۲۰
گرگر	شوشتر-گرگر	۴۸-۵۱-۰۰	۳۲-۰۲-۰۰	۳۵
کارون	اهواز	۴۸-۴۱-۰۰	۳۱-۲۰-۰۰	۱۰
کارون	فارسیات	۴۸-۲۲-۰۰	۳۰-۵۹-۰۰	

برای انجام این تحقیق از پارامترهای هواشناسی روزانه‌ی میانگین دما، بارش، میانگین رطوبت نسبی، دیدافقی، سرعت و جهت باد و همچنین پارامتر روزانه‌ی دبی رودخانه‌ی کارون از شرکت مدیریت منابع آب ایران اخذ گردید. همچنین جهت آشکار سازی اثر گرمایش جهانی و یا طرح‌های انتقال آب از داده‌های ماهواره‌ای شامل گرد و غبار، رطوبت خاک و پوشش گیاهی استفاده شد جدول (۴). بنابراین در این تحقیق از دو روش آماری و سنجش از دور جهت آشکار سازی

اثرات طرح‌های انتقال آب و یا گرمایش جهانی در ایجاد و تشدید کانون ریزگردهای حوزه کارون بزرگ مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تشخیص روند گرمایش جهانی، روند تشدید گاز دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) بررسی شد که با توجه به روند داده‌های CO<sub>2</sub> و برخی تحقیقات از جمله (ناصرزاده و طولایی نژاد (۱۳۹۴) و اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۲) سال ۱۹۹۵ به عنوان مرز، بین دو دوره‌ی قبل از تشدید گرمایش (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و بعد از تشدید گرمایش (۱۹۹۶-۲۰۱۵) تعیین گردید، برای بررسی و صحت همگنی اطلاعات و نرمال بودن داده‌های ایستگاهی از آزمون کلموگروف اسمیرنوف استفاده شد، توجه به اینکه سطح معناداری آزمون مربوط به تمام متغیرها بالاتر از ۰.۰۵ می‌باشد، ادعای نرمال بودن متغیرهای پژوهش پذیرفته شد. از این رو بازه‌ی زمانی مورد نظر را به دوره اول قبل از گرمایش جهانی (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و دوره‌ی دوم بعد از گرمایش جهانی (۱۹۹۶-۲۰۱۵) در نظر گرفته شد.

جدول ۴: داده‌های مورد استفاده

بارش	سینوپتیک	داده‌های روزانه
میانگین دما		
میانگین رطوبت نسبی		
دید افقی		
سرعت باد		
جهت باد		
گازهای گلخانه‌ای	گرمایش جهانی	
میانگین دبی رودخانه کارون	هیدرومتری	
رطوبت خاک	تساویر ماهواره‌ای	
پوشش گیاهی		
گرد و غبار		

با توجه به این‌که دوره‌ی آماری از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ است، برای برخی از ایستگاه‌ها که فاقد داده‌های سال‌های اول دوره‌ی آماری بودند و یا بعضی از روزها پارامترهای مورد نظر ثبت نشده بودند با استفاده از روش نزدیکترین همسایه و یا میانگین‌گیری داده‌های مفقودی بازسازی شدند. برای چهار نوع از گازهای گلخانه‌ای شامل دی‌اکسیدکربن، متان، هیدروکسیدکربن، دی‌اکسیدگوگرد و بخار آب همبستگی از نوع پیرسون صورت گرفت. که نتایج نشان داد بین این پنج گاز همبستگی مستقیم مثبت بالایی وجود دارد. بنابراین از گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان گاز شاخص گرمایش جهانی استفاده گردید (جدول ۵).

جدول ۵: همبستگی پیرسون بین گازهای گلخانه‌ای

متان	دی‌اکسیدکربن	دی‌اکسیدگوگرد	اکسید نیتروژن
۵۷۶ <sup>**</sup>	۹۴۰ <sup>**</sup>	۹۹۶ <sup>**</sup>	۱
۵۸۱ <sup>**</sup>	۹۴۱ <sup>**</sup>	۱	۹۹۶ <sup>**</sup>
۵۲۵ <sup>**</sup>	۱	۹۴۱ <sup>**</sup>	۹۴۰ <sup>**</sup>
۱	۵۲۵ <sup>**</sup>	۵۸۱ <sup>**</sup>	۵۷۶ <sup>**</sup>

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed)

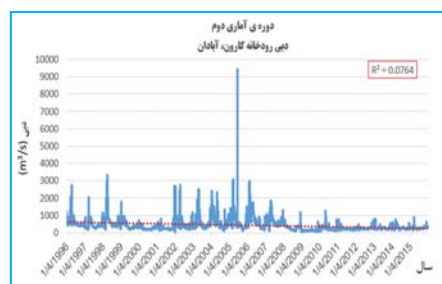
## یافته‌های تحقیق

## آورد دبی کارون

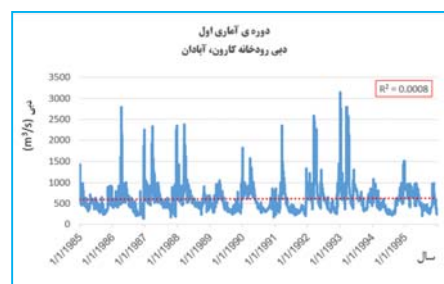
بر اساس جدول (۶) رودخانه‌ی کارون در ایستگاه آبادان به عنوان خروجی حوضه (ایستگاه هیدرومتری فارسیات) در دوره‌ی آماری اول دارای میانگین دبی ۶۰۶ مترمکعب بر ثانیه بوده است که در دوره‌ی آماری دوم به ۴۳۵ مترمکعب بر ثانیه رسیده، و حجم آن نسبت به دوره‌ی اول کمتر و روندی کاهشی (کاهش ۱۷۱ متر مکعب در ثانیه) را نشان می‌دهد. همچنین میزان حداکثر دبی در دوره‌ی اول ۳۱۵۱ مترمکعب بر ثانیه بوده که در دوره‌ی دوم آماری به ۹۴۳۰ مترمکعب بر ثانیه رسیده است که نشان از نوسان بالای (۹۰/۴ درصد) آورد کارون طی دوره دوم دارد. مقدار حداقل دبی در این ایستگاه طی دوره‌ی اول ۱۳۲ مترمکعب و در دوره‌ی دوم به ۱۱/۱ مترمکعب در ثانیه کاهش یافته است. با مقایسه‌ی حداقل و حداکثر دبی در این دو دوره می‌توان دریافت که حداکثر دبی در دوره‌ی دوم نسبت به دوره‌ی اول افزایش داشته است، ولی میانگین و حداقل دبی نسبت به دوره‌ی اول کمتر شده است. یعنی بین حداکثر و حداقل دبی در دوره‌ی دوم نوسان زیادی وجود دارد. شکل‌های (۲ الف و ب).

جدول ۶: آمار توصیفی دبی کارون در ایستگاه هیدرومتری فارسیات آبادان

دوره آماری	میانگین دبی	حداکثر دبی	حداقل دبی	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
دوره اول	۶۰۶/۲	۳۱۵۱	۱۳۲	۳۵۳/۲	۵۸/۲
دوره دوم	۴۳۵/۲	۹۴۳۰	۱۱/۱	۳۹۳/۶	۹۰/۴



شکل ۲: نمودار دبی کارون در (الف) دوره‌ی اول (۱۹۸۵-۱۹۹۵)



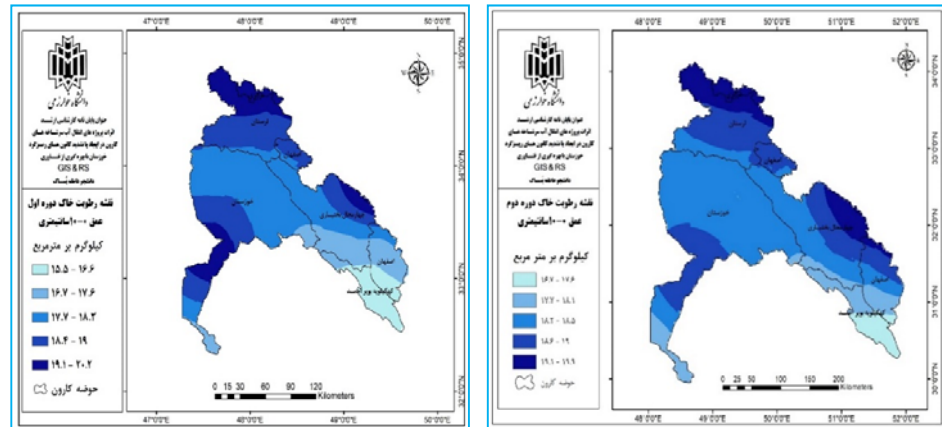
شکل ۲: نمودار دبی کارون در (الف) دوره‌ی اول (۱۹۸۵-۱۹۹۵)

## تغییرات رطوبت خاک

رطوبت خاک یکی از اجزاء مهم و مؤثر در میزان گرد و غبار است. به طوری که هر قدر سطوح پوشیده از آب و یا دارای رطوبت باشند ذرات ریز خاک به هم چسبیده‌تر است و در آن مناطق کمتر شاهد بروز پدیده‌ی گرد و غبار خواهیم بود. جهت بررسی اثر رطوبت خاک بر میزان گرد و غبار منطقه نقشه آن در عمق ۰-۱۰ سانتی متری خاک طی دو دوره‌ی آماری (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و (۱۹۹۶-۲۰۱۵) ترسیم شد. همانطوری که شکل‌های (۳ الف و ب) نشان می‌دهد، در دوره‌ی آماری اول مقدار رطوبت خاک موجود در حوضه کارون دارای حداقل ۰.۱۵ کیلوگرم بر متر مربع و حداکثر ۱.۲۰ کیلوگرم بر متر مربع بوده است. همچنین در دوره‌ی دوم آماری نیز حوضه کارون دارای حداقل رطوبت خاک معادل ۰.۱۶ کیلوگرم بر متر مربع و حداکثر رطوبت خاک آن نیز برابر با ۰.۱۹ کیلوگرم بر متر مربع بوده است. در دوره‌ی دوم در این مناطق شاهد کاهش نسبی رطوبت نسبت به دوره‌ی قبل بوده ایم به صورتی که در دوره‌ی دوم نسبت به دوره‌ی اول در تالاب شادگان مقدار رطوبت نسبی خاک از ۲۰/۱ طی دوره دوم به ۱۸/۵ کیلوگرم بر مترمربع در دوره اول کاهش یافته است در نتیجه این منطقه به کانون اصلی گردوخاک داخلی ایران تبدیل شده است. همچنین در شمال شرق حوضه



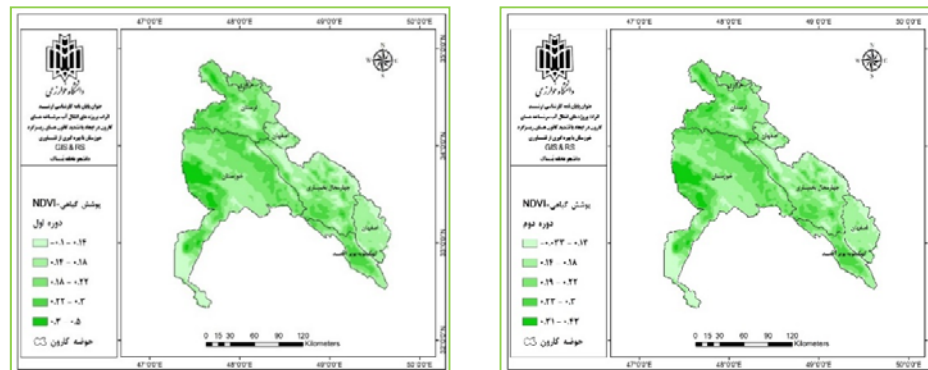
(مناطق شهرکرد، بروجن و جنوب غرب اصفهان) شاهد کاهش حداکثر رطوبت نسبی خاک نسبت به دوره‌ی اول بوده‌ایم اما از نظر وسعت سطوح بیشتری از منطقه را در بر گرفته است.



شکل ۳: رطوبت خاک (الف) دوره آماری اول (۱۹۸۵-۱۹۹۵) (ب) دوره آماری دوم (۱۹۹۶-۲۰۱۵)

### شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

همانگونه که از نقشه‌های پوشش گیاهی طی دو دوره‌ی مورد مطالعه (شکل ۸) پیداست، وضعیت پوشش گیاهی در دو دوره‌ی آماری تغییر چشمگیری داشته است به طوری که حداکثر شاخص پوشش گیاهی در دوره‌ی اول از ۰/۳ به ۰/۴ در دوره‌ی دوم رسیده است که نشان دهنده کاهش سطح زیر کشت و پوشش جنگلی منطقه می‌باشد (شکل‌های ۴ الف و ب).

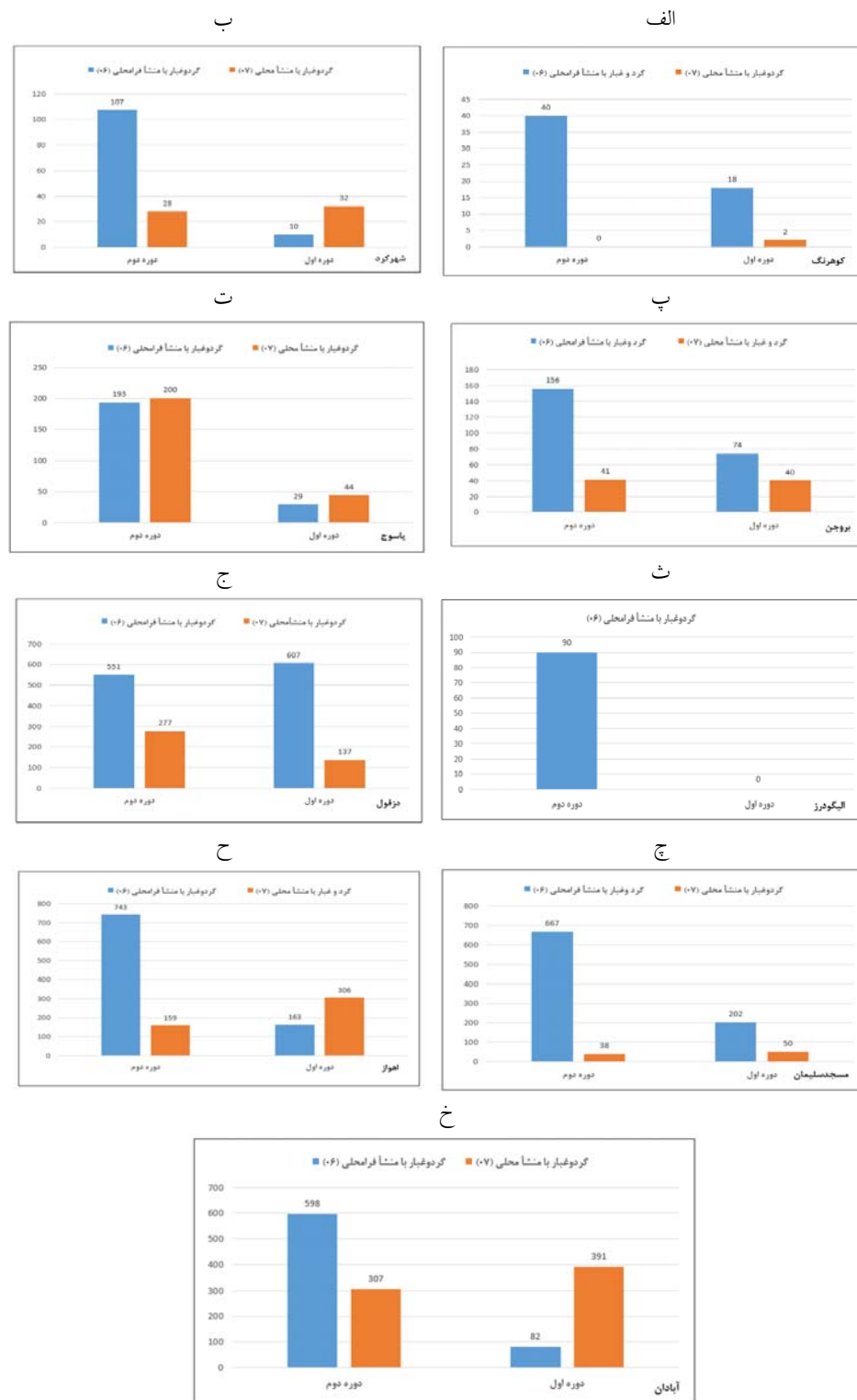


شکل ۴: شاخص پوشش گیاهی (NDVI) در (الف) دوره اول (۱۹۸۵-۱۹۹۵) (ب) دوره دوم (۱۹۹۶-۲۰۱۵)

### فراوانی رخداد گرد و غبار

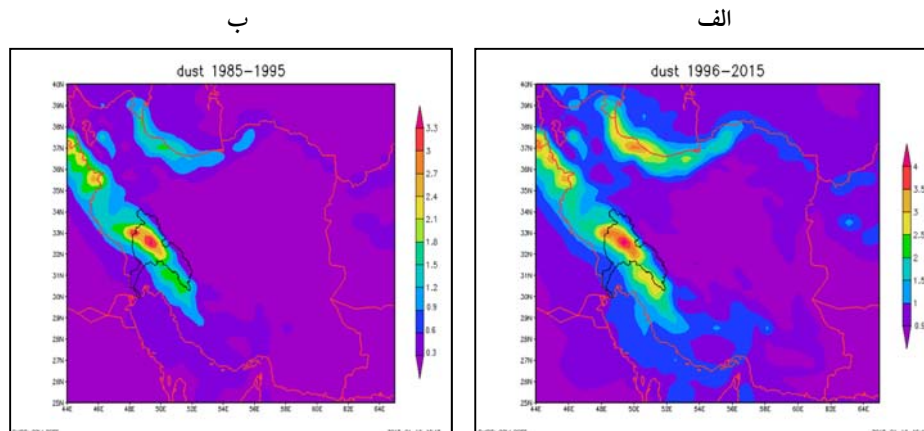
جهت بررسی فراوانی رخداد پدیده‌ی گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه، داده‌های روزانه‌ی گرد و غبار با منشأ محلی (کد ۰۷) و فرامحلی (کد ۰۶) برای دو دوره‌ی آماری (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و (۱۹۹۶-۲۰۱۵) در ۹ ایستگاه سینوپتیک مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵). همانگونه که تصاویر نشان می‌دهد، طی دوره آماری اول و دوم وقوع گرد و غبار با منشأ خارجی بیشتر از گرد و غبار با منشأ محلی بوده است به گونه‌ای که در دوره اول از ۷۹۶ روز به و ۱۱۳۷ روز در دوره دوم افزایش یافته است. اما نکته مهم در این نمودارها افزایش وقوع گرد و خاک با منشأ محلی در دوره دوم است که از ۱۰۰۲ روز در دوره اول به ۱۰۲۲ روز در دوره دوم رسیده است که در برخی از ایستگاه‌ها افزایش بیشتری و در برخی دیگر این افزایش کمتر بوده است. نکته دیگر این که ایستگاه الیگودرز لرستان طی دوره اول روز همراه با گرد و خاک

نداشته است اما در دوره دوم گردو خاک فرامحلی به ۹۰ روز رسیده است (شکل ۵د). در کل می‌توان گفت که رخداد پدیده‌ی گرد و غبار در دوره‌ی دوم افزایش بیشتری نسبت به دوره‌ی اول داشته است.



شکل ۵: روزهای همراه با گرد و غبار محلی و فرامحلی برای دوره‌ی آماری (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و (۱۹۹۶-۲۰۱۵)

با توجه به نقشه گردوغبار در دوره‌ی آماری اول (شکل ۶ الف) حداکثر مقدار آن در بلند مدت به میزان ۳/۳ کیلوگرم در متر مربع بوده است که مساحت و مناطق کمتری درگیر این پدیده بوده‌اند؛ اما در دوره‌ی دوم (شکل ۶ ب) علاوه بر افزایش شدت، وسعت پراکنش ریزگردها نیز بیشتر شده است به‌صورتی که حداکثر مقدار ریزگردها در این دوره به بیش از ۴ کیلوگرم در متر مربع رسیده است.



شکل ۶: پراکنش گردوغبار در (الف) دوره آماری اول (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و (ب) دوره آماری دوم (۱۹۹۶-۲۰۱۵)

### نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف بررسی اثرات پروژه‌های انتقال آب سرشاخه‌های کارون در ایجاد یا تشدید کانون‌های ریزگرد خوزستان به رشته تحریر درآمد. جهت بررسی این اثرات، ابتدا ارتباط بین پارامترهای اقلیمی شامل میانگین دما، بارش، میانگین رطوبت نسبی، دیدافقی و دبی با گرمایش جهانی مشخص شد که نتایج آن بدین شرح است:

باتوجه به نتایج بدست آمده از بررسی نمودارهای دبی در حوضه‌ی مورد مطالعه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که بررسی نمودارهای دبی رودخانه‌ی کارون طی دو دوره‌ی آماری برای ۹ ایستگاه هیدرومتری مورد مطالعه نشان داد که میانگین دبی رودخانه‌ی کارون در دوره‌ی دوم نسبت به دوره‌ی اول روندی کاهشی را نشان می‌دهد به‌صورتی که نتایج حاصل از بررسی نمودارهای دبی رودخانه‌ی کارون برای دو دوره‌ی آماری نشان داد که میانگین دبی رودخانه‌ی کارون در دوره‌ی اول آماری ۲۱۴.۸۶ متر مکعب در ثانیه بوده که در دوره‌ی دوم به ۱۴۳.۶۳ متر مکعب در ثانیه رسیده است. با مقایسه سری میانگین دبی کل حوضه کارون طی دوره‌ی اول و دوره‌ی دوم می‌توان نتیجه گرفت که ۷۱.۲۳ متر مکعب در ثانیه در بلند مدت رودخانه‌ی کارون با کاهش دبی روبرو بوده است که این کاهش باعث به وجود آمدن مخاطرات زیست محیطی همچون ایجاد و تشدید کانون‌های ریزگرد، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و... در منطقه‌ی مورد مطالعه گردیده است.

نتایج حاصل از شاخص ضریب پوشش گیاهی (NDVI) نشان داد که میانگین این ضریب در دوره‌ی دوم نسبت به دوره‌ی اول با کاهش ۱۳٪ مواجه بوده است به‌طوری‌که این ضریب از ۵۳٪ به ۴٪ کاهش یافته است. این کاهش می‌تواند نتیجه‌ی همزمان گرمایش جهانی و مدیریت ضعیف منابع آب و در نتیجه کاهش سطح زیر کشت و از بین رفتن پوشش گیاهی در منطقه‌ی مورد مطالعه باشد.

به صورت کلی مقدار رطوبت خاک کانون ریزگرد در دوره‌ی دوم نسبت به دوره‌ی اول کمتر شده است. به‌طوری‌که در دوره دوم حداقل رطوبت خاک مربوط به جنوب‌غربی حوضه (تالاب شادگان) بوده است اما در شمال شرق حوضه که منطقه‌ی اصلی طرح‌های انتقال آب و سدسازی می‌باشند رطوبت خاک به صورت مکانی گسترش پیدا کرده است.

بنابراین در دوره‌ی دوم در مناطق ریزگرد خوزستان نیز شاهد کاهش شدید رطوبت خاک نسبت به دوره‌ی قبل بوده ایم به‌صورتی که مقدار آن خاک از ۲۱/۱ به ۱۸/۵ کیلوگرم بر مترمربع کاهش یافته است. دلیل این افزایش سطح را می‌توان چنین استدلال کرد که در دوره‌ی دوم نقش سدسازی در افزایش رطوبت خاک در شمال حوضه کارون و کاهش رطوبت نسبی در منطقه‌ی شادگان (پایاب کارون) تأثیرگذار بوده است. همچنین نقشه‌های گردوغبار نیز نشان می‌دهد که همزمان با روزهای همراه با مخاطره گردوغبار، رطوبت نسبی موجود در خاک که مانع از بروز پدیده‌ی گردوغبار می‌شود نیز با کاهش روبرو شده است به همین دلیل با عبور جریان‌ات از روی میادین فاقد رطوبت کافی، ذرات ریز خاک به راحتی از سطح زمین جدا شده و موجب گسترش و شدت پدیده‌ی گردوغبار در منطقه‌ی مورد مطالعه شده است. درکل می‌توان نتیجه گرفت که عمده تغییرات مربوط به کاهش دبی و رطوبت خاک و همچنین افزایش ریزگردها در حوضه کارون، به عدم مدیریت درست منابع آب، سدسازی و اجرای طرح‌های انتقال آب در این حوضه ارتباط دارد و پدیده‌ی تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی نقش کمتری در این تغییرات داشته است. نتیجه این سوء مدیریت و انتقال غیر کارشناسانه آب در سرشاخه‌های کارون منجر به ایجاد کانون‌های جدید و گسترش کانون‌های موجود شده است.

### کتابشناسی

۱. ابریشم چی، احمد، تجریشی، مسعود، و باقری، علی، (۱۳۸۰). برنامه ریزی توسعه پایدار منابع آب، مجموعه مقالات دانشکده مهندسی عمران-دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۸۰، صص ۱-۱۲.
۲. بهرامی، کیوان، زهرا حجازی زاده، سلیقه، محمد، (۱۳۹۳)، تحلیل سینوپتیکی و روندیابی گردوغبار جنوب غرب ایران طی دوره گرم سال (مطالعه موردی:خوزستان)، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی.
۳. حلیبان، امیرحسین و شبانکاری، مهران، (۱۳۸۹). مدیریت منابع آب در ایران (مطالعه موردی: چالش‌های انتقال آب از بهشت آباد به زاینده رود، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام.
۴. خوش کیش، اسدالله، علیجانی، بهلول و حجازی زاده، زهراء (۱۳۹۰)، تحلیل سینوپتیکی سامانه‌های گردوغبار در استان لرستان، جغرافیا و توسعه، ۲۱، صص ۹۱-۱۱۰.
۵. خوشحال دستجردی، جواد؛ موسوی، سیدحجت و عبدالرضا کاشکی، (۱۳۹۱)، تحلیل هم‌دید طوفان‌های گردو غبارایلام (۱۹۸۷-۲۰۰۵)، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۴۶(۲): ۳۴-۴۷.
۶. دبیرخانه‌اندیشکده تدبیر آب ایران. (۲۰۰۸). (ترجمه) انتقال میان حوضه‌ای آب (کندوکاوی درباره معیارهای ارزیابی جامع).
۷. رستم‌افشار، ناصر و پیره، علیرضا (۱۳۸۳). «انتقال آب بین حوضه‌ای»، سمینار انتقال بین حوضه‌ای آب و نقش آن در توسعه پایدار کشور، دانشگاه صنعت آب و برق.
۸. زمانی، رضا، (۱۳۹۲)، تأثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش منطقه کوه‌رنگ و روند جریان سطحی در سرچشمه‌های زاینده رود و کارون.
۹. عرب، داودرضا، خلقی، مجید، صمدی، امیر و دهقان، اعظم، (۱۳۸۳). فرصت‌ها و چالش‌های انتقال آب حوضه به حوضه»، دانشگاه صنعت آب و برق، بهمن ۱۳۸۳.
۱۰. عزیزی، قاسم؛ شمسی پور، علی اکبر؛ میری، مرتضی. (۱۳۹۱). واکاوی هم‌دید ارتباط آتش‌سوزی‌های ماه ژوئیه ۲۰۱۰ روسیه و سیل پاکستان، جغرافیا و توسعه شماره ۲۹، صص ۱۳۱-۱۴۴.
۱۱. عزیزی، قاسم؛ مرتضی میری و سید امیر نبوی. ۱۳۹۱. ردیابی پدیده گردوغبار در نیمه غربی ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۲ (۷): ۶۳-۸۱.
۱۲. قدرتمنا، قهرمان، (۱۳۸۳). نتقال حوضه به حوضه‌ای آب معیارها و سیاست‌ها، سمینار انتقال بین حوضه‌ای آب و نقش آن در توسعه پایدار کشور، دانشگاه صنعت آب و برق.
۱۳. کارآموز، محمد، عراقی‌زاد، شهاب و احمدی، آزاده، (۱۳۸۳). انتقال آب بین حوضه‌ای: یک ضرورت ملی در قالب حسابرسی‌های اقتصادی و زیست محیطی، دانشگاه صنعت آب و برق، بهمن ۱۳۸۳.
۱۴. کارآموز، محمد و همکاران، (۱۳۸۳). «انتقال آب بین حوضه‌ای: یک ضرورت ملی در قالب حسابرسی اقتصادی و زیست محیطی، مجموعه مقالات سمینار انتقال بین حوضه‌ای آب و نقش آن در توسعه پایدار کشور، دانشگاه صنعت آب و برق، صص ۱-۱۴.
۱۵. کریمی، مرتضی؛ محمد حامد یزدانی و افشین نادری. (۱۳۹۲). تأثیر بادهای ۱۲۰ روزه بر امنیت منطقه سیستان. مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۴ (۲): ۱۱۱-۱۲۸.
۱۶. کریمی، صادق؛ نگارش، حسین؛ طاوسی، تقی؛ علیجانی، بهلول (۱۳۹۰)، تحلیل هم‌دید امواج سرماهای فراگیر ایران (مورد: موج سرمای دی و بهمن ۱۳۸۳ استان چهارمحال و بختیاری)، جغرافیا و توسعه شماره ۲۹، صص ۵۵-۷۶.
۱۷. محمدی مرادیان؛ جمیله و سید رضا حسین زاده، (۱۳۹۴). پایش ماهواره‌ای و تحلیل هم‌دید پدیده گردوغبار در کلان‌شهر مشهد طی دوره آماری ۲۰۰۹-۲۰۱۳، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۴: ۳۵-۵۷.

۱۸. مرکز تحقیقات منابع آب دانشگاه شهرکرد، (۱۳۹۱). «دستورالعمل زیست محیطی-اقتصادی طرح‌های انتقال آب بین حوضه ای».
۱۹. مفاخری، امید؛ شهریارخالدی؛ علی اکبرشمسی پور؛ مصطفی فلاحی خوشجی و آذرکرمانی. (۱۳۹۵). تحلیل خشکسالی با استفاده از شاخص NDVI در دشت قروه و دهگلان، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۶(۴۱): ۷۷-۹۴.
۲۰. مینایی، سمیه، سلیقه، محمد، اکبری، مهری، (۱۳۹۲). تحلیل سینوپتیکی تاثیر پرفشار عربستان بر گردوغبار جنوب غرب، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی.
۲۱. ناصرپور، سمیه(۱۳۹۱). منشاء یابی توفانهای گردوغبار در جنوبغرب ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی تهران.
۲۲. ناصرزاده، محمدحسین و میثم طولابی نژاد. (۱۳۹۴). نقش گازهای گلخانه‌ای در نوسانات دبی کشکانرود، هیدروژئومورفولوژی، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱۱۷-۱۳۵.
۲۳. نصیری، بهروز، ناصرزاده، محمد حسین، طولابی نژاد، میثم، زارعی چقابلکی، زهرا. (۱۳۹۴). «اثر الگوی کلان مقیاس جوی - اقیانوسی انسو بر آبدهی دبی کشکانرود». هیدروژئومورفولوژی، ۲(۵)، ۱۴۱-۱۶۶.
۲۴. همتی، نصرالله، اردکانی، محمدحسین، (۱۳۷۴): گرایش سینوپتیک بررسی فراوانی توفان‌های خاک در نواحی مرکزی و جنوب غربی کشور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده ژئوفیزیک.
25. Alizadeh-Choobari, O. , Sturman, A. , &Zawar-Reza, P. (2015). Global distribution of mineral dust and its impact on radiative fluxes as simulated by WRF-Chem. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 127(6), 635–648.
26. Azizi, G. † Shamsipour, A. † Miri, M. and Safarrad, T. 2012. Synoptic and remote sensing analysis of dust events in southwestern Iran. *Natural Hazards*, 64: 1625-1638.
27. Baldasano, J. M. 2013. Mineral dust modeling from meso to global scale. *Barcelona Supercomputing Center, Evora-Portugal*, 1-3 July, 1-77, Website: www. bsc. es.
28. El-Askary, H. † Gutam, R. and Kafatos, M. 2004. Remote sensing of dust storms over the Indo-Gangetic basin. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 32: 1-12.
29. Hamish, M. , Andrew, C. 2008. Identification of dust transport pathways from Lake Eyre, Australia using Hysplit, *Atmospheric Environment*, 42(29):6915-6925.
30. Huang, J. , Wang, T. , Wang, W. , Li, Z. , & Yan, H. (2014). Climate effects of dust aerosols over East Asian arid and semiarid regions, semiarid regions. *Journal of Geophysical Research*, 119 (19),11398-11416
31. Kutiel H. and Furman H. (2003). Dust Storms in the Middle East: Sources of Origin and their Temporal Characteristics. *Indoor Built Environ*, 12:419–426.
32. Lee, Y. C. , Yang, X. , & Wenig, M. , (2010). Transport of dusts from East Asian and non-East Asian sources to Hong Kong during dust storm related events 1996-2007. *Journal of Atmospheric Environment*: 44; pp 3728-3738.
33. Li, N. and W. GU. 2004. Threshold value response of soil moisture to dust storms. *Functioning and management. Cambridge universe- a case study of Midwestern of Inner Mongolia. Journal of Nat. Disast*. 13(1): 44-49.
34. Shao, Y. ; Dong, C. H. ; 2006; A review on East Asian dust storm climate.
35. Shao, Y. ,Dong, C. H. (2006). A review on East Asian dust storm climate modeling and monitoring. *Global Land Planetary Change*, 52: 1-22.
36. Shaw, P. 2008. Application of aerosol speciation data as an insitu dust proxy for validation of the Dust Regional Atmospheric Model (DREAM). *Journal of Atmospheric Environment*, 42: 7304-7309.
37. Solmon, F. , Mallet, M. , Elguindi, N. , Giorgi, F. , Zakiey, A. , & Konare, A. (2008). Dustaerosol impact on regional precipitation over western Africa, mechanisms and sensitivity to absorption properties. *Geophysical Research Letters*, 35(L24), doi:10. 1029/2008GL035900.

38. TaheriShahriayni, H. ؛ Karimi, K. ؛HabibiNokhandan, M. and HafeziMoghadas, N. 2014. Monitoring of dust storm and estimation of aerosol concentration in the Middle East using remotely sensed images. Arab J Geosci, 1-9.
39. wang,x. ,dong,z. ,zhang,j. ,liu,l. 2004. modern dust storms in china;an over view. Gornal of arid environments, 58,559-574.
40. wang,x. ,dong,z. ,zhang,j. ,liu,l. 2004. modern dust storms in china;an over view. Gornal of arid environments, 58,559-574.
41. XU,xingkui. ,levy,yasonk. ,zhaohui,lin. ,Hong,chen. (2006). Aninvestigation of sand –dust storm events and land surface characteristics in chinaasingNOAANDVI data. Global and planetary change, 52, 182-196.
42. Zhang, P. ؛ Lu, N. ؛ Hu, X. and Dong, C. 2006. Identification and physical retrieval of dust storm using three MODIS thermal IR channels. Global and Planetary Change, 52: 197-206.