

## نقش انسان بر مورفولوژی رودخانه‌های هولوسن بالایی و شکل‌گیری کانون‌های گرد و غبار در جنوب غرب استان خوزستان

فاضل ایران‌منش<sup>\*۱</sup>

استادیار پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱/۳۰

### چکیده

پهنه‌های وسیعی از استان خوزستان جزو مناطق مستعد تولید گرد و غبار به‌شمار می‌آیند. در این استان، هفت کانون تولید گرد و غبار داخلی وجود دارد. تعدادی از این کانون‌ها مانند کانون گرد و غبار شماره یک (جنوب تالاب هورالعظیم)، در واقع دشت‌های سیلابی و آبرفتی زمین‌های پست خلیج فارس و بین‌النهرین هستند که ارتباط خود را با رودخانه‌های بزرگی مانند کرخه در هولوسن بالایی از دست داده‌اند. وجود چنین مسئله‌ای به همراه خشکسالی‌های پی در پی موجب تبدیل شدن دشت‌های وسیعی از جنوب غرب استان خوزستان به کانون گرد و غبار شده است. در این راستا این پژوهش در نظر دارد، نقش فعالیت‌های انسان در تغییر مورفولوژی رودخانه کرخه و اثر آن بر شکل‌گیری کانون‌های گرد و غبار را بررسی کند. این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۱، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۲ میلادی، سنجنده Liss از ماهواره IRS هند مربوط به سال ۲۰۰۶ میلادی، تصاویر گوگل ارث، نمونه‌برداری از رسوبات تا عمق ۱۰ متری و انجام بازدیدهای میدانی انجام شده است. در مراحل انجام پژوهش، کلیه محیط‌ها و زیر محیط‌های رسوبی رودخانه‌ای منتهی به کانون گرد و غبار شناسایی و سپس با استفاده از شاخص‌های بارسازی مکانی و طیفی، تغییرات بلندمدت و میان‌مدت رودخانه کرخه استخراج شد. نتایج نشان داد، در محدوده مورد مطالعه حداقل سه کانال متروک رودخانه‌ای وجود دارد. طولانی‌ترین آن‌ها، کانال متروک جفیر به طول حدود ۵۰ کیلومتر است که به قسمت‌های جنوبی تالاب هورالعظیم جریان داشته است. این کانال به دلیل قطع ارتباط با رودخانه کرخه و عدم سیلابی شدن حداقل برای یک دوره ۱۳۰۰ ساله، اکنون به عنوان یکی از هفت کانون گرد و غبار، به‌شمار می‌آید. در صورت ساماندهی و احیای مجدد این کانال، امکان مقابله با فرسایش بادی از طریق افزایش زبری خاک، افزایش رطوبت خاک و پوشش گیاهی وجود خواهد داشت.

**واژه‌های کلیدی:** خوزستان، فرسایش بادی، کانال متروک، کرخه، هورالعظیم.

### مقدمه

مقصد را تحت تأثیر می‌دهد، اغلب در بلندمدت منجر به تضعیف شرایط اجتماعی-اقتصادی و محیط زیستی در یکی از دو حوضه خواهد شد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵). رودخانه کرخه نور (کور) نمونه‌ای کلاسیک از تغییرات مورفودینامیک و قطع ارتباط بین تأمین آب و تقاضاست. اولین تغییر مسیر و قطع شدگی در رودخانه کرخه در حدود سال‌های ۷۱۰-۶۴۰ میلادی در نزدیکی روستای کوهه اتفاق افتاده و مسیر کرخه به محلی به نام کرخه‌کور تغییر مسیر داده شد؛ در واقع، کرخه‌کور کانال آبرسانی بوده که در زمان

در مقیاس جهانی آب فراوان است، اما نتایج نشان داد، مشکل کمبود آب تا حدودی ناشی از عدم دسترسی بودن و عدم تطابق مکانی و زمانی آن برای مصرف است (اولکرز<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱). یک راه حل برای این عدم تطابق فضایی، انتقال آب از مناطق پر آب به مناطق کم‌آب است، اما از آن جایی که طرح‌های انتقال آب به‌طور مستقیم مدیریت حوضه مبدأ و

\*نویسنده مسئول: Iranmanesh67@yahoo.com

1. Oelkers

نیز نشان دادند، منشأ رسوبات بادی در بسیاری از دشت‌های مناطق بیابانی ایران ناشی از فرسایش آبی در اراضی کوهستانی بالادست، بستر رودخانه‌ها و خشک‌رودهای منشعب از آنها است. به طوری که عمل فرسایش آبی در اراضی کوهستانی مشرف به دشت‌ها باعث تغذیه آنها از نظر رسوبات ریزدانه گشته و این رسوبات توسط رودخانه‌ها و مسیل‌های متعدد حمل و در دشت‌های با شیب کم پخش می‌گردد، سپس در اثر عمل باد ذرات ماسه از بستر رودخانه‌ها، مسیل‌ها و دشت‌ها جابجا شده و در نقطه‌ای دیگر از دشت به صورت تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای رسوب می‌کند (طهماسبی بیرگانی، ۱۳۷۷: ۲۲۵). در این ارتباط رسوبات ریزدانه کف دریاچه‌های محلی واقع در کشور عراق، رسوبات به‌جای مانده در پیچان‌رودهای خشک کفه‌های رسی-سیلتی و نواحی بیابانی واقع در کشورهای منطقه از جمله منشأهای اصلی تولید گرد و غبار منطقه جنوب و جنوب غرب کشور و منطقه خلیج فارس و شن‌های روان در این منطقه از کره خاکی به شمار می‌آیند (جلالی و همکاران، ۱۳۸۸: ۳۶). بر اساس مطالعات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مدیریت منطقه جنوب باختری (اهواز)، هفت کانون گرد و غبار در استان خوزستان وجود دارد. این کانون‌ها به ترتیب شامل ۱- جنوب هورالعظیم ۵۰۰۰۰ هکتار، ۲- شمال خرمشهر ۲۸۱۸۴ هکتار، ۳- شرق اهواز ۱۵۶۲۰ هکتار، ۴- جنوب و جنوب شرق اهواز ۱۱۲۳۸۵ هکتار، ۵- محدوده بندر امام تا امیدیه ۸۶۱۴۷ هکتار، ۶- محدوده ماهشهر- هندیجان ۳۱۹۸۰ هکتار و ۷- شرق هندیجان ۱۸۸۳۶ هکتار هستند. بررسی الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار ترسیبی در کانون جنوب غرب استان خوزستان و به‌خصوص جنوب تالاب هورالعظیم نشان داد، در هر دو شرایط وقوع و عدم وقوع پدیده گرد و غبار، توزیع اندازه ذرات گرد و غبار دو قله‌ای بوده و ذرات ترسیب یافته عمدتاً در اندازه سیلت هستند. به علاوه، تشابه در الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار و الگوی توزیع اندازه ذرات در برخی خاک‌های محلی حاکی از این است که بخشی از ذرات ترسیب یافته

ساسانیان (یزدگرد سوم) احداث شده بود. این مسئله باعث شد، تا مدت‌ها، ارتباط بین کرخه و کارون در محل دشت آزادگان قطع شود. پس از آن، در سال ۱۸۳۷ (حدود ۱۸۰ سال قبل) در نزدیکی شهر حمیدیه تغییر مسیر داده شد و ارتباط خود را با پایین دست و کرخه کور از دست داد. مجدد در سال ۱۹۶۸ میلادی مسیر کرخه به سمت کرخه کور باز شد (هیوارت<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۱: ۱). این موضوع، اثرات زیست‌محیطی زینبار زیادی را در پایین دست و در سطح دلتاهای یک رودخانه به وجود می‌آورد. قطع‌شدگی و انحراف آب در مناطق خشک باعث تغییر در رژیم جریان آبی قسمت‌های مختلف محیط‌های خشکی و آبی پایین دست مانند دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و دشت‌های سیلابی خواهد شد (سونگ هائو<sup>۲</sup> و هوی جی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳: ۱۱۹). معمولاً دشت‌های سیلابی مناطق مرطوب با تنوع زیستی زیاد هستند که حیات آنها به جریان رودخانه‌ها بستگی دارد. سدها، انحراف در مسیر رودخانه و قطع‌شدگی و مدیریت رودخانه‌ها باعث کاهش سیلاب به این تالاب‌ها شده و محیط زیست آنها را تغییر داده و باعث از بین رفتن زیست توده‌های آبی می‌شود. بر اساس یک بررسی در استرالیا مشخص شد، به دلیل انحراف و ایجاد سد، بیش از ۵۰ درصد از رودخانه‌های دشت‌های سیلابی دیگر طغیانی نخواهند شد (کینگزفورد<sup>۴</sup>، ۲۰۰۰: ۱۰۹). در این صورت بستر خشک رودخانه‌ها در مناطق پایین دست و دشت‌های سیلابی محمل مناسبی برای برداشت ذرات خاک توسط باد خواهند بود. بر اساس پژوهش‌های انجام شده در صحرای گوبی چین، رسوبات بیابان‌های شنی، دشت‌های سیلابی در طول مسیر رودخانه‌های متروکه، ته‌نشست‌های شور، ته‌نشست‌های سیستم‌های آبیاری جزو اصلی‌ترین مناطق برداشت فرسایش بادی محسوب شده‌اند (پنجون<sup>۵</sup> و همکاران ۲۰۰۴: ۳۶۶). پژوهش‌های دیگر

1. Heyvaert
2. Song-hao
3. Hui-jie
4. Kigsford
5. Peijun

زیرزمینی در قسمت‌های پائین افزایش یافته است و بهبود قابل توجهی از پوشش گیاهی در منطقه ساحلی صورت گرفته، که نشان دهنده بازسازی اولیه محیط پایین دستی تخریب شده است. علاوه بر این، اقتصاد به طرز چشمگیری توسعه یافته است و نرخ رشد سالانه آن به ۲۸/۰۶٪ رسیده است (ژانگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۸: ۶۱۹). در همین منطقه مطالعه اثرات انحراف آب رودخانه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ نشان داد، ماندگاری و حفظ خاک سطحی در مقابل فرسایش بادی بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰۰ تن در کیلومتر مربع در سال در برخی مناطق افزایش یافته است (های مینگ<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۵۴۱)

بنابراین ملاحظه می‌شود، بسیاری از پژوهش‌ها، وجود بستر رودخانه‌های متروک و خشک‌رودها و همچنین دشت‌های سیلابی را بستری مناسب برای ایجاد کانون‌های گرد و غبار می‌دانند. در استان خوزستان و به‌ویژه در جنوب غرب استان پدیده قطع‌شدگی و جابجایی در مسیر رودخانه‌ها اتفاق افتاده است و همین امر باعث جداشدگی و قطع ارتباط دشت‌های سیلابی با رودخانه کرخه شده است. این تحقیق به‌طور مشخص در نظر دارد، نقش فعالیت‌های انسان در تغییر مورفولوژی و قطع‌شدگی رودخانه کرخه و اثر آن بر شکل‌گیری کانون‌های گرد و غبار را بررسی نماید.

### محدوده پژوهش

به‌منظور تشخیص مسیرها و کانال‌های رودخانه‌ای و دشت‌های سیلابی منتهی به تالاب هورالعظیم (هویزه) در استان خوزستان، منطقه پژوهش از شهرستان حمیدیه تا تالاب هورالعظیم (هویزه) به وسعت تقریبی ۷۵۰۰ کیلومتر مربع انتخاب شد، (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه، در حاشیه غربی رودخانه کرخه و قسمتی از دشت آزادگان در استان خوزستان را تشکیل می‌دهد. از لحاظ تقسیمات استانی، سوسنگرد، مرکز دشت آزادگان بوده و بستان

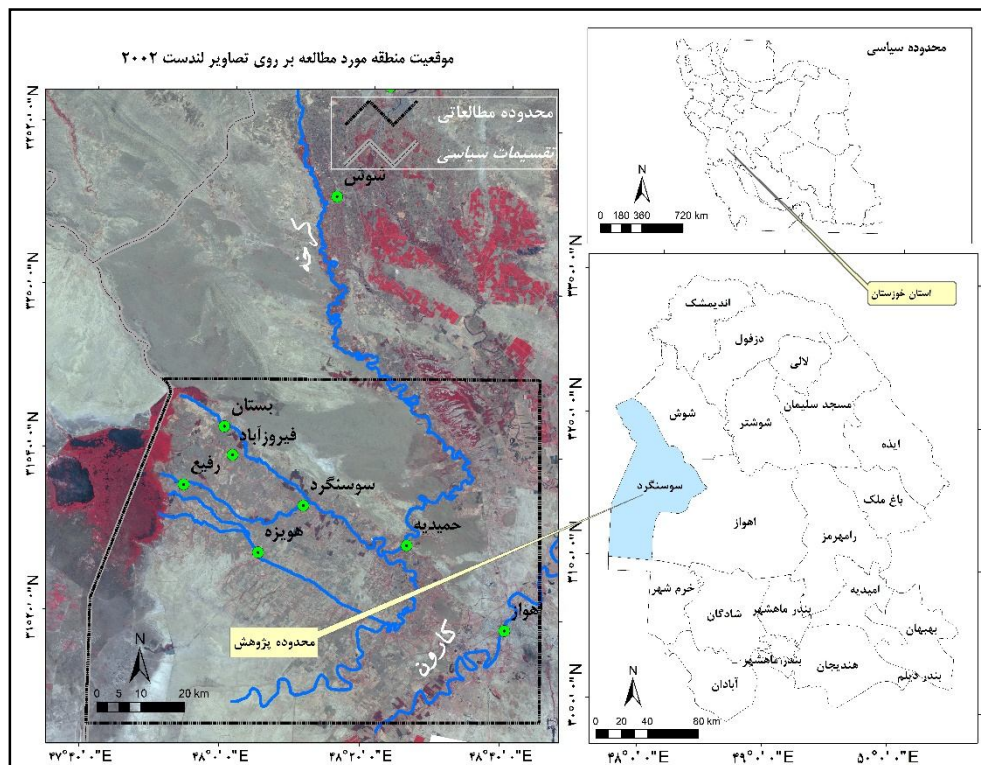
دارای منشأ محلی است. در مقابل در دوره‌هایی با وقوع پدیده گرد و غبار سهم منابع خارجی مانند مناطق بیابانی کشور عراق در تولید ذرات گرد و غبار افزایش می‌یابد (لفته و همکاران، ۱۳۹۲: ۶۹۵). بررسی‌های بیشتر بر روی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده گرد و غبار از ۱۵ ایستگاه تله رسوبگیر در شهر اهواز در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۰ نیز نشان از افزایش قابل توجه نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار در منطقه و در زمان بروز طوفان‌های گرد و غبار، نسبت به شرایط بدون طوفان گرد و غبار است؛ همچنین افزایش موضعی نرخ ترسیب برای بعضی از ایستگاه‌ها حاکی از دخالت عوامل محلی مانند وجود زمین‌های بایر و عاری از پوشش و پروژه‌های عمرانی رهاشده در رسوب ذرات گرد و غبار می‌باشد (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۵۹). علاوه بر این، شدت فرسایش بادی به عوامل دیگری مانند چرای بیش از حد دام هم‌بستگی دارد. قسمت‌هایی از استرالیا مرکزی در طول سال ۱۹۴۰ میلادی منعکس‌کننده چرای بیش از حد در دشت‌های سیلابی است. به‌علاوه گرد و غبار از مسافت طولانی‌تری از سطح اراضی منابع طبیعی و بستر دریاچه‌ها و دشت‌های سیلابی منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما در طی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ میلادی دوره بارندگی پایدار و گسترده وجود داشته که فرسایش بادی را تا حد زیادی کاهش داده است، اما وقتی دشت‌های سیلابی خشک شوند و پوشش گیاهی کاهش یابد رسوبات ریزدانه ته‌نشین شده و شرایط برای شروع مجدد فرسایش بادی آماده می‌شود (بولارد<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). در شمال غربی چین برای مهار وخامت شدید زیست محیطی در حوضه رودخانه هیه<sup>۲</sup>، یک پروژه انحراف آب در سال ۲۰۰۰ آغاز شد. تجزیه و تحلیل جامع از اثرات زیست محیطی و خطرات بالقوه مرتبط با این پروژه نشان داد، از زمان آغاز این پروژه، رژیم هیدرولوژیکی تغییر کرده است، به طور میانگین بیش از ۵۷/۸۲٪ از آب بالادستی به طور متوسط به سطح زیرین تخلیه می‌شود. در نتیجه، سطح آبهای

3. Zhang  
4. Haiming

1. Bullard  
2. Heihe

کم‌ارتفاع به نام‌های، الله‌اکبر و میش داغ به ارتفاع حداکثر ۱۷۳ متر از سطح آب‌های آزاد است.

و هویزه از شهرهای مهم آن هستند. این محدوده، از شمال به شوش و ایلام، از جنوب و غرب به عراق و از شرق به اهواز متصل بوده و دارای چندین تپه



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه.

فوق ایجاد می‌کند. در این بررسی تغییرات بلندمدت و میان‌مدت رودخانه کرخه تعیین شده‌اند. تغییرات بلندمدت مربوط به شواهد مسیر رودخانه‌های متروک و الگوی جریان می‌باشد و تغییرات میان‌مدت شامل بررسی پدیده‌هایی مانند قوس‌ها و پیچ و خم‌های رودخانه و دریاچه نعل اسبی (شاخ گاوی) است. بارزسازی مسیرهای متروک و تدقیق مسیرهای فعال رودخانه‌ها با استفاده از داده‌های جدول یک انجام شده است. در این خصوص، از شاخص بارزسازی مکانی و طیفی تک‌باندی و چندطیفی و ثبت نقاط شاخص استفاده شد. یکی از انواع مهم این شاخص‌ها که برای بارزسازی لبه‌ها<sup>۱</sup> به کار می‌رود، فیلتر گرادپانت<sup>۲</sup> است.

## مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل داده‌های تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۹۱، ۱۹۹۸، ۲۰۰۲ میلادی و سنجنده Liss از ماهواره IRS هند مربوط به سال ۲۰۰۶ میلادی، تصاویر گوگل ارث، داده‌های حاصل از بازدیدهای میدانی و آزمایشگاه فیزیک خاک است. در ذیل مراحل و چگونگی استفاده از آن‌ها شرح داده شده است.

پیوند مستقیم رودخانه‌ها با مسائل اجتماعی، اقتصادی و معیشتی جوامع و فرسایشی عامل اصلی حساسیت نگاه بشری به تغییرات رودخانه هاست که معمولاً این جابجایی‌ها، اثرهای نامطلوبی را در عوامل

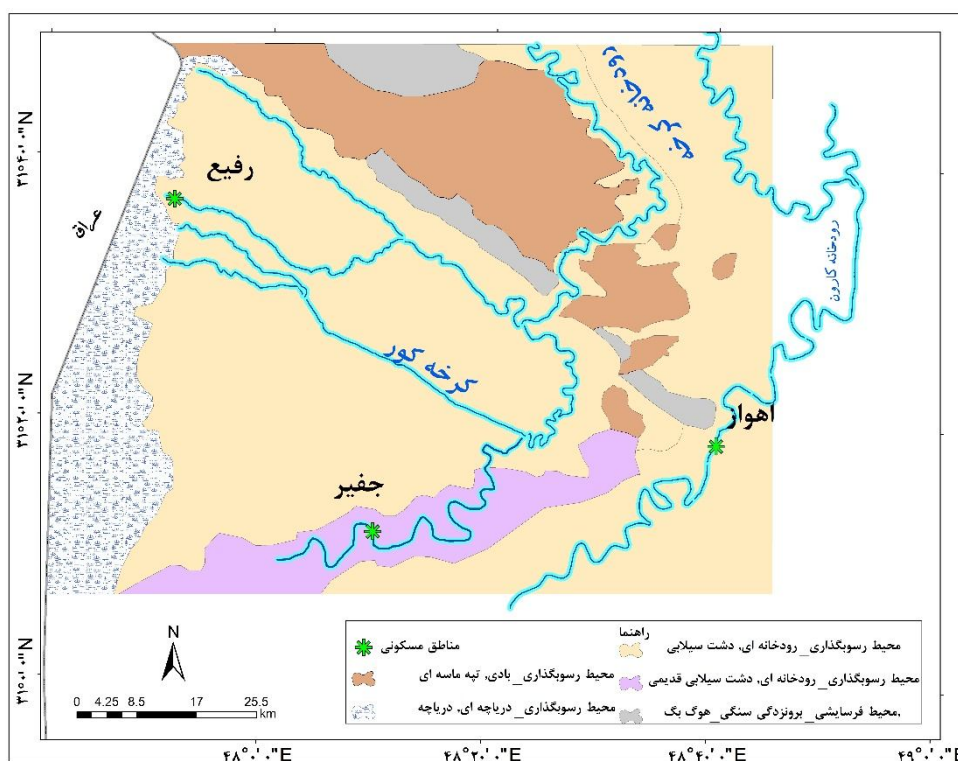
1. Edge Enhancement
2. Gradient Filter

جدول ۱: مشخصات داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در پژوهش

ردیف	سنجنده	ماهواره	گذر	قدرت تفکیک مکانی (متر)	تاریخ
۱	ETM <sup>+</sup>	لندست ۷	۱۶۵-۳۸	۲۸/۵	۲۰۰۲
۲	TM	لندست ۵	۱۶۵-۳۸	۲۸/۵	۱۹۹۸
۳	ETM <sup>+</sup>	لندست ۷	۱۶۶-۳۸	۲۸/۵	۲۰۰۲
۴	TM	لندست ۵	۱۶۶-۳۸	باند پانکروماتیک ۱۵ متر و سایر باندها ۲۸/۵	۱۹۹۱
۵	Liss	IRS	۴۸-۶۷	باند پانکروماتیک ۸/۵ متر و سایر باندها ۲۳	۲۰۰۶
۶	-	گوگل‌ارث	-	-	۱۹۸۴-۲۰۱۹

پس از بازسازی مسیرهای متروک و تدقیق مسیرهای فعال رودخانه‌ها، محیط‌های فرسایشی و رسوب‌گذاری با استفاده از تفسیر دیداری تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و توپوگرافی مشخص شدند. با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از مراحل پیشین، محدوده مورد بررسی به سه محیط رسوب‌گذاری دریاچه‌ای، رودخانه‌ای و بادی و چندین زیرمحیط آبی و بادی تقسیم شد. تالاب هورالعظیم مهم‌ترین محیط رسوبی دریاچه‌ای است که در

منتهی‌الیه غرب محدوده مورد مطالعه واقع شده است. محدوده تالاب بر اساس تصاویر ماهواره‌ای IRS سال ۲۰۰۶ و تدقیق آن با تصاویر گوگل‌ارث تعیین حدود شد. پس از آن محیط رسوبی رودخانه‌ای و زیر محیط‌های آن مانند کانال‌های متروک که مهم‌ترین متغیر پژوهش هستند از روی تصاویر ماهواره‌ای استخراج گردیدند. در نهایت از بین محیط‌های رسوبی خشکی دشت‌های سیلابی فعال، متروک و واحد تپه‌های ماسه‌ای نیز تعیین حدود شدند، (شکل ۲).



شکل ۲: محیط‌های رسوبی محدوده مورد مطالعه





انجام بازدیدهای میدانی، نمونه‌های رسوب تا عمق ۱۰ متری با استفاده از یک دستگاه حفاری مغزه‌گیر از کانال متروک در نزدیکی روستای جفیر برای آزمایش‌های دانه‌بندی برداشت شد، (شکل ۳)؛ همچنین در این مرحله فرایندهای غالب فرسایش بادی مانند فرایندهای تراکمی فرسایش بادی با GPS ثبت گردیدند.

به‌منظور اطمینان از حصول نتایج پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تدقیق محیط‌های رسوبی و الگوی جریان رودخانه‌ای از داده‌های حاصل از بازدیدهای میدانی نیز در تحلیل نتایج استفاده شد. با توجه به هدف طرح، بازدیدهای میدانی از دو محیط رسوبی دشت‌های سیلابی و کانال‌های رودخانه‌ای (فعال و متروک) در جنوب غرب منطقه پژوهش انجام گردید. در حین



شکل ۳: تصویر جعبه نمونه‌های حفاری شده در منطقه جفیر

زونها از نظر ژئومورفولوژی دارای تنوع بسیار زیادی است. ژئومورفولوژی واحد دشت ساحلی زاگرس بیشتر شامل ارتفاعات حمیدیه، تاق‌دیس حمیدیه-اهواز، برونزدهای سنگی و تپه‌های ماسه‌ای و رودخانه‌های پیچان‌رودی و در مقابل ژئومورفولوژی واحدهای زمین‌های پست خلیج‌فارس و بین‌النهرین ژئومورفولوژی شامل مسیل‌ها، رودخانه‌ها، دشت‌های آبرفتی و سیلابی است. از بین واحدهای ژئومورفولوژی، واحد دشت‌های آبرفتی و سیلابی با وسعتی بالغ بر ۳۶۵۴ کیلومترمربع، بزرگ‌ترین سطح را به خود اختصاص داده‌اند. تغذیه این واحد بزرگ آبرفتی و سیلابی توسط رودخانه کرخه انجام می‌شود. رودخانه کرخه، بعد از گذر از شهرستان حمیدیه به دو شاخه، یکی به سمت جنوب و دیگری به سمت غرب تقسیم می‌شود. در پایین‌دست شهر حمیدیه و به سمت جنوب، رودخانه کرخه در مسیری امتداد داشته که امروزه به نام کرخه‌کور معروف است؛ اما در شاخه

در نهایت برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از مراحل قبل از نرم‌افزار آرک جی آی اس<sup>۱</sup> برای تلفیق لایه‌های مکانی و توصیفی و تفسیر داده‌های رقومی تصاویر ماهواره‌ای، ابزارهای آزمایشگاهی فیزیک خاک، شامل میکروسکپ بینوکولر<sup>۲</sup>، دیسیکاتور، و سایر موارد و برای تجزیه و تحلیل اندازه دانه‌ها و بافت به ترتیب از نرم افزارهای گراداست<sup>۳</sup> و محاسبه‌گر ویژگی‌های هیدرولیکی<sup>۴</sup> استفاده شد.

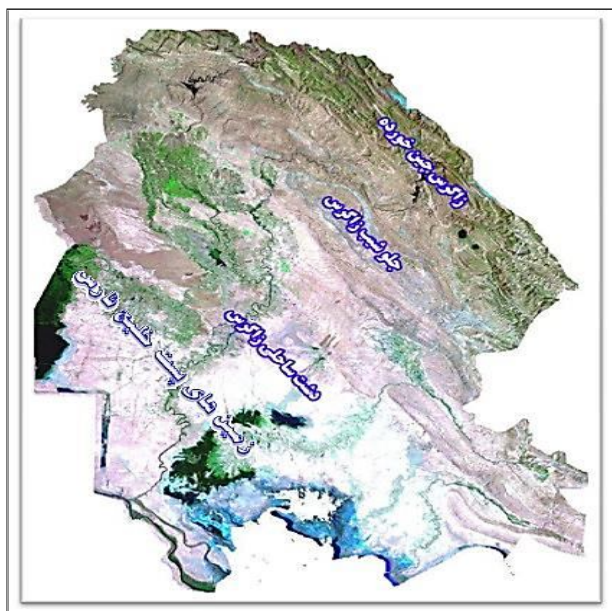
### نتایج و بحث

براساس تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ساختاری ایران (بربریان، ۱۹۹۵) محدوده مورد مطالعه در دو زون دشت ساحلی زاگرس و زمین‌های پست خلیج فارس و بین‌النهرین قرار دارد، (شکل ۴). این

1. ArcGIS
2. Binocular Microscope
3. Gradistat
4. American Hydraulic Properties Calculator

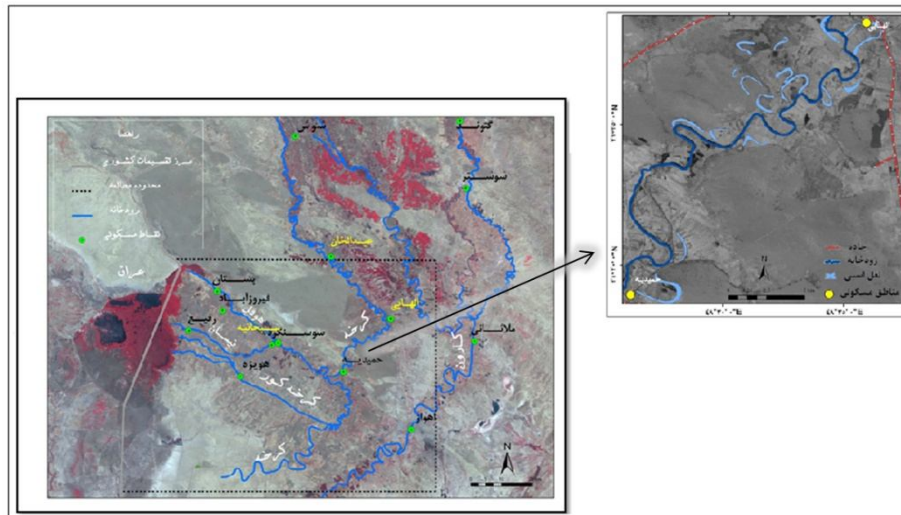
ته‌نشین می‌شوند و قسمت اعظم این رسوبات در محدوده انتهای انشعاب‌های رودخانه، که شیب به شکل قابل توجه‌ای کاهش می‌یابد، ته‌نشین شده و دلتای رودخانه‌ای را تشکیل می‌دهند. دلتای کرخه و دشت‌های سیلابی آن تقریباً از سوسنگرد شروع شده و در منطقه بستان شکل کامل‌تری به خود می‌گیرد (پورمحمدی، ۱۳۷۵: ۵۵۳). برخلاف سایر دشت‌های سیلابی، دشت‌های سیلابی زمین‌های پست ساحلی از رسوبات ریزدانه تشکیل شده است، همین موضوع باعث شده که چنین دشت‌هایی، با تغییرات بلندمدت مانند جابجایی مسیر کانال‌ها باشند (شکل ۵).

غربی، پس از عبور از شهرستان حمیدیه، در محدوده غرب روستای سبحانیه (واقع در دو کیلومتری شرق شهرستان سوسنگرد)، وارد زمین‌های کم‌شیب شده و به دو رودخانه هوفل و نیسان تقسیم می‌شود. در حقیقت این اولین انشعاب در رودخانه کرخه است و هر کدام از این شاخه‌ها خود به چندین شاخه تقسیم و در نهایت به تالاب هویزه وصل می‌شوند. این رودخانه‌ها هر ساله حجم زیادی از رسوبات توسط آب‌های جاری از سطح حوضه آبریز کرخه جمع‌آوری شده و به همراه سیلاب‌ها انتقال می‌یابند. قسمتی از این رسوبات، به تدریج در بستر کرخه و انشعاب‌های آن

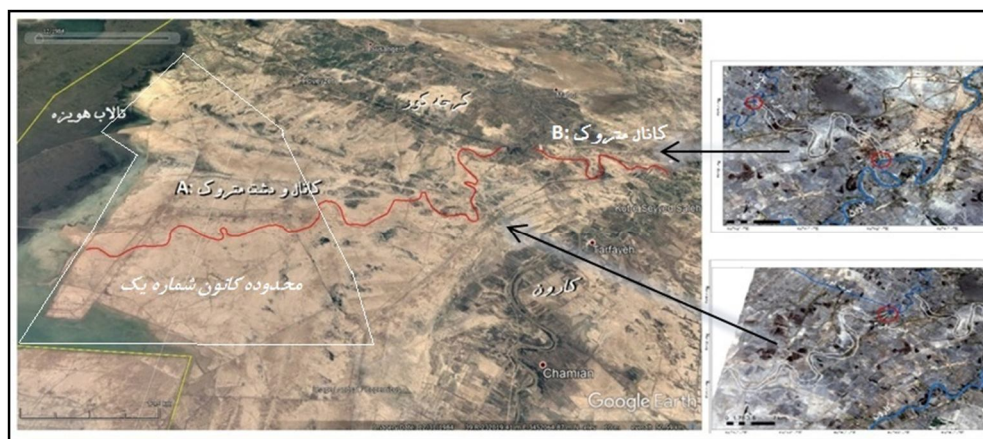


شکل ۴: په‌نه‌بندی ساختاری زاگرس در استان خوزستان (بربریان، ۱۹۹۵)





شکل ۵: تغییرات میان مدت رودخانه کرخه در بازه الهایی تا شهرستان حمیدیه



شکل ۶: کانال‌ها و دشت‌های متروک کرخه بر روی تصاویر گوگل ارث ۱۹۸۴ میلادی و تصاویر IRS ۲۰۰۶

زیرا یکی از قدیمی‌ترین مسیرهای رودخانه کرخه بوده و به قسمت‌های جنوبی تالاب هورالعظیم می‌ریخته است و تنها کانال تغذیه کننده سیلاب برای کانون شماره یک گرد و غبار است. طول این کانال در محدوده پژوهش حدود ۵۰ کیلومتر است، (شکل ۶). کانال متروک (B) در حدود سال‌های ۱۳۱۰-۱۲۴۰ میلادی، شاخه‌ای از کارون بوده که در نزدیکی شهر اهواز با یک خم بسیار بزرگ (به طول تقریبی ۳۰ کیلومتر) به سمت شمال غرب حرکت کرده و در نزدیکی روستای حریجه، به رودخانه کارون می‌ریخته است.

یکی از پیامد چنین تحرکات وسیع و پرحجمی در مسیر رودخانه، قطع شدگی ارتباط بین دشت‌های سیلابی با رودخانه و عدم تغذیه آن‌هاست، (سونگ هائو<sup>۱</sup> و هوی جی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳). نتایج این پژوهش نشان داد، تعداد زیادی قطع شدگی چه به صورت طبیعی و یا مصنوعی در جنوب غرب استان خوزستان و بر روی رودخانه کرخه اتفاق افتاده است. بر همین اساس در این محدوده حداقل سه کانال رودخانه‌ای متروک در مسیر رودخانه کرخه قابل شناسایی است. از بین این سه کانال، تغییرات مورفودینامیک کانال متروک (A) در منطقه جفیر اهمیت بیشتری در این پژوهش دارد؛

1. Song-hao
2. Hui-jie

ذرات گرد و غبار در اطراف تالاب هورالعظیم (هویزه) حاکی از این است که بخشی از ذرات ترسیب یافته دارای منشأ محلی مانند وجود زمین‌های بایر و عاری از پوشش و پروژه‌های عمرانی رهاشده است (لفته و همکاران، ۱۳۹۲ و کریمیان و همکاران، ۱۳۹۵). این وضعیت سبب شده، یکی از کانال‌های رودخانه کرخه که زمانی جزو اصلی‌ترین مسیرهای آن محسوب می‌شد، تبدیل به محملی برای فرایندهای بادی و شکل‌گیری اشکال فرسایشی و تراکمی در این محدوده باشد. شکل (۸) نمایی از از بادبردگی در نزدیکی کانال متروک (A) (منطقه جفیر) و کانون گرد و غبار شماره یک را نشان می‌دهد.

با بررسی نتایج دانه‌بندی ذرات در نزدیکی کانال متروک جفیر مشخص شد، میانگین اندازه قطر ذرات، ۳/۷ در مقیاس فی است. به عبارت دیگر، میانگین اندازه ذرات در منطقه جفیر حدود ماسه است، اما از آنجایی که میانگین، فقط حد متوسط اندازه ذرات رسوب را نشان می‌دهد، معیار مناسبی برای بررسی توزیع اندازه ذرات و شناسایی فرایندهای رسوبگذاری در مغزه‌ها محسوب نمی‌شود؛ بنابراین، تجزیه و تحلیل اندازه ذرات رسوبی براساس توالی آن‌ها نیز در مغزه بررسی شد. نتایج بافت خاک در منطقه جفیر نشان داد، بافت منطقه از سطح زمین تا عمق ۶ متری سیلتی لومی است، (شکل ۷). وجود ذرات ترسیب یافته در اندازه سیلت و تشابه آن با الگوی توزیع اندازه



شکل ۷: تغییرات ذرات رسوبی نسبت به عمق در مغزه جفیر



شکل ۸: بادبردگی در سطح کانون گرد و غبار شماره ( کانال متروک جفیر (A)). نگارنده

محیط‌های رسوبی است که تغییرات رودخانه کرخه باعث تبدیل شدن دشت سیلابی به کانون گرد و غبار شده است. تا کنون روش‌های مختلفی برای مقابله با این پدیده در استان پیشنهاد و یا اجرا شده است که، مهم‌ترین هدف این روش‌ها شامل افزایش زبری خاک، افزایش رطوبت خاک و پوشش گیاهی به همراه افزایش سرعت آستانه فرسایش بادی هستند. تحقق این هدف با توجه به محدودیت‌هایی مانند هزینه‌های سنگین پروژه‌های انتقال آب، وجود مستثنیات، هزینه‌های نگهداری، شرایط اقلیمی سخت در منطقه و غیره نیازمند توجه بیشتر به توان‌ها، محدودیت‌ها و فرصت‌های موجود در منطقه است، تا بتوان با کاهش هزینه‌ها و بهره‌گیری از حداکثر توان محیطی، راهکارهای سازنده و مؤثر را پیشنهاد داد. یکی از نقاط قوت در منطقه مورد پژوهش به منظور مقابله با کانون‌های گرد و غبار، وجود کانال‌های متروک رودخانه‌ای است که در ادوار گذشته منابع آبی بزرگی را برای دشت‌های استان خوزستان تأمین و موجب آبادانی آن‌ها می‌شدند، ولی در حال حاضر تبدیل به کانون‌های گرد و غبار شده‌اند. بررسی وضعیت بافت و دانه‌بندی ذرات رسوبی نیز نشان داد، درصد قابل توجهی از ذرات تشکیل‌دهنده کانال و دشت سیلابی متروک، در حد ذرات سیلت می‌باشند که به دلیل

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تعداد زیاد مناطق مستعد تولید گرد و غبار داخلی در استان خوزستان با مساحتی بالغ بر ۳۵۰ هزار هکتار به همراه پراکنش مکانی کانون‌های گرد و غبار گرد با منشأ خارجی و همچنین وجود تپه‌های ماسه‌ای، اهمیت مقابله با این پدیده را به خوبی روشن می‌سازد. توزیع مکانی کانون‌های گرد و غبار با منشأ داخلی نشان داد که این کانون‌ها در دو زون بزرگ زمین‌ساختاری زاگرس شامل زون‌های دشت ساحلی زاگرس و زمین‌های پست خلیج فارس و بین‌النهرین قرار دارند. شکل‌گیری برخی از این کانون‌های گرد و غبار در استان خوزستان به شدت تحت تأثیر تغییرات مورفودینامیک رودخانه‌ای در هولوسن بالایی قرار دارد. در هولوسن بالایی رودخانه‌هایی مانند کرخه نیز متأثر از تغییرات اقلیمی این عصر شده است و تحولاتی را مورفولوژی رودخانه‌ها و محیط‌های رسوبی به‌جا گذاشته است، اما مهم‌ترین تغییرات در این زمینه بیشتر مربوط به تغییرات انسان‌ساخت در محدوده پژوهش است. در این محدوده حداقل دوبار رودخانه کرخه توسط انسان تغییر مسیر داده است و این مسئله باعث قطع ارتباط هیدرولوژیکی با محیط‌های رسوبی پایین دست خود شده است. کانون گرد و غبار شماره یک (جنوب تالاب هورالعظیم) از جمله این

افزایش زبری خاک، افزایش رطوبت خاک و پوشش گیاهی موجب افزایش سرعت آستانه فرسایش بادی در کانون گرد و غبار شماره یک نیز گردد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود، کلیه کانال‌های متروک رودخانه‌ای (طبیعی و غیر طبیعی) که پایاب آن‌ها به کانون‌های گرد و غبار در استان خوزستان ختم می‌شوند بر حسب امکان‌پذیر برای ایجاد و تقویت سامانه‌های سطوح آبگیر باران در کانون‌های گرد و غبار برنامه‌ریزی صورت پذیرد.

و کانی شناسی گردوغبار شهر اهواز. نشریه تحقیقات آب و خاک ایران. دوره ۷۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵. (ص ۱۵۹-۱۴۱)

۷. لفته، رضا بیت، احمد لندی، سعید حجتی، و غلامعباس صیاد. ۱۳۹۴. نرخ ترسیب، کانی شناسی و الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در اطراف تالاب هورالعظیم در استان خوزستان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۹، شماره ۳، مرداد - شهریور ۱۳۹۴، ص ۶۹۵-۷۰۷.

8. Berberian, M. 1995. Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics* 241, 193-224.
9. Bullard, J.E., Baddock, M.C., McTainsh, G.H., and Leys, J.F. 2008. Sub-basin scale dust source geomorphology detected using MODIS. *Geophysical Research Letters* 35. D.O.I. 1029/2008GL033928.
10. Heyvaert, V. M.A., Walstra, J., Verkinderen, P., Weerts, H. and Ooghe, B. 2011. The role of human interference on the channel shifting on the karkheh river in the Lower Khuzestan plain (Mesopotamia, SW Iran). *Quaternary International*, XXX. 1-1
11. Kingsford, R.T. 2000. Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia. *Austral Ecology*. 25: 109-127.
12. Oelkers, E.H., Hering, J.G., Zhu, and Water, C. 2011. Is there a global crisis?

خشکی و عدم تغذیه توسط رودخانه‌ها تبدیل به محل مناسبی برای برداشت ذرات گرد و غبار شده است. کانال متروک جفیر (A) یکی از چندین کانال متروکه‌ای است که در صورت فعال شدن می‌تواند کمک زیادی به احیای دشت‌هایی نماید که امروزه به عنوان کانون گرد و غبار از آن‌ها نام برده می‌شود. در صورت عملی شدن چنین اقدامی در محدوده مورد مطالعه، اقدامات مقابله با فرسایش بادی می‌تواند به سمت روش‌های ایجاد و تقویت سامانه‌های استحصال آب باران در چنین مناطقی منجر شود که ضمن

### منابع

۱. پورمحمدی بهنام. ۱۳۷۵. مورفوتکتونیک رودخانه کرخه. در چهارمین کنفرانس مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ص ۵۵۳-۵۶۴.
۲. جلالی، نادر، محمد هادی، داوودی، و فاضل، ایران-منش. ۱۳۸۸، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی بررسی علل و منشاء طوفان‌های جنوب غرب و غرب کشور و مناطق تحت تأثیر آن، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب‌خیزداری.
۳. دفتر فنی تثبیت شن و بیابان‌زدایی (با همکاری شرکت مهندسی مشاور توسعه و احیای کشاورزی تاک سبز). ۱۳۸۱. طرح شناسائی کانون‌های بحرانی فرسایش بادی و تعیین اولویت‌های اجرائی در ۱۴ استان بیابانی کشور. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آب‌خیزداری کشور. ۲۰۱ صفحه.
۴. صادقی سیدحمیدرضا، سمیه کاظمی‌کیا، حسین خیرفام و زینب حزباوی. ۱۳۹۵. تجارب و پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان. تحقیقات منابع آب ایران: تابستان ۱۳۹۵، دوره ۱۲، شماره ۲. (ص ۱۴۰-۱۲۰)
۵. طهماسبی، بیگانی، علی محمد، حسن احمدی، حسینقلی رفاهی، و محمد رضا اختصاصی. ۱۳۷۸، تعیین رابطه بین فرسایش‌های آبی و بادی با استفاده از منشاء بابی تپه‌های ماسه‌ای در مناطق بیابانی ایران، ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.
۶. کریمیان، بهناز، احمد لندی، سعید حجتی، و جواد احدیان. ۱۳۹۵. بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی

- of water diversion projects on ecological water uses in arid region. *Water Science and Engineering*, 2013, 6(2): 119-130.
15. Zhang, M., Wang, S., Fu, B., Gao, G., Shen, Q. 2018. Ecological effects and potential risks of the water diversion project in the Heihe River Basin. *Sci. Total Environ.* Apr 1; 619-620:794-803.
- Elements, 7, 157-162.
13. Peijun Shia, Ping Yana, Yi, Yuana and Mark A. Nearing. 2004. Wind erosion research in China: past, present and future. *Progress in Physical Geography* 28(3): 366- 386.
14. Song-hao SHANG and Hui-jie WANG. 2013. Assessment of impact

