تأثیر جهت و ارتفاع بر پراکندگی سکونتگاه های انسانی (مطالعه موردی حوضه آبی زنجانرود)

غلام حسن جعفری۱، پریسا عطایی۲

۱- استادیار دانشگاه زنجانjafarihas@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی دانشگاه زنجان، دبیر زمین شناسی دبیرستان های ناحیه دو زنجان

۱- مقدمه

امروزه افزایش دمای کره ی زمین، گسترش فعالیت های صنعتی و ماشینی شدن زندگی بشر همراه با افزایش جمعیت و بالا رفتن سطح زندگی، استفاده بیش از حد از منابع آبی محدود کره زمین را به همراه داشته است. دست یابی به روش ها و تکنیک هایی که ما به کمک آن ها بتوانیم با این معظل مقابله کنیم اهمیت بسیار زیادی دارد (کردوانی، ۱۳۸۷). در این جا سعی داریم با توجه به وضعیت شبکه آبراهه ای در قسمت های مختلف حوضه آبریز زنجان رود و پراکندگی روستاها و مناطق شهری در دو جبهه سینوزیته کوهستانی شمالی و جنوبی و روند افزایش یا کاهش جمعیت آن ها در مدت بیست سال (۱۳۶۵-۱۳۸۵) به مدیریت طبیعی اعمال شده منابع آب و استفاده بخردانه یا نابخردانه بشر از آن اشاره کنیم. باور اصلی در بکار گیری این روش این است که معمولا بشر در گذشته با کم رنگ نمودن نقش خود و تبعیت بیشتر از محیط طبیعی مقر و مکان سکونتگاه های خود را انتخاب می نموده است. علاوه بر این شبکه آبراهه ها در هر منطقه ای نیز باز گوکننده تأثیرات شاخص های ژئومورفولوژیک همچون جهت و مقدار شیب، وضعیت بارش، توپوگرافی منطقه، لیتولوژی منطقه و... است. هر جا تراکم شبکه آب ها بیشتر باشد (با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی مشابه) یعنی مدیریت منابع آب، نیاز بیشتری به دخالت بشر دارد و بالعکس. نتیجه بررسی حکایت از این می کند که در پراکندگی مناطق مسکونی در گذشته، توجه ویژه ای به وضعیت منابع آب شده است.

این حوضه بخشی از حوضه آبریز بزرگ رودخانه قزل اوزن و یکی از هفده حوضه آبی آ ستان زنجان می باشد. از مهمترین رودخانه ی در حال جریان در آن، زنجانرود می باشد که از چمن سلطانیه شروع و در نزدیکی روستای رجعین به رودخانه قزل اوزن می پیوند. آبخیز زنجانرود حوضه کشیده بعرض متو سط حدود ۳۸ کیلومتر و طول ۱۲۰ کیلومتر و مساحت ۴۶۹۳.۳ کیلومتر مربع می باشد و محیط حوضه ۳۹۶.۳۶ کیلومتر و طول آبراهه اصلی ۱۵۵/۴۵ کیلومتر و بلند ترین ارتفاع حوضه ۲۸۸۴ متر و پست ترین قسمت حوضه ۱۱۰۳ متر از سطح تراز دریا می باشد. امتداد کلی این حوزه جنوب شرقی -شمال غربی است که از شمال به سلسله کوه های طارم و از جنوب به ارتفاعات سلطانیه محدود می شود.

۲- مواد و روش ها

در این پژوهش ابتدا از نقشه های ۱/۵۰۰۰۰ منطقه در نرم افزارهای Arc GIS 10.1 و Global Mapper 13 لایه های مورد نیاز مثل دم منطقه، شیب، جهت شیب و خطوط منحنی میزان استخراج یا تهیه گردید و براساس آن تحلیل های مورد نیاز در مراحل بعدی انجام شد. همچنین در نرم افزار Surfer 8 خطوط هم بارش و هم دما با استفاده از لایه توپوگرافی منطقه و روابط رگرسیون خطی که بین ارتفاع با دما ویا ارتفاع با بارش در نرم افزار SPSS تهیه شد، ترسیم گردید و نقشه های ترسیمی با توجه به رابطه همبستگی بین آن ها تفسیر گردید. از داده های اقلیمی بارش و دمای ۱۷ ایستگاه حوضه زنجان رود و اطرف آن با طول دوره ی آماری ۱۱ ساله (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰) استفاده شده است. وضعیت آبراهه ها در نرم افزار GIS رده بندی و مورد تحلیل قرار گرفت.

۳- بحث و بررسی

برای دست یابی به مدیریت یک حوضه آبی بایستی از تکنیک ها و روش هایی علمی و عملی استفاده کرد، بر این اساس در این پژوهش ابتدا محل پیوستن این رودخانه به قزل اوزن به عنوان نقطه خروجی در نظر گرفته شد و سپس ماتریس های مورد نیاز برای رتبه بندی آبراهه های حوضه آبی به روش استرالر تشکیل شد. لازم به توضیح است که اعداد بکار برده شده در جدول مربوط به کل حوضه به این ترتیب حاصل می شوند که ابتدا رتبه یک آبراهه ها که همان سرشاخه ها را شامل می شود (یک به یک) برای کل حوضه شمارش و در ردیف های وسط جدول قرار می گیرند (سطر های رنگی) و برای رتبه دو و سه نیز این کار انجام و در سطرهای وسط نوشته شدند. با چنین عملکردی، جدول دارای یک سری سطر و ستون های خالی در بالا و پایین است که قسمت بالایی به سمت راست حوضه و قسمت پایین به سمت چپ حوضه تعلق می گیرد (عباسی، ۱۳۸۸).

می توان بر اساس آبراهه اصلی حوضه را به دو قسمت جداگانه چپ و راست تقسیم نمود و تحلیل های بعدی را بر اساس آن انجام داد و تعداد رتبه های سمت راست را در بخش بالایی جدول و آبراهه های سمت چپ در قسمت پایین جدول وارد کرد (جدول ۲).

جدول (۲) ماتریس رتبه بندی آبراهه ها در حوضه زنجانرود

رتبه	۱	۲	۳	۴
۱	۶۲	۱۳	۶	۱۹
۲	۲۴	۱۱	۱۰	۱۴
۳	۰	۰	۱	۶
۴	۱۱	۱۸	۳	۰

هر چه رتبه رودخانه ها افزایش می یابد به روستاهایی برخورد می کنیم که دارای جمعیت بیشتری هستند. دلیل موضوع طبق تحلیل صورت گرفته؛ اولا سیستم برودتی است که اجازه نمی دهد در نواحی مرتفع (بیشتر از ۲۰۰۰ متر) زمینه برای ایجاد پوشش گیاهی و رشد جمعیت فراهم شود. در ارتفاع (۱۰۰۰-۲۰۰۰) که زنجان نیز در ارتفاع ۱۶۶۳ متری واقع است بدلیل دما (۱۱درجه) و رطوبت نسبی مناسب جمعیت بیشتری دارد. دومین دلیل رتبه رودخانه هاست که در نقاط بالا دست رتبه رودخانه ها کمتر و آبدهی کمتر است لذا تراکم جمعیت زیاد نیست و هر چه رتبه رودخانه ها بیشتر منابع آبی بیشتری در دسترس قرار می گیرد و در نتیجه جذب جمعیت بیشتر می گردد. سومین دلیل: وجود یا عدم وجود زمین کشاورزی است که به دلیل وجود شیب اجازه تشکیل خاک نمی دهد (علی الخصوص در دامنه های نسار خاک بیشتری تشکیل می شود و در دامنه های نگار بدلیل فرسایش آبی خاک فرسوده شده و خاک مناسب کشاورزی از دسترس خارج می شود. بهترین خاک در دامنه های نسار که فرآیند های یخچالی گذشته را بیشتر تجربه کرده اند، وجود دارد. لذا این گونه دامنه ها از پوشش گیاهی خوب برخوردارند و نسبت به دامنه های نگار از دمای پایین تری برخوردارند. از ارتفاع ۲۴۰۰متری دیگر جمعیتی قابل مشاهده نیست. دامنه های نگار (رو به آفتاب) دارای رودخانه هایی با رتبه بیشتر است ولی دامنه های نسار دارای رودخانه هایی با رتبه کمتر است.

۳-۱ روش رایت برای تعیین برف مرز دائمی در کواترنری

طبق روش رایت درحوضه زنجان رود، ابتدا پس از مشخص کردن تعداد سیرک های یخچالی در نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه، آثار ۵۴ سیرک یخچالی در قسمت های مختلف شناسایی گردید. سپس ارتفاع سیرک ها بر اساس سیر نزولی مرتب سازی گردید و ارتفاعی که بیش از ۶۰٪ از آن ها بالاتر از آن واقع شده اند را به عنوان ارتفاع برف مرز دائمی در نظر گرفته شد (نعمت الهی و رامشت، ۱۳۵۴). این خط بیان کننده ارتفاع همدمای صفر درجه در زمان گذشته است که بوسیله آن می توان دمای شرایط گذشته را باز سازی نمود. با استفاده از روش رایت ابتدا به ارتفاع برف مرز دائمی کواترنر پرداخته شد. بررسی آثار یخچالی بر روی خطوط منحنی میزان مؤید این نکته بود که برف مرز دائمی در این قسمت از ایران در دوره کواترنری در ارتفاع ۲۲۷۰ متری بوده است. به این معنی که در سردترین دوره حاکم بر منطقه از این ارتفاع به بالا برف به صورت دائمی در تمام طول سال وجود داشته است و به عبارتی دیگر متوسط دما بر روی این خط (ارتفاع) معادل صفر درجه سانتی گراد بوده است، با اینکه اکنون دمای بالاتری در این ارتفاع وجود دارد.

بررسی برف مرز در دو منطقه کوهستان های شمالی و جنوبی دال بر این است که در کوهستان های جنوبی که شیب دامنه های آن ها به سمت شمال و شمال شرق است و در اصطلاح دامنه های نسار هستند در حدود ۱۵۰ متر پایین تر از برف مرز در دامنه های ارتفاعات شمالی است و در نتیجه لازم است از منابع آب و خاک بهتری نیز بهره مند باشند، ولی چون عرض جغرافیایی بالایی دارند جهت حتی به مقدار کم در وضعیت دمایی بخصوص در فصل سرد اثر مهمی دارد و به همین دلیل روستاها در دامنه های شمالی چه از نظر تعداد و چه از نظر جمعیت بسیار بیشتر از کوهستان های جنوبی هستند و از توزیع ارتفاعی مناسب تری برخوردار بوده و تا ارتفاع بیشتری روستا وجود دارد.

قدم بعدی برای بررسی اثرات ناهمواری ها در پراکندگی مناطق مسکونی در نظر گرفتن توزیع جمعیت و ابعاد خانوار در دو منطقه کوهستانی شمال و جنوب زنجان است. از بررسی بعد خانوار و جمعیت روستاهایی که در سینوزیته کوهستان های جنوبی قرار دارند مشخص می شود که این روستاها علیرغم اینکه در ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر واقع شده اند ولی جاذب جمعیت بوده و در طی زمان جمعیت خود را حفظ کرده اند. سینوزیته جبهه کوهستان جایی است که کوه را از کوهپایه جدا می سازد (رامشت و شاهزیدی، ۱۳۹۰). در سینوزیته کوهستان های جنوبی زنجان در حدود ۱۹ روستا با فاصله کمی از سینوزیته کوهستان واقع شده اند در این روستاها تعداد خانوار در شش روستا در طی ۲۰ سال افزایش داشته است که هر شش روستا در ارتفاع ۲۳۰۰ متری؛ یعنی بالاتر از ارتفاع برف مرز دائمی واقع شده اند. ولی از نظر جمعیت تنها دو روستا با افزایش جمعیتی همراه بوده اند و بقیه روستاها جمعیت رو به کاهشی داشته اند. یعنی علیرغم افزایشی که در تعداد خانوار روستاها وجود داشته است، جمعیت آن هاکاهش

یافته است. علت این مسئله به کاهش تعداد افراد خانواده در این روستاها مربوط می شود چرا که در این منطقه تعداد افراد هر خانواده از ۵/۵۳ در سال ۱۳۶۵ به ۳/۹۷ در سال ۱۳۸۵ رسیده و بطور متوسط از افراد هر خانواده در حدود دو نفر کاهش یافته است.

تعداد روستاهای سینوزیته کوهستان های شمالی حدود دو برابر سینوزیته جبهه جنوبی است (۳۴ روستا) آنچه در این منطقه بیشتر به چشم می خورد افزایش تعداد خانوار است، ولی در یک راستای کلی جمعیت کاهش داشته ولی نه به حد کوهستان های جنوبی در این منطقه بار جمعیتی سکونتگاه ها در طی دوره آماری در حدود ۳۳ نفر در هر روستا کاهش داشته است. در کوهستان های جنوبی این مقدار در حدود ۸۹ نفر برای هر روستا است، که این خود حکایت از مدیریت طبیعت در دامنه های شمالی دارد. دلیل آن این است که کوه های جنوبی زنجان دامنه هایی به سمت شمال و شمال شرقی دارند که در مجموع به عنوان دامنه های نسار شناخته می شوند (جعفری، ۱۳۸۸). با توجه به عرض جغرافیایی ۳۶/۶۷ درجه شمالی زنجان، در این منطقه جهت شیب اثر مهمی در دریافت انرژی از خورشید می گذارد به همین دلیل دمای این دامنه ها پایین تر از دامنه های ارتفاعات شمالی زنجان است که دامنه هایی با شیب به سمت جنوب و جنوب غرب دارند و به اصطلاح دامنه های نگار شناخته می شوند و با توجه به زاویه ارتفاع خورشیدی درجه حرارت مطلوبتری نسبت به دامنه های ارتفاعات جنوبی برخوردارند. در اینجا ذکر این نکته ضروری است که در دامنه هایی که نسار هستند مدیریت منابع آب بیشتر با خود طبیعت است تا با انسان به همین خاطر در دامنه های ارتفاعات جنوبی زمین های حاصلخیز بیشتری وجود دارد.

تعداد روستاهای جبهه جنوبی ۱۷ و تعداد روستاهای جبهه شمالی ۳۲ روستاست. در روستاهای جبهه جنوبی جمعیت درمناطق کوهستانی بیش از مناطق دشتی می باشد روستاهای جبهه جنوبی در ارتفاع بین ۲۲۰۰-۲۴۰۰ واقع است. در مورد روستاهای جبهه شمالی به نظر می رسد که جمعیت در حال مهاجرت به سمت مناطقی با ارتفاع کمتر است و روستای سهرین در مقایسه بیست ساله دارا ی نرخ رشد جمعیتی و خانواری بوده است

درمورد روستاهای جبهه شمالی جمعیت درحال مهاجرت به سمت ارتفاعات پایین تر می باشد مقایسه دو روستای علی آباد با ارتفاع ۲۳۰۰ متری که خالی از سکنه و روستای سهرین با ارتفاع ۲۱۰۰ که در حال افزایش جمعیت و خانوار است. لذا به نظر میرسد که در دامنه های نگارجمعیت روستایی برای رسیدن به منابع آبی روستا به سمت پایین دست و در دامنه های نسار جمعیت روستایی در حال رفتن به ارتفاعات بالاتر می باشد.

تعداد خانواده های روستاهای دامنه های شمالی در هر دو دوره بیشتر از دامنه های جنوبی بوده است و در طی این ۲۰ سال به طور متوسط در هر روستا حدود ۱۵ خانواده کم شده اند ولی در دامنه جنوبی تعداد خانوارهای روستایی در طی ۲۰ سال تغییر بسیار جزئی داشته به طوری که قابل صرف نظر کردن است (۱/۷۸ خانواده در هر روستا)کاهش جمعیت با افزایش تعداد خانوارهای روستایی منجر به ثابت بودن تعداد خانوار ولی کاهش جمعیت می شود. در هر دو دوره تعداد خانوارها از دامنه های شمالی کمتر بوده است. از نظر جمعیتی در دامنه های شمالی از هر روستا به طور متوسط در این دوره آماری حدود ۳۳ نفر کاسته شده در صورتی که در دامنه های ارتفاعات جنوبی این رقم تا ۸۹ نفر در هر روستا رسیده است.

مقایسه دیگر تغییرات بعد خانوار و بعد جمعیتی سال۸۵ با سال۶۵ در ارتفاعات مختلف محل قرار گیری روستاها، در دامنه های شمالی و جنوبی است. در دامنه های شمالی روستاها در ارتفاعات مختلف از ۲۱۰۰ تا ۲۶۰۰ پراکنده شده اند. در ارتفاعات مختلف روستاها دارای شرایط مختلفی بوده اند هم روستاهایی وجود داشته اند که با کاهش بعد خانوار و بعد جمعیتی مواجه بوده اند و هم روستاهایی که با افزایش این دو پارامتر. ولی بیشترین تغییرات جمعیتی در روستاهایی بوده که ارتفاع بین ۲۲۰۰ تا ۲۳۰۰ داشته اند در مجموع در همه ارتفاعات به غیر از روستاهایی که در ارتفاع ۲۱۰۰ متری هستند کاهش جمعیتی وجود داشته است و این نشان می دهد که ارتفاعات بالاتر به عنوان روستاهای مهاجر فرست بوده اند. در تنها روستایی که در ارتفاع ۲۶۰۰ متری قرار داشته علیرغم افزایش بعد خانوار با کاهش جمعیت مواجه بوده است.

مقایسه تغییرات بعد خانوار و بعد جمعیتی ۸۵ با ۶۵ در ارتفاعات مختلف در دامنه های جنوبی با توجه به پراگن‌دگی کمتر روستاها از نظر ارتفاعی مبین این نکته است که در ارتفاع ۲۳۰۰ متری روستاهای همراه با افزایش جمعیت شرایط بهتری را با روستاهایی که با کاهش جمعیت مواجه هستند داشته اند. و در مجموع با اینکه بعد خانوار روستاها افزایش داشته است (از ۱۰/۷ به ۱۲/۵) ولی تعداد جمعیت هر روستا تا ۸۸ نفر کاهش نشان داده است.

۴- نتیجه گیری

در وابستگی سکونتگاه های انسانی به منابع آب و خاک شکی نیست ولی آنچه در این مقاله به آن پرداخته شد بیشتر جنبه منابع آب و خاک و همچنین تأثیری که جهت بر مقدار انرژی دریافتی زمین و در نتیجه وضعیت این منابع داشته است. در این منطقه تأثیر گذاری عوامل مختلف باعث شده بود که کاهش دما بر اثر افزایش ارتفاع از وضعیت عادی خود تفاوت داشته باشد و همین موضوع تأثیر گذاری جهت را در دما بیشتر می کرد به همین دلیل در دامنه های نگار علیرغم داشتن منابع آب کم تر نسبت به دامنه های نسار جمعیت بیشتری سکنی گزیده بودند. البته عامل دیگری که

به این مسئله کمک کرده در واقع ارتفاع بیشتر ارتفاعات شمالی است که همین ارتفاع بیشتر از یک طرف و نزدیکی نسبی بیشتر به خزر نسبت به ارتفاعات جنوبی از طرف دیگر، افزایش بارش را به همراه داشته و جبران کمبود نسبی منابع آب را نسبت به دامنه های نسار می کند. ولی آنچه اهمیت دارد این است که در دامنه های نگار علاوه بر مقدار آب دریافتی از دست دادن آن بر اثر تبخیر و بقیه عوامل بیشتر باشد به همین دلیل نیز در ایران مرکزی دامنه های بادگیر ارتفاعات با وجود اینکه در حدود ۱/۵ تا دو برابر دامنه های باد پناه بارش دریافت می کنند ولی نتوانسته اند کانون های مدنی مهمی را در پایکوه های خود ایجاد نمایند به دلیل اینکه همین دامنه های بادگیر، نگار هستند که منابع آب زیادی را از دست می دهند. علیرغم کاهش جمعیت در دو دامنه ولی دامنه های نگار جمعیت کمتری را از دست داده و توانسته اند کانون های مدنی پرجمعیت تری را نسبت به دامنه های نسار ایجاد نماید.

۵- منابع و مآخذ

- پوردهقان، داوود، ردیابی آثار ژئومورفیک تحولات اقلیمی کواترنر در دهبکری بم، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، ۱۳۸۵.
- جعفری، غلام حسن، تأثیر جهت ناهمواری ها در ارتفاع خط تعادل آب و یخ کواترنری ایران، رساله دکتری دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۸.
- دریو، ماکس،ژئومورفولوژی اقلیمی و دینامیک خارجی،ترجمه مقصود خیام، انتشارات نیا،تبریز، ۱۳۷۰.
- رامشت، محمد حسین؛ نقشه های ژئومورفولوژی؛ انتشارات سمت، ۱۳۸۵.
- رامشت، محمد حسین، شاه زیدی، سمیه سادات، کاربرد ژئو مورفولوژی دربرنامه ایری ملی، منطقه ای، اقتصادی، توریسم، انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ دوم، ۱۳۹۰
- عبدی، پرویز ؛غیومیان، جعفر؛ ۱۳۷۹،تعیین محل های مناسب برای پخش سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده های ژئو فیزیکی و GIS- دومین همایش استاندارد های ایستگاههای پخش سیلاب ۱۳-۱۵،اسفند ماه ۷۹،مرکز تحقیقات خاک و آبخیز داری
- علیزاده، امین، اصول هیدرو لوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه مشهد، ۱۳۹۰، چاپ سی و سوم
- کاویانی، محمد، علیجانی، بهلول، مبانی آب و هواشناسی انتشارات سمت ۱۳۹۰، چاپ شانزدهم
- کردوانی، پرویز، منابع و مسایل آب در ایران، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ نهم، جلد دوم ۱۳۸۷.
- معتمد، احمد، ژئومورفولوژی، جلد سوم، فرایندهای رودخانه ای و ساحلی، ریچارد چورلی و سودن، انتشارات سمت، ۱۳۷۹.
- نعمت الهی، فاطمه رامشت، محمد حسین؛ آثار یخساری در ایران؛ نشریه دانشکده علوم انسانی تبریز، شماره ۳، ۱۳۸۵،ص ۱۴۹.

مطالعات زمین باستان شناسی در قلمرو پادگانه های رودخانه‌ای

[۱] مهران مقصودی، [۲] سیامک شرفی
[۱] دانشیار گروه جغرافیا طبیعی دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران maghsoud@ut.ac.ir
[۲] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی و مدرس گروه علوم جغرافیایی دانشگاه لرستان sharafi.s64@gmail.com

۱- مقدمه و منطقه مورد مطالعه

ژئومورفولوژی کواترنری، شواهدی از تقابل انسان‌های گذشته را با محیط‌های رودخانه‌ای هولوسن آشکار می‌سازد(کریستوفر و همکاران، ۲۰۱۱). حوضه های رودخانه‌ای به عنوان بخشی از ژئومورفولوژی کواترنر، از گذشته‌های دور به عنوان بستری جهت شکل گیری تمدن‌های بزرگ بوده‌اند(وود وارد و همکاران، ۲۰۰۷- بیتس و همکاران، ۲۰۰۸). پادگانه های رودخانه‌ای به عنوان یکی از لندفرمهای محیط‌های آبرفتی، میراثی از چینه شناسی، محیط دیرینه و اطلاعات زمین باستان شناسی هستند که فعالیت‌های انسان‌های گذشته را به صورت فسیل شده در محیط‌های آبرفتی حفظ نموده‌اند(گولدبرگ و همکاران، ۲۰۰۶). پادگانه های رودخانه‌ای در ارائه یک چارچوب، به ویژه برای درک یافته‌های باستان شناسی و الگوهای مربوط به فعالیت‌های انسانی و یا اشغال محیط توسط انسان مهم می‌باشند(ربکا و همکاران، ۲۰۱۲[۲۳]). بنابراین مطالعه قلمرو پادگانه های رودخانه‌ای در محیط‌های آبرفتی، می‌تواند چارچوبی از فعالیت‌های انسانی را در محیط ارائه نماید. حوضه رودخانه سیمره در واحد زاگرس چین خورده به عنوان یک لندفرم آبرفتی کواترنری، در جنوب غربی ایران، بین دو استان لرستان و ایلام در مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۷ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و صفر دقیقه عرض شمالی، از جمله مناطقی است که به دلیل وجود شرایط مناسب می‌توان آن را جزء نواحی هسته‌ای دانست که برای ورود به مرحله نو سنگی فوق‌العاده مطلوب بوده است(شکل ۱). بر اساس مطالعات باستان شناسی حدود ۱۲۰ سایت باستانی در حوضه سیمره شناسایی شده است که بر روی لندفرمهای مختلف و در فاصله‌های متفاوتی از رودخانه سیمره قرار گرفته‌اند. سایت‌های باستانی حوضه، استقرارگاههای اولیه انسان در این منطقه می‌باشند که بر اثر عوامل انسانی و یا طبیعی از بین رفته و بقایای آن‌ها باقی مانده است. مطالعه بقایای این سایت‌ها که بر روی پادگانه های رودخانه‌ای قرار دارند می‌تواند جهت بازسازی شرایط محیطی گذشته، فعالیت انسان‌های پیشین و علل سکونت گزینی در حوضه استفاده شود.

۲- مواد و روش‌ها

جهت بررسی موضوع مورد مطالعه با دیدگاه توصیفی- تحلیلی از اطلاعات مختلفی از جمله داده‌های سایت‌های باستانی، نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و ... استفاده شده است. در مرحله اول، سایت‌های باستانی حوضه سیمره بر روی تصاویر ماهواره‌ای هم پوشانی شد. سپس ویژگی‌های سایت‌ها از روی مدل رقومی ارتفاع و تصاویر گوگل ارث استخراج گردید(جدول ۱). در مرحله دوم، پادگانه های رودخانه‌ای ترسیم گردید و موقعیت سایت‌ها بر روی پادگانه ها هم پوشانی شد. در مرحله سوم با داشتن ویژگی‌های سایت‌ها و موقعیت آن‌ها بر روی لندفرمهای مختلف، ۱۴ سایت با توجه به فاصله از رودخانه مناسب شناخته شد. در ادامه با توجه به اولویت بندی پارامترهای مهم در انتخاب سایت‌ها ، ۴ سایت جهت مطالعات زمین باستان شناسی در قلمرو پادگانه های رودخانه‌ای در حوضه رودخانه سیمره مناسب‌تر از بقیه تشخیص داده شدند. لازم به ذکر است که تعداد زیادی از سایت های باستانی حوضه سیمره بر روی پادگانه های رودخانه ای واقع شده اند اما در این مطالعه فقط سایت های حفاری شده مورد بررسی قرار گرفته اند.

۱- Rebecca and et al

شکل۱: موقعیت حوضه سیمره، پادگانه های رودخانه‌ای و موقعیت سایت چیاسبز ۲ بر روی آن‌ها

جدول ۱: مشخصات سایت‌های باستانی مناسب برای مطالعات زمین باستان شناسی واقع در بالادست حوضه سیمره

ردیف	نام سایت	دوره تشکیل	وضعیت حفاری
۱	تپه سرگنداب	اشکانی	حفاری شده
۲	چشمه رجب	مس سنگی	حفاری شده
۳	چگا مامی	اشکانی	حفاری شده
۴	چهار آرو	نامشخص	حفاری شده
۵	چیا سبز ۲	تاریخی	حفاری شده
۶	چیابسز۱	اشکانی- ساسانی	حفاری شده
۷	قلا پیروزعلی	نوسنگی	حفاری شده
۸	قلعه سیرم شاه	مفرغ- اشکانی- ساسانی	حفاری شده
۹	قلعه گوری	اشکانی- ساسانی	حفاری شده
۱۰	کلگ	اسلامی	حفاری شده
۱۱	گندمزار ۱	مفرغ	حفاری شده
۱۲	گندمزار ۲	تاریخی و پیش از تاریخ	حفاری شده
۱۳	گندمزار ۳	ساسانی- اسلامی	حفاری شده
۱۴	لاره لاره	تاریخی-اشکانی	حفاری شده
۱۵	للار	ساسانی-اشکانی	حفاری شده

۳- یافته‌ها و بحث

مطالعه قلمرو پادگانه های رودخانه‌ای در محیط‌های آبرفتی، می‌تواند چارچوبی از فعالیت‌های انسانی را در محیط ارائه نماید. رودخانه سیمره از جمله مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده آب (دائمی) زاگرس است که همواره و در طی ادوار مختلف پیش از تاریخ، تاریخی و اسلامی، از مهم‌ترین عوامل شکل‌گیری استقرارها و فرهنگ‌ها بوده است. محیط آبرفتی سیمره به دلیل تأثیرپذیری از عوامل گوناگون، دارای تغییرات وسیعی در طول زمان بوده است(شکل ۲). این تغییرات در لندفرمهای حوضه و از جمله پادگانه های رودخانه‌ای حفظ شده‌اند و بیانگر تغییرات محیطی و انسانی کواترنر می‌باشند.

شکل ۲: الف) سایت چیاسبز بر روی بستر آبرفتی رودخانه سیمره ب) محوطه قلعه گوری بر روی کمربند مئاندرهای رودخانه

بر اساس جدول ۲، از بین ۱۴ سایت انتخاب شده، سایت‌های چیا سبز ۲، چگامامی، گندمزار ۱و گندمزار ۲ با توجه به فاصله از رودخانه، دوران تشکیل، وضعیت حفاری و قرار گیری در مکان‌های متفاوت، جهت مطالعات زمین باستان شناسی مناسب‌تر از بقیه سایت‌ها به نظر می‌رسند، زیرا این سایت‌ها بر روی پادگانه های رودخانه‌ای واقع شده‌اند. بر اساس یافته‌های باستان شناسی، در سایت چیاسبز ۲ که بر روی پادگانه های رودخانه‌ای واقع شده است، بقایای گیاهی، جانوری و انسانی با قدمت بیش از ۹۰۰۰ سال یافت شده است(دارابی، ۲۰۱۱). سن سنجی‌های انجام شده در این سایت بیانگر این نکته است که حوضه سیمره از گذشته‌های دور بستر شکل گیری سکونت گاه‌های زیادی بوده است. سن سنجی، آنالیز رسوبات، رسوبات آب راکد و یا پیدا کردن بقایای گیاهی، جانوری و انسانی در پادگانه هایی که سایت‌ها بر روی آن قرار دارند نیز می‌تواند اطلاعاتی از فرآیندهای فعال گذشته، علل سکونت گزینی در منطقه و ترتیب زمانی فعالیت‌های انسانی را در حوضه سیمره مشخص سازد.

جدول ۲: موقعیت سایت‌های باستانی بر روی واحدهای ژئومورفیک

ردیف	نام سایت	نام لندفرمی که سایت بر روی آن واقع شده است
۱	تپه سرگنداب	تپه ماهور
۲	چشمه رجب	مخزن سد- پادگانه ۲
۳	چگا مامی	قوس مئاندر – پادگانه ۲
۴	چیا سبز ۲	پادگانه ۳
۵	چیابسز۱	پادگانه ۳
۶	قلا پیروزعلی	تپه ماهور
۷	قلعه سیرم شاه	مخزن سد
۸	قلعه گوری	پادگانه رودخانه
۹	کلگ	پادگانه ۳
۱۰	گندمزار ۱	مخزن سد- تپه ماهور
۱۱	گندمزار ۲	مخزن سد- تپه ماهور
۱۲	گندمزار ۳	مخزن سد- تپه ماهور
۱۳	لاره لاره	تپه ماهور
۱۴	للار	پادگانه ۲

۴- نتیجه گیری

پادگانه های رودخانه‌ای به عنوان یکی از عوارض ژئومورفیک در محیط‌های آبرفتی در دوره‌های مختلف زمانی و مکانی، به عنوان بستری برای شکل گیری سکونت گاه‌های انسان‌های گذشته بوده‌اند. با توجه به شرایط محیطی(زمین شناسی، اقلیمی، هیدرولوژی و ...) در محیط‌های آبرفتی، تعداد پادگانه های رودخانه‌ای متغیر می‌باشد. ارتباط بین پادگانه های رودخانه‌ای و سایت‌های باستانی توانسته است بسیاری از مسائل باستان شناسی و علوم مرتبط را روشن سازد(بریجلند، ۲۰۰۰- هاوارد و همکاران، ۲۰۰۷- نیکل، ۲۰۱۰- هاکلبری و همکاران، ۲۰۱۳). در حوضه سیمره نیز بیشتر سایت‌های باستانی به دلیل دسترسی به منابع آب و خاک حاصلخیز بر روی پادگانه های رودخانه‌ای واقع شده‌اند به طوری که برخی سایت‌ها در فاصله کمتر از ۳۰ متری بستر فعلی رودخانه واقع شده‌اند(شکل ۳). بررسی ارتباط بین پادگانه های رودخانه ای و سایت های باستانی نشان می دهد که رودخانه سیمره تغییرات عرضی و طولی در طول زمان داشته است به طوری که

برخی سایت ها به طور کامل از بین رفته و برخی سایت ها نیز در بستر فعلی رودخانه واقع شده اند. بنابراین مطالعه پادگانه ها و سایت‌های باستانی در ارتباط با همدیگر و بررسی تغییرات آنها، می‌تواند تغییرات محیطی و انسانی را در این حوضه به عنوان یکی از سکونت گاه‌های اولیه روستایی در فلات ایران مشخص نماید.

شکل ۳: موقعیت سایت ها نسبت به بستر فعلی رودخانه سیمره. به نظر می رسد فاصله از رودخانه به عنوان یکی از مهمترین عوامل در شکل گیری استقرارگاه های گذشته بوده است.

۵- مراجع

[1] Andy J. Howard, David Bridgland, David Knight, John McNabb, Jim Rose, Danielle Schreve, Rob Westaway, Mark J. White, Tom S. White, 2007, The British Pleistocene fluvial archive: East Midlands drainage evolution and human occupation in the context of the British and NW European record, Quaternary Science Reviews 26 , 2724–2737.

[2] Christopher, Hill, George, Rip, Zhichun, Jing, 2011, Alluvial Stratigraphy and Geoarchaeology in the Big Fork River Valley, Minnesota: Human Response to Late Holocene Environmental Change, published by Geological Society (UK). Copyright restrictions may apply. DOI: 10.1144/SP352.9.

[3] D.R. Bridgland, 2000, River terrace systems in north-west Europe: an archive of environmental change, uplift and early human occupation, Quaternary Science Reviews 19, 1293-1303.

[4] E.A. Bettis III, D.W. Benn, E.R. Hajic, 2008, Landscape evolution, alluvial architecture, environmental history, and the archaeological record of the Upper Mississippi River Valley, 39th Annual Binghamton Geomorphology Symposium, fluvial deposits and environmental history, Department of Geography and the Environment University of Texas at Austin.

[5]Gary Huckleberry, Jill Onken, William M. Graves, Robert Wegener, 2013, Climatic, geomorphic, and archaeological implications of a late Quaternary alluvial chronology for the lower Salt River, Arizona, USA, Geomorphology 185 , 39–53.

[6] Hojjat Darabi, Reza Naseri, Ruth Young and Hassan Fazeli Nashli, 2011, the absolute chronology of East Chia Sabz: a Pre-Pottery Neolithic site in Western Iran, Documenta Praehistorica XXXVIII.

[7] Jamie C. Woodward, Mark G. Macklin, Michael D. Krom3 and Martin A.J. Williams, 2007, The Nile: Evolution, Quaternary River Environments and Material Fluxes, Large Rivers: Geomorphology and Management, Edited by A. Gupta , John Wiley & Sons, Ltd.

[8] K. Nicoll, 2007, Geomorphic development and Middle Stone Age archaeology of the Lower Cunene River, Namibia–Angola Border, Quaternary Science Reviews 29 , 1419–1431.

[9] Paul Goldberg and Richard I. Macphail, 2006, Practical and Theoretical Geoarchaeology, Department of Archaeology, Boston University and Institute of Archaeology, University College London, a Blackwell Publishing company, p 99.

[10] Rebecca M. Briant , Martin R. Bates, Gilbert D. Marshall, Jean-Luc Schwenninger, Francis F. Wenban-Smith, 2012, Terrace reconstruction and long profile projection: a case study from the Solent river system near Southampton, England, Proceedings of the Geologists' Association 123 ,438–449.

افتراق های الگویی درپیامدهای حرکات تکتونیک جنبا و فرونشست های ناشی از سوبسیدانس

علیرضا شهبازی، محمّد حسین رامشت
دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان Rz_shahbaz@yahoo.ccom
استاد گروه جغرافیای دانشگاه اصفهان

چکیده

اگرچه حرکات پوسته زمین از دیر باز مورد توجه محققان بوده است ولی پذیرش تصور اینکه در عصر زندگی ما تحرک پوسته ای بصورتی مستمر ولی آهسته ادامه دارد بویژه برای آندسته از افراد که با زمین شناسی آشنایی کمتری دارند ثقیل بنظر می آید. ازطرفی قدرت بشر در تغییرات گسترده وعمیق محیطی پیامد هایی را بدنبال داشته که در کمال ناباوری بصورت های مختلف بروز وظهوریافته است . ازجمله مصادیق چنین فرایندی میتوان از فرونشست های آرام و بطئی نام برد که به سوبسیدانس شهرت دارد .

محققان در سه ده اخیر تلاش گسترده ای را برای توجیه وروشن ساختن علل چنین فرونشست هایی آغاز نمودند ودرنقاط مختلف به ارزیابی این پدیده و پیامد های آن مبادرت نمودند . غالب دانشمندان وپژوهشگرانی که در این زمینه تحقیقات خود را متمرکز ساخته اند ایجاد شکاف های بوجود آمده در دشت های آبرفتی را به برداشت بیش از حد آب های زیر زمینی از سفره های آبهای زیر زمینی این دشت ها نسبت داده اند .

اگرچه فرونشست در این دشت ها امری اثبات شده و مسلم است و با تکنیک ها و اسناد معتبر از جمله تکنیک تداخل سنجی راداری اثبات آن محقق شده ولی نسبت دادن آن به برداشت آب از سفره های زیر زمینی با تردیدهایی همراه بوده است زیرا پدیده شق که از جمله پیامد های ناشی از چنین فرونشست هایی است قبل از بکار گیری مکینه های دیزلی و از اعصار بسیار قبل که مسئله برداشت بی رویه از سفره ها، محلی از اعراب نداشته نیز پدیده ای شناخته شده بوده و از طرفی فرونشست ها تنها محدود به دشت هایی که با برداشت بی رویه از آب مواجه بوده اند دیده نمی شود و دشت هایی با بیلان مثبت را هم شامل می شود .

این تردید ها سبب شد که برای روشن شدن علت تامه این موضوع با بازسازی مدلی کوچک شده ازسفره زیرزمینی و با دو انگاشت تحرک پذیری و استاتیک عملا به رصد رفتار این گونه دشت ها مبادرت و نتایج تحلیل شود . این مقاله که بر گرفته از یک طرح تحقیقاتی در دانشگاه اصفهان است و با آزمون از یک مدل تجربی به اجرا گذارده شده است ، نشان داد که :

-الگوهای تغییر سطحی در مدل دینامیک با مدل استاتیک کاملا تفاوت دارد و این خود بیانگر تفاوت در منشا چنین پدیده ایست .

فرونشست های ناشی از برداشت بیش از حد آب سفره های زیرزمینی بسیار اندک و توانایی ایجاد پدیده شق را در سطح دشت ندارد .

پدیده شق ها و فرونشست در دشت ها قبل ازآنکه ناشی از برداشت بی رویه از سفره های آب زیرزمینی باشد می تواند ناشی از حرکات دوئال تکتونیکی دشت و ارتفاعات مجاور باشد .

واژگان کلیدی : سوبسیدانس ، دوال ، شق ، الگوهای سطحی ، حرکات جنبا ، سفره های آبی زیرزمینی

مقدمه وبیان مساله

سوبسیدانس یکی از پدیده‌های ژئومورفولوژیکی است که مورد توجه محققین داخلی و خارجی قرار گرفته که در آن قسمتی از پوسته زمین به تدریج فرونشست می‌کند و گفته می‌شود که در اثر این فرونشست شکافهایی ایجاد می‌شود که به اصطلاح محلی به آن شق گفته می‌شود. اگرچه اکثر محققین بروز چنین پدیده هائی را به برداشت بی رویه از آبهای زیر زمینی نسبت داده اند ولی پاره ای از پژوهشگران در مورد علت تامه و نسبت آن به برداشت آبهای زیر زمینی ابراز شک و تردید نموده اند. با توجه به اهمیت پدیده سوبسیدانس وتاثیری که منشاء عوامل بوجود آورنده این پدیده میتواند در راهبردهای مقابله با آن داشته باشد تحقیق در مورد علت چنین نشست ها و آثار آن از اهمیت ویژ های برخوردار است .لذا با به اجراگذاردن آزمون نظرات فوق به روش تجربی سعی شد صحت وسقم این نظرات حتی المقدور به محک تجربه گذارده شود .

برای نیل به این هدف ومدلسازی تجربی در این زمینه، دستیابی به طرحی از ویژگیهای طبیعی سفره های آب زیر زمینی در دشت های ایران که با این پدیده روبرو بودند ضروری می نمود. لذا با شبیه سازی مدل مینیاتوری سفره آب زیرزمینی در یزد، کرمان و رفسنجان نسبت به آزمون نحوه فرونشست و پیامدهای شکل شناسی این پدیده مبادرت گردید.

رخداد سوبسیدانس همواره مورد توجه محققین آبشناس، زمین شناس و ژئومورفولوژیستها بوده و مطالعاتی متعددی جهت تشریح این پدیده و علل ایجاد آن صورت گرفته است. در حوضه هیدرولوژی، لافگرین (۱۹۶۳)، آلن (۱۹۸۴)، گابریج (۱۹۸۴)، پولاند (۱۹۸۸)، لیک (۲۰۰۱) سوبسیدانس را ناشی از برداشت بی رویه آب از سفره های آب زیرزمینی، کاهش فشار در چاههای آرتزین و فشردگی رسوبات معرفی کرده اند. در حوضه

ژئومورفولوژی و تکتونیک جنینگز (۱۹۶۶)، ادلمن (۱۹۵۴)، اسملی (۱۹۶۷)، کوک و دورنکامپ (۱۹۹۰)، سوبسیدانس را به عوامل انسان ساخت و عوامل طبیعی معرفی نموده اند. طباطبایی (۱۳۶۵)، بهادران (۱۳۷۱) ، شمشکی، انتظام و سلطانی (۱۳۸۳)، پاکروان (۱۳۸۴)، لشکری پور، آمیغ پی و همکاران علت تامه سوبسیدانس و ایجاد پدیده شق را به برداشت بی رویه آب از سفره های آب زیرزمینی نسبت داده اند. قاضی فرد و همکاران (۱۳۸۵)، کامیاب (۱۳۸۴)، حسینی (۱۳۹۰)، کمک پناه (۱۳۸۶)، زارعی و همکاران (۱۳۹۰)، از جمله افرادی هستند که نسبت به این موضوع ابراز تردید کرده و معتقدند علت اصلی سوبسیدانس و ایجاد شق می تواند شامل مولفه های دیگری چون اکتیو تکتونیک و گسل ها باشد. پورخسروانی و همکاران (۲۰۱۲،۱۹۷) بیان می کنند که فرونشست دشت ها در یک سیستم تعادلی و همزمان با پدیده بالا آمدگی در ارتفاعات مجاور آنها صورت می گیرد، نامبرده این موضوع را تحت عنوان دوالیتی مطرح کرده است .

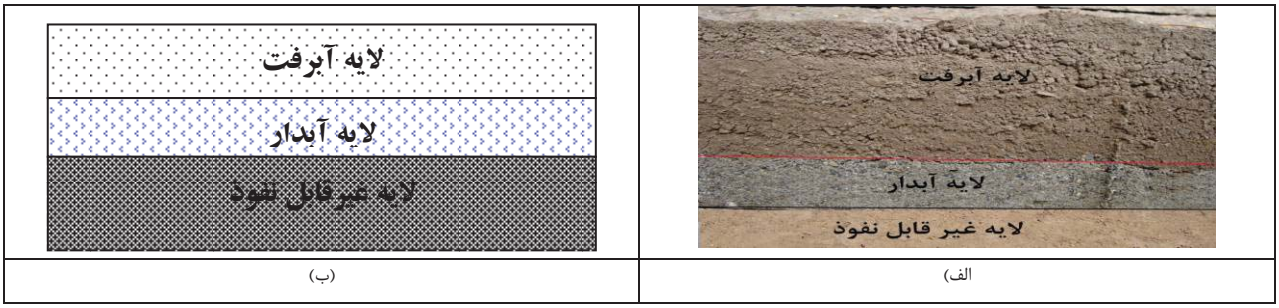
هدف از این پژوهش که بر گرفته از یک تحقیق تجربی در دانشگاه اصفهان است بیشتر معطوف به آزمون تجربی نظریات ارائه شده در مورد مکانیسم وعلت بوجودآمدن پیامدهای شکل شناسی پدیده سوبسیدانس بوده است وسعی شده با اتکا به رفتارهای دو مدل استاتیک ودینامیک چنین رفتاری تبیین گردد .

مواد و روشها

این تحقیق براساس یک روش تجربی مبتنی بر طراحی و مدل سازی سفره آب زیرزمینی بنا و منطبق بر بازسازی طبیعی یک سفره زیرزمینی استوار شده است ، ساخت مدل در مقیاس مینیاتوری و آزمایشگاهی صورت گرفته و نسبت به آزمون نظریه علت تامه فرونشست ها در دو حالت مختلف استاتیک و دینامیک اقدام گردیده است.

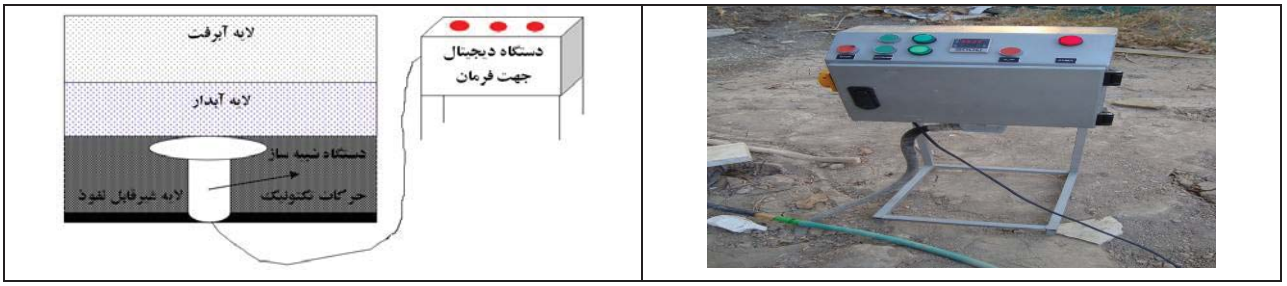
الف : در سفره آبی در حالت غیر تحرک پوسته ای در زمینی به مساحت ۷۵۵۰ سانتی متر مربع و با لایه‌های مختلف رسی، لایه عایق، لایه آبدار، پمپ تخلیه، لایه ماسه و رس و لایه رسی (پوسته) ایجاد شد و پس از تزریق آب و اشباع سفره آبدار به تخلیه آب در فواصل زمانی مشخص اقدام و تغییرات سطح زمین که در اثر افت آب زیرزمینی به وجود می‌آمد، رصد گردید. در این مرحله کلیه تغییرات ایجاد شده در سطح عکس برداری و تحلیل تصویری شد و با تکنیک ترسیمی نسبت به تعیین الگو و ساختار به وجود آمده در سطح مدل مبادرت گردید، این الگو مبنایی برای مقایسه با الگوی ساختاری تغییرات در مدل دوم یعنی مدل پویا قرارگرفت.

ب : سفره دوم همانند سفره اول دارای ویژگی های یکسان ومشابه طراحی گردید، با این تفاوت که با تعبیه پیستونی در مرکز وعمق سفره امکان تحرک کنترل شده آن فراهم آمد. سپس با شروع عملیات نسبت به اندازه گیری تغییرات سطحی والگوی ایجاد شده در دومدل اقدام وارقام بدست آمده به دوروش تصویری و رقومی تحلیل ومقایسه گردید.



(ب) (الف)

شکل شماره (۱) الف)تصویر لایه بندی رسوبات در مدل استاتیک، (ب) تصویر شماتیک لایه بندی رسوبات در مدل استاتیک



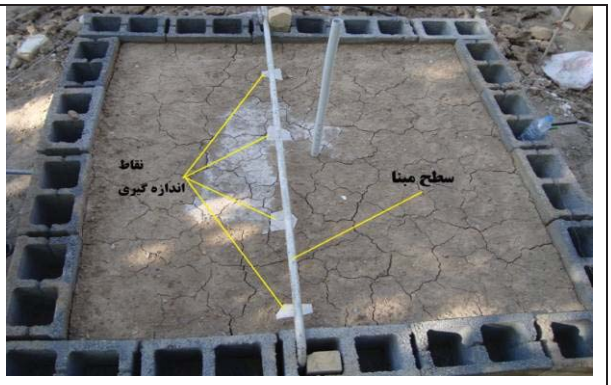
الف	ب

شکل شماره (۲) دستگاه الکتریکی دیجیتال جهت فرمان به دستگاه شبیه ساز حرکات تکتونیک(الف) و نمای شماتیک مدل مینیاتوری در حالت دینامیک(ب)

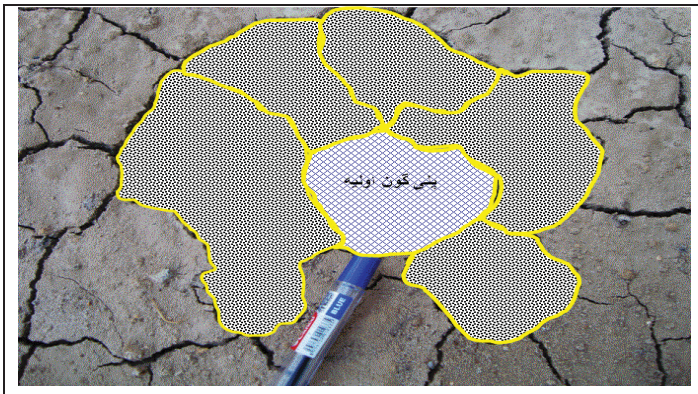
بحث ونتیجه گیری

با آزمون تجربی مدل های کوچک شده در دو حالت ثابت و متحرک نکات مهمی در رفتار زمین نسبت به تخلیه آب سفره های زیرزمینی از یک سو و تحرک پوسته ای از سوی دیگر رخ داد که از وجوه مختلف در خور اهمیت است.نتایج بدست آمده در آزمون اول بخوبی نشان داد که اولا میزان فرونشست ناشی از برداشت آب سفره های تحت الارضی بسیار اندک است واین تغییرات در حدی نیست که بتواند رفتار خاصی را در سطح ایجاد نماید اگر چه فرونشست در این مرحله قطعی است.

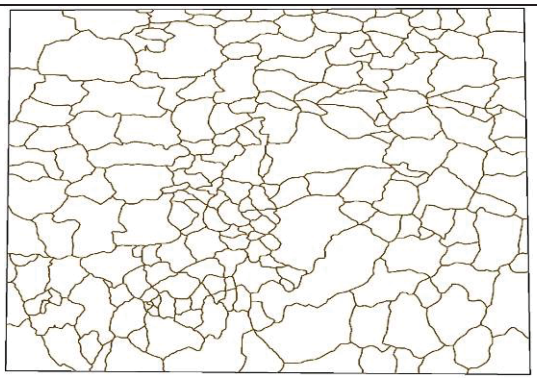
نکته قابل توجه دیگر ایجاد ترک های منظم چند وجهی در سطح بود که این بافتها بیشتر مدیون ساختارهای رسی بافت خاک بوده و منشاء مولکولی دارد لذا چنین pattern هایی را نمی توان به فرونشست ناشی از برداشت آبهای زیرزمینی دانست(شکل ۵).



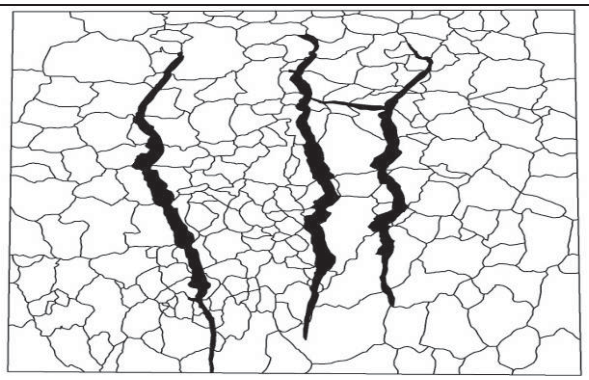
شکل(۳)اندازه گیری تغییرات ارتفاعی سطح ازسطح مبنا در حالت استاتیک



شکل(۴)ایجادپلی گون های متعددرحاشیه وپیرامون پلی گون اولیه درحالت استاتیک



شکل (۵) ظهور کامل شبکه چند ضلعی بعنوان pattern سطحی در مدل استاتیک



شکل شماره(۶) نمایش حالت رقومی شکافهای برداشت شده از تصاویر

در آزمون دوم که تحرک پوسته ای اعمال گردید بغیر از ترکهای منظم چند وجهی نوعی شکاف با بافت و ساختار کاملا متفاوت در سطح پدیدار گردید که در آزمون اول چنین ترک هائی تجربه نشده بود.این شکافها که بصورت موازی و طولی با شکل پلکانی در سطح رخ نمون یافت در متن پلی گونهای معمول بوجود آمد (شکل ۶) و تفاوت در ساختار آنها بنحوی حکایت از تفاوت در منشاء آنها نیز دارد.

این بدان مفهوم است که آزمون تجربی آزمایشگاهی منشاء شق های دشت های مناطق خشک که عمدتا" به بهره برداری از منابع آب زیرزمینی نسبت داده می شود را به حرکات تکتونیک جنبا معطوف می دارد و اگر چه فرونشست در این دشت ها بخاطر از دست رفتن منابع آب زیرزمینی امری قطعی است ولی هرگز مقدار فرونشست های ناشی از افت سطح آب سفره ها به اندازه ای نیست که بتوانند درسطح ترک هائی بااین ویژه گیها (عمق و بافت و ساخت خاص) بوجود آورد.

گرچه شواهد و دلایل مختلف دیگری مانند اسناد تاریخی حاکی از وجود شق ها قبل از برداشت های بی رویه در دشت ابراهیم آباد یزد ، کرمان و رفسنجان. ،نحوه ترک ها و شکاف ها و از آن مهمتر وجود این پدیده حتی در دشتهایی که دارای بیلان مثبت آبی هستند وجود دارد مع الوصف این آزمون تجربی می تواند ضمن تاکید بر اهمیت حرکات تکتونیکی جنبا بر منشاء شق های دشت های ایران نیز تلقی شود.

مراجع

۱. آمیغ پی، معصومه؛ سیاوش عربی، علی طالبی، و یحیی جمور، ۱۳۸۸، کاربرد تکنیک سنجی راداری در مطالعات مناطق فرونشست ، همایش ژئوماتیک ۸۸ ، سازمان نقشه برداری کل کشور.

۲. بهادران، بهزاد،۱۳۷۱، درز و شکاف های دشت مهیار، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال هفتم، شماره ۴۰.

۳. پورخسروانی، محسن،۱۳۹۱،دوالیتی در ژئومورفولوژی، پژوهشهای جغرافیا طبیعی، شماره ۸۱، صص ۶۳-۷۲.

۴. رحمانیان، داود، ۱۳۶۵، نشست زمین و ایجاد شکاف بر اثر تخلیه آب های زیر زمینی در کرمان، مجله آب، شماره۶

۵. طباطبایی، اخوان، ۱۳۶۵، نشست زمین بر اثر برداشت شدید آب زیر زمینی دشت یزد– اردکان، منابع طبیعی و کشاورزی، سازمان برنامه و بودجه یزد.

۶. غفوری، محمد و سید محمد موسوی مداح، ۱۳۸۹، بررسی اثرات نشست زمین بر گسیختگی لوله های جدار چاه های آب در دشت مشهد و ارائه راهکارهای مناسب، پنجمین کنگره مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد.

۷. قاضی فرد، اکبر، رسول اجل لوئیان و الهام کامیاب، ۱۳۸۵، بررسی دلایل ایجاد شکاف در دشت مهیار شمالی و تأثیر آن بر جاده اصفهان– شیراز، چهارمین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست، دانشگاه تر بیت مدرس.

۸. یمانی، مجتبی؛ نجفی، اسماعیل؛ عابدینی، محمدحسین، ۱۳۸۸، ارتباط فرونشست زمین و افت سطح آب های زیرزمینی در دشت قره بلاغ استان فارس، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا، (۸-۹): صص ۹-۲۷.

1. Allen,A.S., 1969, Geologic settings of subsidence, in D. J. Varnes and G. Kiersch (eds.),Reviews in Engineering Geology,2,305-342.
2. Cooke, R.U., and J.C., Doornkamp, 1990, Geomorphology in Environmental Management, Oxford University Press.
3. Edelman, T., 1954, Tectonic movements as resulting from the comparison of two precision leveling, Geol.en. Mijnbouw,p.267
4. Gabrysch , R. K., 1984, Case History , The Houston-Galveston Region, Texas, U.S.A., U.S. Geological Survey, Houston, Texas,255.
5. Galloway, D.L., Jons, D.R., and Ingebritsen, S.E., 1999, land subsidence in the united states, Geological survey circular, 1182, p. 175
6. Jennings,J.E., 1966, Building on dolomites in the Transvaal, The Civil Engineer in South Africa (South African Institution of Civil Engineers, Johannesburg),p.41
7. Leake, S.A., 2001, land subsidence from ground water pumping: http//water.usgs/ogw subsidence.Html.
8. Lofgren,B.E., 1963, Land subsidence in the Arvin –Maricopa area ,san Joaquin Valley,California,U.S.Geol.Surv.Prof.Paper,475-B,p.171
9. Poland,J.F., 1988, Case History, Santa Clara Valley, California, U.S.A., Geological Survey, Sacramento, California, 288
10. Pool, D.R., 1992, Simulation of Transient Ground water flow and land subsidence in the picacho Basin, centeal Arizona,USGS.

پایش جابجایی ریگ و برخان های منطقه غرب لوت (پشوئیه) با استفاده از شاخص سله

[۱] مهران مقصودی [۲] ابوطالب محمدی [۳] زهرا خان بابایی [۴] صدیقه محبوبی [۵] مهدی بهاروند

[۱] دانشیار دانشگاه تهران maghsoud@ut.ac.ir

[۲] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران mohammadi.abotaleb@yahoo.com

[۳] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران khanbabaei@ut.ac.ir

[۴] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران sedighehmahboobi@yahoo.com

[۵] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران m.bahar31@gmail.com

مقدمه و منطقه مورد مطالعه

۳۶ درصد سطح زمین بصورت دشت‌های بی آب و مناطق خشک و نیمه خشک و ۱۹ درصد از این سطوح کاملا خشک و فاقد زندگی گیاهی است. از این مقدار یک چهارم تا یک سوم با ماسه متحرک پوشانده شده است(وارن و کوک ۱۹۷۳). پدیده فرسایش بادی در اقالیم خشک و نیمه خشک عمل می کند و با توجه به اینکه دو سوم ایران در این اقالیم قرار گرفته است (احمدی،۱۳۹۱) فرسایش بادی به عنوان عامل موثر در تخریب و ایجاد خسارت در این مناطق می‌باشد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد 14 استان کشور تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارند که استان کرمان دارای شرایط حادتری در این زمینه است(مقصودی۱۳۹۱). در ایران بیش از 20 ریگ نسبتاً بزرگ و همچنین ریگ‌های کوچک متعددی با مساحت تقریبی 36000کیلومتر مربع وجود دارد (محمودی،۱۳۷۰). ریگ‌های مناطق مذکور، بویژه ریگ‌های کوچک، دارای دینامیک پویا و فعالی هستند. با توجه به فعال بودن سیستم شکل زایی بادی در این مناطق و همچنین با توجه به اینکه باد و لندفرم‌های حاصل از آن به صورت یک محدودیت جدی در توسعه جوامع انسانی این گونه مناطق مطرح می‌شوند، شناسایی چگونگی شکل‌گیری و تحول این لندفرم‌ها امری اجتناب ناپذیر است. همانطور که می‌دانیم سرعت باد در زمان‌های مختلف تغییر می‌یابد، به تبع آن باید میزان اثر باد بر روی ماسه‌ها و تغییر شکل آن‌ها نیز متفاوت باشد. از طرفی ماسه‌های بادی در مناطق خشک بسته به شرایط محیطی منطقه باعث ایجاد اشکال مورفولوژیکی متفاوتی می‌گردند که یکی از این اشکال ژئومورفولوژیکی برخان می‌باشد. برخان از بدنه‌ای هلالی شکل با شیب ملایم در جبهه رو به باد تشکیل شده و در دوانتهای هلال دو بازوی مشخص دارد که در امتداد باد کشیده شده اند(محمودی۱۳۸۶). پویایی برخان‌ها موجب می‌شود، سالانه مقادیر زیادی ماسه‌ی روان، اراضی کشاورزی، مراکز سکونتی و شریان‌های ارتباطی را در کام خود فرو برده و سبب نابود ی آن‌ها، مهاجرت روستاییان و خسارا ت اقتصادی فراوانی شود(سیف ۱۳۹۱).
تاکنون مطالعات زیادی در ایران و جهان در مورد ماسه‌های بادی از دیدگاه‌های متفاوت صورت گرفته است.
بگنولد (۱۹۴۱) مطالعاتی در زمینه ی بررسی پایه‌ای تئوری ژئومورفولوژی بادی با تمرکز روی فیزیک حرکت رسوبات باد انجام داده است. الدابی و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از تصاویر چند زمانه به بررسی و کنترل تغییرات تپه‌های ماسه‌ای شمال غرب کویت از نظر شکل و حرکت پرداخته اند. دانیل و هوگز(۲۰۰۷) شکل شناسی برخان‌های استرالیا و ارتباط آن‌ها را با نوع رژیم فصلی باد منطقه بررسی و بیان داشتند که این تپه ها سالانه ۱۰تا ۱۵ متر به سمت غرب جابجا می‌شوند. اولین تحقیق در ایران در این زمینه توسط ملکوتی (1353) برروی تپه‌های ماسه‌ای در سیستان و بلوچستان انجام گرفته که با استفاده از تفسیر و مقایسه‌ی عکس‌های هوایی در سال های 1334 و1343 جهت توسعه‌ی تپه‌های ماسه‌ای و ارتباط آن را با باد غالب مورد بررسی قرار داد. نگارش و لطیفی (۱۳۸۷) ویژگی‌های ژئومورفولوژی تپه‌های ماسه‌ای دشت سیستان را ارزیابی کرده و با ارائه‌ی داده‌هایی در رابطه با ویژگی‌های مورفومتری برخان‌ها، به مدلسازی روابط آن‌ها پرداخته و با بیان میزان جابه جایی فصلی و سالانه‌ی تپه‌ها، عوامل مؤثّر بر حرکت‌های آن‌ها را نیز بررسی کرده‌اند.رامشت و همکاران(۱۳۹۱) به بررسی میزان جابجایی تپه‌های ماسه‌ای شرق جاسک در بازه زمانی(۱۳۸۳-۱۳۶۹) با استفاده از سنجش دور پرداخته اند. مقصودی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی مخاطرات ناشی از حرکت برخانها در روستای پشوئیه پرداخته و مشخص شد که حرکت برخانها باعث ایجاد مخاطرات انسانی بر روی ساکنین و مسیرهای ارتباطی می گردد.
منطقه مورد مطالعه (روستای پشوئیه) از توابع بخش شهداد با طول جغرافیایی 58 درجه و ۲ دقیقه و عرض ۳۰ درجه و ۳ دقیقه در مرکز استان کرمان و در شرق شهر کرمان قرار دارد. روستای پشوئیه در بیابانی در ضلع غربی گسل نایبند قرار دارد. ارتفاع این روستا از سطح دریا حدود ۳۶۰ متر می‌باشد. در جنوب آن روستای کشیت، شمال غربی آن شهرستان اندوهجرد، در غرب آن کلوت‌ها، در شرق آن شهرستان ماهان قرار دارد.
در منطقه مورد مطالعه ، ریگی نسبتا وسیع و تعدادی برخان منفرد قرار گرفته است که در بین آن‌ها در اثر سیلاب دوره‌های مختلف سله‌هایی بسته شده است که ریگ و برخان‌ها نسبت به آن‌ها در حال حرکت و جابجایی‌اند. در این تحقیق بر آن شده‌ایم که با استفاده از این سله‌ها میزان حرکت ریگ و برخان‌ها را نسبت به آن‌ها اندازه‌گیری و مقایسه نماییم.

مواد و روشها

در این پژوهش ابتدا محدوده مورد نظر از روی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای مشخص شده و سپس بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه به عمل آمده است و طی سه روز عملیات میدانی به شناسائی برخان‌ها و تعیین محدوده ریگ مورد مطالعه اقدام گردید. همچنین با استفاده از عکس-های هوایی مقیاس 1:55000 سال ۱۳۳۴، عکس‌های هوایی با مقیاس 1:20000سال ۱۳۴۸، عکس‌های هوایی با مقیاس 1:40000 مربوط به سال ۱۳۷۴ و تصاویر ماهواره‌ای Google earth مربوط به سال ۲۰۰۵، میزان جابجایی ریگ و برخان‌ها با در نظر گرفتن شاخص سله در دوره زمانی مورد مطالعه بررسی گردید.

یافته ها و بحث

بر اساس مطالعات انجام شده، شیب عمومی منطقه به سمت شرق یعنی به سمت کلوت ها می‌باشد. بر اساس مشاهدات میدانی، ارتفاعات غربی که توسط گسل نایبند از بیابان لوت جدا می‌شود، سست‌تر بوده و با هر بارندگی(که عمدتا فصلی و سیلابی هستند)، مقدار زیادی از رسوبات ریزدانه به صورت بار معلق از این ارتفاعات همراه سیلاب به سمت شرق و در مسیل‌های منطقه جاری می‌شوند. این بار رسوبی چنانچه با مانعی برخورد نماید به صورت مانداب های کوچک ظاهر می‌گردند و مدت زمانی به طول می‌انجامد تا از طریق تبخیر و یا نفوذ، آب خود را از دست دهند و در نتیجه رسوب‌های موجود در پشت سد موجود(که در منطقه این موانع، اغلب تپه‌های ماسه‌ای هستند) رسوب کرده و خشک می‌شوند و شکل خاصی به خود می‌گیرد که منطبق بر شکل مانع موجود می‌باشد.

بر اساس مشاهدات میدانی و عکس‌های هوایی بویژه عکس‌های گوگل ارث در تمام نقاطی که ریگ و برخان‌ها در بستر مسیل‌ها قرار گرفته‌اند، اشکال متنوعی از سله‌های مواد رسوبی مشاهده می‌شود(شکل ۱).

شکل (۱) : نمونه ای از سله ی تشکیل شده در منطقه مورد مطالعه

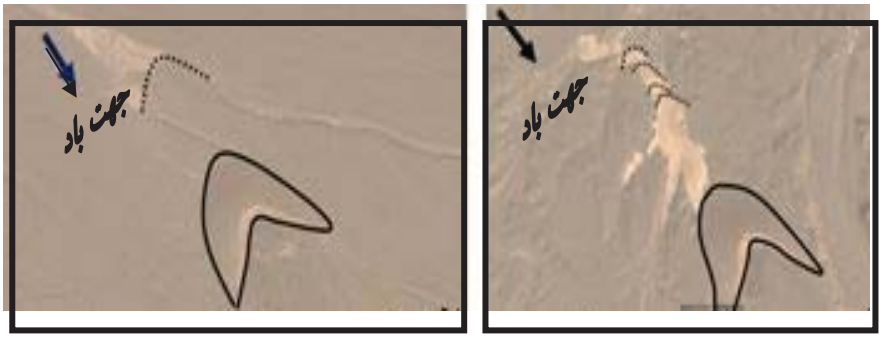
میزان سله بستن در محدوده ریگ‌ها که عموما متشکل از برخان‌های عرضی است، بیشتر است. زیرا سیلاب پس از رسیدن به ریگ‌ها که مانع جریان آب می‌شوند، پخش می‌گردند و تا پیدا نمودن راهی به سوی شیب بستر به صورت مانداب‌هایی باقی می‌ماند. در پشت برخان‌های منفرد ، سله‌ها محدودترند، زیرا این برخان‌ها در مواقع سیلاب کمتر در مسیر مسیل‌ها قرار می گیرند.

انواع سله هایی که در منطقه مشاهده می شوند:

۱- سله بستن مواد رسوبی پشت برخان های منفرد

اگر قسمت پشت به باد برخان مانعی در برابر جریان مسیل گردد شکل سله به صورت مقعر خواهد بود. شکل۲(الف- سمت چپ) .

همانطور که در شکل مشخص شده است، خطوط ممتد محدوده برخان، خطوط منقطع، سله‌ها و تناوب آن‌ها و فلش جهت باد غالب منطقه را که شمال غربی است، نشان می‌دهد.

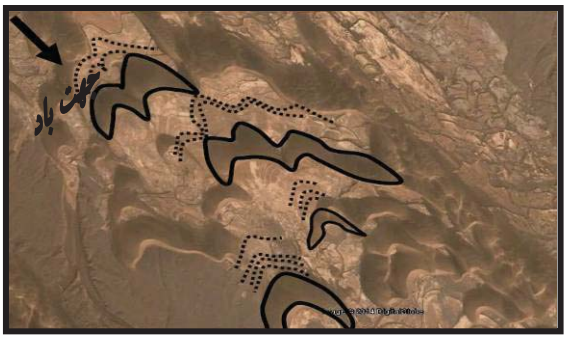


شکل(۲): نمونه هایی از برخان‌های منفرد به همراه سله‌های تشکیل شده آن‌ها

چنانچه قسمت پشت به باد برخان در مسیل قرار گیرد شکل سله بستن به صورت محدب و عمود به عرض مسیل خواهد بود . شکل۲ (الف- سمت راست)

۲- سله بستن مواد رسوبی پشت ریگ و برخان‌های عرضی

سله بستن مواد رسوبی پشت ریگ و برخان‌های عرضی تابعی از شکل و نوع قرار گیری آن‌ها بر بستر مسیل‌ها می باشد که اشکال خطی و W و هلالی را شامل می‌شود.(شکل ۳)



شکل (۳): برخانهای عرضی و ریگ منطقه به همراه سله های تشکیل شده

میزان حرکت ریگ و برخان:

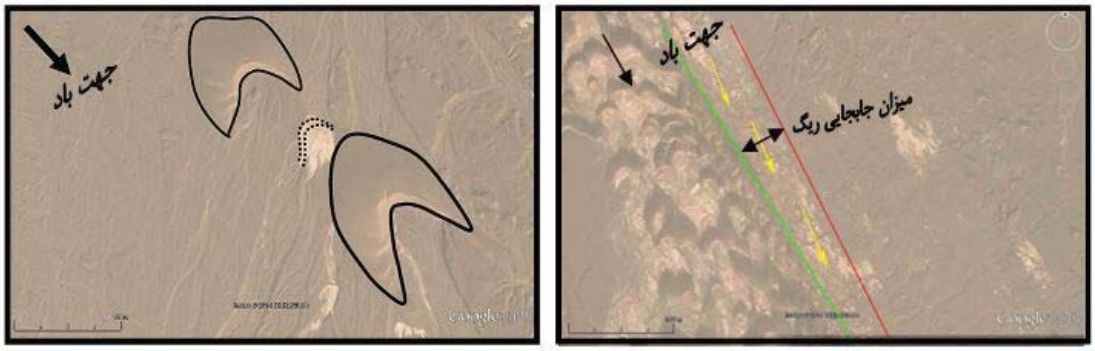
با توجه به فراوانی سله‌ها و مشکلات مربوط به دسترسی به آن‌ها، امکان نمونه برداری جهت تعیین میزان حرکت روبه جلوی ریگ میسر نبود. همانگونه که در شکل ۴ (سمت راست) مشاهده می‌شود، موقعیت و روند سله‌ها نشانگر حرکت ریگ به سمت غرب می‌باشد اما سنجش نرخ حرکت آن به دلیل فوق میسر نگردید.

روند مطالعه برخان‌های جنوب روستای پشوئیه بدین صورت انجام پذیرفت که ابتدا با انجام پیمایش‌های میدانی، موقعیت برخان در سال ۲۰۱۳ با استفاده از GPS ثبت و شناسایی گردید. سپس با انجام مصاحبه با اهالی روستا، زمان سیلاب‌های اخیر مورد پرسشگری قرار گرفت که بدلیل عدم قطعیت و تناقض گفته‌های ساکنین، این امر میسر نشد. لذا به منظور تعیین میزان حرکت برخان و زمان تقریبی آخرین سیلاب از تصاویر گوگل ارث موجود از منطقه در سال ۲۰۰۵ استفاده شد. همانگونه که در شکل (۴- سمت چپ) در تصویر سال ۲۰۰۵ مشاهده می‌شود، دو برخان به فاصله مشخص از یکدیگر و از سله میانی آن‌ها قرار گرفته اند، لیکن طبق مطالعات میدانی در سال ۲۰۱۳ ضمن شناسایی مجدد موقعیت برخان‌ها، مشاهده گردید که برخان دوم با حرکتی حدود ۹۶ متر به موقعیت سله های میانی منتقل شده است. از این رو مقایسه نتایج بازدید میدانی و تصویر گوگل ارث در سال ۲۰۰۵ نشان می دهد که برخان موجود در هر سال حدود ۱۲/۲۵ متر حرکت داشته است(جدول ۱).

جدول شماره ۱- نتایج مطالعات میدانی از حرکت برخان های پشوئیه

تصاویر گوگل ارث منطقه	سال ۲۰۰۵
زمان بازدید میدانی	سال ۲۰۱۳
میزان حرکت برخان دوم	۹۶ متر
نرخ سالیانه حرکت برخان	۱۲/۲۵ متر هرسال

با تطبیق یافته ها در ارتباط با برخان اول می توان به سال وقوع سیلاب پی برد. موقعیت کنونی برخان اول تا سله ای که در سال ۲۰۰۵ ایجاد شده، حدود ۱۳۵ متر اندازه‌گیری شده است. از آنجا که میزان حرکت سالانه برخان ۱۲/۲۵ برآورد شد، سال وقوع سیلاب ۱۱ سال قبل از ایجاد سله (یعنی سال ۱۹۹۴)، تخمین زده می‌شود.



شکل (۴)سمت چپ : دو برخان متوالی و رسیدن برخان دوم به سله به جا مانده از برخان اول- سمت راست : میزان جابجایی ریگ

نتیجه گیری

روش‌های متفاوتی برای اندازه گیری حرکت عوارض بیابانی از قبیل برخان، ریگ، ماسه‌های بادی و ... وجود دارد. لذا به منظور محاسبه حرکت یک نمونه از این عوارض، ریگ پشوییه که در مسیر مسیل‌های دشت لوت واقع شده است به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شد و مورد سنجش قرار گرفت. در روند مطالعات میدانی، شاخص سله، به عنوان معیاری برای سنجش میزان حرکت برخان‌ها و ریگ پشوئیه در نظر گرفته شده که اندازه‌گیری‌های میدانی از روی سله‌ها و تدقیق موقعیت سله‌ها با تصاویر گوگل ارث در سال ۲۰۰۵ نتایج جالب توجهی از این منطقه ارائه داد. مطالعات نشان می‌دهد ریگ و برخان‌های پشوئیه علاوه بر حرکت رو به جنوب شرق که حرکت عادی و سالانه آن‌ها محسوب می‌شود، نسبت به جنوب غربی نیز به کندی جابجا می‌شوند. از آنجا که منطقه فاقد ایستگاه هواشناسی تا سال ۲۰۰۵ بوده شاخص سله به عنوان معیار اندازه‌گیری زمان بارش و وقوع سیلاب در نظر گرفته شد. براساس مطالعات میدانی، بعمل آمده میزان حرکت برخان دوم ۹۶ متر و میزان حرکت برخان اول ۱۳۵ متر محاسبه شده است. همچنین سال بارش و سیلابی شدن منطقه مربوط به سال ۱۹۹۴ بوده است.

مراجع

[1] احمدی ، حسن (۱۳۹۱). ژئومورفولوژی کاربردی، جلد دوم . بیابان- فرسایش بادی . انتشارات دانشگاه تهران

[2] رامشت، محمدحسین. سیف،عبدالله. محمودی،شبنم.(۱۳۹۲)، بررسی میزان گسترش تپه های ماسه ای شرق جاسک در بازه زمانی (۱۳۸۳-۱۳۶۹) با استفاده از GIS و RS، مجله جغرافیا و توسعه، شماره سی و یکم.

[3] سیف، عبدالله. موسوی،سید حجت.(۱۳۹۱)، ارزیابی شاخص های مورفودینامیک تپه های برخانی، (مطالعه موردی: ریگ چاه جم)، مجله پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره یکم.

[4] محمودی، فرج الله، (۱۳۷۰) ، ارگ های مهم ایران، گزارش تحقیقی معاونت پژوهشی. دانشگاه تهران

[5] محمودی، فرج الله، (۱۳۶۸)،ژئومورفولوژی دینامیک، انتشارات دانشگاه پیام نور

[6] مقصودی،مهران. نگهبان،سعید. باقری،سجاد. (۱۳۹۱)، تحلیل مخاطرات ناشی از ماسه های روان بر سکونتگاه های غرب دشت لوت (مطالعه موردی: روستای حجت آباد ـ شرق شهداد)، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره یکم.

[7] مقصودی،مهران و همکاران.(۱۳۹۱).مخاطرات ناشی از حرکت برخانها.اولین همایش ملی انجمن ژئومورفولوژی ایران

[7] ملكوتي، محمد جعفر. (1353) بررسي چگونگي حركت تپه هاي شني در استان سيستان و بلوچستان با استفاده از عكس هاي هوايي. پايان نامه كارشناسي ارشد. دانشگاه تهران.

[8] نگارش، حسین. لطیفی،لیلا.(۱۳۸۷)، تحلی ژئومورفولوژیکی روند پیشروی تپه های ماسه ای شرق سیستان در خشکسالی های اخیر، مجله جغرافیا و توسعه، شماره دوازدهم.

[9] Al-Dabi, H., Maghali, EI-Baz, F. and Al-Sarawi, M (1998). Mapping and monitoring sand dune patterns northwest Kuwait using Landsat TM image, in: Sustainable Development in Arid Zones (eds Omar, S.A.S. Misak, R. & Satellite Al- Ajami, D.), Vol Balkema

[10] Bagnold, R.A (1941). The physical of blown sand and desert dunes. Methuen and CD LTD LONDON

[11] Cooke, R.U. and Warren, A. (1973) Geomorphology in Deserts, London, Batsford.

[12] Daniell, J., Hughes, M., 2007, The Morphology of Barchan-shaped Sand Banks from Western Torres Strait, Northern Australia, Sedimentary Geology, Vol. 202

بررسی نقش پدیده های ژئومورفولوژی کارست تاقدیس دشتک در ویژگی‌های هیدرولوژیکی و شیمیایی چشمه‌ها

[1]محمدعلی زنگنه اسدی، [2]شهرام بهرامی، [3]مجید کشاورزی

[1]گروه ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری maz1asadi@yahoo.com

[2]گروه ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری bahrami.gh@gmail.com

[3]دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم سبزواری mkeshavarz148 @yahoo.com

۱- مقدمه

در تاقدیس دشتک زاگرس کازرون فارس با توجه به جنس سازندها، شرایط زمین‌ساختی و ویژگی اقلیم کنونی در ارتفاع بالای ۱۵۰۰ متر عوارض کارستی متعدد شکل گرفته که نقش مهمی در جذب و تغذیه آبخوان‌های کارستی دارد. پهنه های کارست عمیق اغلب با تغذیه کانالی متمرکز از آب‌های سطحی در بالادست مشخص می شوند(Lolcamaea et. al., 2002). کورک ماز(۱۹۹۰) به آنالیز منحنی تاریسمان چشمه‌ها پرداخته و میانگین حجم تغذیه و تخلیه سالانه و همچنین میانگین ذخیره دینامیک و ضریب تخلیه را برآورد کرده است. از میان اشکال و فرایندهای ژئومورفولوژی، لندفرم‌های کارستیک و همچنین عوامل تکتونیکی هر منطقه نقش مهمی در نفوذپذیری و تغذیه آب‌های زیرزمینی ایفا می‌کنند(کریشنامورثی و سرینیواس، ۱۹۹۵: ۲۵۹۵).

چورپا و شارما (۱۹۹۳) نقش لندفرم‌های مختلف ژئومورفولوژی را در پتانسیل آب‌های زیرزمینی در هند مورد بررسی قرار دادند. بررسی آن‌ها نشان داد که لندفرم‌هایی مانند مجاری رودخانه‌ای قدیمی، مئاندرهای رودخانه‌ای و دشت‌های سیلابی دارای آبخوان‌های خوب و با کیفیت بالا می‌باشند. مقصودی و همکاران(۱۳۸۸) با استفاده از ضریب آلفا، حجم ذخیره دینامیکی و ضریب خشکیدگی و بعضی از ویژگی های شیمیایی چشمه های توده آهکی پراو- بیستون، میزان توسعه مجاری کارستیکی را ارزیابی کردند. آنها با محاسبه و رسم هیدروگراف چشمه های حاشیه توده پراو- بیستون و مقایسه آن با هیدروگراف چشمه های حاشیه زاگرس چین خورده به این نتیجه رسیدند که توده آهکی پراو دارای کارست تکامل یافته تری است.

منطقه مورد مطالعه بعنوان یک منطقه غنی از نظر آب زیرزمینی، تأمین‌کننده آب کشاورزی و شرب شهرستان‌های کازرون و بوشهر می باشد. هدف این تحقیق بررسی لندفرم‌های کارستی به منظور شناخت اهمیت و سهم آنها در محاسبه ضریب فرود، حجم ذخیره دینامیکی و نیز ارزیابی ویژگی هیدروشیمی آب چشمه‌ها است.

۲- مواد و روشها

پس از شناسایی چشمه‌های واقع در تاقدیس دشتک، داده‌های هیدرولوژیکی و شیمیایی ماهیانه چشمه‌ها در طی سال آبی ۱۳۸۷ – ۱۳۸۶ تهیه گردید. برای هر نمونه مجموع کاتیون‌ها(کلسیم، منیزیم و سدیم)، مجموع آنیون‌ها(بی کربنات، کلر و سولفات)، هدایت الکتریکی و درجه سختی کل تعیین گردیده و داده های اولیه برای بررسی و نتیجه‌گیری فراهم شد. به‌منظور شناخت دقیق و تحلیل کمی هیدرولوژی چشمه‌ها و ارتباط آنها با ژئومورفولوژی و تکتونیک حوضه، ضریب فرود(α) و حجم ذخیره دینامیکی برای چشمه‌ها براساس منحنی تاریسمان محاسبه گردید.

۳- بحث و نتایج و یافته ها

یکی از ویژگی‌های بارز مناطق کارستی وجود چشمه‌های با دبی بالا می‌باشد. ویژگی‌های هیدرودینامیکی و هیدروشیمیایی چشمه‌های مناطق کارستی وابسته به جریان غالبی است که بر آبخوان حاکم است. سازند آسماری – جهرم که حدود ۲۰۰ کیلومترمربع از سطح تاقدیس دشتک را شامل می شود، دارای لایه بندی ضخیم تا توده ای می باشد و بر اثر رویدادهای تکتونیکی شدیداً خرد گشته و کارستی شده اند و از نظر خواص هیدرودینامیکی قابل ملاحظه است که آبخوان اصلی آن محسوب می شود. یال جنوب غربی تاقدیس تحت فرسایش شدید از بین رفته است. گسل های امتدادلغز عادی در تاقدیس دشتک زون های خرد شده با تخلخل ثانویه را به وجود آورده اند. این زون ها سیستم آبخوان کارستی دشتک را به

وجود آورده اند. لاپیه ها از فراوان ترین اشکال کارستی در منطقه می باشند که نتیجه عملکرد شیمیایی آب بر روی سنگ آهک است. لاپیه های تشکیل شده در ارتفاعات شامل لاپیه های خطی(شکل۱- الف) که در امتداد درز و شکاف ها به ابعاد چند میلیمتر تا ۳۰ سانتیمتر تشکیل شده اند، لاپیه های کندوئی(شکل۱- ب) لاپیه های شطرنجی(شکل۱- پ) و پن ها(شکل۱- ت) که از ارتفاع ۱۵۰۰ متر به بالا قابل مشاهده هستند. دولین ها از دیگر پدیده های کارستی در ارتفاعات تاقدیس دشتک هستند که از توسعه پن ها به ابعاد بسیار متفاوت به وجود آمده اند.. غارهای کارستی تحول یافته ترین اشکال کارستیک در تاقدیس دشتک می باشد که از جمله می توان به غار شاپور، مرمر، مادر شاپور و تنگ چوگان علیا اشاره نمود.

تحلیل آبنمود چشمه اطلاعات مهمی در باره‌ی ماهیت و چگونگی سامانه زهکشی کارست ارائه می‌دهد. در نواحی کمتر توسعه یافته کارستی منحنی فرود روند یکنواختی دارد و در مناطق با توسعه یافتگی بالای کارست چشمه‌ها ضریب بیش از یک را نشان می‌دهند(آغاسی، ۱۳۷۸: ۳۱۸). سیستم غالب جریان در آبخوان چشمه‌ها از نوع مجرایی- افشان می‌باشد. یکی دیگر از پارامترهای مورد بررسی حجم ذخیره دینامیکی می‌باشد. رابطه میزان حجم ذخیره دینامیکی با ضرایب α معکوس می‌باشد. به عبارت دیگر هر چه میزان حجم ذخیره دینامیکی پائین باشد نشان‌دهنده توسعه بیشتر کارست و مجاری آهکی است. جدول یک حجم ذخیره دینامیکی چشمه‌ها را نمایش می‌دهد. میزان نسبی بالای حجم ذخیره دینامیکی چشمه‌ها نشان می‌دهد که کارست منطقه در مرحله جوانی می‌باشد. همان طوری که در جدول دو مشاهده می‌گردد میزان هدایت الکتریکی و سختی آب چشمه‌ها مقادیر بالایی را نشان می‌دهد که بیانگر توسعه کم کارست می باشد.

به منظور شناخت دقیق و تحلیل کمی هیدرولوژی چشمه ها و ارتباط آنها با ژئومورفولوژی و تکتونیک حوضه، ضریب فرود(α) و حجم ذخیره دینامیکی برای چشمه ها بر اساس ترسیم منحنی تاریسمان بدست آمد. ضریب فرود(α) از طریق تانژانت زاویه بین خط آبنمود و محور افقی(رابطه یک) بیان می شود(فورد و ویلیام، ۲۰۰۷ : ۱۷۶):

رابطه(۱):

$$\alpha = \frac{LogQ1 - LogQ2}{0.4343(t_2 - t_1)}$$

که در آن $Q1$ و $Q2$ به ترتیب میزان تخلیه(دبی، لیتر در ثانیه) در آغاز دوره اندازه گیری و در انتهای دوره اندازه گیری و t_1 و t_2 به ترتیب زمان(روز) در شروع و انتهای دوره اندازه گیری است. ضریب α همچنین از طریق ترسیم نمودار خطی نمایی نیز بدست می آید به طوری که اگر روز در محور x ، و دبی چشمه ها(لیتر در ثانیه) در محور y (به صورت لگاریتمی) ترسیم شود و معادله خطی نمایی آنها رسم شود توان e همان ضریبα می باشد(شکل ۲).

از دیگر پارامترهایی که می توان بر اساس آن میزان توسعه مجاری آهکی یا درجه کارست شدگی را تعیین کرد، حجم ذخیره دینامیکی آبخوان است. پارامتر مذکور از طریق رابطه دو بدست می آید(رئیسی، ۲۰۰۸: ۶۳ و باکالویکز و همکاران، ۲۰۰۸ : ۵۹۹):

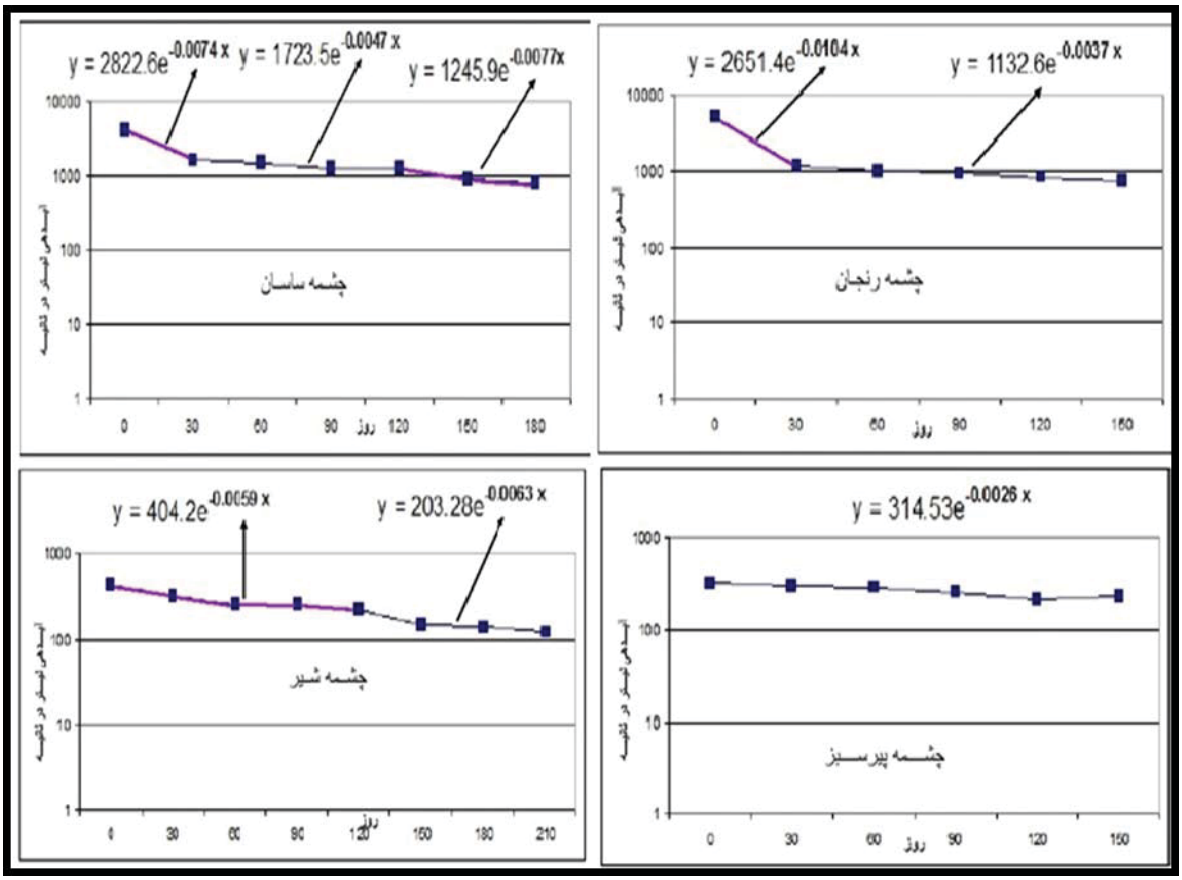
رابطه(۲):

$$V = c\frac{Q0}{\alpha}$$

که در آن V حجم ذخیره دینامیکی(متر مکعب)، α ضریب فرود، $Q0$ میزان دبی در آغاز دوره اندازه گیری(متر مکعب در ثانیه) و c عدد ثابت ۸۶۴۰۰ است.

شکل ۱- نمونه ای از لاپیه های خطی(الف)،کندویی(ب)، شطرنجی(پ) و پن(ت) در ارتفاع ۱۵۰۰ متری تاقدیس دشتک

شکل ۲- ضریب فرود(α) در چشمه های مورد مطالعه



جدول ۱- حجم ذخیره دینامیکی و ضریب آلفا (α) در چشمه‌های منطقه مطالعاتی

چشمه	Q_{01} Lit/s	Q_{02} Lit/s	Q_{03} Lit/s	α_1	α_2	α_3	$V=(Qo\times 86400)/a$ متر مکعب در ثانیه
ساسان	۴۲۳۳	۱۶۴۲	۱۲۸۷	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۷۷	۹۴۰۴۸۱۲۸
رنجان	۵۱۹۴	۱۱۵۶		۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۳۷		۷۰۱۱۸۷۸۴
شیر	۴۳۵/۸	۲۲۳		۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۳۲	۳۶۹۴۴۶۴
پیرسبز	۳۱۱			۰/۰۰۲۶			۱۰۳۳۴۳۰۴

جدول ۲ - مشخصات هیدروشیمایی چشمه‌های مورد مطالعه در سال آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ (منبع: امورآب ناحیه کازرون)

نام چشمه	هدایت الکتریکی EC	باقیمانده خشک mg/I	PH	CL	Ca++	Mg++	درجه سختی کل mg/lit

ساسان	۳۹۰	۵۶۰	۷/۳	۰/۷	۳/۸	۱/۲	۲۷۴
رنجان	۴۲۳	۳۸۰	۷/۱	۰/۵	۴/۵	۱	۲۴۵
شیر	۴۹۵	۳۹۰	۷/۴۴	۰/۴۵	۳/۵	۱/۶	۲۵۵
پیرسبز	۹۹۸	۸۲۲	۷/۱۹	۱/۵	۶	۵	۵۵۰

۴- نتیجه گیری

بخش قابل ملاحظه ای از تشکیلات این تاقدیس را سازند آسماری - جهرم تشکیل می‌دهد که به دلیل قابلیت انحلال بالا در ارتفاعات این تاقدیس اشکال ژئومورفولوژی کارست از قبیل انواع لاپیه، دولین و غار قابل مشاهده می‌باشد. سیستم درز و شکاف‌ها، زون‌های گسلی و خرد شده و وضعیت ساختاری طبقات باعث تشکیل آبخوان کارستی در تاقدیس گردیده است. گم شدن جریان‌های سطحی به ویژه در محور شمال‌غربی یکی از نشانه‌های بارز تأییدکننده گسترش فرایندکارستیفیکاسیون در اعماق می باشد. ضرایب چشمه‌ها نشان‌دهنده تکامل آبخوان کارستی و تأثیرپذیری بیشتر از بارش می‌باشد. ولی با توجه به این مطلب مقدار املاح این چشمه‌ها از چشمه‌های کارستی کمی بالاتر است که بیانگر توسعه کم کارست و تماس بیشتر آب با آهک و سازندها می‌باشد. یکی از دلایل آن این است که بخشی از آب بارانی که تغذیه کننده این چشمه‌ها می‌باشد قبل از نفوذ به درون زمین بر روی سازند نفوذناپذیر پابده و گورپی جریان می‌یابد و دیگری عبور و خروج آب چشمه‌ها از زون‌های گسلی خرد شده می‌باشد که میزان هدایت الکتریکی و سختی آب آنها را بالا برده است. نسبت یون‌های کلسیم به منیزیم در چشمه‌های مذکور بالاتر از ۳/۵ می‌باشد که بیانگر خلوص نسبی آهک تغذیه کننده این چشمه‌ها(سازند آسماری – جهرم) می‌باشد.

۵- مراجع

۱- بهرامی، ش. و بهرامی،ک. ، **بررسی نقش تکتونیک و لندفرم‌های کارستیکی در تغذیه آب‌های زیرزمینی حوضه آبخیز قلعه شاهین**، اولین همایش ملی توسعه منابع آب. صص۴۳-۳۲ دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، آبان ۱۳۸۹.

۲- رضایی، محمدتقی و همکاران، **گزارش مطالعه نیمه تفصیلی منابع آب کارست منطقه کازرون و سواحل خلیج فارس، جلد سوم**، مرکز تحقیقات کارست کشور، وزارت نیرو، تهران، ۱۳۷۷.

۳- طاهری، کمال و رئیسی، عزت الله، **زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و مهندسی منابع کارست ایران**، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، جلد دوم، صص ۲۵۵-۲۴۲، شرکت آب منطقه ای کرمانشاه، اردیبهشت ۱۳۸۹.

۴- علیمرادی، صادق، **بررسی منابع آب در سازند های کارستی تاقدیس کبیرکوه**، بیستمین گردهمایی علوم زمین، صص۷- ۱، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران، تهران، بهمن۱۳۸۰.

۵- عبد الوحید، آغاسی و احمد، افراسیابیان، **هیدروژئولوژی کارست**، وزارت نیرو، تهران، ۱۳۷۸.

۶- کریمی وردنجانی، حسین، **بررسی هیدروژئولوژیکی چشمه‌های کارستی موگرمون و سرآسیاب**، مجموعه مقالات نهمین همایش زمین‌شناسی ایران، صص ۱۵۷- ۱۴۹، دانشگاه تربیت معلم تهران، ۱۳۸۴.

۷- کاظمی، ر.، غیومیان، جعفر و جلالی، نادر، **بررسی نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب در منطقه کارستی لار با استفاده از سنجش از دور و GIS** ، مجله پژوهش و سازندگی درمنابع طبیعی، شماره ۷۳، صص۴۱- ۳۳، وزارت جهاد، زمستان ۱۳۸۵.

۸- محمودی، فرج الله و امجد، ملکی، **بررسی تحول کارست و نقش آن در منابع آب زیرزمینی در ناهمواری‌های بیستون – پرآو**، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۰، صص ۱۰۵-۹۳، دانشگاه تهران، پاییز۱۳۸۰.

۹- مقصودی، مهران و کریمی، حاجی، **بررسی توسعه کارست در توده پرآو- بیستون با استفاده از ضرایب فرود، زمان مرگ چشمه‌ها و تحلیل نتایج ایزوتوپی و شیمیایی**، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۹، صص ۶۵-۵۱ ، دانشگاه تهران، پاییز۱۳۸۸.

10- Bakalowicz, M., El Hakim, M. and El-Hajj, A. **Karst groundwater resources in the countries of eastern Mediterranean: the example of Lebanon.** Environmental Geology, 54, 597-604, 2008.

11- Chopra, R. and Sharma, P.K. **Landform analysis and ground water potential in the Bist Doab area**, International Journal of Remote sensing, 14(17), 3221-3229, 1993.

12-Ford, D. & Williams, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. John Wiley & Sons. Chichester, West Sussex, England. P. 562, 2007.