

بررسی مورفودینامیک رودخانه‌ای و مورفوتکتونیک در حاشیه غربی دشت لوت

سعید نگهبان

استادیار ژئومورفولوژی بخش جغرافیا، دانشگاه شیراز

Snegahban@shirazu.ac.ir

مقدمه

تکتونیک ژئومورفولوژی، بخشی از علوم زمین است، که به مطالعه تأثیر متقابل تکتونیک و ژئومورفولوژی می‌پردازد (الیر ۱۹۸۸ به نقل از عبادیان: ۱۳۷۹، ص ۱). به عبارت دیگر، ژئومورفولوژی تکتونیک را می‌توان چنین تعیین کرد، بررسی روابط بین لندفرمها و فعالیت‌های تکتونیکی. تکتونیک فعال یا مورفوتکتونیک یا ژئومورفولوژی تکتونیک فعال، به مطالعه فرآیندهای تکتونیکی موثر در شکل‌گیری لندفرمها می‌پردازد. در مطالعات ژئومورفولوژی تأکید بر روی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است که تولید یا تحول لندفرمها، ماهیت، منشأ و تکامل لندفرمها را کنترل می‌کند. اما ژئومورفولوژی تکتونیک نقش فرآیندهای تکتونیکی (درونی) را در ایجاد و تحول لندفرمها مورد بررسی قرار می‌دهد. بنابراین در ژئومورفولوژی تکتونیک، شکل‌ها، ریخت‌ها و فرمهای مختلف سطح زمین را که تحت تأثیر عوامل تکتونیکی شکل گرفته‌اند مورد مطالعه قرار می‌گیرند. لندفرمهای تکتونیکی عبارت‌اند از لندفرمهای که مستقیماً در اثر حرکات تکتونیکی به وجود آمده باشند، یا تحول‌یافته باشند. این لندفرمها دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند: لندفرمهای ساختاری با گسترش ناحیه‌ی، چشم اندازه‌های نسبتاً پهناور و وسیع، که توپوگرافی آن‌ها توسط ساختارهای زیرین تحت تأثیر قرار می‌گیرند (الیر: ۱۹۸۸) به نقل از (عبادیان: ۱۳۷۹، ص ۲). تکتونیک در علم زمین‌شناسی عوامل به وجود آورنده ساختمان‌ها (مثل چین‌ها، گسل‌ها و...) و نیز رابطه شکل هندسی ساختمان به وجود آورنده و نیروهای موثر را بازگو می‌کند (رادفر و پور کرمانی: ۱۳۸۴) به نقل از (گورابی و نوحه گر: ۱۳۸۶، ص ۱۷۸). ارزیابی ساختمان‌ها و لندفرمهای زمین در طول تاریخ پیدایش آن‌ها موضوع دانش تکتونیک ژئومورفولوژی می‌باشد (استانلی و دیگران: ۲۰۰۰، ص ۲۰۳). در مقیاس جهانی به وجود آمدن قاره‌ها و اقیانوس‌ها در مقیاس ناحیه‌ای ساختمان سلسله جبال و در مقیاس محلی ساختمان چین‌ها، گسل‌ها، شیب‌ها و پرتگاه‌ها از موضوعات مطالعه شده در تکتونیک ژئومورفولوژی می‌باشد (داگلاس و دیگران: ۲۰۰۰) به نقل از (گورابی: ۱۳۸۶، ص ۱۷۸).

منطقه مورد مطالعه

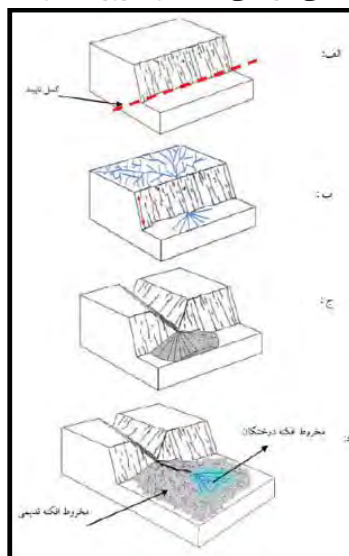
منطقه مورد مطالعه این پژوهش در قسمت شرق استان کرمان و در غرب دشت لوت در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۶ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه و ۲۵ ثانیه شرقی و عرض ۳۰ درجه و ۱۰ دقیقه و ۵۱ ثانیه تا ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲۵ ثانیه شمالی با ارتفاع متوسط ۲۹۸ متر از سطح دریا با مساحت ۱۸۰ کیلومترمربع (۱۸۰۰ هکتار) واقع شده است. این منطقه در بخش تکاب شهرستان کرمان در ۱۵ کیلومتری شرق شهر شهداد و در مجاورت روستاهای حجت‌آباد و اسلام‌آباد قرار دارد، مرز شمالی منطقه مورد مطالعه توسط رودخانه دهنه غار محدود شده و در مرز جنوبی آن مخروط افکنه اندوهجرد قرار دارد، در مرز غربی آن شهداد و مرز شرقی آن توسط کلوت‌ها محدود شده است (شکل شماره ۱).



شکل شماره ۱: تصویر ماهواره‌ای موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش

در دوره پالئوژن، در غرب گسل نایبند (در مغرب لوت و در محدوده مورد مطالعه) یعنی در رأس مخروط افکنه‌های فعلی و یا جبهه کوهستان، منطقه شروع به بالا آمدگی کرده و بخش شرقی پایین می‌افتد. تداوم این حرکات باعث شده تا در دوره نئوژن، وضع برجستگی‌ها و فرورفتگی‌ها تغییر کند و دو سطح کاملاً متفاوت ایجاد شود و سپس مخروط افکنه طی مراحل به شکل امروزی میل نماید (علائی طالقانی، ۱۳۸۱؛ ۳۰۶). (شکل ۲).



شکل شماره ۲: شکل شماتیک از تحول مخروط افکنه درختگان به واسطه عامل تکتونیک (منبع: شاه زیدی، ۱۳۸۸)

حرکات تکتونیکی در این منطقه زیاد بوده و بر روی تشکیلات زمین‌شناسی اثر گذاشته است. بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی، منطقه مورد مطالعه به دو منطقه مجزا تقسیم می‌گردد. منطقه مورد مطالعه شامل دشت گسترده‌ای است که توسط رسوبات آبرفتی کواترنر و بادرفتها و تپه‌های ماسه‌ای در حاشیه غربی دشت لوت پوشیده شده است. بخش غربی دشت، از ارتفاعاتی متشکل از سازندهای سخت تشکیل شده است که بعضاً پهنه‌های آبرفتی کم ضخامت و محدود در آن‌ها شکل گرفته است که سکاس زمین‌شناسی در منطقه، سازندهایی از پرکامبرین تا کواترنر است. با توجه به شواهد عینی مانند وجود گسل‌های متعدد در منطقه مورد مطالعه، می‌توان اظهار نمود که در این منطقه، فعالیت‌های تکتونیکی بسیار مشهود است. از مهم‌ترین گسل‌های منطقه، می‌توان به گسل بزرگ نایبند، گسل جنوبی شهداد و رشته گسل‌های با جهت شمال غرب - جنوب شرق و شمالی - جنوبی اشاره نمود (منابع طبیعی کرمان، ۱۳۷۲).

اگر به توجیه مخروط افکنه منطقه مورد مطالعه بپردازیم، خواهیم دید که، جهت و شکل مخروط افکنه‌ها در حال تغییر هستند بدین صورت که مورفولوژی مخروط افکنه بزرگ و قدیمی شهداد نشان از مخروط افکنه‌هایی است که دلالت بر بالا آمدگی جبهه کوهستان و وجود تکتونیک جنب در منطقه دارد، که این ادعا را می‌توان ایجاد گسل نایبند و افتادگی ناگهانی شرق گسل و ایجاد مخروط افکنه در جبهه کوهستان دانست. اما در یک برهه زمانی، نرخ بالا آمدگی فعال جبهه کوهستان نسبت به نرخ حفر قائم رودخانه در کوهستان، کمتر یا مساوی شده که در این حالت در محل رأس مخروط افکنه، عمل حفر رخ داده و مخروط افکنه جوان تر در پایین‌تر از رأس مخروط افکنه قبلی ایجاد شده است و با فعال شدن مجدد تکتونیک جنب در منطقه، رأس مخروط افکنه جوان حدود ۳ الی ۴ کیلومتر جابجا شده است. دلیل دیگر تکتونیک جنب در منطقه مورد مطالعه، ایجاد گسل جنوبی شهداد و محدود کردن وسعت آن نسبت به قبل و انحراف مخروط افکنه جوان به سمت شمال است.

همزمان با ایجاد گسل جنوبی شهداد، گسل‌ها و درزشکافیهایی نیز در جبهه کوهستان ایجاد شده که باعث تجدید جوانی مجدد حوضه آبریز شده است. منطقه مورد مطالعه چندین بار دست‌خوش فعالیت‌های تکتونیکی قرار گرفته است و البته جابجایی کانون‌های مخروط افکنه و ایجاد کانون‌های واگرایی متواتر دال بر این ادعاست (رامشت و همکاران، ۱۳۸۸، ۱۵۱). البته با توجه به شواهد و موارد زیر، می‌توان به طور نسبی به ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی در مجاورت جبهه کوهستان (مخروط افکنه، درختگان) پرداخت.

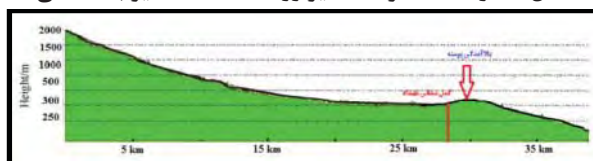
بحث و نتایج

با توجه به موارد ذکر شده در بالا، مشخص شد که بخش شمالی شهر شهداد، تحت تأثیر گسل پوششی شمال شهداد بالا آمدگی داشته و این گسل موجب شده تا مخروط افکنه‌های منطقه، شکل تیپیک (مخروطی) خود را از دست داده و جهت خود را به سمت نقاط شمالی تغییر دهند، همچنین

بر اساس تصاویر ماهواره‌ای مشاهده می‌شود که در بخش‌های شمالی شهر شهداد، کفه اصلی لوت رخنمون یافته و تغییر رنگ آن نسبت به مخروط افکنه‌ها به روشنی قابل مشاهده است. بخش وسیعی از شمال منطقه، ویژگی بالآمدگی دارند که این بالآمدگی سبب شده تا رودخانه‌های منطقه تغییر مسیر داده و یا اینکه تعدادی از آن‌ها، پوسته بالآمده را شکافته (به دلیل کندی بالآمدگی) و از آن عبور کنند. دو نمونه از رودخانه‌هایی که در قسمت‌های شمالی منطقه مورد مطالعه، پوسته بالآمده را حفر کرده و عمیق شدگی زیادی یافته‌اند، رودخانه‌های ابراهیم‌آباد و ملک‌آباد می‌باشند. این دو رودخانه که از پای کوه‌های منطقه و از آبراهه‌های انتهایی مخروط افکنه درختگان تشکیل شده‌اند، در جهت عمود بر بالآمدگی ذکر شده، به سمت بخش‌های غربی دشت لوت پیش می‌روند و در اثر برخورد با لایه بالا آمده آن را حفر کرده و پیشروی کرده‌اند (شکل شماره ۳). با توجه به بررسی‌های میدانی و اندازه‌گیری‌های انجام شده، در بستر این دو رودخانه، تغییرات مختلفی صورت گرفته است که در ادامه به بیان اطلاعاتی در رابطه با میزان عمیق شدگی در بخش‌های مختلف این دو رودخانه پرداخته خواهد شد (شکل شماره ۴).



شکل شماره ۳: انحراف مسیر رودخانه تحت تأثیر بالآمدگی



شکل شماره ۴: نیم‌رخ بالآمدگی پوسته غربی لوت (ترسیم: نگارنده)

• تأثیرات تکتونیک بر رودخانه ابراهیم‌آباد

رودخانه ابراهیم‌آباد، با جهتی شرقی-غربی، و عمود بر گسل شمالی شهداد و کفه بالآمده لوت، به سمت حاشیه غربی دشت لوت جریان دارد. این رودخانه به صورت فصلی است و فقط در زمان بارندگی‌های شدید، آب در داخل آن جریان دارد. این رودخانه در ابتدای برخورد با کفه اصلی لوت، شروع به حفر آن کرده است و هر چقدر که پیش می‌رود، با بالآمدن پوسته، این رودخانه نیز مسیر خود را حفر کرده و عمیق تر شده است. همان طور که در عکس‌های زیر مشاهده می‌گردد، این رودخانه در ابتدای برخورد با پوسته لوت، زیاد عمق ندارد، و حدود ۱ متر می‌باشد، اما همین طور که پیش می‌رود بر عمق بستر آن افزوده شده و در قسمت‌های پایین تر بیشتر می‌شود به طوری که بافاصله حدود ۴/۸ کیلومتر به سمت پایین و در مجاورت روستای ابراهیم‌آباد، میزان عمیق شدگی دره رودخانه از ۱ متر به حدود ۷ متر می‌رسد (شکل شماره ۷، ۸ و ۹).



شکل شماره ۵: موقعیت عکس‌های مربوط به میزان عمیق شدگی بستر رودخانه ابراهیم‌آباد



شکل شماره ۷: میزان عمیق شدگی (۷ متر) در پایین دست رودخانه



شکل شماره ۶: میزان عمیق شدگی (۶ متر) در بالادست رودخانه

لازم به ذکر است که این عمیق شدگی، در حداکثر میزان خود حدود ۷ متر است که در مجاورت روستای ابراهیم آباد می باشد و در عکس زیر نمایش داده شده است، و هر چقدر به سمت پایین پیش می رویم از این میزان کاسته می گردد به طوری که در حدود ۴ کیلومتر پایین تر از روستای ابراهیم آباد، رودخانه کاملاً ناپدید می شود و هیچ اثری از عمیق شدگی بستر به چشم نمی خورد. یکی از قسمت های شاخص در کناره های بستر حفر شده رودخانه ابراهیم آباد، وجود لایه سنگ و ریگی و شنی بسیار درشت دانه در ارتفاع حدود ۴ متری از کف بستر رودخانه می باشد، این لایه که از سطح زمین حدود ۳ متر فاصله دارد در سراسر قسمت هایی از رودخانه که حفر شدگی بیشتری دارند دیده می شود و این ۳ متر فاصله در کلیه قسمت های رودخانه ثابت است ولی ارتفاع آن از کف بستر در قسمت های مختلف رودخانه تغییر می کند که در بالاترین ارتفاع از کف بستر، حدود ۴ متر است (شکل شماره ۸ و ۹) که در مجاورت روستای ابراهیم آباد بوده و از آنجا به سمت بالادست و پایین دست از ارتفاع آن کم می شود.



شکل ۹: لایه سنگ و ریگ و شنی (ارتفاع ۴ متری) شکل ۸: لایه سنگ و ریگ و شنی (ارتفاع ۳ متری)



• تأثیرات تکتونیک بر رودخانه ملک آباد

رودخانه ملک آباد نیز همانند رودخانه ابراهیم آباد، با جهتی غربی-شرقی و عمود بر بالامدگی پوسته پلاتفرم لوت و با فاصله ۳ کیلومتر بالاتر از رودخانه ابراهیم آباد جریان دارد. این رودخانه در قسمت های بالادست خود به صورت دوشاخه بوده و در فاصله یک کیلومتر مانده به روستای ملک آباد، این دوشاخه به یکدیگر پیوسته و شاخه بزرگ تری را تشکیل می دهند. این رودخانه از محل برخورد به پلاتفرم لوت، شروع به حفر آن کرده و همین طور که به سمت پایین می آید، به دلیل برخاستگی بیشتر پوسته، عمق بستر رودخانه نیز بیشتر می شود به طوری که در نزدیکی روستای ملک آباد عمق بستر رودخانه به حدود ۱۱ متر می رسد (شکل شماره ۱۰، ۱۱).



شکل شماره ۱۱: عمیق شدگی بستر رودخانه ملک آباد



شکل شماره ۱۰: عمیق شدگی بستر رودخانه ملک آباد

یکی از ویژگی‌های مهم در مجاورت بستر این رودخانه، وجود لایه شنی و سنگ و ریگی (همانند رودخانه ابراهیم آباد) بر روی دیواره بستر رودخانه است، این لایه که همانند رودخانه ابراهیم آباد، حدود ۳ متر از سطح زمین فاصله دارد، از نظر عمق و فاصله از بستر با آن متفاوت می‌باشد، به طوری که فاصله این لایه از بستر رودخانه به حدود ۸ متر می‌رسد (شکل شماره ۱۲ و ۱۳) و این نشان‌دهنده عمیق شدگی بیشتر رودخانه ملک آباد نسبت به ابراهیم آباد است.



شکل شماره ۱۳: موقعیت لایه شنی در مجاورت روستای ملک آباد



شکل شماره ۱۲: موقعیت لایه شنی در مجاورت روستای ملک آباد

با توجه به اینکه میزان عمیق شدگی رودخانه ملک آباد در نزدیکی روستا از دیگر نقاط بیشتر است، و هر چقدر به سمت بالا و پایین برویم از میزان عمیق شدگی کاسته می‌گردد، ارتفاع لایه شنی نیز تحت تأثیر آن، به سمت بالا و پایین کمتر می‌شود.

نتیجه گیری

اطلاعات ذکر شده در رابطه با ویژگی‌های تکتونیکی منطقه مورد مطالعه نشان داد که این منطقه از لحاظ تکتونیکی منطقه‌ای بسیار فعال بوده به طوری که تحت تأثیر گسل‌های فعال در منطقه، حاشیه غربی پلاتفرم لوت در بخش‌هایی از منطقه، شروع به بالآمدگی کرده است. این بالآمدگی باعث انحراف مسیر آبراهه‌های انتهائی مخروط افکنه‌های غربی لوت و همچنین تغییر شکل مخروط افکنه‌ها شده است. تعدادی از آبراهه‌های منطقه که در جهت عمود با بالآمدگی جریان دارند، پوسته بالآمده را حفر کرده و بسته به میزان بالآمدگی، بستر خود را بیشتر حفر کرده‌اند. دو رودخانه که در شمال منطقه مورد مطالعه جریان داشته و پوسته مورد نظر را شکافته و عمیق شدگی زیادی دارند، رودخانه ملک آباد و ابراهیم آباد می‌باشند. این دو رودخانه از محل برخورد با این پوسته بالآمده، شروع به حفر آن کرده‌اند. رودخانه ابراهیم آباد جنوبی تر از رودخانه ملک آباد می‌باشد، حداکثر میزان عمیق شدگی در این رودخانه حدود ۷ متر می‌باشد، و یک لایه شنی به طور ثابت در حاشیه بستر این رودخانه و در فاصله ۳ متری از سطح زمین قرار دارد که ارتفاع آن از بستر رودخانه ۴ متر است. حداکثر میزان عمیق شدگی در رودخانه ملک آباد، ۱۱ متر است و ارتفاع لایه شنی از بستر

رودخانه، ۸ متر می‌باشد. این موارد نشان می‌دهد که هر چقدر به سمت شمال منطقه پیش می‌رویم، میزان بالآمدگی بیشتر می‌شود و با توجه به اینکه فاصله رودخانه ملک‌آباد از ابراهیم‌آباد ۳ کیلومتر می‌باشد، نشان می‌دهد که در این فاصله کم، میزان بالآمدگی قابل توجه است.

منابع

- عبادیان، سارا، (۱۳۷۹). تحلیل ساختاری و زمین ساختی سبزپوشان بر اساس آنالیزهای مورفوتکتونیک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی.
- رادفر، شهباز، پور کرمانی، حسن، (۱۳۸۴). ریخت زمین ساخت گسل کوهبنان، مجله علوم زمین شماره ۵۸.
- گورابی، ابوالقاسم و نوحه گر، احمد؛ (۱۳۸۶). شواهد ژئومورفولوژیکی تکتونیک فعال حوضه آبخیز درکه. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۰.
- سلیمانی، شهریار، (۱۳۷۷). رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیک فعال و جوان "با نگرشی بر مقدمات دیرینه شناسی"، تهران: انتشارات موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، چاپ اول.
- رامشت، محمدحسین، عبدا... سیف، سمیه سادات شاه زیدی، مژگان انتظاری. ۱۳۸۸. تاثیر تکتونیک جنبه بر مورفولوژی مخروط افکنه ی درختنگان در منطقه ی شهداد کرمان. فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۶.
- رامشت، محمد حسین، سمیه سادات شاه زیدی. ۱۳۸۷. نقش گسل ها در جابجایی کانون های واگرای متواتر و تکامل مخروط افکنه درختنگان درکواترنر. دوفصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره ۱۰.
- مختاری، داود، (۱۳۸۵). کاربرد شاخص های ریخت سنجی در تعیین میزان فعالیت گسل‌ها، مورد نمونه: گسل شمالی میشو، مجله علوم زمین شماره ۵۹.
- خیام، مقصود؛ مختاری، داود؛ (۱۳۸۴) ارزیابی عملکرد فعالیت‌هایی تکتونیک بر اساس مورفولوژی مخروط افکنه ها. پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۴۴.
- پور کرمانی، محسن؛ صدیق، حمید؛ (۱۳۸۲). پدیده‌های ژئومورفولوژیکی حاصل از گسل تبریز جغرافیا و توسعه شماره ۲.
- مختاری، داود، (۱۳۸۵)، کاربرد شاخص های ریخت سنجی در تعیین میزان فعالیت گسل‌ها، مورد نمونه: گسل شمالی میشو، مجله علوم زمین شماره ۵۹.
- یمانی، مجتبی؛ حسین زاده، مهدی، (۱۳۸۱) بررسی تغییرات الگوی رودخانه تالار در جلگه ساحلی دریای مازندران، پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۴۳.
- مقصودی، مهران؛ باقری سیدشکری سجاد، داودی، محمود؛ (۱۳۹۰)، تحلیل راندگی گیلانغرب با استفاده از شاخص های و شواهد ژئومورفیک، مجله جغرافیا و توسعه شماره پیاپی ۲۱.
- شهبازی، صبریه، (۱۳۸۸) تجزیه و تحلیل ناپایداری بستر رودخانه قره سو و تاثیر آن بر توسعه شهر کرمانشاه، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران.
- مقصودی، مهران؛ باقری سیدشکری، سجاد؛ (۱۳۸۷) بررسی نقش تکتونیک در شکل گیری و تحول لندفرم های تاق‌دیس قلاجه استان کرمانشاه، پایان نامه ارشد دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران.
- سازمان منابع طبیعی استان کرمان. ۱۳۷۲. گزارش زمین شناسی شهداد.
- سازمان آب منطقه‌ای کرمان. ۱۳۸۱. طرح مطالعات کمی و کیفی آب شهداد (جلد سوم). گزارش زمین‌شناسی و هیدرولوژی.
- Virant, J., Sinha, R., 2003, Response of Active Tectonics on the Alluvial Baghmati River, Himalayan Foreland Basin, Eastern India, Geomorphology, Vol. 70, No. 3-4, PP. 339-356.

پیش بینی و تحلیل مکانی تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت بجستان - یونسی با استفاده از زمین آمار

۱- زینب تیموری یانسری، ۲- زهرا اشرفی فینی

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، zeinab_teimoori@yahoo.com

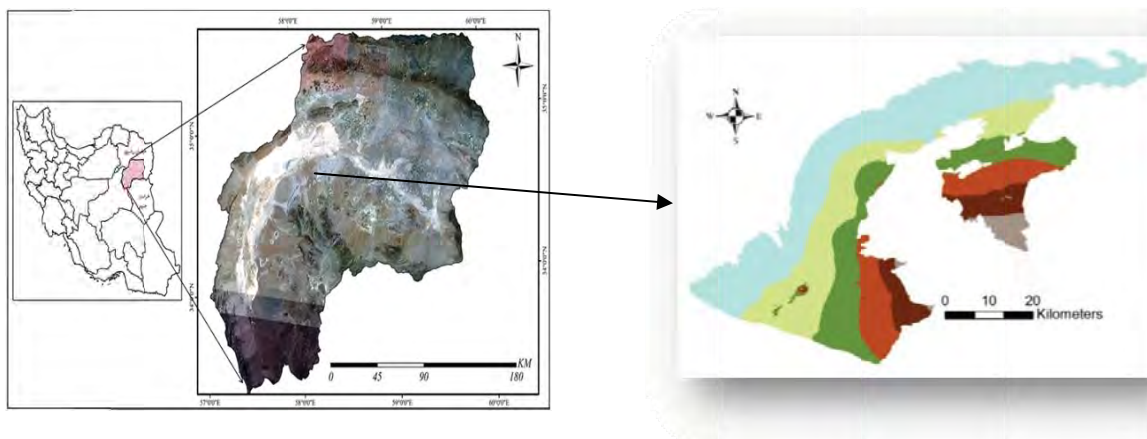
۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، Z.ashrafi2011@gmail.com

۱- مقدمه:

با توجه به افزایش نیاز مبرم به آب و اینکه تنها منبع مطمئن بهره برداری در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران سفره آب زیر زمینی است لذا نقش مدیریت صحیح بهره برداری و حفاظت از آب های زیر زمینی آشکار می شود. نحوه مدیریت این منابع باید به صورتی باشد که از اثرات زیان آوری مانند برداشت مازاد، نامناسب شدن کیفیت آب و اثر آن بر آب آشامیدنی و محصولات کشاورزی و نشست زمین بر اثر برداشت بیش از اندازه آب چه در حال و چه در آینده جلوگیری نماید (Rushton, K.R, ۲۰۰۳). ایران با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی متر در سال یک سوم متوسط بارش سالانه جهانی را داراست. به طور کلی قسمت اعظم این کشور خشک و نیمه خشک است و بخش قابل توجهی از آب مورد استفاده در کشاورزی، صنایع و شرب از منابع آب های زیر زمینی تامین می شود. روش زمین آمار اولین بار حدود نیم قرن پیش برای شناسایی الگوی منابع طلا در آفریقای جنوبی توسط یک مهندس معدن به نام کریج به کار گرفته شد (مدنی، ۱۳۷۳). روش های زمین آمار به دلیل در نظر گرفتن همبستگی و ساختار مکانی داده ها اهمیت زیادی دارند و می توانند موقعیت مکانی نمونه ها را همراه با مقدار کمیت مورد نظر یک جا مورد تحلیل قرار دهند. به عبارت دیگر باید بتوان بین مقادیر مختلف یک کمیت در جامعه و فاصله نمونه ها و جهت قرار گیری آن ها نسبت به هم ارتباط برقرار کرد. این ارتباط مکانی بین مقادیر یک کمیت در جامعه و نمونه های برداشت شده ممکن است در قالب های ریاضی قابل بیان باشند. به این قالب ریاضی ساختار مکانی گفته می شود. Kresic (۱۹۹۷)، روش زمین آمار کریجینگ را به عنوان قابل اعتمادترین، قوی ترین و گسترده ترین روش درونیایی و تهیه منحنی های تراز آب های زیر زمینی می داند. Kelin و همکاران (۲۰۰۵)، با استفاده از روش زمین آمار کریجینگ معمولی نقشه همتراز سطح آب های زیر زمینی شمال دشت چین را تهیه کردند. یافته های آنها حاکی از افت ۶ متر سطح آب زیر زمینی در مقایسه با سال ۱۹۹۰ است. Vijay و Remadevi (۲۰۰۶) نشان دادند که در تخمین سطح آب های زیر زمینی روش کریجینگ نسبت به روش فاصله معکوس دقت بیشتری دارد. مشعل و همکاران (۱۳۸۶)، در ارزیابی شبکه چاه های مشاهده ای سطح آب های زیر زمینی با استفاده از روش های زمین آماری در دشت اراک در ۴۶ نقطه و برای سه سال مختلف (مرطوب، متوسط و خشک) مدل واریو گرام گوسی را به عنوان بهترین مدل واریو گرام برای این داده ها معرفی کرده اند و با مقایسه سه روش کریجینگ، کوکریجینگ و عکس فاصله به این نتیجه رسیدند که روش کوکریجینگ خطای کمتری در مقایسه با روش های کریجینگ و عکس فاصله دارد. محمدی و همکاران (۱۳۹۱)، در بررسی تغییرات مکانی و زمانی آب زیر زمینی دشت کرمان با استفاده از روش های زمین آمار نشان دادند واریوگرام مدل گوسی به ساختار فضایی داده ها و روش عکس فاصله به توان ۵ در ابتدای دوره و عکس فاصله به توان ۴ در انتهای دوره بهترین روش میان یابی عامل سطح آب می باشد و نتایج پهنه بندی حاکی از افت آب در بیشتر نقاط دشت کرمان دارد. کالیراد و همکاران (۱۳۹۲)، نشان دادند جهت پهنه بندی عمق آب زیر زمینی حوضه آبخیز الشتر روش کریجینگ ساده و برای پهنه بندی سطح آب های زیر زمینی با استفاده از متغیر کمکی H، در مقایسه با سایر روش های میان یابی مورد بررسی کریجینگ معمولی دارای دقت بالاتری است.

۲- مواد و روشها

دشت بجستان- یونسی با وسعتی برابر با ۲۱۰۴/۰۸ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ۵۷.۵۴۱ تا ۵۸.۴۷ درجه طول شرقی و ۳۴.۳۹۱ تا ۳۴.۸۳۶ درجه عرض شمالی با حداکثر ارتفاع ۱۷۱۵ متر و حداقل ارتفاع ۷۹۸ در بخش جنوبی استان خراسان رضوی واقع شده است شکل (۱).



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

برای انجام تحقیق حاضر میزان تغییرات سطح آب زیرزمینی دشت بجنستان - یونسی که اطلاعات آن ها برای یک دوره ۱۲ ساله مشترک (۱۳۸۱ - ۱۳۹۲) ثبت شده بود، محاسبه شد. کریجینگ یک روش تخمین است که بر منطق میانگین وزن دار استوار می باشد و این تخمین گر به عنوان بهترین تخمین گر ناریب شناخته شده است شرایط استفاده از روش کریجینگ توزیع نرمال متغیر Z است در غیر این صورت باید از روش کریجینگ غیر خطی استفاده و یا توزیع متغیر نرمال شود (Issaks و Srivastava, ۱۹۸۹). روش های زمین آمار زمانی مناسب می باشند که داده ها به صورت نرمال توزیع شده باشند. در این پژوهش برای بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون کلموگروف - اسمیرونوف در محیط نرم افزار Spss استفاده شد. و پس از جذر گرفتن از داده ها میزان Sig به بیش از ۰/۰۵ افزایش یافت و فرض نرمال بودن داده ها برقرار شد.

جدول ۱: خلاصه آماری میزان افت چاه ها قبل و بعد از تبدیل

داده ها قبل از تبدیل	داده ها بعد از تبدیل	
۵/۸۴	۲/۰۹	میانگین
۵/۱۱	۲/۰۲	میانه
۱/۷۳	۰/۷۴	چولگی
۲/۵۵	۰/۰۰۱	کشیدگی
۶/۴۴	۱/۲۲	انحراف معیار
۰/۰	۰/۰۵۱	مقدار Sig آزمون کلموگروف - اسمیرونوف

ابزار بررسی همبستگی در زمین آمار، تغییر نما (Variogram) است جهت تخمین پارامترهای واریوگرام از سه روش کریجینگ معمولی، عام و ساده از نرم جانیی Geostatistical Analyzt محیط نرم افزار ArcGIS استفاده شد هم چنین از مدل های برازش کروی، نمایی، دایره ای و گوسین با توجه به ماهیت داده ها و در نظر گرفتن کم ترین مربعات باقی مانده و مقایسه روش های گوناگون ترسیم واریوگرام استفاده شد. با توجه به معیار آماری جذر میانگین مربعات استاندارد شده (RMSS) و میانگین خطا (EM) نتایج حاصل از تخمین گره های مختلف مقایسه شد جدول شماره (۲). در نهایت نقشه پهنه بندی افت سطح آب زیر زمینی با استفاده از مناسب ترین روش تهیه گردید شکل شماره (۲).

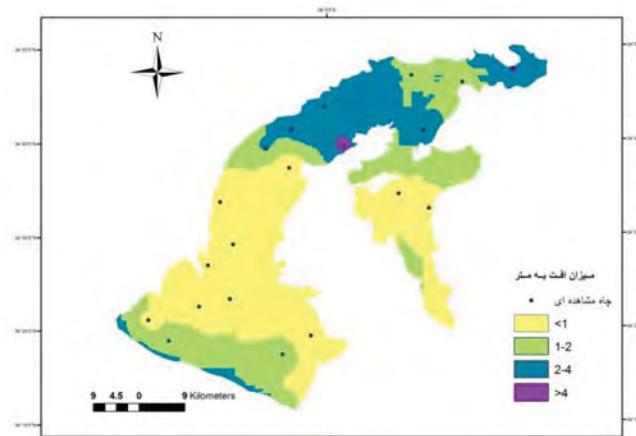
۳- بحث و نتایج و یافته ها

پس از آنالیز داده ها و نرمال کردن آن ها اقدام به بررسی ساختار مکانی داده ها با استفاده از واریوگرام و تعیین عامل های آن ها و بهترین مدل برازش با روش های مختلف زمین آمار کریجینگ گردید، و با کمک مقادیر خطای پیش بینی نتایج حاصل از روش های مختلف مقایسه و مناسب ترین روش انتخاب گردید جدول شماره (۲).

جدول (۲): مشخصات واریوگرام مناسب برازش شده افت سطح آب زیرزمینی و ارزیابی متقابل هر یک از روش ها

روش میان یابی	اثر قطعه ای	سقف	مدل برازش	EM	RMSS
کریجینگ معمولی	۰/۲۲	۰/۴۲	دایره ای	۰/۰۳۱	۱/۰۰۶
	۰/۱۷	۰/۴۶	کروی	۰/۰۳	۱/۰۰۸
	۰/۰	۰/۶	نمایی	۰/۰۲۷	۰/۹۹۶
	۰/۲۳	۰/۴۱	گوسین	۰/۰۳۱	۱/۰۰۶
کریجینگ ساده	۰/۳۸	۰/۳۲	دایره ای	۰/۰۴	۱/۰۱۴

۱/۰۱۵	۰/۰۵	کروی	۰/۳۳	۰/۳۷	کریجینگ عام
۱/۰۱۴	۰/۰۵	نمایی	۰/۷۱	۰	
۱/۰۱۶	۰/۰۵۲	گوسپن	۰/۲۷	۰/۴۳	
۰/۸۱	۰/۰۸۶	دایره ای	۰/۳۲	۰/۳۸	
۰/۸۳	۰/۰۸۷	کروی	۰/۳۳	۰/۳۷	
۰/۸۲	۰/۰۷	نمایی	۰/۷۱	۰	
۰/۸۱	۰/۰۹	گوسپن	۰/۲۷	۰/۴۳	



شکل (۲): نقشه هم افت سطح آب زیرزمینی دشت بجستان یونسی

نتایج بدست آمده از آنالیز واریوگرامی مربوط به افت سطح آب زیرزمینی دشت بجستان- یونسی نشان داد بهترین مدل برازش شده سمی واریو گرام مدل نمایی روش کریجینگ معمولی است. نتایج بدست آمده از نقشه پهنه بندی مکانی افت سطح آب زیر زمینی دشت بجستان- یونسی نشان داد بیشترین میزان افت سطح آب زیر زمینی در بخش های مرکزی و در شمال دشت، در نزدیکی یونسی با حداکثر مقدار بیش از ۴ متر تغییر سطح آب زیرزمینی که بیشترین اراضی تحت کشت در این مناطق واقع شده است. می توان نتیجه گرفت عمده ترین عامل کاهش سطح آب های زیر زمینی برداشت بی رویه از آب زیرزمینی و تخلیه آب خوان ها توسط عامل انسانی و وابستگی شدید کشاورزی به آب زیرزمینی و نشان دهنده آسیب پذیر بودن اکوسیستم های مناطق خشک و نیمه خشک است. از این رو مدیریت صحیح در برداشت آب زیرزمینی و جلوگیری از اضافه برداشت در بخش های مرکزی و شمالی دشت می تواند در متعادل کردن سطح آب زیرزمینی نقش داشته باشد و از خسارات بعدی ناشی از افت شدید سطح آب زیرزمینی جلوگیری به عمل آورد.

۴- منابع

- ۱- حسنی پاک، ع.ا. زمین آمار (ژئواستاتستیک)، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۴ صفحه، ۱۳۷۷.
- ۲- کالیار، زهرا. ملکیان، آرش و بهارک معتمد وزیری. تعیین الگوی توزیع منابع آب زیر زمینی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز الشتر، استان لرستان)، پژوهش نامه مدیریت حوضه آبخیز، سال چهارم، شماره ۷، صفحه ۵۷ - ۶۹، ۱۳۹۲.
- ۳- محمدی، ص. سلاجقه، ع. مهدوی، م. باقری، ر. بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب های زیرزمینی دشت کرمان با استفاده از روش زمین آماری مناسب (طی یک دوره آماری ۱۰ ساله، ۱۳۷۵ - ۱۳۸۵)، فصل نامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۹، شماره ۱، صفحه ۷۱ - ۶۰، ۱۳۹۱.
- ۴- مدنی، ح. مبانی زمین آمار مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر. ۶۹۵ صفحه، ۱۳۷۳.
- ۵- مشعل، م. درویشی، ا. و قلیچ ثابت ح. ارزیابی شبکه چاه های مشاهده ای سطح آب های زیر زمینی با استفاده از روش های زمین آماری در دشت اراک، سومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کرمان، جلد دوم صفحه ۸۸۴ - ۸۸۸، ۱۳۸۶.
- Issaks, E. H., Srivastava, R. M., Applied geostatistics, Newyork, Oxford University Press, 561 pp\$ - Kulin, H., Huang, Y., Li, H., Li, B., Chen, D. and Robert, E.W., Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain. Environment International, 31:893-903. 2005.
- # - Kresic, N., Hydrogeology and groundwater modeling. Lewis Publishers. 35 pp. 1997.
- @ - Rushton, K.R., Groundwater Hydrology Conceptual and Computational. Models John Wiley and Sons Ltd. 416 pp. 2003.
- _ - Vijay, K. and Remadevi, H., Kriging of Groundwater Levels. Journal of Spatial Hydrology, 1:81-92. 2006. .

بررسی پتانسیل آبی حوضه زنجان رود با توجه به خصوصیات فیزیوگرافی

غلام حسن جعفری

استادیار دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۱- مقدمه

آب سر منشا تولید، تلاش و تمدن است. خداوند در قرآن کریم به عنوان والاترین و تنهاترین خالق هستی، حیات هر چیزی را به آب وابسته دانسته و تداوم حیات را در گرو وجود آب می‌داند. منابع آبی در کشور از اهمیت بالایی برخوردار هستند و حفظ و بهره‌برداری از این منابع در سراسر دنیا در اولویت برنامه‌ریزان قرار دارد. به همین منظور یکی از مسایل امروز بشر مدیریت منابع آبی است، بالاخص در ایران که به واسطه خشک بودن کشور از اهمیت به سزایی برخوردار است (زارعی دستگردد و همکاران، ۱۳۸۵). قرن بیست و یکم، قرن جنگ بر سر آب نام گرفته است. در قسمت‌های مختلف دنیا، بخصوص در کشورهای در حال توسعه، مسائل مرتبط با آب از قبیل: کمبود آب، آلودگی آب و افزایش خسارات ناشی از سیل وجود دارد. توکلی نبوی و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای ارائه‌ی راهکار جهت مدیریت بهم پیوسته منابع آب در حوضه‌ی آبریز با استفاده از باز تبیین مفهوم مدیریت بهم پیوسته منابع آب این گونه بیان می‌کند که بازنگری در مفاهیم اولیه نوظهور در مباحث مدیریت منابع آب می‌تواند نقش تعیین کننده در ارائه راهکاری کارا و اثر بخش در توسعه‌ی پایدار منطقه ایفا کند. سمیعی و رئیس (۱۳۷۹)، مقاله ارزیابی چند معیاره پروژه‌های منابع آب از دیدگاه توسعه پایدار در ایران، نتایج به‌دست آمده در این زمینه توسط ایشان، نشان می‌دهد که طرح با هدف توسعه کشاورزی با توجه به ارزیابی چند معیاری انجام شده، بهترین گزینه است، و پس از آن پروژه‌های تولید انرژی برقایی رودبار لرستان و بهشت آباد قرار دارند. پیری ودانائیان (۱۳۸۰)، مدیریت بهینه آبخیزها در اجرای سدهای اصلاحی که که نتایج ایشان نشان می‌دهد که با وجودی که بعضی از زیرحوضه‌ها از نظر شدت و حجم سیلاب در ردیف‌های اول نیستند، ولی با توجه به در نظر گرفتن معیارهای مختلف و چندین تابع هدف در برنامه ریزی خطی در اولویت‌بندی‌های اول قرار گرفتند. این روش می‌تواند با اولویت‌بندی منطقی از صرف هزینه‌های بیهوده در زیرحوضه‌ها جلوگیری کرده و در مدیریت بهینه آبخیزها نقش مؤثری داشته باشد. داودی و لشکریان (۱۳۸۶)، مقاله‌ی سدهای زیرزمینی راهی برای بهینه‌سازی مدیریت منابع آب زیرزمینی در حوضه‌های آبخیز، که نتیجه‌ی تحقیق آن‌ها نشان داد که با استفاده از سدهای زیرزمینی، می‌توان امکان استفاده از آب را تا حد زیادی بالا برد و با بحران کم آبی به وجود آمده در مناطق خشک مقابله کرد و در بهبود مدیریت منابع آب و توسعه‌ی آن به ویژه در ایام خشکسالی، کمک مؤثری نمود. خسروجردی و کاویان‌پور (۱۳۷۹)، مقاله بررسی مسائل هیدرولیکی و مقایسه مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی مجاری تحت فشار تخلیه کننده تحتانی سدها در ایران، در این مقاله محققین مذکور به این نتیجه رسیدند که مجرای تخلیه کننده تحتانی یکی از انبیه‌های هیدرولیکی مهم یک سد می‌باشد.

اصولاً سه روش عمده برای اعمال مدیریت منابع آبی وجود دارد: ۱- ذخیره و نگهداری نزولات آسمانی در مناطق خشک و نیمه مرطوب: افزایش توان خاک در نگهداری نزولات جوی از طریق افزایش پوشش گیاهی، کاه و کلش و بقایای گیاهی در سطح خاک، و یا در اراضی شیب دار با احداث تراس و شخم زدن بر روی خطوط تراز زمان قرار گرفتن آب را بر روی خاک افزایش می‌دهند. ۲- خارج نمودن آب اضافی از اراضی مرطوب: زهکشی بالاخص در مناطقی که سفره آب زیر زمینی نزدیک به سطح خاک و ناحیه ریشه زای گیاهان و شالوده ساختمان‌ها و یا محل فاضلاب‌ها می‌باشد، حایز اهمیت می‌باشد. ۳- رفع کمبود نزولات آسمانی با افزایش آب آبیاری: که از طریق آبیاری سطحی صورت می‌گیرد. انواع آن عبارتند از: جوی و پشته ای، آبیاری زیر زمینی که در این روش سطح آزاد آب در عمق خاصی نگه داشته شده و با حرکت روبه بالا در اثر خیز مویینه باعث خیس شدن خاک می‌شود، آبیاری بارانی که طی این روش، در زمانی که نفوذ پذیری خاک زیاد است و یا ناهمواری زمین گسترده است، صورت می‌گیرد و در نهایت آبیاری قطره ای که آب به طور دایم و یا به دفعات مکرر به قسمت هایی از زمین داده می‌شود (محمودی و همکاران، ۱۳۷۹: ۱۴۱).

۱. حوضه آبخیز زنجان رود در محدوده جغرافیایی بین ۳۶ درجه، ۱۷ دقیقه و ۴۱ ثانیه تا ۳۷ درجه، ۱۳ دقیقه و ۲۷ ثانیه ی عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۲۳ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۴ دقیقه و ۵۵ ثانیه ی طول شرقی واقع شده است. حوضه آبخیز زنجان رود یکی از زیرحوضه‌های آبخیز سفیدرود است. مساحت آن ۴۷۲۷/۶۷ کیلومتر مربع می‌باشد. رودخانه‌ی زنجان رود از چمن سلطانیه شروع و در نزدیکی روستای رجعین به رودخانه قزل اوزن می‌پیوندد.

۲- روش و مواد

ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰، موزایک منطقه تهیه گردید و با استفاده از آن نقشه‌ی محدوده‌ی مورد نظر (زنجانرود) به دست آمد. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای مربوطه از جمله: Gis۱۰، surfer۸، Google earth، Global mapper13، Excel۲۰۰۷ نقشه‌های لازم از جمله موزایک منطقه، نقشه‌ی پایه، dem، منحنی میزان‌ها، آبراهه‌ها، شیب، جهت شیب، نقشه‌ی توزیع ارتفاعی، طبقه‌بندی شیب و طبقه‌بندی جهت شیب، روستاها، خطوط ارتباطی، زمین‌شناسی، گسل‌ها، ایستگاه‌های هیدرومتری، ایستگاه‌های باران سنجی، ایستگاه‌های دما، خطوط هم بارش، خطوط هم دما و نقشه‌ی موقعیت سدها ترسیم گردید به‌علاوه برای به دست آوردن اطلاعات، از جمله اطلاعات ایستگاه‌ها و لیست سدها و ویژگی آن‌ها به سازمان‌هایی از جمله آبخیزداری، هواشناسی، سازمان مدیریت آب منطقه‌ای استان، استانداری، جهاد کشاورزی مراجعه شد. همچنین برای انجام پروژه به مقاله‌هایی که در این زمینه نوشته شده بودند رجوع کرده و از روش کتابخانه‌ای نیز در این زمینه استفاده شده است. علاوه بر این، محاسباتی صورت گرفت تا مشخص شود در کدام یک از زیرحوضه‌هایی که فاقد سد هستند می‌توان سد احداث کرد.

۳- بحث و یافته‌های پژوهشی

زیر حوضه‌های زنجانرود عبارتند از: سرچم پایین، چوبالو، قره تپه، ینگجه، کوشکان، تهم، اسکند، مروارید، مشک آباد، چپ دره، خیرآباد، بناب، بولاماجی، نقطه بندی، حسن ابدال، ضیاء آباد، تلخاب، گمش آباد، تازه کند، گوگلان. بعد از مشخص شدن ویژگی زیرحوضه‌ها، موقعیت سدهای واقع در حوضه‌ی زنجانرود، مشخص گردید که در شش زیرحوضه مثل تهم، حسن ابدال، بوئین، مشک آباد، ضیاءآباد، بناب، ینگجه سد وجود داشت. سپس مساحت بین منحنی میزان‌های حوضه‌ی زنجان رود و زیرحوضه‌های آن با نرم‌افزار GIS محاسبه و از این طریق مساحت کل حوضه و زیرحوضه‌هایش مشخص شد. در مرحله‌ی بعد میانگین وزنی ارتفاع، محاسبه و نمودار مستطیلی حوضه و زیرحوضه‌ها در نرم‌افزار اکسل رسم و تحلیل شد. مساحت حوضه‌ی زنجان رود ۴۷۲۷ کیلومتر مربع می‌باشد. بالاترین مساحت مربوط به زیرحوضه‌های سرچم پایین، قره تپه، تهم، ینگجه می‌باشد که در زیرحوضه‌های تهم و ینگجه سدهای تهم و سهرین وجود دارند. بعد از به دست آوردن مساحت بین منحنی میزان‌ها و مساحت زیرحوضه‌ها، میانگین ارتفاع و میانگین شیب، جهت شیب، متوسط دما، متوسط بارش و مقایسه‌ی این زیرحوضه‌ها بر حسب این اطلاعات با زیرحوضه‌هایی که دارای سد بودند، به بیان دیگر زیرحوضه‌هایی که دارای سد می‌باشند را با سایر زیرحوضه‌هایی که فاقد سد هستند ولی از لحاظ بعضی ویژگی‌ها به زیرحوضه‌هایی که دارای سد هستند نزدیک می‌باشند مقایسه کرده بنابراین می‌توان در آن‌ها سداحداث کرد. به طور کلی می‌توان زنجان رود را به دو قسمت: ساحل سمت راست و ساحل سمت چپ تقسیم کرد. در قسمت راست رودخانه سدهایی مثل تهم، سهرین، بوئین، گاوآنگ و... وجود دارند و در قسمت سمت چپ رودخانه سدهای حسن ابدال، گوزلدرد، سلمانو وجود دارند. طبق مقایسه‌های به عمل آمده این نتیجه حاصل شد که علاوه بر زیرحوضه‌هایی که دارای سد هستند در زیرحوضه‌های دیگری که در داخل محدوده‌ی زنجانرود قرار دارند می‌توان سد ساخت که از جمله‌ی این زیرحوضه‌ها می‌توان به قره تپه، چپ دره و... اشاره کرد. ویژگی این زیرحوضه‌ها به ویژگی زیرحوضه‌هایی که دارای سد هستند نزدیک می‌باشند. به بیان دیگر در قسمت راست رودخانه سدهای زیادی وجود دارد و همچنین پتانسیل سدسازی بیشتری در قسمت راست رودخانه‌ی زنجانرود وجود دارد و به این دلیل است که علاوه بر میانگین وزنی این زیرحوضه‌ها، شیب وزنی و جهت وزنی بالاتری نیز دارند و همچنین دارای بارش بیشتری هستند که این موجب افزایش حجم آب در این زیرحوضه‌ها شده است ولی در قسمت چپ رودخانه نسبت به قسمت راست رودخانه سدهای کمتری وجود دارد و علاوه بر این، در این قسمت (چپ رودخانه) امکان ساختن سد کم می‌باشد. با توجه به تحلیل‌هایی که انجام شد می‌توان گفت که استان زنجان دارای پتانسیل‌های سدسازی بیشتری است تا محدودیت و حوضه‌ی زنجان رود دارای قابلیت‌های ژئومورفولوژیکی منابع آبی زیادی است تا محدودیت‌های منابع آب. البته با توجه به بررسی‌هایی که انجام شد و تحلیل‌های صورت گرفته در زیرحوضه‌های مختلف حوضه‌ی زنجان رود بعضی از این زیرحوضه‌ها همان طور که در بالا ذکر شد قابلیت احداث سد را دارند ولی در بعضی از آن‌ها امکان احداث سد وجود

ندارد ناگفته نماند که حتی در زیرحوضه‌هایی که امکان احداث سد وجود دارد نیز باید مطالعات بیشتری برای احداث سد صورت گیرد تا از مشکلات و هزینه های بعدی که ممکن است به بار آید جلوگیری شود.

۴- منابع

- ۱- بسطامی، جلال، (۱۳۹۲)، پایان نامه ی ارزیابی و تبیین اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی احداث سد تالوار بر روستاهای حوضه پیرامون (مطالعه موردی دهستان باباشانی، دانشگاه زنجان)، ص ۱۸۰
- ۲- بهرام زاده، محمد؛ ملکی، سهیل، (۱۳۹۰)، مطالعه احیا و ساماندهی پل های تاریخی حاشیه ی رودخانه ی زنجان رود، ناشر استانداری زنجان (معاونت برنامه ریزی).
- ۳- پوراصغر، فرزاد، چالش های مدیریت منابع آب کشور، (۱۳۷۹)، مجله برنامه و بودجه شماره ۶۴ و ۶۵، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- ۴- پیری، محمود؛ دانائیان، محمد رضا، (۱۳۸۰)، تاثیر احداث سدهای زیر زمینی در بهره برداری بهینه از منابع آب، ص ۱۹۳ - ۱۹۷
- ۵- توکلی نبوی، سید احسان؛ صفوی، حمید رضا؛ باقری، علی، (۱۳۹۰)، ارائه راهکار جهت مدیریت بهم پیوسته منابع آب در حوضه های آبریز با استفاده از باز تبیین مفهوم مدیریت بهم پیوسته منابع آب.
- ۶- حافظ نیا، محمدرضا، (۱۳۸۵)، مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، انتشارات سمت، ۴۰۹ صفحه
- ۷- حجام، سهراب؛ الهی گل، علی، (۱۳۸۲) بررسی اثر تغییرات دما و بارش بر روی رواناب حوضه ی آبریز امامه (استان تهران).
- ۸- خسروجردی، امیر؛ کاویانپور، محمدرضا، (۱۳۷۹)، بررسی مسائل هیدرولیکی و مقایسه مشخصات فیزیکی و هیدرولیکی مجاری تحت فشار (تخلیه کننده تحتانی) سدها در ایران ص: ۱۱۱- ۱۲۳.
- ۹- رضایی، توابع؛ کامران، طاهری آزاد، لیلا و همکاران، (۱۳۸۶)، رویکردی بر موانع و محدودیت های مدیریت منابع آب و ارائه راهکارهای مدیریت در توسعه پایدار.
- ۱۰- زارعی دستگردی؛ زهرا، مختاری حصاری؛ آرزو، شعبانعلی فمی؛ حسین، (۱۳۸۵)، مدیریت مشارکتی شبکه های آبیاری رهیافتی نوین در انتقال منابع آب کشاورزی، همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.
- ۱۱- سازمان برنامه و بودجه ی استان زنجان، (۱۳۸۱)، گزارش اقتصادی، اجتماعی استان زنجان در سال ۱۳۸۰ شورای تحقیقات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان.
- ۱۲- سازمان برنامه و بودجه ی استان زنجان، (۱۳۹۰)، آمایش سرزمین چهارچوب نظری توسعه ی استان زنجان (منطقه ۳)
- ۱۳- سمیعی، علی رضا؛ رئیس، محمد ابراهیم، (۱۳۷۹)، ارزیابی چند معیاره پروژه های منابع آب از دیدگاه توسعه ی پایدار در ایران، ص: ۱۹۹- ۲۰۸
- ۱۴- صداقت، محمود، (۱۳۷۹)، منابع و مسائل آب ایران، انتشارات پیام نور.
- ۱۵- صفوی، حمیدرضا، (۱۳۷۷)، مدیریت یکپارچه آب در محیط های شهری، مجله آب و فاضلاب، شماره ۲۸.
- ۱۶- علیزاده، امین، (۱۳۷۹)، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۹۲۷ صفحه
- ۱۷- علیزاده، طیب، (۱۳۹۰)، پایان نامه ی تحلیل دینامیکی غیر خطی سدهای بتنی قوسی تحت بارگذاری ضربه ای پرتاب، دانشگاه زنجان، ۲۱۰ صفحه
- ۱۸- عزتیان، ویکتوریا؛ دانش آموز، ذبیح الله، (۱۳۹۱)، بررسی خصوصیات هیدروژئومورفولوژی حوضه ی آبخیز خیر آباد، ص: ۱۱۳ - ۱۴۰
- ۱۹- فرداد، حسین، (۱۳۷۵)، آبیاری عمومی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲۰- مهدوی، مسعود، (۱۳۷۷)، مقدمه ای بر جغرافیای روستایی ایران، انتشارات سمت.
- ۲۱- نبی پی لشکریان، سعید؛ داودی، محمد هادی، (۱۳۸۶) سدهای زیر زمینی راهی برای بهینه سازی مدیریت منابع آب زیر زمینی در حوضه های آبخیز.

تأثیر توزیع سطوح ارتفاعی حوضه های آبریز در مدیریت پایدار منابع آب (مطالعه موردی: سدهای تهیم و اکباتان)

غلام حسن جعفری

استادیار دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۱- مقدمه

وقوع خشکسالی های اخیر و کاهش شدید منابع آبی از یک سو و نقش و اهمیت نزولات برفی در تغذیه منابع آبهای زیر زمینی در مناطق کوهستانی، ایجاب می کند که به طریق ممکن و با اعمال تمهیدات لازم و مناسب، از منابع موجود حداکثر بهره برداری را به عمل آورد. با عنایت به اینکه بخش اعظم بارندگی ها در مناطق کوهستانی به شکل برف نازل می شوند مدیریت بر منابع برفی در نواحی کوهستانی از اهمیت زیادی برخوردار است. وضعیت بیلان آبی و رژیم آبدی منابع آب موجود در این قبیل مناطق به میزان و سرعت ذوب برف و یا ماندگاری آن بر روی زمین و سطوح آبرگیر و تغذیه آنها بستگی دارد. ماندگاری برف بر روی زمین ارتباط مستقیم با شدت ذوب برف داشته و شدت ذوب برف نیز به دمای محیط (دمای هوا، دمای سطح زمین) و تداوم گرما (طول مدت روز) بستگی دارد. از طرفی دمای محیط به جهت شیب و ارتفاع منطقه و دمای سطح زمین نیز به جنس و رنگ آن وابسته است. تجزیه و تحلیل و برآورد میزان آورد آبی و مسیر افت و خیز آن، در تنظیم برنامه های آب گیری و بهره برداری از مخازن نقش اساسی دارد (اسلامی و فیروزبخت، ۱۳۸۴) بارش برف به عنوان یکی از منابع اصلی بیلان آب، جریان های سطحی بهاری، سفره های آب زیرزمینی، رودخانه ها و چشمه ها، موهبتی الهی محسوب می شود. عکس العمل طبیعت در مقابل عوامل اقلیمی شاید بهترین راهکار برای مدیریت آن باشد. می توان سدسازی را نوعی الهام از طبیعت دانست. همانطوری که این مناطق دریافت کننده برف، با ذوب تدریجی برف های دریافتی، چشمه سارها و رودها را تشکیل می دهند و زمان واکنش حوضه را به بارش به تعویق می اندازند، سدها نیز با دریافت رواناب ناشی باران یا ذوب ناگهانی برف و در اختیار قرار دادن تدریجی آن ها، طبق الگوی مصرف منطقه، عملکرد مشابه کوهستان یا جنگل را دارند. دامنه های کوهستانی به واسطه دریافت کمتر انرژی مؤثر و دریافت بیشتر برف، زمان پاسخ افزایش می یابد. هرگاه در میزان ورودی (بارش) یک سیستم تغییری جدی حاصل شود بدون تردید سیستم بلادرنگ به تغییر حادث شده واکنش (رواناب) نشان نمی دهد و برای نشان دادن واکنش (رواناب)، مدت زمان خاصی طول می کشد. مدتی که طول می کشد تا سیستم در برابر تغییر ورودی (بارش) از خود واکنش (رواناب) نشان دهد، اصطلاحاً زمان پاسخ می نامند (رامشت و همکاران، ۱۳۸۶: ۴۵). بارش برف و ذوب آن در مناطق کوهستانی مهم ترین اثر هیدرولوژیکی تغییر اقلیم می باشد. کاهش ذخیره ی برف، زودتر ذوب شدن برف و کاهش بارش تابستانی را منجر می شود و باعث می شود که در تابستان دوره هایی طولانی تری جریان رودخانه ای کم آب و یا خشک مشاهده گردد (خورشید دوست و قویدل رحیمی، ۱۳۸۴). جان - لاکوود^{۲۸} (۱۹۷۶) ضریب همبستگی بالایی را بین مقادیر بارش و ارتفاع در کوه های پنین شرقی پیدا کرده اند. بازیست^{۲۹} همبستگی بالایی را بین ارتفاع و بارش در منطقه ی بین المدارین مشاهده کرده است. علیجانی (۲۰۰۸) تأثیر کوه های زاگرس در پراکندگی فضایی بارش را با استفاده از شاخص های توپوگرافی، ارتفاع و ارتفاع متوسط در شعاع ۵/۲ کیلومتری ایستگاه در هشت جهت جغرافیایی مختلف بررسی نموده و به این نتیجه رسیده که در منطقه ی زاگرس مقدار بارش با ارتفاع رابطه دارد و این نوع رابطه با جهت جغرافیایی تغییر می کند. علیجانی نقش کوه های البرز در توزیع بارش را مطالعه نموده و نتیجه گرفته است که مقدار بارش در البرز با ارتفاع، رابطه ی معکوس دارد و با افزایش فاصله از ساحل دریا مقدار بارش کاهش می یابد. غیور و مسعودیان در بررسی مکانی رابطه ی بارش و ارتفاع در ایران نتیجه گرفته اند که در سواحل دریای خزر رابطه ی قوی و معکوس و در دامنه های غربی زاگرس، رابطه ی قوی و مستقیم بین این دو پارامتر

²⁸ . Ghuan , Lockwood

²⁹ .Basist

وجود دارد. دولفقاری و ساری صراف (۱۳۷۷) در مطالعه‌ی بارش‌های شمال غرب ایران نشان دادند که بارش حوضه‌ی ارس بیشتر از بارش حوضه دریاچه ارومیه از عامل ارتفاع متأثر است و عرض جغرافیایی در حوضه‌ی دریاچه ارومیه همبستگی بیشتری را نسبت به حوضه ارس با بارش سالانه نشان می‌دهد. رضایی بنفشه (۱۳۸۳) در مطالعه‌ی در حوضه آبریز قره سو، نقش ارتفاعات و کوه‌ها در دریافت مقادیر بارش زیاد مخصوصاً در ایستگاه‌های رو به باد را نشان داده است. در ارتباط با رواناب ناشی از ذوب برف نیز مطالعات زیادی انجام گرفته است؛ نجفی ایگدیر و همکاران (۱۳۸۶)، رواناب حاصل از ذوب برف را با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوضه شهرچائی ارومیه، شبیه سازی کردند. نجفی و همکاران (۱۳۸۳)، طی تحقیقی رواناب حاصل از ذوب برف را در حوضه سد مهاباد شبیه سازی کردند. بیرودیان و جندقی (۱۳۸۴)، رواناب حاصل از ذوب برف را در حوضه آبخیز زیارت مورد بررسی قرار دادند. قائمی و مرید (۱۳۷۳) در مطالعه برف حوضه دماوند با استفاده از عوامل هواشناسی نظیر بارندگی و درجه حرارت و بدون آمار مستقیم برف سنجی، مقدار ریزش برف سالانه، ذوب برف و نهایتاً خط پیشروی و پسروی برف را در سال‌های مختلف مطالعه نمودند. پرهت و ثقیان (۱۳۸۶)، ابراز داشتند که در مناطق برفگیر حوزه کارون واقع در زاگرس ایران، مساحت پوشش برفی در تصاویر ماهواره ای نوآ و لندست در دو تاریخ متفاوت، یکی در اوایل فصل ذوب و دیگری در اواخر آن، به ترتیب ۱۵ و ۱۷ درصد با هم اختلاف دارند. حوضه آبی تهم بین ۴۸/۳۵ درجه تا ۴۸/۷۳ درجه و ۳۷ دقیقه و ۰ ثانیه طول شرقی و ۳۶/۷۲ درجه تا ۳۶/۸۹ درجه و ۴۶ دقیقه و ۰ ثانیه عرض شمالی واقع شده است ۱۰ کیلومتری شمال شهر زنجان قرار گرفته است. محدوده‌ی مورد مطالعاتی حوضه اکباتان بین ۴۸/۳۷ درجه تا ۴۸/۷۸ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۵ ثانیه طول شرقی و ۳۴/۵۷ درجه تا ۳۴/۷۵ درجه و ۳۴ دقیقه و ۲۹ ثانیه واقع شده است در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر همدان است. استان همدان از جمله استان‌های کوهستانی، مرتفع، سرد و بادخیز غرب کشور محسوب می‌شود. شرقی‌ترین نقطه این شهرستان ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه، غربی‌ترین آن ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه از نصف النهار گرینویچ فاصله دارد و در حد فاصل ۳۴ درجه و ۳۵ دقیقه، تا ۳۵ درجه عرض شمالی واقع شده است (نادری و همکاران، ۱۳۸۹: ۳).

۲- مواد و روش

به‌منظور درک بهتر و آشنایی هر چه بیشتر با شرایط فیزیکی حوضه و همچنین نحوه توزیع منابع مختلف در سطح حوضه، اقدام به تهیه نقشه‌های پایه (نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاعی حوضه، نقشه‌ی شبکه آبراهه‌ای، نقشه‌ی جهت شیب، نقشه‌ی شیب) با استفاده از نرم‌افزارهای GIS و Google Earth و همچنین جداول و نمودارها گردید. سپس به منظور بررسی شرایط جوی و هیدرولوژیکی حاکم بر حوضه‌ها بر اساس ایستگاه‌های داخل و اطراف حوضه‌ها، پس از اخذ آمار مربوطه رگرسیون خطی بین بارش و ارتفاع و دما و ارتفاع، برآورد گردید (با مقدار همبستگی بالا) و براساس روابط و با استفاده از نرم‌افزار سورفر نقشه همدما و همبارش ماهانه و سالانه‌ی دو حوضه رسم شد و بعد از رسم نقشه‌ها اقدام به تحلیل آن‌ها با توجه به مقدار و نوع بارش دریافتی حوضه‌ها و دمای ماهانه مؤثر بر حوضه در طیف‌های ارتفاعی مختلف شده است. این موضوع بیان کننده است که چه مقدار بارش دریافتی به‌صورت برف بوده و دمای ماه‌های مختلف چه اثری بر بارش بیشتر برف و ماندگاری بیشتر آن در طبقات مختلف ارتفاعی شده است.

۳- بحث و یافته‌ها

مقدار و وضعیت بارش با توجه به تنوع توپوگرافیکی حوضه بسیار متغیر است. این وضعیت بویژه در مناطق کوهستانی پیچیده تر است، زیرا تابع پذیری بارش از ارتفاع، مزید بر علت است (فاطمی قیری و حجت الله یزدانپناه) به همین منظور ابتدا خصوصیات ارتفاعی حوضه‌ها با هم مقایسه شده و تأثیر تفاوت‌های آن‌ها بر وضعیت رواناب حوضه بررسی شده است.

۳-۱- نمودار آلتیمتری دو حوضه اکباتان و تهم و تأثیر آن بر میزان رواناب

از آنجا که در این پژوهش بر روی دو حوضه در دو استان مختلف کار می‌شود مسلماً از نظر ناهمواری و همین‌طور بارش تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند که به بررسی این تفاوت‌ها پرداخته شده است. بر این اساس می‌توان به چگونگی توزیع ارتفاعی دو حوضه پی برد و با درک درست از چگونگی توزیع ارتفاع، توزیع موارد دیگری مثل دما و بارش را تجزیه و تحلیل کرد. ارتفاع اکباتان از حداقل ۱۹۰۰ متر تا حداکثر ۳۵۴۰ متر متغیر است و مناطقی با ارتفاع بین ۲۳۰۰ تا ۲۵۰۰ متری، بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند و ارتفاعات بالاتر از ۳۳۰۰ متر و ارتفاع بین ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، مساحت کمی را دارا هستند. ارتفاع تهم از حداقل ۱۸۰۰ متر شروع شده و تا حداکثر ۲۷۰۰ متر ادامه دارد و مناطق که دارای ارتفاع ۱۹۸۰ متر تا

۲۰۰۰ متر هستند دارای بیشترین مساحت بوده و مناطق با ارتفاع ۲۴۵۰ متر به بالا کمترین مساحت را دارند. مقایسه دو منطقه گویای این است که حوضه اکباتان ارتفاع بالاتری نسبت به حوضه تهم دارد (حداکثر ارتفاع حوضه تهم ۲۷۰۰ متر و حداکثر ارتفاع حوضه اکباتان ۳۶۰۰ متر). در واقع حداکثر ارتفاع حوضه اکباتان ۹۰۰ متر بالاتر از حوضه تهم است و همین موضوع در بارش و دمای منطقه تأثیر گذار است، چرا که با افزایش ارتفاع دما کاهش می‌یابد و با کاهش دما بارش افزایش پیدا می‌کند. علاوه بر این؛ زمانی که دما کاهش یابد، ضریب ریزش های جامد بیشتر می‌شود. بنابراین در حوضه اکباتان با توجه به اینکه ارتفاع بالاتر است، طبیعتاً دما نیز پایین‌تر و بارش بیشتر بوده و در ارتفاعات بخصوص در فصول سرد سال بارش بصورت جامد است. در حوضه تهم نیز بارش صورت می‌گیرد و از ارتفاع ۲۰۰۰ متر به بالا بیشتر بارش بصورت جامد است ولی با توجه به اینکه بالاترین ارتفاع حوضه و مساحت آن نسبت به حوضه اکباتان کمتر است، میانگین بارش و سطح دریافت کننده بارش جامد آن کمتر می‌گردد. پس توزیع ارتفاعی و همچنین مقدار بارش جامد حوضه اکباتان وضعیت مطلوب‌تری نسبت به حوضه تهم دارد.

۳-۲- جهت شیب دو حوضه اکباتان و تهم و تأثیر آن بر میزان رواناب

جهت شیب در حوضه اکباتان بیشتر به سمت شمال (با مساحت ۴۲/۸۳ کیلومتر) و شرق (با مساحت ۴۲/۵۳ کیلومتر) می‌باشد و کمترین مساحت برای شیب‌هایی است که در جهت جنوب شرق، غرب و شمال غرب قرار دارند. در مورد حوضه سد تهم می‌توان گفت شیب‌هایی که در جهت جنوب هستند دارای بیشترین مساحت (۲۷/۶۶ کیلومتر) بوده و بعد از آن به ترتیب شیب های غربی و شمالی، بیشترین مساحت را دارند و کمترین مساحت نیز مربوط به شیب‌های شمال شرقی است. با توجه به این که ماندگاری برف دامنه‌هایی با جهت شمال به علت دریافت کمتر انرژی خورشیدی، بیشتر است، پس می‌توان گفت که؛ ماندگاری برف در حوضه اکباتان بیشتر است و همین امر باعث شده زمانی که حوضه، بارشی دریافت نمی‌کند یا بارش کمتری را دریافت می‌کند، برف‌هایی که در این دامنه‌ها مانده‌اند آرام آرام ذوب شده و به صورت رواناب در اختیار آبراهه های اصلی قرار گیرند یا با نفوذ خود تغذیه بیشتر سفره های زیر زمینی را به همراه داشته باشند و ورودی سد حتی در زمانی که بارندگی کمتری اتفاق می‌افتد قطع نشود.

۳-۳- دما و بارش دو حوضه اکباتان و تهم و تأثیر آن بر میزان رواناب

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده در رابطه با دما و بارش دو حوضه، مشخص شد که؛ دو حوضه از نظر دمایی تقریباً وضعیت مشابه ای دارند، البته تفاوت‌هایی نیز در بعضی فصول دیده می‌شود که همین تفاوت باعث شده که بارش جامد حوضه اکباتان بیشتر از حوضه تهم باشد. در واقع تقریباً تمام بارش حوضه اکباتان در ماه‌های آذر، دی، بهمن به صورت برف است و حتی اسفند ماه نیز ۹۱/۳ درصد از مساحت حوضه بارش را به صورت برف دریافت می‌کند و در فروردین و خرداد نیز در قسمت بسیار کمی از حوضه برف می‌بارد. در صورتی که در حوضه تهم فقط در ماه‌های دی و بهمن تمام بارش به صورت برف است و در آذرماه نیز تنها در ۶۵ درصد از مساحت حوضه برف می‌بارد. البته در اردیبهشت، مهر و اسفند حوضه برف دریافت می‌کند ولی مقدار آن ناچیز است و در بقیه فصول نیز بارش از نوع مایع است. از مقایسه دو حوضه این نتیجه حاصل می‌شود که حوضه اکباتان علاوه بر اینکه میانگین بارش سالانه آن بیشتر از حوضه تهم است، مقدار بارش جامد آن نیز بیشتر می‌باشد و با توجه به اینکه ماندگاری بیشتر برف در حوضه اکباتان، در ماه‌هایی که دو حوضه بارش ندارند یا بارش کمتری دریافت می‌کنند، حوضه اکباتان وضعیت مطلوب‌تری را نسبت به تهم دارد، چرا که حوضه از رواناب حاصل از ذوب برف، تغذیه می‌کند و جریان ماده، حتی در فصول کم بارش، قطع نمی‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش بر اساس مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده در زمینه چگونگی مدیریت منابع آب در دو حوضه تهم و اکباتان و مقایسه‌ای آنها از جنبه‌های مختلف (دما، بارش و ماندگاری برف) می‌توان دریافت که با توجه به این که حوضه اکباتان از نظر بارش، وسعت و نوع سد که بصورت بتنی است و همچنین ماندگاری برف وضعیت مطلوب‌تری را نسبت به تهم دارا می‌باشد، ولی سازمان مدیریت منابع آب در حوضه تهم بهتر از حوضه اکباتان عمل کرده است. با تحلیل‌های صورت گرفته؛ حوضه اکباتان با توجه به ارتفاع بالاتر، ضریب برفی و ماندگاری برف بیشتر، نسبت به تهم، باید حجم مخزن بیشتری از سد تهم داشته باشد ولی حجم مخزن و همین‌طور آب قابل تنظیم سالیانه تهم بیشتر از سد اکباتان است (حجم مخزن سد تهم ۸۷/۷۸ میلیون متر مکعب و حجم مخزن سد اکباتان ۳۹ میلیون متر مکعب) و دال بر این است که؛ مشارکت طبیعی مدیریت منابع آب در جهت مهار رواناب و جمع‌آوری آب بارش در حوضه اکباتان بیشتر از حوضه تهم بوده و در شرایط کنونی با گرم تر شدن هوا به مرور زمان چنین مدیریتی با مشکل مواجه خواهد شد. البته عوامل دیگری را نیز مانند: انتخاب نادرست محل سد، موقعیت زمین‌شناسی و خاک‌شناسی حوضه،

ضعف عملیات آبخیزداری در حوضه می‌تواند در کاهش حجم مخزن دخیل باشد که با مطالعه آنها و برطرف کردن نقایص و ایرادات موجود می‌توان وضعیت حوضه را بهبود بخشید. با گرم شدن کره‌ی زمین و در نتیجه بالاتر رفتن سطوح ارتفاعی برف‌گیر در طول سال لازم است که تغییراتی در وضعیت سد ایجاد شود و یا اینکه سدهایی در بالادست سد اولیه احداث نمایند، شاید به همین دلیل سد تنظیمی در کنار سد اکباتان در حال ساخت می‌باشد. ابتدای ترین سدها در ارتفاعی نزدیک به قسمت آبریز حوضه احداث شده و به مرور زمان به سراب حوضه‌ها منتقل شده‌اند. چنین فرآیندی حاکی از آن است که با افزایش نیاز بشر و پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی احداث سدها به مناطق مرتفع منتقل شده است. در نهایت اگر روند گرم شدن زمین ادامه یابد، سدها باید در آسمان و فضای مجازی بالاتر از سطوح ارتفاعی موجود احداث گردند. با افزایش ارتفاع، ضریب ریزش برف بیشتر می‌شود و از آنجایی که از یک طرف برف آرام آرام ذوب شده و وارد حوضه‌ی سد می‌گردد و از طرف دیگر از آبی که پشت سد جمع شده به صورت مداوم استفاده می‌شود بنابراین ممکن است آب برداشت شده بیش از آب وارد شده به سد باشد و همین موضوع نیز باعث کاهش حجم مخزن گردد.

۵- منابع

۱. آزادبخت، بهرام، نوروزی، غلامرضا، ۱۳۸۷، جغرافیای آب‌های ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح
۲. اوریم طویا، مادن، ۱۳۹۰، وضعیت نحوه‌ی مدیریت منابع آب در ایران، ماهنامه تحلیل خاورمیانه
۳. بابایی، ام‌سلمه، نجف پور، بهرام، ۱۳۸۷، نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی، انتشارات دانشگاه پیام نور
۴. جعفرپور، ابراهیم، ۱۳۶۷، اقلیم شناسی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۳۳۲ صفحه
۵. حافظ نیا، محمدرضا، ۱۳۸۵، مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، انتشارات سمت، ۴۰۹ صفحه
۶. ساری صراف، بهروز و ذولفقاری، حسن، ۱۳۷۷، مطالعه بارش‌های شمال غرب ایران با تکیه بر تحلیل خوشه‌ای، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۱ و ۲.
۷. صادقی، سید حمید رضا، ظریف معظم، ملیحه سادات، میرنیا، سید خلاق، ۱۳۹۰، تأثیر تنیدی و جهت شیب بر رواناب سطحی و رسوب از کرت های کوچک آزمایشی در حوضه آبخیز کجور، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۳، صص ۵۸۳-۵۹۲
۸. طهماسبی، رمضان، ۱۳۸۵، جمع‌آوری آب باران، انتشارات موسسه‌ی آموزش عالی علمی - کاربردی، ۱۹۳ صفحه
۹. عساکره، حسین، ۱۳۸۳، مدل سازی تغییرات مکانی عناصر اقلیمی، مطالعه موردی: بارش سالانه اصفهان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴، صص ۲۱۳-۲۳۱
۱۰. علایی طالقانی، ۱۳۸۲، محمود ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس، ۳۷۵ صفحه
۱۱. علیجانی، پهلول، ۱۳۷۴، آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۲۱ صفحه
۱۲. علیجانی، پهلول، ۱۳۷۴، نقش کوه‌های البرز بر توزیع ارتفاعی بارش، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۳۷، شماره ۳، صص ۳۷-۵۲
۱۳. عزیززاده، امین، ۱۳۷۹، هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۹۲۷ صفحه
۱۴. غیور حسنعلی و ابولفضل مسعودیان، ۱۳۷۵، بررسی مکانی رابطه بارش با ارتفاع در ایران زمین، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۱، صص ۱۲۴-۱۴۳
۱۵. مرادی‌فر، حاجی‌مراد، مجرد، فیروز، ۱۳۸۲، مدل‌سازی رابطه بارش با ارتفاع در منطقه زاگرس، مدرس، دوره ۷، شماره ۲، صص ۱۸۲-۱۶۳
۱۶. معتمد، احمد، ۱۳۸۲، جغرافیای کواترنر، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۴۹
۱۷. نادری، اعظم، نجفی شهری، محمدرضا، آبکار، علی اکبر، ۱۳۸۹، پایش سطح برف حوضه سد اکباتان با استفاده از تصاویر GIS, RS, MODIS, سومین همایش ملی شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهیدان اهواز، دانشکده مهندس علوم آب

ضریب رواناب با تأکید بر نوسان ماهانه سطح دریاچه

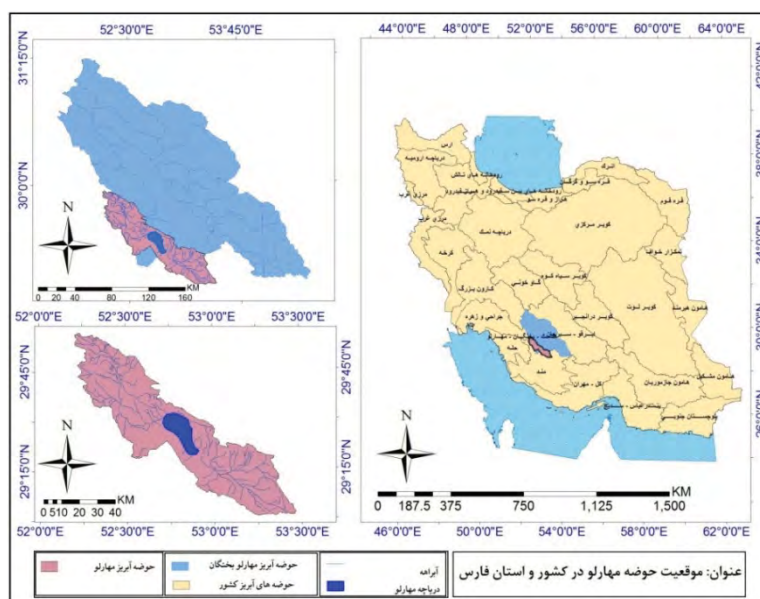
مطالعه موردی (حوضه آبریز مهارلو)

غلام حسن جعفری^۱، شیوا محمدی^۲^۱. استادیار دانشگاه زنجان، گروه جغرافیای (ژئومورفولوژی) jafarihas@yahoo.com^۲. کارشناسی ارشد جغرافیا (هیدروژئومورفولوژی)، دانشگاه زنجان ariyoo.barzan@yahoo.com

۱. مقدمه

رواناب، آب‌های زه‌کشی شده‌ای است که از سطح یک منطقه از زمین، ساختمان، و غیره آزادانه حرکت می‌کند (می‌هی، ۲۰۰۵). یکی از عمده نگرانی‌ها در سال‌های اخیر این است که با توجه به تغییر اقلیم و گرم‌شدن کره زمین چگونه می‌توان منابع آبی را مدیریت کرد. اطلاعات ناقص یا غیر قابل دسترس، مدیریت بهینه آب را با مشکل مواجه کرده است (جعفری و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به گسترش شهر شیراز و افزایش نیاز آبی در زمینه کشاورزی، آشامیدن، صنعت و همچنین کاهش کمیت و کیفیت آب ورودی به دریاچه مهارلو از نظر اکولوژیکی تهدیدی مهم برای اکوسیستم به‌شمار می‌رود. به‌منظور جلوگیری از عوارض منفی و درازمدت خشک‌شدن دریاچه، لازم است ضریب رواناب در دریاچه مهارلو تعیین شود. میزان آبی که در رودخانه رها می‌شود تا شرایط سلامت زیست‌محیطی اکوسیستم رودخانه یا تالاب در سطح قابل قبولی حفظ شود، جریان زیست‌محیطی نامیده می‌شود (ترم و کینگ ۱۹۹۸). چنگ و چاو (۲۰۱۴) تأثیرات تفکیک‌پذیری داده‌های فضایی بر پیش‌بینی‌های رواناب را با استفاده از مدل حوضه‌ای بررسی کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که مدل‌های حوضه‌ای با اندازه 100×100 شبکه نتایج قابل‌اعتمادی را در منطقه ارائه می‌دهند و بارش اندازه‌گیری شده از ایستگاه باران‌سنجی بی‌هو را درست و کامل ارزیابی کرده‌اند. مهرشاهی (۱۳۸۱) تغییرات اقلیمی اواخر دوران چهارم در ایران را از طریق اطلاعات حاصل از مطالعه دریاچه تشخیص داده و به این نتیجه رسیده است که واکنش دریاچه‌ها نسبت به تغییرات (بلندمدت) و نوسان‌های (کوتاه‌مدت) اقلیمی در طول کوتاه‌تری، به احتمال زیاد یک‌سان نبوده است و یا دست‌کم شدت و سازوکار این واکنش هنوز با قاطعیت روشن نشده است. رامشت (۱۳۸۵) معتقد است که سطح تعادل آب و خشکی دریاچه طشک از عوامل اقلیمی تبعیت نمی‌کند و تابعی از فرایند کارست است. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۸) جریان زیست‌محیطی تالاب شادگان را با استفاده از روش‌های هیدرولوژیکی ارزیابی کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که شاخص جریان زیست‌محیطی در ایستگاه‌های هیدرومتری پس از احداث سد، کاهش یافته است. اصغری‌زمانی (۱۳۹۲) تغییرات سطح دریاچه ارومیه را با استفاده از اطلاعات اسنادی و داده‌های سنجش از دور (تصاویر ETM+ لندست ۷، TM لندست ۵، و لندست ۴ و استر ۳۰) و نیز بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی تجزیه و تحلیل کرده و به این نتیجه رسیده است که با کاهش روند نزولات آسمانی، تبخیر بیش‌ازپیش آب و نیز اثرات منفی ناشی از پدیده‌های انسان‌ساختی از قبیل ایجاد سدها، بهره‌گیری بی‌مهابا از منابع آبی سطحی و زیرسطحی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه زمینه کامل برای بروز یک بحران وسیع زیست‌محیطی/اکولوژیکی فراهم گردیده است؛ به‌عبارتی منطقه در آستانه یک بحران طبیعی بسیار نگران‌کننده قرار دارد. امینی و روغنی (۱۳۹۳) تأثیرات سدها را بر ذخیره رواناب در گاودره در کردستان را با استفاده از مهندسی و سیستم مدل-ساز هیدرولوژیک بررسی کرده که نتایج آن نشان‌دهنده اهمیت سهم مدیریت حوضه آبریز در زیرشاخه‌های مختلف بوده است. رزم‌خواه و همکاران (۱۳۹۳) تفاوت اجرای مدل‌های لسی در کارون سه را با استفاده از مدل شبیه‌سازی رواناب بررسی کرده که نشان داد روش اسم‌آ با حداقل میانگین حجم شبیه‌سازی شده، بهترین روش برای تشخیص حداکثر زمان اوج هیدروگراف بوده است. حوضه مهارلو در بین طول‌های ۵۲ درجه و ۲۷ دقیقه و ۴۰ ثانیه تا ۵۲ درجه و ۵۴ دقیقه و ۲۵ ثانیه شرقی و عرض‌های ۲۹ درجه و ۹ دقیقه و ۵ ثانیه تا ۲۹ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۰ ثانیه شمالی واقع شده است. دریاچه کنونی این حوضه در ۲۳ کیلومتری جنوب شرقی شهر شیراز و در غرب دریاچه بختگان قرار گرفته است (شکل ۱). وسعت کلی این حوضه در حدود $3923/2$ کیلومترمربع است و سطح دریاچه در وسیع‌ترین حالت در آذر، دی و بهمن‌ماه 235 کیلومترمربع و در تیر و مرداد با حداقل وسعت 75 کیلومترمربع می‌باشد. وضعیت توپوگرافی حوضه حاکی از آن است که در شمال غرب (به‌طرف شیراز) و در جنوب شرق (به‌طرف سروستان) شیب به مقداری کم است که با تغییر بسیارناچیز عمق آب، سطح وسیعی از اراضی به‌زیر آب می‌رود. تغییرات ماهانه وسعت دریاچه نیز به‌گونه‌ای است که در شرایط کنونی، وسعت آن بیش از 160 کیلومترمربع نوسان دارد.

³⁰ Aster



شکل (۱) نقشه موقعیت حوضه مهارلو

۲. مواد و روش‌ها

برای بررسی ضریب رواناب دریاچه مهارلو، مرز حوضه مورد مطالعه در نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ تعیین گردید. از مدل رقومی ارتفاع منطقه، شبکه آبراهه‌ها، شیب، جهت شیب و سایر اطلاعات استخراج شد. سپس ایستگاه‌های اقلیمی داخل و مجاور حوضه که از آمار دما و بارش ماهانه و سالانه مناسبی برخوردار بودند، شناسایی و داده‌های مورد نیاز استخراج گردید. بین دما و بارش ماهانه و سالانه به‌عنوان متغیرهای وابسته، با ارتفاع، به‌عنوان متغیر مستقل، رابطه‌سنجی شد (روابط ۱ و ۲). با استفاده از روابط به‌دست آمده و لایه ارتفاعی حوضه، نقشه‌های هم‌بارش و هم‌دما ماهانه و سالانه ترسیم و تحلیل گردید. برای برآورد داده‌های واحد اقلیمی، بیش از هر چیز، لازم بود ارتفاع وزنی حوضه برآورد گردد.

برای برآورد ارتفاع وزنی حوضه، ابتدا مدل ارتفاعی رقومی منطقه در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، با فاصله صدمتری، طبقه‌بندی و ارتفاع میانه آن‌ها مشخص گردید. با توجه به تعداد پیکسل‌های هر طبقه ارتفاعی در جدول سیستم اطلاعات جغرافیایی و داشتن مساحت هر پیکسل، می‌توان تعداد پیکسل‌های هر طبقه ارتفاعی را در مساحت واقعی پیکسل، ضرب و بدین‌طریق، مساحت هر طبقه ارتفاعی را به‌دست آورد. سپس با ضرب مساحت هر طبقه در ارتفاع میانه همان طبقه و تقسیم مجموع آن‌ها بر مساحت کل حوضه، ارتفاع وزنی به‌دست آمد؛ با قراردادن ارتفاع وزنی در روابط موجود، دما و بارش ماهانه وزنی حوضه، محاسبه گردید.

$$y = -0.0064x - 27.066 \quad R^2 = 0.77 \quad (1)$$

$$y = 0.0526x + 6.3658 \quad R^2 = 0.70 \quad (2)$$

۳. بحث و نتایج

براساس نقشه هم‌دما، دما در مرتفع‌ترین قسمت کوه‌های شمال غرب حوضه، ۸/۵ درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین آن واقع در دریاچه مهارلو، ۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد برآورد گردیده است و از نظر بارشی نیز ارتفاعات شمال‌غربی، بیش‌ترین بارش (بیش از ۱۱۰۰ میلی‌متر) و مرکز دریاچه با حدود ۲۵۵ میلی‌متر، کم‌ترین بارش را دریافت می‌کنند. با قرار دادن ارتفاع وزنی حوضه در روابط حاصله، متوسط بارش وزنی حوضه با توجه به توزیع ارتفاعی آن، ۴۹۶ میلی‌متر و دمای وزنی ۱۵/۳ درجه سانتی‌گراد برآورد گردید. همچنین برای بررسی بیش‌تر اثر نوسان سطح دریاچه در ارتباط با تغییر عناصر اقلیمی همچون دما و بارش، بین ارتفاع ایستگاه‌ها با دمای ماهانه و همچنین ارتفاع ایستگاه‌ها با بارش هر ماه رابطه‌سنجی شد. این روابط برای بیش‌تر ماه‌های دارای بارش، همبستگی بسیار مناسبی را نشان داد؛ سپس با قراردادن ارتفاع وزنی در روابط ماهانه، بارش یا دمای وزنی ماهانه حوضه محاسبه شد. ارتفاع وزنی حوضه به‌طور میانگین ۱۸۳۸/۰۸ متر برآورد گردید. برای بررسی اثر دما بر روی رواناب، بین میانگین دمای وزنی ماهانه برآوردشده حوضه در مرحله قبل، با میانگین ماهانه سطح دریاچه رابطه رگرسیونی برقرار گردید (رابطه ۳). براساس رابطه (۳)، به‌ازای هر درجه افزایش درجه حرارت ماهانه حوضه، ۶/۹ کیلومترمربع از سطح دریاچه کاسته می‌شود. علاوه بر آن برای بررسی اثر تغییرات بارش بر وسعت دریاچه بین میانگین وزنی ماهانه بارش با میانگین ماهانه وسعت دریاچه، رابطه خطی برقرار گردید (رابطه ۴). براساس این رابطه به‌ازای هر ده میلیمتر بارش ماهانه، وسعت دریاچه در حدود ۱۳ کیلومترمربع افزایش داشته است و در ماه‌های بدون بارش (به‌شرط بارش ماه‌های قبل) وسعت

دریاچه به ۹۸ کیلومتر مربع رسیده است. نتایج حاکی از آن است که با افزایش دما سطح دریاچه کاهش و با افزایش بارش، سطح آن افزایش یافته و در ماه‌های آذر، دی و بهمن که معمولاً کم‌ترین دما (به ترتیب ۵/۲، ۴/۳ و ۴/۱ درجه سانتی‌گراد) و بیش‌ترین بارش (به ترتیب ۹۲/۷۳، ۱۱۱/۷۹ و ۱۰۰/۴۵ میلی‌متر) بوده، وسعت نیز به حداکثر خود یعنی ۲۳۵ کیلومتر مربع رسیده است (جدول ۱).

$$Y = -6/9065x + 255/32 \quad R^2 = 0/95 \quad (3)$$

$$Y = 1/31x + 98/511 \quad R^2 = 0/88 \quad (4)$$

۴. یافته‌ها

چنانچه تغییرات بارش و دمای هر کدام از چاله‌های داخلی ایران، از آستانه مشخصی بگذرد، در آن‌ها می‌تواند دریاچه‌های پایداری ایجاد و تغذیه گردد. مسلماً برای چاله‌های خشکی مثل لوت، جازموریان و غیره که در حال حاضر هیچ‌گونه آبی ندارند، این تغییرات باید بسیار بیش‌تر از چاله‌هایی باشد که در شرایط کنونی نیز در تمام یا قسمتی از سال دارای آب هستند (زریوار، کافتر، مهارلو، بختگان، گاوخونی و غیره). برای این که چنین وضعیتی در شرایط طبیعی شناسایی و مشخص گردد، در این پژوهش رواناب دریاچه مهارلو با توجه به حجم میانگین آب دریاچه در حالتی که وسعت متوسط آن در طی سالیان متمادی، حفظ شود، برآورد شده است. بدین‌منظور بارش وزنی حوضه برآورد گردید (۴۹۶ میلی‌متر). با توجه به وسعت دریاچه و همچنین وسعت حوضه، مقدار آب ناشی از بارش چه در سطح دریاچه و چه در سطحی از حوضه که برای رسیدن به دریاچه، باید به رواناب تبدیل شود، برآورد گردید و با توجه به حجم آب دریاچه، میزان ضریب رواناب حوضه ۱۶/۴ درصد محاسبه شد. یعنی در شرایطی که وسعت میانگین دریاچه ۱۵۳ کیلومتر مربع و عمق متوسط آن ۰/۵ متر باشد، لازم است ۱۶/۴ درصد از بارشی که در سطح حوضه می‌بارد، به رواناب تبدیل و به دریاچه برسد تا دریاچه بتواند تعادل خود را حفظ نماید. ضریب رواناب دریاچه مهارلو در ماه‌هایی که با افزایش روند همراه بوده، مثبت و در ماه‌های با کاهش روند، منفی برآورد گردید. واضح است که ضریب رواناب نمی‌تواند منفی باشد. منفی بودن این ضریب به معنی آن است که در این ماه‌ها مقدار بارش به قدری کم‌تر از تبخیر است که قبل از ورود به آن بخار می‌شود. بنابراین سطح دریاچه کاهش می‌یابد (مردادماه). به دلیل خشکی شدید سطح حوضه پس از ماه‌های خشک، بالاترین ضریب رواناب متعلق به مهرماه می‌باشد (۰/۲۹). این ضریب در اردیبهشت و خرداد به دلیل تبخیر شدیدی که بلافاصله پس از بارش عمل می‌کند به ۱- می‌رسد. بر این اساس تغییر ماهانه حجم دریاچه نسبت به ماه‌های قبل با افزایش حجم در ماه‌های (مهر، آذر، دی، بهمن و اسفند) همراه بوده است. حجم بارش مستقیم و غیرمستقیم و تبخیر برآورد گردید. به علاوه، تبخیر در این ماه‌ها به حداقل خود رسیده است. در این مقاله، ضریب رواناب از انحراف کل تغییرات آب در حجم بارش غیرمستقیم ناشی شده است. در مجموع دلیل خشک‌نشدن کامل دریاچه در ماه‌های خشک با وجود شدت تبخیر، تجمع رسوبات نمکی به عنوان یک لایه محافظ، ورود فاضلاب شهرهای اطراف به ویژه شیراز، و همچنین وجود آب‌های زیرزمینی می‌باشد که مانع از تبخیر بیش از حد آب از سطح دریاچه می‌شود.

۵. منابع

۱. ابطی، سیدمرتضی، بررسی پالئوکلیمای حوضه آبخیز جاجرود به کمک شواهد یخچالی، کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، دوره ۱، ۲۰۱-۱۸۵، ۱۳۹۲.
۲. اصغری زمانی، اکبر، ارزیابی تغییرات سطح دریاچه ارومیه به عنوان چالش عمیق زیست‌محیطی فراروی منطقه شمال غرب ایران، فصلنامه علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، دوره ۱۳، ش ۴۱، ۷۷-۹۱، ۱۳۹۲.
۳. رامشت، محمدحسین، تحلیل تطبیقی هیدرولوژیک رودخانه کر در شبکه ژئونوتیک، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ش ۵، بهار و تابستان ۱۳۸۵.
۴. مهرشاهی، داریوش، تشخیص تغییرات اقلیمی اواخر دوران چهارم در ایران از طریق اطلاعات حاصل از مطالعه دریاچه‌ها: یافته‌ها و نظریات جدید و پیچیدگی‌های تفسیر شواهد موجود، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۱۶، ش ۴-۱، ۱۴۸-۱۳۳، ۱۳۸۱.

5. Amini A., Roghani M., the effects of check dams on runoff storage in Gav-Dareh watershed, Kurdistan, Iran, Geographic space, Volume 14, No.47, 145-162, fall 2014,
6. Chang C.L. and Chao Y.C., effects of spatial data resolution on runoff prediction s by the basins model, international journal of environmental science and technology (IJEST), volume 11, No.6, 1563-1570, September 2014,
7. Jafari M., Vafakhah M., Abghari H., Tavasoli A., Prediction of runoff coefficient using artificial neural network in Neishabour bar watershed, natural ecosystems of Iran, volume 2, no.3, 85-97, spring 2012,
8. Mayhew S., a dictionary of Geography (Oxford paperback reference), Oxford University Press, USA, 2005.
9. Razmkhah H., Akhoond Ali A.M., Saghafian B., Radmanesh F., Comparing the performance of different loss models in the rainfall-runoff modeling of the Karoon III basin, water engineering, volume 6, No.19, 17-35, winter 2014,

بررسی اثرات مثبت استفاده از آب رودخانه های مرزی خروجی به کشور عراق و تاثیر آن بر اقتصاد مرزنشینان استان ایلام

^۱ خدیجه علی نوری، ^۲ بهزاد مرشدی، ^{۳*} مهدی احمدی

^۱ گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران E-mail: k.alinoori@yahoo.com

^۲ کارشناسی ارشد جغرافیای سیاسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت behzad.morshedi@gmail.com

^۳ کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی mehdi.ahmadiilam1363@gamil.com

مقدمه

آب و منابع وابسته به آن به عنوان عامل رشد و پیشرفت در جوامع بشری به حساب می آیند و نیل به توسعه در عرصه های کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی کشورها وجود منابع آب با کیفیت خوب تحقق می یابد. با در نظر گرفتن اینکه ایران با وسعت ۱۶۴۱۹۵۰۰۰ هزار کیلومتر مربع و جمعیت ۷۴ میلیون نفر و هم چنین وضعیت اقلیمی خشک تا نیمه خشک، با متوسط بارندگی سالیانه، ۲۴۰-۲۲۰ میلی متر، کاهش بارندگی در ایران و جهان و سرانجام مسئله بروز خشک سالی به عنوان پدیده ای مهم، نیاز به برخورد علمی، تخصصی و انجام مداوم تحقیقات کاربردی را در زمینه مدیریت منابع آب ایجاد می نماید. استان ایلام در جنوب غربی کشور و در مجاورت مرز ایران و عراق قرار گرفته است. مساحت استان ۱۹۰۸۶ کیلومتر مربع برآورد شده است (فرهنگ آبادیهای شهرستان ایلام، ۱۳۸۸). مختصات محدوده جغرافیائی استان عبارتست از ۴۵ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی (فرهنگ جغرافیایی شهرستان ایلام، ۱۳۸۷). ارتفاعات استان و محدوده های تپه ماهوری که دنباله کوه های زاگرس می باشند در شمال شرقی و شرق استان گسترش دارند. ارتفاعات موسوم به کبیرکوه که دنباله ارتفاعات زاگرس می باشند در بخش شرقی و در امتداد شمال غرب-جنوب شرق ادامه داشته و تا مجاورت خوزستان ادامه می یابد (سازمان زمین شناسی، ۱۳۸۸). محدوده های دشتی استان در دو طرف ارتفاعات یاد شده قرار دارند و جریانهای حاصل از بارش در ارتفاعات مذکور بصورت جریانهای سطحی و یا چشمه وارد دشتهای یاد شده می شود. با توجه به روند روز افزون و اهمیت رو به رشد کشاورزی در استان ایلام و نظر به هم جواری استان با کشور عراق استفاده از حداکثر منابع آب موجود در استان باعث بالا رفتن سطح زیر کشت محصولات آبی، افزایش راندمان و تولید محصول، افزایش صادرات به کشور عراق و ایجاد درآمد ارزی و در ایجاد روحیه تقابل و همکاری میان دو کشور موثر خواهد بود. با توجه به کمبود منابع آبی در استان مهار این حجم آب تاثیر به سزایی در وضعیت اقتصاد کشاورزی استان خواهد گذاشت.

مواد و روش ها

۱-۲- برآورد میزان آب خروجی از طریق ایستگاههای هیدرومتری استان

ایستگاههای آب سنجی رودخانه های استان شامل ۱۸ ایستگاه می باشد که علاوه بر ایستگاههای مذکور، از دو ایستگاه دیگر بر روی رودخانه کنگیر استفاده به عمل آمده است. آمار و ارقام موجود شامل رودخانه های منتخب، آبدهی، شبکه ایستگاههای هیدرومتری استان، میزان دبی، سیل های و روان آب های خروجی خارج شده از استان با استفاده از نقشه های موجود بررسی گردید. ایستگاههای آب سنجی رودخانه های استان شامل ۱۸ ایستگاه می باشد که علاوه بر ایستگاههای مذکور، از دو ایستگاه دیگر بر روی رودخانه کنگیر استفاده به عمل آمده است. رژیم آبدهی هر یک از رودخانه های منتخب شامل میزان دبی در طی ۱۰ دوره آماری در تمام فصول سال جمع آوری گردید. آبدهی سالانه رودخانه های مذکور در یک دوره طولانی با نرم افزار "های فا" تجزیه و تحلیل شده که نتایج پذیرفته شده ارائه گردید. سپس پتانسیل استفاده از آب رودخانه های خروجی در مناطق ی از استان که دارای قابلیت خاص کشاورزی می باشند مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت که سه محدوده شناسایی و بر اساس قابلیت های منطقه مشخص گردید.

نتایج و یافته ها

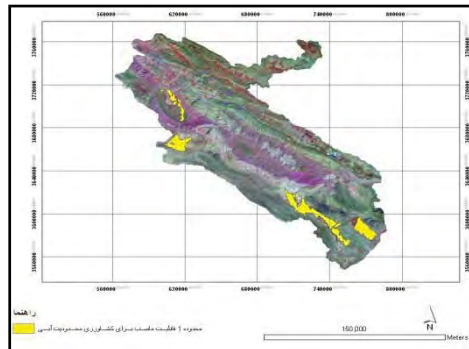
بررسی و تعیین سطح زیر کشت و دارای قابلیت کشاورزی در استان در سه محدوده مطالعاتی

محدوده شماره یک: که دارای مساحتی بیش از ۵۴۰ کیلومتر مربع می باشد و دارای شرایط مناسب تری برای کشاورزی آبی می باشد. در حال حاضر به علت کمبود آب های سطحی و همچنین افت شدید آب های زیر زمینی این محدوده از لحاظ تامین آب کشاورزی دارای محدودیت است. برای تامین آب شرب این

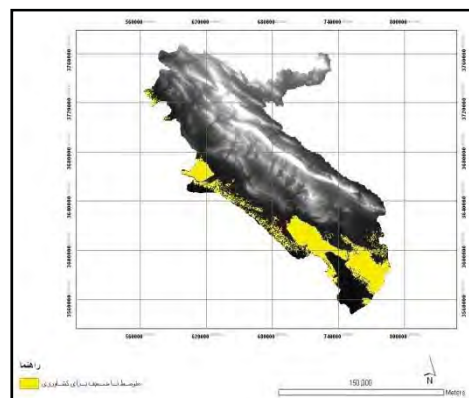
محدوده ها از آب رودخانه های چنگوله، گذار خوش و همچنین دویرج آبدانان می توان استفاده کرد. با توجه به گستردگی سطح زیر کشت و توان منطقه از نظر تولید کشاورزی این امر بسیار ضروری است (شکل ۱).

محدوده ۲: این محدوده دارای مساحتی حدود ۲۶۰۰ کیلومتر مربع است از نظر تولید کشاورزی دارای کیفیت متوسط و ضعیف است. با توجه به گستردگی این محدوده و شرایط مناسب برای ایجاد مناطق حفاظتی و فراغتی مهار آب های خروجی و هدایت آنها به این محدوده می تواند باعث افزایش راندمان در بخش کشاورزی و افزایش سطح تولید و زیر کشت شود (شکل ۲).

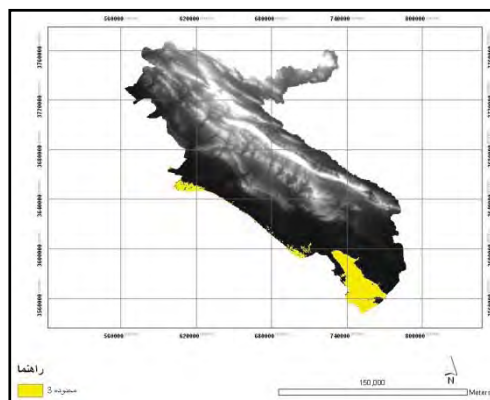
محدوده ۳: این مناطق دارای کیفیت ضعیف از نظر کشاورزی بوده و عموماً بخش های از مناطق مرزی دهلران را شامل می شود که در معرض فرسایش بادی است که با ایجاد شرایط رویشی در این محدوده می توان از بحران بیابان زائی جلوگیری کرد (شکل ۳).



شکل ۱: محدوده ۱



شکل ۲: محدوده ۲



شکل ۳: محدوده ۳

بررسی تاثیر مهار آب های خروجی و تاثیر بر اقتصاد مرز نشینان

۱- با توجه به شرایط موجود و با توجه به اهمیت روبه رشد تهیه و تولید محصولات کشاورزی و همچنین تهیه آب مورد نیاز برای مصارف شهری و خانگی مهار این حجم آب در استان بسیار ضروری است بر اساس شریط موجود بیش از ۸۰ درصد حجم آب رودخانه های استان و ۱۰۰ درصد کل آب ناشی از سیلاب ها از استان خارج می شود با توجه به کمبود شدید آب در بخش های کشاورزی و شهری حجم این مقدار آب بسیاری از مسائل و مشکلات استان را برطرف خواهد کرد.

۲- با توجه به خروج این حجم آب بصورت سیلاب و ایجاد فرسایش شدید در مناطق مختلف مرزی بصورت فرسایش آبی مهار این هرز آب ها علاوه بر تهیه آب مصرفی باعث جلوگیری از شرایط فرسایش آبی در دو کشور ایران و عراق خواهد شد و در زمینه همکاریهای زیست محیطی مفید خواهد بود.

۳- مهار این حجم آب و استفاده آن در بخش کشاورزی باعث افزایش راندمان بخش کشاورزی و همچنین افزایش سطح زیرکشت، افزایش صادرات و در نتیجه باعث بهبود تراز معاملاتی و افزایش روابط دو کشور خواهد شد.

۴- افزایش سطح پوششی در مناطقی که با بحران شدید فرسایش بادی روبه رو هستند سبب کاهش اثرات زیان بار این پدیده می شود.

۵- مهار سیلاب ها، افزایش حجم آب ذخیره ای شده، مدیریت مصرف آب و جلوگیری از هدر رفت، تامین آب شرب شهری و روستایی و همچنین مرتفع کردن کمبود آب در فصول گرم سال در استان و برخی استان های همجوار کشور عراق نتیجه این کار خواهد بود.

مطالعه و بررسی منابع آبی در طرحهای توسعه ملی ضروری است و از جایگاه ویژه ای برخوردار می باشد. شناخت و درک شرایط هیدرولوژی منطقه سبب می شود در این تحقیق حجم مقدار آب، شناسایی نوع حوضه و مواد تشکیل دهنده آن، کیفیت آب، قابلیت انتقال و یا هدایت هیدرولیکی آبخوان، میزان آبدی رودخانه ها منتخب، بررسی سیل های و روان آب های خروجی از کشور و استان، نقاط بهره برداری برای کشاورزی و میزان برداشت از جمله عمده عواملی هستند که در این تحقیق مد نظر قرار گرفت. کیفیت آب رودخانه های استان تجزیه تحلیل و بررسی گردید و مشخص گردید که دارای کیفیت خوبی جهت کشاورزی و برای شرب دارای محدودیت بوده که این مشکل می تواند با استفاده از سیستم های تصفیه مرتفع گردد. حجم روان آبهای خروجی بصورت سیل و روان آب با استفاده از ارقام موحد و نرم افزار فاو و GIS اندازه گیری شد که این هرز آب ها ۱۰۰ درصد از استان خارج می شوند که مهار آن باعث افزایش راندمان بخش کشاورزی و همچنین افزایش سطح زیرکشت، افزایش صادرات و در نتیجه باعث بهبود تراز معاملاتی و افزایش روابط دو کشور خواهد شد. با توجه به شرایط موجود و با توجه به اهمیت روبه رشد تهیه و تولید محصولات کشاورزی و همچنین تهیه آب مورد نیاز برای مصارف شهری و خانگی مهار این حجم آب در استان بسیار ضروری است. و در بهبود شرایط اقتصادی استان و روابط دو کشور بسیار مفید خواهد بود.

منابع

- [۱] سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۵، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ استان ایلام
- [۲] سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور، عکس هوایی و ماهواره ایی IRS استان ایلام
- [۳] علیزاده، امین، ۱۳۷۸، هیدرولوژی کاربردی، دانشگاه فردوسی مشهد
- [۴] گزارش هیدرولوژی طرح پمپاژ آب رودخانه گدارخوش، ۱۳۷۸، مهندسین مشاور زیستاب
- [۵] فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور- حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان، ۱۳۸۴، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح
- [۶] گزارش سنتر مطالعات آبهای زیرزمینی ایلام، ۱۳۸۰، مهندسین مشاور توسعه و احیای منابع "نام"
- [۷] مهندسین مشاور کاوآب، ۱۳۸۴، مطالعات مرحله نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی دشت ابوغریو، شرکت سهامی آب منطقه ای غرب.
- [۸] مهندسین مشاور کاوآب، ۱۳۸۴، مطالعات مرحله نیمه تفصیلی منابع آب زیرزمینی دشت برتش، شرکت سهامی آب منطقه ای غرب.

بررسی میزان بهره برداری و مدیریت آب در سطح حوضه آبخیز دینور

محمد مهدی حسین زاده^۱، رویا پناهی^۲

^۱ دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی M_hoseinzadeh@sbu.ac.ir

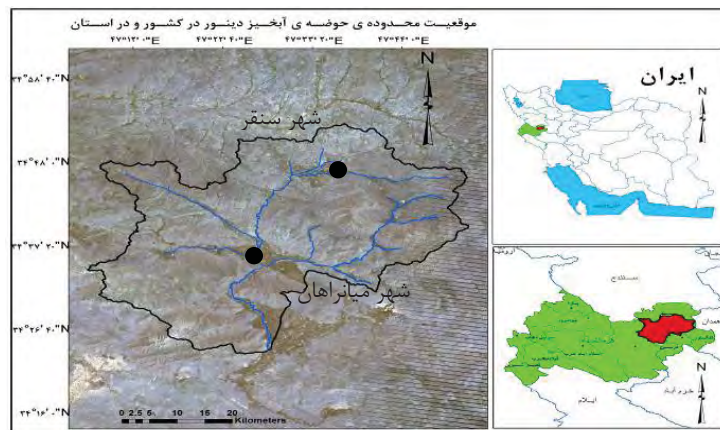
^۲ دانشجوی دکتری مخاطرات زمینی، دانشگاه شهید بهشتی R_Panahi@sbu.ac.ir

۱- مقدمه

آب یکی از ضروری ترین منابع طبیعی است و جزء اصلی رفاه و کلید توسعه ای اجتماعی اقتصادی انسان است. امروزه اکوسیستم های آب شیرین در معرض اثرات متعدد استرسی از جمله آلودگی های معدنی، تغییرات ژئومورفولوژیکی، تغییرات آب و هوایی، تغییرات استفاده از زمین، تهاجم گونه های مهاجم قرار دارند. (navarrov ortege et al, 2014). تقاضا برای آب در حال حاضر بیش از عرضه ی آن در بسیار از مناطق جهان مشاهده می شود تقاضای آب برای مصارف کشاورزی، خانگی، تفریحی، صنعتی در حال افزایش است و به دلیل افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه این تقاضا روبه افزایش می باشد. (vairavamorthy et al, 2008). سازمان ملل متحد در اعلامیه هزارمین سال خود به اهمیت و فعالیت های مرتبط با آب در حمایت از توسعه و ریشه کن کردن فقر اهمیت داده است بنا به گزارش سازمان ملل متحد با توجه به تلاش هایی که در این زمینه انجام می شود عدم دسترسی مردم به آب سالم از ۳۰ درصد در سال ۱۹۹۰ به ۲۰ درصد در سال ۲۰۰۴ کاهش پیدا کرده است. در حال حاضر ۳۰ کشور در جهان دچار کمبود آب هستند که در سال ۲۰۲۰ به ۳۵ کشور می رسد (United Nations, 2006). و علاوه بر آن در سال ۲۰۲۵ برآورد شده بیش از $\frac{2}{3}$ جمعیت جهان دچار کمبود آب هستند که بیشتر در کشورهای در حال توسعه قرار دارند (United Nations, 2007). کشور ایران با بارندگی متوسط ۲۵۰ میلیمتر در سال جزو مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می شود که بارش آن حدود یک سوم میانگین جهانی است. با توجه به این مطلب لزوم توجه هرچه بیشتر به برنامه ریزی برای استفاده بهینه از منابع آبی موجود در اولویت برنامه های توسعه بایستی قرار گیرد. این مطالعه با هدف شناخت امکانات و محدودیت های منابع آبی حوزه آبخیز دینور از طریق تعیین عوامل مؤثر در تشدید یا کاهش پدیده کم آبی و ارائه ی راهکار صحیح در جهت مدیریت بهتر از منابع آبی در حوضه ی آبخیز دینور انجام گرفته است.

۲- مواد و روش

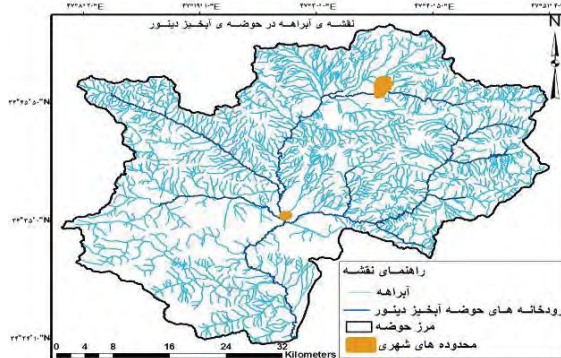
برای تعیین محدوده ابتدا حدود طبیعی حوزه آبخیز بر روی ۴ شیت نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ ترسیم گردیده و سپس محدوده جغرافیایی منطقه تعیین می گردد. منطقه مورد مطالعه بین $47^{\circ}5'$ تا $47^{\circ}51'$ طول شرقی و $34^{\circ}23'$ تا $34^{\circ}53'$ عرض شمالی واقع شده است. حوضه مربوطه در شمال شرق استان کرمانشاه واقع شده است و از نظر تقسیمات سیاسی جزء شهرستان های سنقر و صحنه می باشد. وسعت حوزه آبخیز ۲۱۴۵۷۷ هکتار می باشد بیشتر رودخانه های حوزه دائمی بوده و به رودخانه دینور ختم می شوند. از مهمترین رودخانه های حوضه می توان به رودخانه عالی سیاه، رودخانه کنگرشاه، رودخانه ارمنی جان، رودخانه جامیشان که سرشاخه اصلی دینور است. زهکش اصلی منطقه مورد مطالعه رودخانه دینور و حداقل ارتفاع منطقه ۱۲۰۰ متر در خروجی و حداکثر ۳۳۵۲ متر می باشد منطقه براساس تقسیمات آقاناتی در زون سنندج سیرجان واقع شده. متوسط بارش سالیانه منطقه در یک دوره ی آماری ۴۲ ساله ۴۶۰ میلیمتر و متوسط درجه ی حرارت نیز $13/2$ درجه سانتی گراد. اقلیم منطقه در اقلیم نمای آمبرژه در اقلیم نیمه خشک سرد قرار می گیر در بررسی میزان بهره برداری و مدیریت آب در سطح حوضه دینور از داده های سازمان هواشناسی، داده های سازمان منابع طبیعی کشور و وزارت نیرو مبتنی بر مطالعات کتابخانه ای و منابع اسنادی استفاده شده است. برای بررسی و شناخت آبراهه های اصلی و فرعی شبکه هیدروگرافی حوضه از نقشه های رقومی موجود و تصاویر ماهواره ای منطقه استفاده می شود و سپس با کمک نرم افزار (GIS) نقشه ی نهایی آماده می گردد.



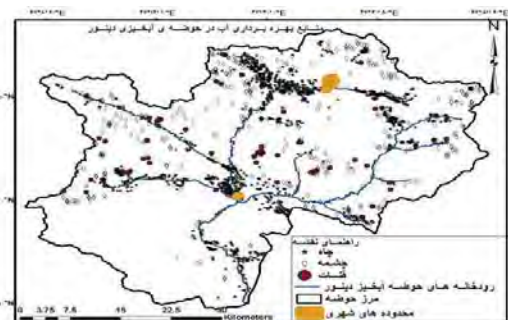
شکل (۱) نقشه‌ی موقعیت محدوده‌ی مورد مطالعه در کشور و استان

۳- نتایج پژوهش

حوزه آبخیز دینور از نظر آب سطحی و زیرزمینی حوزه غنی بوده و منابع بهره‌برداری متعددی از نوع چاه، چشمه و قنات در آن توسعه یافته است. از جمله عوامل غنی بودن آب در حوضه: بالا بودن بارش سالانه حوزه، بارش به صورت برف که باعث تغذیه بیشتر آبخوانها می‌شود، پایین بودن نسبی تبخیر سالانه، کوهستانی بودن منطقه و تغذیه آبخوان دشت از طریق رودخانه‌های متعدد. در محدوده مطالعاتی دینور در مجموع ۲۳۸۷ منبع بهره‌بردار از آب زیرزمینی وجود دارد که این تعداد شامل ۱۸۷۵ حلقه چاه، ۶۷ رشته قنات و ۴۴۵ دهنه چشمه می‌باشد. مصارف متعدد کشاورزی، شرب و صنعتی باعث توسعه منابع بهره‌برداری در حوزه آبخیز دینور شده‌است. تراکم این منابع در مرکز، شمال و شرق حوزه بیشتر از سایر مناطق است. چاه‌ها در داخل دشت، چشمه‌ها در مناطق کوهستانی و قنات‌ها حدوداً در مناطق حد واسط یعنی در محل تلاقی کوه و دشت بیشترین تمرکز را دارند. برخی از منابع آبی حوضه در سازندهای سخت قرار دارد. یعنی آبخوان مربوط به این منابع در سازندهای غیر آبرفتی قرار دارد. به لحاظ خصوصیات جریان در این نوع آبخوانها که بیشتر مجرای هستند، نوسانات دبی چشمه یا قناتهایی که از آنها خارج می‌شوند زیاد است. یعنی در فصل تر آبدی بالایی داشته و در فصل خشک آبدی آنها بشدت کاهش یافته و حتی ممکن است به طور کامل خشک شوند. میزان کل تخلیه سالانه از منابع آب زیرزمینی حوزه آبخیز دینور برابر ۱۸۴/۸۸ میلیون مترمکعب می‌باشد که بیشترین سهم آن مربوط به چشمه‌ها با ۵۵/۷ درصد می‌باشد و چاهها با ۳۸/۷ درصد و قنات‌ها با ۵/۶ درصد در رده‌های بعدی می‌باشند (شکل شماره ۴) (آب منطقه‌ای غرب، ۱۳۹۰، ۱۳۸۵، مهندسین مشاور سازمان مراتع و آبخیزداری کشور، ۲۱۵، ۱۳۸۹). شکل شماره (۲ و ۳) پراکندگی هر کدام از منابع بهره‌برداری آب حوضه نشان داده‌است.



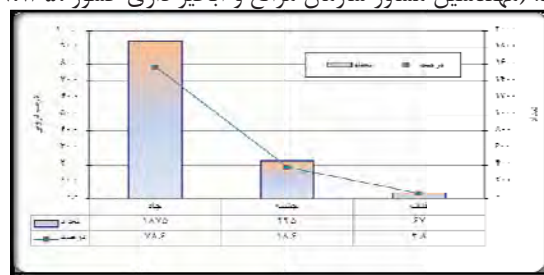
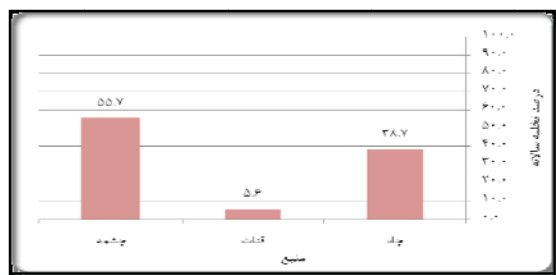
شکل (۳) نقشه‌ی آبراهه در حوضه‌ی آبخیز دینور



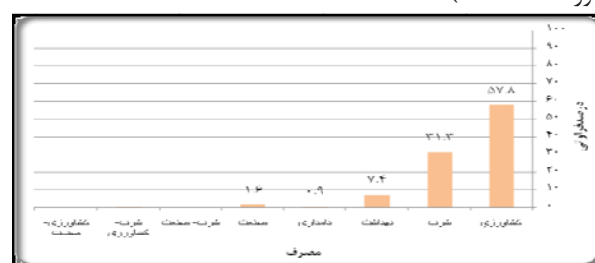
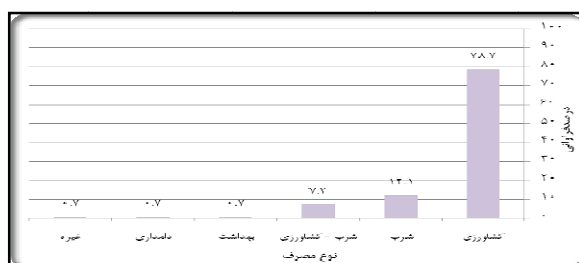
شکل (۲) نقشه‌ی منابع بهره‌برداری آب در حوضه‌ی آبخیز دینور

محدوده مطالعاتی تعداد ۱۸۷۵ حلقه چاه بهره‌برداری در محدوده حوزه دینور وجود دارد که از این تعداد ۸۶/۴ درصد از آنها جزء چاههای کم‌عمق و دستی بوده و عمقی کمتر از ۵۰ متر دارند و ۱۳/۲ درصد از نوع چاههای عمیق و ۰/۴ چاه مشاهده‌ای هستند. فراوانترین عمق برای چاههای منطقه عمق کمتر از ۲۰ متر می‌باشد که ۷۶/۴ درصد از چاههای بهره‌برداری را شامل می‌شود و کمترین فراوانی مربوط به چاههای با عمق بیش از ۱۰۰ متر می‌باشد که تنها ۱ درصد چاهها را شامل می‌شود. از نظر آبدی ۹۸/۴ درصد چاههای حوضه آبدی کمتر از ۵۰ لیتر در ثانیه دارند. بیش از ۵۷/۸ درصد چاههای حوضه به منظور تامین آب کشاورزی و ۳۱/۳ درصد از چاهها نیز به منظور تامین آب شرب حفر گردیده‌اند که بی ارتباط به مراکز جمعیتی متعدد در حوضه نیست. در رده بعدی چاههایی قرار دارند که به منظور بهداشت بهره‌برداری می‌شوند و چاههایی که مصرف چند

منظوره دارند و به عنوان چاه‌های ترکیبی با مصارف کشاورزی - صنعتی، کشاورزی - شرب و یا صنعتی - شرب دارند در مرحله آخر قرار دارند. (مهندسین مشاور سازمان مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۹، ۱۶۵).

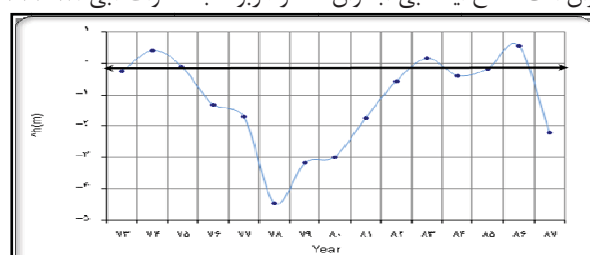
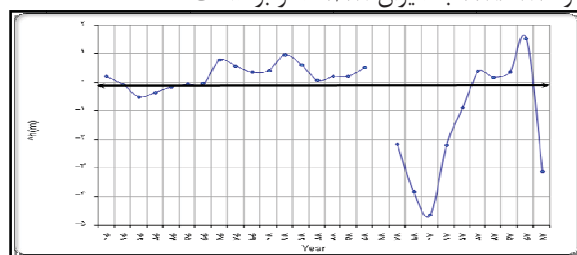


شکل (۴) نمودار تعداد و درصد فراوانی منابع آب زیر زمینی دینور
شکل (۵) نمودار درصد تخلیه (مترمکعب) سالانه منابع آب زیرزمینی دینور
تعداد ۴۴۵ دهنه چشمه در حوضه دینور موجود است که ۵۶ درصد دارای آبدهی کمتر از ۱ لیتر در ثانیه، ۳۸ درصد دارای آبدهی ۱ تا ۱۰ لیتر در ثانیه و ۷ درصد بیشتر از ۱۰ لیتر در ثانیه آبدهی دارند. از دیدگاه نوع مصرف، آب چشمه‌های منطقه عمدتاً برای کشاورزی (۷۸/۷ درصد) مصرف می‌شود و مصرف شرب در رده بعدی قرار دارد شکل شماره (۶ و ۷) طبقه بندی چاه و چشمه بر اساس نوع مصرف می‌باشد. (سازمان آبخیزداری کشور، ۱۳۸۹، ۲۳۱).



شکل (۶) نمودار طبقه بندی چاه‌های موجود در حوضه براساس نوع مصرف
شکل (۷) نمودار طبقه بندی چشمه‌های موجود در حوضه براساس نوع مصرف
منبع: سازمان آبخیزداری کشور، ۱۳۸۹، ۲۳۱.

محدوده مطالعاتی در برگرفته دو آبخوان میانراهان و سنقر می‌باشد. نتایج آمار برداریهای ۲۸ ساله در آبخوان میانراهان نشان می‌دهد که بیلان آب زیرزمینی در این آبخوانها در ۱۱ سال از ۲۸ سال منفی بوده است. به طوری که در این مدت به میزان ۷/۴۱ میلیون متر مکعب به طور تجمعی از ذخیره آبخوان کم شده است. به عبارت دیگر در مدت آماربرداری متوسط بیلان آبخوان ۰/۲۷- میلیون مترمکعب بوده است و آبخوان به طور متوسط با ۰/۱۲ متر افت سطح ایستابی مواجه بوده است شکل شماره (۸ و ۹). (مهندسین مشاور سازمان مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۹: ۲۲۵). بررسی ارقام ارائه شده بیانگر آن است که بیشترین میزان افت سطح ایستابی آبخوان میانراهان مربوط به سنوات آبی ۸۷-۱۳۸۶ به میزان ۴/۶۹- متر و بیشترین میزان افت سطح ایستابی آبخوان سنقر مربوط به سنوات آبی ۷۸-۱۳۷۷ و ۸۷-۱۳۸۶ به میزان ۲/۷۸- متر بوده است.



شکل (۹) میانگین تجمعی تغییرات سطح آب زیرزمینی آبخوان میانراهان، منبع: مهندسین مشاور سازمان آبخیزداری کشور، ۱۳۸۹

شکل (۸) میانگین تجمعی تغییرات سطح آب زیرزمینی آبخوان سنقر، منبع: مهندسین مشاور سازمان آبخیزداری کشور، ۱۳۸۹

از نظر آب‌های سطحی بیشتر رودخانه‌های حوضه دائمی بوده و به رودخانه دینور ختم می‌شوند. از مهمترین رودخانه‌های حوضه می‌توان به رودخانه عالی سیاه، چم سرخ علیجه، رودخانه کنگرشاه، رودخانه ارمنی‌جان، رودخانه جامیشان که سرشاخه اصلی دینور است و نیز به رودخانه سراب برناج اشاره کرد بنا به گزارشات وزارت نیرو ۱۰ سال گذشته جزء سال‌های خشک برای حوضه دینور بوده است. از نظر مصرف آب سطحی در منطقه مطالعاتی عمدتاً بخش کشاورزی را دربرمی‌گیرد. با توجه به الگوی کشت منطقه (عمدتاً کشت آبی) می‌باشد. (وزارت نیرو، ۱۳۹۰: ۷۹). مهمترین منبع آلاینده‌های آب سطحی و زیرزمینی حوزه مطالعاتی وجود مراکز سکونت متعدد در حوضه شامل شهر، روستاها و آبادیهای متعددی است که در

مجموع باعث تخلیه فاضلابها، نخاله‌های ساختمانی و زباله به محیط شده و آلودگی جریانهای سطحی و زیرزمینی را مورد تهدید قرار می‌دهد که این وضعیت در مورد مناطقی که نسبت به جهت جریان آب زیرزمینی در پایین دست جریان قرار دارند، حادث است. اراضی کشاورزی و باغی در حوضه که به علت سموم و کودهای شیمیایی که در این اراضی استفاده می‌شود پس از آبیاری در خاک توسط آب برگشتی کشاورزی به آب زیرزمینی منتقل شده و باعث آلودگی آن می‌گردد. یکی دیگر از منابع آلاینده انسانی، دامها و حیوانات اهلی می‌باشند. برخورداری از مراتع در حوضه دینور باعث توسعه دامداری در منطقه شده است که یکی از عوارض آن آلودگی بیولوژیک آبهای سطحی و زیرزمینی است. بدین معنی که فضولات حاصل از دامها می‌تواند آب بارندگی و در نتیجه آب زیرزمینی را آلوده کرده و باعث شیوع بیماریهای عفونی و بیماریهای مشترک بین انسان و دام در اهالی منطقه شود. که نیاز به نگاه مدیریت درست در این زمینه دارد.

۴- نتیجه گیری

امروزه چرخه‌ی هیدرولوژی دستخوش تغییرات سریع است و پیش بینی این تغییرات در نتیجه‌ی چندین عامل از قبیل تغییر چشم‌انداز، تغییر آب و هوا و محیط زیست دشوار است این عوامل به دنبال افزایش جمعیت و شهرنشینی ایجاد شده‌اند. در مجموع حوضه‌ی آبخیز دینور از نظر آب‌های سطحی و زیرزمینی غنی بوده و نوع بهره‌برداری از منابع آب به صورت چاه، چشمه، قنات و رودخانه است که با توجه به اقتصاد معیشتی مردم و الگوی کشت و نقاط شهری و روستایی در حوضه بیشترین مصرف از منابع آب در زمینه کشاورزی و شرب می‌باشد و با توجه خشکسالی‌های اخیر در ایران اثرات آن به صورت کاهش سطح سفره‌های آب زیرزمینی، کاهش دبی رودخانه ظاهر شده که لزوم برنامه‌ریزی صحیح را می‌طلبد. در زمینه‌ی روش‌های توسعه و بهره‌برداری منابع آب راهکارهایی در این زمینه پیشنهاد شده: از جمله هرگونه منبعی که فعالیت یا بهره‌برداری از آن موجب آلودگی آب می‌شود شامل منابع صنعتی، معدنی، کشاورزی و دامداری، شهری و خانگی، خدماتی و درمانی و متفرقه، دور از حریم آبهای سطحی و زیرزمینی احداث شود. از تخلیه هر نوع مواد یا عامل فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک که باعث آلودگی آب گردیده یا به آلودگی آن بیافزاید به منابع آب منطقه جلوگیری شود. چاهها و چشمه‌هایی که احتمال آلودگی بیولوژیک دارند شناسایی شوند و از آب آنها نمونه تهیه گردد و نمونه‌ها مورد آنالیز بیولوژیک قرار گیرند. در صورتی که هر کدام از آنها آلوده باشند، اقدامات لازم در جهت هشدار مردم به عدم استفاده از آنها یا عملیات کلرزدنی صورت گیرد. سطح آگاهی اهالی در مورد ارتباط آب رودخانه با آبهای زیرزمینی ارتقاء یابد تا از آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی پرهیز کنند. یکی از روشهای مدیریت منابع آب که به خصوص در کشور خشکی مثل ایران بایستی مورد توجه قرار گیرد، نجات آبهای شیرینی است که کیفیت آنها در اثر مجاورت با سازندهای شورکننده کاهش یافته است. برای این منظور در حوضه آبخیز دینور در مناطقی از حوضه که آلودگی حاصل از سازندهای زمین‌شناسی شدید است می‌توان با انحراف جریان‌های سطحی از تماس آبهای سطحی (که در ارتباط با آب زیرزمینی هستند) با سازندهای آلاینده جلوگیری نمود. در نواحی که بارندگی‌ها فصلی می‌باشد در بعضی از فصول میزان بارندگی کم بوده و در فصل تابستان (فصل ماکزیمم نیاز آبی کشاورزی) آب موجود تکافوی نیازها را نمی‌نماید. در حالیکه در فصول بهار و زمستان با باران‌های شدید که باعث ایجاد سیلاب‌های شدید می‌گردند روبرو هستیم که به علت عدم نیاز بدون استفاده از دسترس خارج می‌شوند لذا لازم است با توجه به شرایط توپوگرافی، جنس خاک و شرایط تشکیلات زمین، سیلاب‌ها را از طریق ایجاد سدها، مخازن دریاچه‌ها و نیز مخازن زیرزمینی مهار نمود.

۵- مراجع

- ۱) آب منطقه‌ای غرب، ۱۳۹۰، گزارش سالیانه منابع آب‌های سطحی، انتشارات سازمان آب منطقه‌ای غرب.
- ۲) آمار و اطلاعات دریافتی از وزارت نیرو، ۱۳۹۰.
- ۳) سازمان هواشناسی استان کرمانشاه. ۱۳۹۰. گزارش سالیانه‌ی اداره تحقیقات اقلیمی هواشناسی کاربردی استان کرمانشاه. سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۹۰.
- ۴) مهندسان مشاور سازمان آب سرزمین. ۱۳۸۹. مطالعات توجیهی آبخیزداری منابع طبیعی تجدید شونده حوزه آبخیز دینور. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور دفتر مهندسی و ارزیابی طرح‌ها. حوضه‌ی آبخیز دینور، ۱۳۸۹.
- 5) UNEP. Global environmental outlook 4. Environment for development, United Nations Environment Programme; 2007.
- 6) United Nations, 2006. The Millennium Development Goals Report 2006. New York: United Nations. Retrieved July 07, 2006 from: <<http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/Progress2006/MDGReport2006>>.
- 7) Navarro, A., Acuña, V., 2014. Managing the effects of multiple stressors on aquatic ecosystems under water scarcity. The GLOBAQUA project, Science of the Total Environment, Published by Else, 16497, 0-7, .

بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی سنگ‌های کربناته جهت توسعه یافتگی منابع آب کارست

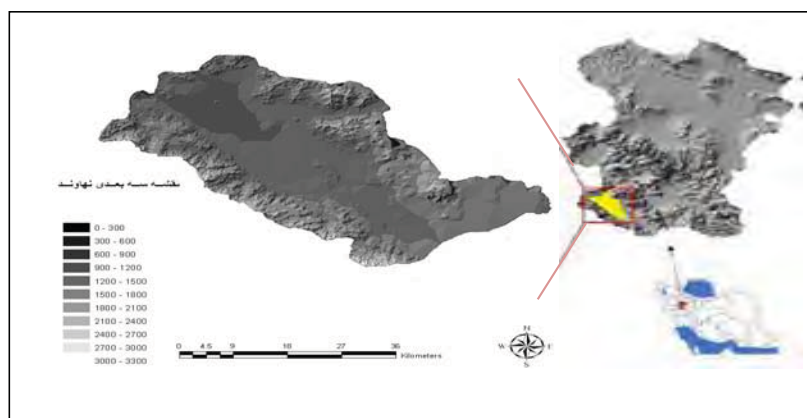
(مطالعه موردی: دشت نهاوند)

شهرام روستایی^۱، ستاره فرمانی منصور^۲^۱ استاد گروه جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشگاه تبریز Roostaei@tabrizu.ac.ir^۲ دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تبریز farmani.geo@gmail.com

مقدمه

انحلال سنگ‌ها باعث شکل‌گیری یکسری پدیده‌های خاص مورفولوژیکی می‌شود که ابعاد آنها از کم‌تر از یک میلیمتر (میکروکارن‌های کوچک) تا بیش از چندین کیلومتر (پولیه‌ها) تغییر می‌کند. اگرچه عمل انحلال با سرعت و شدت بیشتری در سطح رخ می‌دهد اما این پدیده می‌تواند از طریق توسعه درز و شکاف‌ها به زیر سطح انتقال یافته و باعث تشکیل کارست زیرسطحی شود. در واقع مشاهدات ژئومورفولوژیکی در مقیاس کوچک و بزرگ به همراه بررسی‌های هیدرولوژیکی و هیدروشیمیایی، کلیدی برای دستیابی به اطلاعاتی در مورد چگونگی شکل‌گیری یک سیستم کارست زیرسطحی می‌باشد (Veni 1999, Ford & Williams, 2007). هم‌چنین در مناطقی که کارست به صورت کامل توسعه یافته است، اشکال سطحی کارست مانند دولین‌ها و اشکال زیرسطحی مثل غارها گسترش دارند و بالعکس در مناطقی که کارست به صورت ناقص یافت می‌شود، اشکال ناشی از انحلال مثل فروچاله و پولیه مشاهده نمی‌شوند (Heidari et al, 2011). نقش ژئومورفولوژی کارست به همراه تنوع اشکال سطحی و زیرسطحی در سرزمینهای کارستی از سرمایه‌های منحصر به فرد هر کشور و منطقه به شمار می‌رود که شناسایی، طبقه‌بندی و برنامه‌ریزی آن، جهت توسعه‌ی گردشگری علمی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. کارست فرصت‌های زیادی برای بشر از نظر تأمین منابع آب، منابع اقتصادی و گردشگری ایجاد نموده است. از این فرصت‌ها است که می‌توان با برنامه‌ریزی منسجم و اصولی به توسعه اقتصاد محلی و در سطحی گسترده‌تر اقتصاد ملی کمک شایانی کرد (طاهری و رئیس، ۱۳۸۹).

دشت نهاوند بین ۳۴ درجه و ۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه طول شرقی قرار دارد. هم‌چنین از نظر موقعیت نسبی در منتهی‌الیه جنوب غربی استان همدان واقع شده است که از سمت جنوب و غرب، به ترتیب به استان‌های لرستان و کرمانشاه و از سوی شمال به شهرستان تویسرکان و از شرق نیز به شهرستان ملایر ختم می‌شود (شکل ۱). اقلیم منطقه‌ی مورد مطالعه، زمستانی سرد و تابستانی نیمه گرم و خشک دارد. متوسط بارندگی بر اساس آمارهای هواشناسی موجود در منطقه، حدود ۳۵۰ میلی‌متر است که بیشترین نزولات در ماه‌های دی و بهمن غالباً به صورت برف است. دوره‌ی خشکی منطقه، حدود ۵ تا ۶ ماه در سال است و دوره‌ی یخبندان منطقه، ۲/۵ تا ۳/۵ ماه در فصل زمستان، اواخر پائیز و در بعضی اوقات اوایل فروردین است (سازمان هواشناسی، ۱۳۹۰).



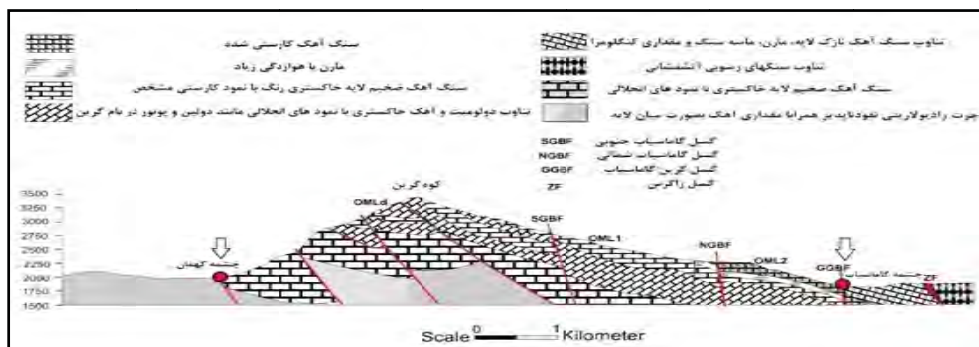
شکل ۱: موقعیت جغرافیایی دشت نهاوند

مواد و روشها

در این پژوهش ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، مبانی نظری تحقیق و پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، مورد بررسی قرار گرفت. سپس با توجه به نقش یافته‌های میدانی در تحقیقات مربوط به ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی، شناسایی ویژگی‌های ساختاری و محیطی که می‌توانند به عنوان تضمین کننده شناخت بهینه از منطقه مورد مطالعه تلقی شوند، از طریق مشاهدات میدانی در اولویت قرار گرفت. در کنار اطلاعات به دست آمده از بازدیدهای میدانی، از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نهانند استفاده شد.

یافته ها و بحث

نتیجه عمل کارستی شدن، ایجاد ژئومورفولوژی ویژه است که مناطق کارستی را از نواحی غیر کارستی جدا می‌کند. پدیده‌های ژئومورفولوژی ناشی از کارستی شدن در سطح و زیر سطح، کلیدی برای درک تکامل کارست در یک منطقه می‌باشند (Waele et al, 2009). میان ژئومورفولوژی کارست و تکامل آن ارتباط نزدیکی وجود دارد، به طوری که فراوانی و گسترش پدیده‌های کارست نشان دهنده گسترش کارست در ناحیه می‌باشد (قبادی، ۱۳۸۸). به منظور یافتن اشکال ژئومورفولوژی کارست، منطقه مورد مطالعه طی چندین مرحله مورد پیمایش قرار گرفت. مطالعات محلی نشان داد بیش از ۹۰ درصد منطقه مورد مطالعه از سنگ‌های کربناته (ژوراسیک تا میوسن) تشکیل شده است (موسیوند، ۱۳۸۵). این سنگ‌ها به دلیل عملکرد شدید تکتونیک، بشدت خرد شده و دارای تخلخل ثانویه بالایی می‌باشند. واحدهای دولومیتی و آهکی ژوراسیک پایینی بیشترین گسترش را دارند. گسل‌ها و سیستم‌های شکستگی متعددی توده‌های سنگی منطقه را قطع نموده که سازو کار آنها به طور عمده فشاری می‌باشد. مهم‌ترین آنها گسل‌های گرین - گاماسیاب و گرین - کهمان است. سیستم‌های شکستگی غالب عمدتاً عمودی و یا نزدیک به عمود هستند. مشاهدات میدانی، گسترش کارست را در امتداد شکستگی‌ها عمودی نشان داد و موجب شکل‌گیری چشمه‌های کارستی متعددی شده است (شکل ۲). وجود چشمه‌های متعدد کارستی با آبدهی متوسط ۴ مترمکعب بر ثانیه در منطقه، حاکی از گسترش و توسعه آبخوان‌های کارستی می‌باشد. مهم‌ترین این چشمه‌های گسله، چشمه گاماسیاب، چشمه کهمان و چشمه گیان است که به ترتیب با گسل‌های گرین - گاماسیاب (GGBF) و گرین - کهمان (GKF) مرتبط هستند (شکل ۳).



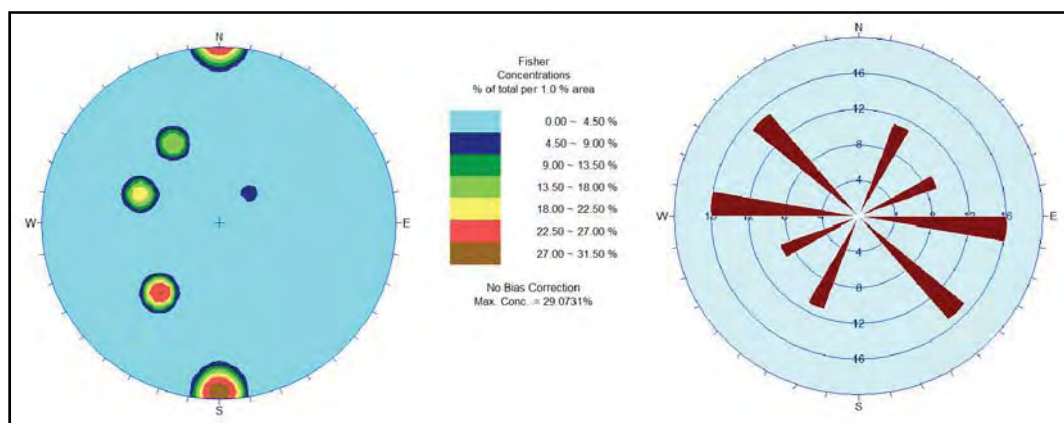
شکل ۲: نقش لیتولوژی و گسل‌ها در روند حرکت آب زیرزمینی و نحوه زهکشی



شکل ۳: (الف) نمایی از چشمه کارستی گاماسیاب، (ب) نمایی از چشمه کارستی گیان

نتیجه گیری

نفوذپذیری و قابلیت انحلال توده‌های سنگی دو عامل مهم در ایجاد و توسعه کارست محسوب می‌شوند. مهم ترین عامل هدایت آب در سنگ‌های کربناته، شکستگی‌ها هستند. شکستگی‌ها، موجب نفوذ نزولات جوی به درون سنگ‌ها می‌شوند و حضور آب باعث فراخ تر شدن درزو شکاف‌ها شده که در نهایت باعث می‌شود کارستی شدن در جهت‌های عمودی، افقی و مایل گسترش پیدا کند. محدوده مورد مطالعه در مرز زون سنندج-سیرجان و زاگرس مرتفع (کمر بند تراسی زاگرس) قرار داشته و همبری بیش از ۹۰ درصد از واحدها نتیجه گسلش یا رورانگی می‌باشد. عملکرد این گسل‌ها باعث شده که واحدهای مربوط به دوران‌های دوم و سوم زمین شناسی (تریاس _ ژوراسیک تا کواترنر) در منطقه برونزد داشته باشند. در بازدیدهای صحرایی تعداد ۱۳۸ درزه برداشت شده است. براساس نمودار گلسرخی ترسیم شده (شکل ۴) پنج سیستم درزه در توده سنگ های آهکی دیده می شود که دو سیستم درزه غالب امتداد شمال غربی - جنوب شرقی و تقریباً شرقی - غربی دارند. آبخوان‌های کارستی مناسب در منطقه که چشمه‌های متعددی را تغذیه می‌کنند که بر تخلخل ناشی از شکستگی (تخلخل ثانویه) و نفوذپذیری زیاد توده‌های کربناته دلالت دارد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد گسل‌ها زهکشی‌های اصلی چشمه‌ها هستند و نقش بارزی در افزایش نفوذپذیری، ذخیره آب و توسعه منابع آب کارست در منطقه دارند. این چشمه‌ها آب آشامیدنی و آب مورد نیاز کشاورزی دشت سیلاخور، نهاوند، نورآباد و الشتر را تأمین می‌کند. علاوه بر این رودهای دز و گاماسب نیز از همین چشمه‌ها تغذیه می‌شوند.



شکل ۴: نمودار گلسرخی و کنتور دیگرام درزه های منطقه‌ی مورد مطالعه

مراجع

- [۱] سازمان هواشناسی کشور، آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک نهاوند، ۱۳۸۰.
- [۲] طاهری، کمال. رئیسی، عزت الله، منابع کارست ایران مقدمه‌ای بر یک مفهوم، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، شرکت آب منطقه‌ای کرمانشاه، صص ۱۴-۱. اردیبهشت ۱۳۸۹.
- [۳] قبادی، محمدحسین، زمین‌شناسی مهندسی کارست، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۱۳۸۸.
- [۴] موسیوند، محمدصادق، مطالعه زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه سد گرین نهاوند، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا. ۱۳۸۵.
- [5] Heidari, M., Khanlari, G.R., Taleb Beydokhti, A.R. Momeni, A.A., (2011), **The formation of cover collapse sinkholes in North of Hamedan, Iran**. *Geomorphology Journal*, Vol. 132: 76-86.
- [6] Veni, G., (1999), **A geomorphological strategy for conducting environmental impact assessments in karst areas**, *Geomorphology Journal*, Vol. 31: 151-180.
- [7] Waela, J.D, Plan, L. & Audra, P. (2009), **Recent developments in surface and subsurface karst geomorphology**, An introduction, *Geomorphology*, 106, 1-8.

بررسی روش های تخمین آبدی سالانه و برآورد سیلاب های حوضه آبخیز رزین

سحر دارابی شاهماری

دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی (گرایش مخاطرات محیطی) دانشگاه خوارزمی، sdarabi@ut.ac.ir

مقدمه

از گذشته های دور، مهار و استفاده از آب یکی از مظاهر تمدن انسان بوده و اکنون آب، از چالش های قرن حاضر است که در آینده یکی از مشکلات عمده انسان به حساب خواهد آمد. افزایش جمعیت، رشد روزافزون فعالیت های کشاورزی و صنعتی و گسترش بی رویه شهرها منجر به آلودگی منابع آب و ایجاد بحران های منطقه ای ناشی از توزیع ناهمگون منابع و مصارف در بسیاری از نقاط جهان شده است. این بحران ها در کنار تغییرات جوی و نزدیک شدن به انتهای منابع غیر قابل احیا مانند نفت بیش از پیش مسأله مدیریت یکپارچه و جامع آب و استفاده بهینه از آن به عنوان یک منبع انرژی پایدار را مطرح کرده است (محمودی و همکاران، ۱۳۸۶: نگارش و حسینی، ۱۳۸۹). منطقه مورد مطالعه از جمله مناطقی است که از کمبود آب رنج می برد اما همه ساله وقوع رگبارهای شدید جاری شدن سیل مشکلات آن را مضاعف نموده است. عوامل طبیعی به همراه بهره برداری های بی رویه و نامتناسب با ظرفیت منطقه از جمله عوامل تشدید کننده سیلاب های این منطقه به شمار می آیند. از آنجا که منطقه مورد مطالعه از یک طرف با کمبود منابع آب برای مصارف گوناگون مواجه است و از طرف دیگر سیلاب همه ساله خسارات هنگفتی را به منطقه وارد می سازد، از این رو تخمین میزان آبدی سالانه حوضه و همچنین جلوگیری از وقوع سیلاب های مخرب و بهبود نظام بهره برداری از آب های سطحی از جمله مواردی هستند که می توانند از اهداف مهم این تحقیق به شمار آیند.

مواد و روش ها

حوضه دشت رزین به مساحت ۱۴۶۸۸/۳۲ هکتار در شمال استان کرمانشاه، به فاصله ۴۶ کیلومتری از مرکز استان واقع شده است. محدوده ی حوضه ی مورد مطالعه از "۴۵/۹۱ ۰۱ ۴۷" تا "۴۳/۱۶ ۱۲ ۴۷" طول شرقی و "۳۴/۳۴ ۳۴ ۳۴" تا "۲۷/۲ ۴۲ ۳۴" عرض شمالی می باشد. مهم ترین آبراهه ی موجود در منطقه رودخانه ی رازآور است. محیط حوضه ۵۵/۹۸ کیلومتر و نیز مهم ترین ارتفاعات موجود در منطقه شامل: کوه پشت پری با ارتفاع ۲۳۳۶ متر از سطح دریا، کوه بلوچ با ارتفاع ۲۸۷۴ متر از سطح دریا و کوه کری گز با ارتفاع ۲۲۱۵ متر از سطح دریا هستند. در این تحقیق پس از جمع آوری آمار دما، دبی و بارش حوضه، مطالعات در دو بخش انجام شده است. در بخش اول به بررسی روش های مختلف در برآورد دبی سالانه حوضه و در بخش دوم به بررسی سیلاب و انتخاب بهترین روش در تخمین میزان آن پرداخته شده است. در انجام تحقیق حاضر یک دوره آماری ۲۰ ساله از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ برای ۱۵ ایستگاه هیدرومتری که در مجاورت حوضه قرار دارند برای انجام تحلیل های آماری حوضه انتخاب شده اند. با استفاده از روش همبستگی اقدام به بازسازی نواقص داده ها شده است. سپس همگنی و مستقل بودن داده ها با استفاده از روش ران تست مورد آزمون قرار گرفته است (علیزاده، ۱۳۸۵). در این روش آمار دبی های متوسط سالانه در طی دوره آماری شاخص با استفاده از نرم افزار HYFA از نظر بهترین تابع توزیع آماری به دو روش گشتاورها و حداکثر بیشینه نمایی برازش داده شده و در نهایت با توجه به مقادیر کای - اسکوئر و انحراف نسبی داده ها بهترین تابع توزیع برای محاسبه مقادیر فرکانس دبی سالانه ایستگاه معرف (پیرمزد) تعیین گردیده است.

جدول (۱) تواتر دبی سالیانه با دوره بازگشت های مختلف در ایستگاه معرف (m³/s)

نوع توزیع منتخب	100	50	25	20	10	5	2	دوره برگشت به سال
لوگ پیرسن تیپ ۳	16.448	15.252	13.834	13.322	11.531	9.364	5.611	ایستگاه پیرمزد

از آنجا که دبی های مشاهده ای و دبی های برآوردی از طریق روش های تجربی تفاوت زیادی با هم ندارند (cheng & wang, 2009) به منظور تعیین آبدی حوضه رزین و زیرحوضه های آن به علت عدم وجود ایستگاه هیدرومتری، با استفاده از آمار ایستگاه های مجاور از روش های تجربی ICAR (رابطه ۱)، رابطه جاستین (رابطه ۲)، رابطه موسسه تحقیقات آبیاری ایالت UP هندوستان (رابطه ۳)، رابطه خوزلا (رابطه ۴)، (علیزاده، ۱۳۸۵) استفاده شده است.

$$\Pi_X(x) = \frac{1.511 P^{1.44}}{T^{1.34} A^{0.063}} \quad (1)$$

که در آن p بارش متوسط سالانه (cm^2)، T دمای متوسط سالانه، A مساحت حوضه به کیلومتر مربع می باشد.

$$R = K.S^{0.155} \frac{P^2}{(1.8T + 32)} \quad (2)$$

که در این رابطه K ضریب منطقه ای، S داده های فیزیوگرافیک منطقه و P ارتفاع بارش منطقه (cm^2) می باشد.

$$R = P - 1.17P^{0.86} \quad (3)$$

که در این رابطه R ارتفاع رواناب به (cm^2) و P میزان بارش (cm^2) می باشد.

$$R = P - \frac{T}{3.74} \quad (4)$$

که در رابطه فوق R متوسط رواناب سالانه (cm^2)، P بارندگی متوسط سالانه (cm^2)، T درجه حرارت متوسط سالانه می باشد.

جدول ۲) برآورد دبی متوسط سالانه حوضه رزین به روش های ذکر شده

نام روش	روش ICAR	روش UP2	روش خوزلا	روش جاستین
آبدهی سالانه (M^3/S)	0.521	0.928	2.600	0.368
ضریب جریان %	19.0	33.9	94.8	13.4

۲-۱ تعیین هیدروگراف واحد مصنوعی (S.C.S)

این روش درحوضه های آبخیز کوچک زیاد مورد استفاده قرار می گیرد، و در برآورد آن پارامترهای زیر باید برآورد گردد.

مقدار هدررفت کل که مربوط به مقدار نفوذ در خاک و ذخیره سطحی است، توسط رابطه ای با یک عامل بدون بعد به نام CN، ارتباط می یابد.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (5)$$

در رابطه فوق S بر حسب میلی متر می باشد. شماره منحنی (CN) نیز از روی خصوصیات خاک، نوع بهره برداری از زمین و شرایط رطوبت پیشین خاک تعیین شده است. در تعیین زمان رسیدن به دبی اوج از رابطه زیر استفاده شده است:

$$tp = \frac{D}{2} + 0.6 t_c \quad (6)$$

tp : زمان رسیدن به دبی اوج (hr)

مرحله بعدی محاسبه دبی اوج هیدروگراف واحد به ازای یک واحد رواناب است که از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$Q_p = \frac{0.208A}{tp} \quad (7)$$

در این رابطه A مساحت حوضه (Km^2)، Q_p دبی اوج هیدروگراف واحد (m^3) و tp : زمان رسیدن به دبی اوج (hr) می باشد.

۲-۲ تعیین هیدروگراف سیل و مقادیر دبی اوج لحظه ای

اصولاً بارشی که بر روی حوضه می بارد به دو مؤلفه تقسیم می شود. بخشی از آن در سطح حوضه به صورت رواناب سطحی جاری می شود و بخشی دیگر به صورت نفوذ یا تبخیر از دسترس خارج می شود (علیزاده، ۱۳۸۵). به آن قسمت از بارشی که در سطح حوضه جاری شده و سیل را به وجود می آورد بارش مازاد گفته می شود که مقدار آن برای هر بارندگی بر اساس روش پیشنهادی SCS از طریق روابط زیر محاسبه می شود:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (8)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (9)$$

که در این روابط Q ارتفاع بارش مازاد، (mm) و P ارتفاع رگبار (mm)، S پتانسیل تلفات بارش (mm)، CN شماره منحنی حوضه (بدون بعد) می باشد. برای محاسبه هایتوگراف بارش مازاد ابتدا منحنی تجمعی بارش در هر پریود زمانی (t_c ۰/۱۳۳) محاسبه شده سپس با استفاده از فرمول های فوق الذکر مقادیر بارش مازاد تجمعی برای هر کدام از مقادیر تجمعی بارش محاسبه شده است.

در جدول شماره (۳) نیز پارامترهای مورد نیاز در خصوص روش S.C.S ارائه شده است. حال با داشتن هیدروگراف واحد (tc ۰/۱۳۳) و هایتوگراف بارش مازاد می‌توان هیدروگراف سیل را برای دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه نمود.

جدول (۳) پارامترهای مورد نیاز در روش S.C.S

مساحت حوضه به KM ²	زمان تمرکز (tc) به دقیقه	زمان تمرکز (tc) به ساعت	زمان تاخیر (tl) به ساعت	زمان بارش موثر (d) به ساعت	زمان اوج دبی (tp) به ساعت	زمان منحنی خشکیدگی (tr) به ساعت	زمان پایه (tb) به ساعت	دبی اوج سیلاب Q _{Pm} ^{3/s}
146.88	422.89	7.048	4.25	0.937	4.715	7.873	12.541	6.48

جدول (۴) حجم و دبی حداکثر سیلاب در حوضه رزین در دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت به سال	2	5	10	25	50	100
حجم سیلاب (mm)	405619.40	3247325.39	4525176.62	6090837.25	7381532.67	8580129.08
دبی حداکثر سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)	380.101	327.003	269.825	200.466	143.857	17.969

نتایج و بحث

در قسمت اول این پژوهش به مقایسه روش‌های مختلف در برآورد میزان آبدهی سالانه، منطقه مورد مطالعه، پرداخته شده است. انتخاب بهترین روش از میان روش‌های مورد استفاده کار مشکلی است، مضاف بر اینکه ارقام حاصل گاهی مقادیر نزدیکی را نسبت به یکدیگر نشان نمی‌دهند. از بین روش‌های مورد مطالعه با مقایسه روش‌های مندرج در جدول (۱) به اضافه مجموع نتایج حاصل از بازدید منطقه و نظرات کارشناسی روش UP2 به عنوان بهترین روش برآورد رواناب واحدهای هیدرولوژیک انتخاب شده است زیرا نتایج حاصل از این روش که با استفاده از آمار ایستگاه هیدرومتری پیر مزد واقع در خروجی حوضه بدست آمده به واقعیت نزدیکتر است. بر اساس نتایج حاصل از برآورد متوسط دبی سالانه تغییرات دبی حوضه آخیز رزین از روند منظمی پیروی نمی‌کند. در قسمت دوم، جهت برآورد حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب از روش SCS استفاده شده است. طبق محاسبات انجام شده در روش SCS، حداکثر دبی لحظه‌ای حوضه آبریز از جامعیت کافی برخوردار است و به دلیل بکارگیری پارامترهای فراوان حوضه و اقلیم، تقریب نزدیکی از واقعیت حوضه را نشان می‌دهد. از این رو استفاده از این روش برای بخش طراحی سازه در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود.

منابع

- [۱] عزیزاده، امین، (۱۳۸۵)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۶۷۵-۶۶۶
- [۲] نگارش، حسین؛ شاه حسینی، منصوره، (۱۳۸۹)، بررسی روش‌های تخمین آبدهی سالانه آبخیز تیغ آب شهرستان خاش، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، سال یازدهم، شماره ۳۶، صص ۲۸۲-۲۵۵
- [۳] محمودی، پیمان؛ منصوری، قباد؛ شاهوژنی، عبدالرئوف؛ خسروی، پرویز (۱۳۸۶)، خشکسالی و تأثیر آن بر روی کیفیت منابع آب سطحی در استان سیستان و بلوچستان، کنفرانس ملی مدیریت منابع آب، ۱۰ و ۱۱ اسفند ماه ۱۳۸۶، دانشگاه سیستان و بلوچستان، صفحه ۱۷.
- [۴] گزارش هواشناسی، ۱۳۸۵، اداره هواشناسی استان کرمانشاه.
- [۵] گزارش فیزیوگرافی حوضه رزین، شرکت مشاورین زرکشت پایدار، اداره منابع طبیعی، ۱۵۶ صفحه.
- [۶] Cheng, Q. Li, L. & Wang, L, 2009, Chraction of pek flow events with local sigularity method Nonlin Processes geography, 16:503-51.

تغییرات اقلیمی و تأثیرات هیدروژئومورفیک بر حوضه‌ی نیریز

^۱ محمدحسین رامشت، ^۲ طیبه کیانی، ^۳ فریده صفاکیش

^۱ دانشگاه اصفهان، mh.raamesht@gmail.com

^۲ دانشگاه اصفهان، t.keiani@yahoo.com

^۳ دانشگاه خوارزمی، f.safakish@yahoo.com

مقدمه

امروز تغییر آب و هوایی به یکی از متمایزترین تغییرات مورد بحث بدل شده است، چرا که اثرات تغییرات آب و هوایی در اکوسیستم به ویژه در دریاچه‌ها، پیچیده و کمتر شناخته شده‌اند (بیگلر، ۲۰۰۱) چون از یک طرف اکوسیستم تالاب‌ها بیشترین حساسیت را به تغییرات محیط طبیعی دارند (مناسیپو، ۲۰۱۳) و از طرف دیگر تغییرات رژیم آب و هوایی در اکوسیستم دریاچه می‌تواند در پاسخ به هر دو تغییرات آب و هوایی ناگهانی و مداوم رخ می‌دهد (زندسلو و ندراپ، ۲۰۱۳). به همین دلیل این تغییرات به دلیل داشتن پیامدهای مهم برای منابع آب و تأثیرش بر اکوسیستم‌های مختلف با استفاده از داده‌های تاریخی، آزمایشگاهی و مدل‌های شبیه‌سازی بررسی می‌شود (بلنکر، ۲۰۰۱) تحقیقات بر روی دریاچه‌های جهان در پایان قرن 20 و همچنین دهه اول قرن 21 نشان می‌دهد که سطح و حجم آب دریاچه‌ها کاهش یافته و حتی برخی از آن‌ها مطلقاً خشک شده‌اند (داونینگ و همکاران، 2006). محققان زیادی در داخل و خارج از کشور موضع تغییر اقلیم در گذشته را بررسی کرده‌اند. رامشت (۱۳۷۱) وجود حداقل ۳ تراس را برای غالب دریاچه‌های ایران نتیجه تغییر اقلیمی می‌داند که در سطح گسترده‌ای جریان داشته و قبل از هولوسن اتفاق افتاده است. وان زیست (۱۹۷۳) در مورد تغییر شرایط حرارتی و رطوبتی در زاگرس مطالعه نموده و وجود شرایط مرطوب‌تری را متفاوت با شرایط کنونی تأیید می‌کند. استرالر معتقد است که در طول فاز سرد پاره‌ای از مناطق اقلیمی به مراتب سردتر و مرطوب‌تر از عهد حاضر داشته‌اند. به اعتقاد او کوبرهای فعلی یادگاری از تغییرات اقلیمی می‌باشند (استرالر، ۲۰۰۶).

بنابراین با عطف به این موضوع که تغییرات اقلیمی از حوادث مهم دوره کوتاه‌تر می‌باشند که سبب تحولات ژئومورفولوژیکی در پیکره ایران شده است به طوری که قلمرو ایران مرکزی که اکنون تحت تأثیر اقلیم گرم و خشک قرار دارد، شواهد متعددی حکایت از شرایط اقلیمی سردتر و مرطوب‌تر را در این قلمرو دارد (محمودی، ۱۳۶۷) شواهدی که به صورت رسوبات آواری و تبخیری عمدتاً در دریاچه‌ها ثبت می‌شوند (برادلی، ۱۹۹۹-کروفورد و پدوانی، ۱۹۸۹) دریاچه‌هایی که به بیان تبخیر و بارش در کوتاه‌ترین حساسیت زیادی نشان داده‌اند؛ و از طرف دیگر وجود تعداد زیادی دریاچه طبیعی در اواخر دوران چهارم در ایران که از نظر رطوبتی هردینگ‌های انسانی را شکل می‌دهد، ما را بر آن داشت که دریاچه بختگان و طشک را که یک دریاچه داخلی می‌باشند به عنوان شواهدی بر تغییرات اقلیمی بررسی کنیم چون دریاچه‌ها آهنگ رسوب‌گذاری آرام‌تری دارند و می‌تواند به خوبی نشان دهنده تغییرات اقلیمی باشند (عساکره، ۱۳۸۶) بنابراین در این پژوهش سعی بر آن است که از طریق ردیابی و بازایی داغ آب‌ها و تراس‌های دریاچه‌ای تصویری از دریاچه‌های احیا شده‌ی دوران چهارم در حوضه‌ی نیریز ارائه شود.

منطقه مورد مطالعه

دومین دریاچه بزرگ ایران، بزرگ‌ترین دریاچه فارس و چهارمین تالاب ثبت شده ایران در فهرست تالاب‌های جهانی، عناوینی بودند که باعث نشد در هیاهوی خشک شدن دریاچه ارومیه نیم نگاهی هم به دریاچه بختگان شود. دریاچه‌های بختگان و طشک (حوضه نیریز) در فرونشینی مرتفع از رشته کوه‌های زاگرس قرار گرفته‌اند. آبخیزی به وسعت ۲۷۲۱۶۵۶ هکتار دارد. این حوضه آبریز بین 51 درجه و 44 دقیقه تا 54 درجه و 30 دقیقه طول شرقی و 29 درجه و 7 دقیقه تا 31 درجه و 15 دقیقه عرض شمالی قرار دارد. مهم‌ترین منبع تأمین آب این دو دریاچه، رودخانه‌های گر و سیوند هستند (تیموری، ۱۳۹۰). (شکل ۱)



شکل (۱): موقعیت حوضه‌ی نیریز

مواد و روش‌ها

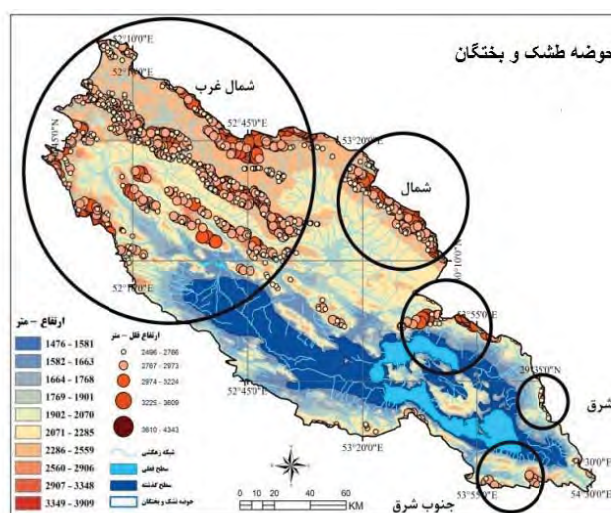
همان‌گونه که اشاره شد در این پژوهش سعی بر آن است که از طریق ردیابی و بازیابی داغ آب‌ها و تراس‌های دریاچه تصویری از دریاچه‌های احیا شده‌ی حوضه‌ی نی‌ریز در دوران چهارم ارائه شود. بنابراین در ابتدا با استفاده از GIS و تصاویر ماهواره‌ای و ترسیم داغ آب‌ها (آبراهه‌های دو شاخه‌ای در حاشیه یک سطح مستوی) حدود دریاچه‌های حال و گذشته حوضه‌ی نی‌ریز مشخص شد سپس با انجام محاسبات و نرم‌افزار Global mapper به محاسبه عمق، حجم دریاچه و مساحت یخ‌ساز دریاچه در گذشته و حال پرداخته شد.



شکل (۲): آبراهه‌های دو شاخه‌ای

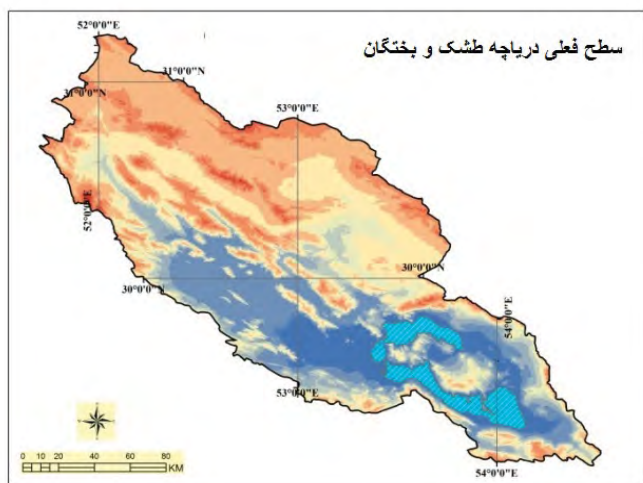
یافته‌ها

از آنجایی که از یک‌سو اثرات مستقیم تغییرات آب و هوایی بر اکوسیستم دریاچه‌های بزرگ از طریق درجه حرارت بالای هوا و آب رخ می‌دهد و از سوی دیگر اثرات غیرمستقیم تغییرات آب و هوایی شامل هر دو تغییرات مثبت و منفی در بارش، کاهش رواناب رودخانه، بارش برف و انباشت برف کمتر، تبخیر و تعرق بالاتر اتفاق می‌افتد (مرتج، ۱۹۹۶) و با توجه به این نکته که یخچال‌های طبیعی شاخص خوبی برای مطالعه تغییرات دمای هوای زمین است (ریاض، ۲۰۱۴) با استفاده از بازسازی کانون‌های یخ‌ساز منطقه، مطابق جدول ۱ و شکل ۳ به این نتیجه رسیدیم که چهار کانون عمده یخ‌ساز با ارتفاع ۲۸۶.۹۹ تا ۴۱۷۴.۴ در قسمت‌های شمال غرب، شمال، شرق و جنوب حوضه وجود داشتند که ورودی حوضه را تأمین می‌کردند، کانون‌های که با تغییر آب و هوا، فقط سایه‌ای از آن‌ها به جا مانده که قادر به تأمین ورودی حوضه نیستند. در واقع می‌توان گفت وضعیت کنونی این حوضه به خاطر اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات آب و هوایی بر آن است.

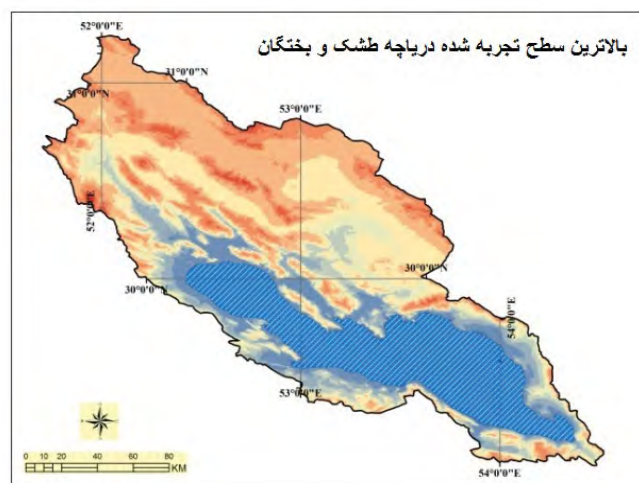


دریاچه	طشک و بختگان
مساحت حوضه‌ها km^2	27220
مساحت یخ‌ساز ۲ بعدی بالاتر از 2500 km^2	3968.6
مساحت یخ‌ساز ۳ بعدی بالاتر از 2500 km^2	4174.4
مساحت یخ‌ساز ۲ بعدی بالاتر از 3000 km^2	286.99
مساحت یخ‌ساز ۳ بعدی بالاتر از km^3	313.06
تعداد کانون‌های یخ‌ساز	4
نوع پراکنش کانون‌ها	شمال‌غرب، شمال، شرق و جنوب

سپس با استفاده از GIS و تصاویر ماهواره‌ای و ترسیم داغ آب‌ها و تراس‌های دریاچه تصویری از دریاچه‌های احیا شده‌ی حوضه‌ی نی‌ریز در دوران چهارم ارائه شد و با انجام محاسبات و نرم‌افزار Global mapper با محاسبه عمق، حجم دریاچه و مساحت یخ‌ساز دریاچه در گذشته و حال پرداخته شد (شکل ۴ و ۵) و (جدول ۲ و ۳).



شکل (۴): سطح فعلی دریاچه طشک و بختگان



شکل (۵): بالاترین سطح تجربه شده دریاچه طشک و بختگان

جدول (۲): مشخصات عمق، حجم، مساحت و حداقل و حداکثر تراس حال حاضر دریاچه‌ها

دریاچه	مساحت کل حوضه آبریز	مساحت ۲ بعدی دریاچه فعلی km^2	حداقل ارتفاع تراس	حداکثر ارتفاع تراس	عمق دریاچه فعلی km^2	حجم آب دریاچه فعلی km^3
طشک و بختگان	27220	1179.31	1476	1560	84	70.23

جدول (۳): مشخصات عمق، حجم، مساحت و حداقل و حداکثر تراس گذشته دریاچه‌ها

دریاچه	مساحت ۲ بعدی دریاچه گذشته km^2	حداقل ارتفاع	حداکثر ارتفاع	عمق دریاچه گذشته km^2	حجم آب دریاچه گذشته km^3
طشک و بختگان	4853.9	1476	1610	134	639.03

نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه چشم‌اندازی از تغییرات آب و هوایی به وجود آمده در حوضه‌ی مورد مطالعه ارائه می‌دهد و همان‌گونه که مک بین (۲۰۰۸) عنوان می‌کند سطوح پایین بارش می‌تواند دلیل اصلی کاهش سطح آب دریاچه‌ها باشد. به عبارت دیگر با توجه به انطباق دوره‌های مرطوب با دوره‌های یخچالی در منطقه مورد مطالعه با افزایش بارش در کوهستان‌های حاشیه‌ای که بیشتر به صورت ریزش برف بوده است و در پی آن با افزایش دبی رودخانه‌ها، بر وسعت حوضه‌ی نی‌ریز در دوران سرد افزوده شده است به گونه‌ای که حجم آب حوضه در آن زمان به km^2 ۶۳۹۰۳ رسید، ولی در دوران گرم با کاهش کانون‌های یخ‌ساز در منطقه و افزایش تبخیر حجم آب حوضه به km^2 ۷۰۲۳ می‌رسد؛ بنابراین بر خلاف نظر بسیاری از صاحب‌نظران خشک‌شدگی دریاچه‌های بختگان و طشک بیش از همه متأثر از عوامل اقلیمی مانند کاهش کانون‌های یخ‌ساز و به تبع آن کاهش میزان ورودی آب به دریاچه و افزایش تبخیر بوده است. هر چند نمی‌توان از تأثیر عوامل آنتروپوژنیک غافل ماند، عاملی که می‌توان اوج آن را ساختن سد سیوندی دانست که با مانع شدن از رسیدن آب به دریاچه، مرگ دریاچه‌ها را به ارمغان آورد.

منابع

- تیموری، ایرج، پوراحمد، احمد، حبیبی، لیلا، سالاروندیان، فاطمه، تعیین حقایق زیست محیطی دریاچه های طشک و بختگان با استفاده از روش طبقه بندی C - میانگین فازی، پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۷، صص ۳۷-۲۱، (۱۳۹۰).
- رامشت، محمد حسین، تغییرات رطوبتی ایران در کواترنر، مجله منابع طبیعی دانشگاه تهران، شماره ۴۹، عساکره، حسین، تغییر اقلیم، انتشارات دانشگاه زنجان، (۱۳۸۶).
- محمودی، فرج اله، شرایط اقلیمی ایران در کواترنر، شماره ۲۲، سال بیستم، موسسه جغرافیای دانشگاه تهران.
- Bigler, Christian. "Diatoms as indicators of Holocene climate and environmental change in northern Sweden." (2001).
- Blenckner, Thorsten. "Climate related impacts on a lake: From physics to biology." (2001).
- Bradley, Raymond S. *Paleoclimatology: reconstructing climates of the Quaternary*. Vol. 68. Academic Press, 1999.
- Crawford, Maria L., and Elaine Padovani. *Brines and Evaporates, short course series editors*. Vol. 3. printed in United States of America, 1989.
- Downing, J. A., Y. T. Prairie, J. J. Cole, C. M. Duarte, L. J. Tranvik, R. G. Striegl, W. H. McDowell et al. "The global abundance and size distribution of lakes, ponds, and impoundments." *Limnology and Oceanography* 51, no. 5 (2006): 2388-2397.
- Manasypov, R. M., O. S. Pokrovsky, S. N. Kirpotin, and L. S. Shirokova. "Hydrochemical composition of thermokarst lake waters in the permafrost zone of western Siberia within the context of climate change." *The Cryosphere Discussions* 7 (2013): 5333-5387.
- McBean, E., and H. Motiee. "Assessment of impact of climate change on water resources: a long term analysis of the Great Lakes of North America." *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* 12, no. 1 (2008): 239-255.
- Mortsch, Linda D., and Frank H. Quinn. "Climate change scenarios for Great Lakes Basin ecosystem studies." *Limnology and oceanography* 41, no. 5 (1996): 903-911.
- Randsalu Wendrup, Linda. "The palaeolimnological record of regime shifts in lakes in response to climate change." PhD diss., Lund University, 2013.
- Riaz, Somana, Arshad Ali, and Muhammad N. Baig. "Increasing risk of glacial lake outburst floods as a consequence of climate change in the Himalayan region." *Jambá: Journal of Disaster Risk Studies* 6, no. 1 (2014): 7-pages.
- Strahler, Alan H., and Arthur Newell Strahler. *Introducing physical geography*. J. Wiley, 2006.
- Van Zeist, Willem, and Sytze Bottema. "Palynological investigations in western Iran." *Palaeohistoria Bussum* 19 (1977): 19-85.

بررسی نقش عوامل ساختاری در ظهور و آبدی چشمه های کارستی

^۱ پرستو غفورپور عنبران ، ^۲ نسرين حسینی

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی تهران ، ParastooGhaforpur@yahoo.com

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی تهران ، Nasrinhosseini@gmail.com

۱- مقدمه

منابع آب در جهان ارزشی حیاتی یافته است. رشد فزاینده جمعیت و مصرف بی رویه آب در مناطق با منابع آب شیرین محدود، موجب بروز مسائلی سیاسی و مشکلات برنامه ریزی فزاینده ای شده است. مدیریت منابع آب اعم از آبهای سطحی و زیر زمینی، منابع کارست و سازندهای سخت و در کنار آن روابط چند سویه انسان و محیط و تاثیر متقابل فرهنگ و اجتماع است که می تواند متضمن حفاظت و پاسداشت منابع حیاتی آب گردد. (افراسیابیان، ۱۳۷۲، ص ۱)

کارست پدیده ای در پوسته زمین است که آثار آن به صورت اشکال مختلف از قبیل حفرات، غارها در سطح زمین و در زیر سطح وجود دارد. علت ایجاد پدیده ای به وجود شکستگی ها و قابلیت انحلال توده سنگ مربوط می شود که در نتیجه آن یک سیستم آب زیرزمینی شکل می گیرد. چشمه ها مهم ترین زهکش های طبیعی آب های زیرزمینی هستند که در مناطق کارستی تحت عنوان چشمه های کارستی مورد مطالعه قرار می گیرند آنها به صورت پراکنده در نواحی کارستی گسترش دارند. (قبادی، ۱۳۸۸، ص ۷۸)

پانزده درصد مساحت ایران را سازندهای کربناته کارستی پوشانده است. حجم آب ذخیره شده در این مناطق می تواند نیاز آبی بسیاری از شهرها و روستا ها را تامین کند. شهرهای بزرگی هم چون شیراز، کرمانشاه، مناطق وسیعی از استان ایلام، کردستان و لرستان از منابع آب کارست تغذیه می کنند. صد ها چشمه کارستی از سازندهای کارستی با بده قابل ملاحظه و کیفیت بسیار خوب خارج می گردد. آب این چشمه ها مورد استفاده شرب، کشاورزی و آب معدنی قرار می گیرد. (افراسیابیان، ۱۳۷۲، ص ۷)

عوامل تکتونیکی یکی از مهم ترین عوامل تشکیل کارست در سازندهای کارستی و تغییرات در طول زمان است. پدیده های ساختاری مانند گسل ها، درزه ها، چین خوردگی ها، امتداد و شیب سطح لایه بندی و غیره هریک به نوعی در فرآیند ایجاد و توسعه کارست مؤثرند. در رابطه با تاثیر عوامل ساختاری در ظهور و آبدی چشمه ها مطالعاتی توسط کلاتنری و همکاران (۱۳۸۸) در دشت ایذه صورت گرفته است نتایج نشان داده که ارتباط نزدیکی بین موقعیت رخنمون چشمه ها و فاصله از شکستگی ها وجود دارد به طوری که محل ظهور چشمه ها با فراوانی شکستگی ها انطباق خوبی را نشان می دهد. فعالیت های تکتونیکی در ایذه باعث ایجاد تخلخل و درز و شکاف شده است. درز و شکستگی ها در اثر عمل انحلال به ویژه در سنگ های کربناته (آسماری، ایلام - سروک، فلهیان - داریان) به تدریج توسعه یافته و مسیر مناسبی جهت ظهور چشمه است. در تاقدیس چالخشک چند گسل با روند شمال شرق - جنوب غرب در آهک آسماری وجود دارد که بر شدت کارستی شدن و برونزد چشمه های اشکفت سلیمان، نورآباد، الهک و لندی نقش مؤثری داشته اند. در تاقدیس پیون یک گسل اصلی موازی با روند زاگرس (با امتداد شمال غرب - جنوب شرق) وجود دارد که موجب پایین افتادن سطح آب در سازندهای آهکی (ایلام - سروک و فلهیان - داریان) شده است. و همین موضوع تعداد برونزد چشمه های تاقدیس پیون در مقایسه با تعداد چشمه های تاقدیس چالخشک در غرب دشت ایذه را به وضوح ایجاد نموده است.

هم چنین کاظمی و همکاران مطالعاتی را انجام داده اند که نتایج نشان داده است که ارتباط نزدیکی بین خطواره ها، عناصر تکتونیکی و ... با فراوانی منابع آب کارستیک در منطقه لار وجود دارد. بررسی نقش عناصر تکتونیکی و خطواره ها در ایجاد و توسعه منابع آب در منطقه لار، نشان داده وقوع چشمه ها در فواصل نزدیکی با عناصر تکتونیکی و خطواره ها و هم چنین روند نزولی، کاهش فراوانی با افزایش فاصله را نشان می دهد. از این موضوع می توان استنتاج کرد که بسیاری عناصر تکتونیکی می تواند به عنوان مجرای عبور آب عمل کند.

مطالعاتی نیز توسط shafiei motlaq و همکاران (۲۰۱۰). در چشمه های منطقه koooh - e - siah و حیثم (۱۹۹۳) در منطقه کارستی جنوب ترکیه صورت گرفته است.

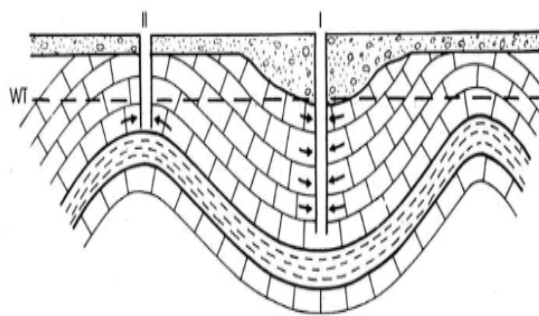
هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین عوامل ساختاری در ظهور و آبدی چشمه ها و فراوانی چشمه های کارستیک باشد.

۲- عوامل ساختاری و حرکت آب زیرزمینی در کارست :

حرکت آب در دورن سنگ های آهکی تنها از طریق درز و شکاف ها ، سطوح لایه بندی و گسل ها امکان پذیر است زیرا توده ی سنگ آهک به عنوان یک واحد نفوذ ناپذیر توانایی انتقال آب را ندارد . از این رو پدیده ی کارستی شدن با توسعه دادن شکستگی های موجود ، سفره های کارستی را به وجود می آورد .

چشمه های کارستی یا محل های ظهور آب در مناطق کارستی خیلی پراکنده هستند اکثر چشمه های مهم در امتداد سطح اساس فرسایش یعنی مرز محیطی پولزهای کارستی ، دره های رودخانه و ساحل دریا واقع شده اند . به طور کلی ظرفیت و مشخصه هیدرولوژیکی چشمه های کارست به تعدادی عوامل بستگی دارد : سطح حوضه آبریز ، ظرفیت تاخیری آبخوان ، تخلخل موثر ، ترکیب زمین شناسی و عوامل ساختاری و عوامل مشابه دیگر . (میلانویچ ، ۱۹۸۱ ، ص ۸۴)

۲-۱- چین ها : چین ها بر روی هندسه ی سفره ، میزان ذخیره ی آب زیرزمینی و الگوی زهکشی سطحی تاثیر گذارند ، بنابراین مهم است که در انجام مطالعات هیدرو ژئولوژی کارست به وضعیت چین های منطقه توجه کرد . ناودیسها مسیرهای اصلی جریان آب زیرزمینی را تشکیل داده و تاقدیس ها به صورت مرز جداکننده ی سفره ها عمل می نمایند . (شکل شماه ۱)



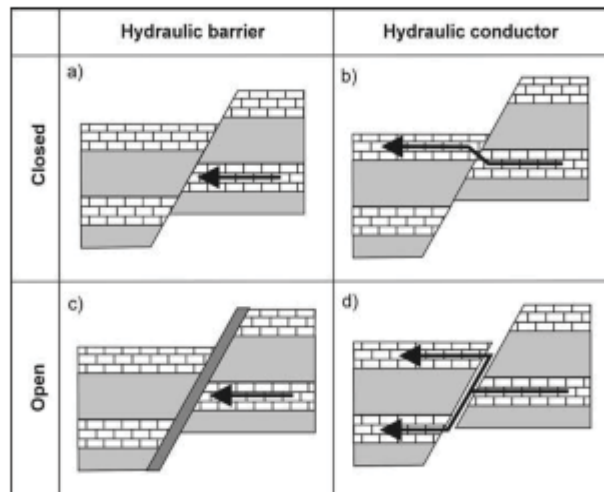
شکل ۱- آب زیرزمینی در ناودیس تجمع می یابد بنابراین چاه I آبدهی بیشتری دارد اما چاه II به دلیل قرار گیری بر روی تاقدیس پس از پمپاژ خشک می شود . (کریمی ، ۱۳۸۹ ، ص ۱۳۳)

۲-۲ گسل ها : در مطالعات هیدروژئولوژی کارست ، گسل ها دارای اهمیت فوق العاده ای است . اثرات هیدرولوژیکی گسل ها به سه عامل وابسته است : پهنای بازشدگی دیواره های گسل ، وجود مواد پر کننده و میزان نفوذپذیری آنها و جابجایی گسل . گسل های بسته (گسل هایی که دیواره های آنها از هم باز نشده است) یک سد هیدرولیکی را با قرار دادن یک سفره در مجاورت یک لایه نفوذ ناپذیر ایجاد می نماید . (a)

هم چنین گسل های بسته می توانند به صورت هیدرولیکی سفره های مختلف را به هم ارتباط دهند به شرطی که جابجایی گسل بیش تر از ضخامت لایه نفوذپذیری باشد که در بین دو سفره قرار گرفته است . (b)

گسل های باز در صورتی که مواد پر کننده ی آنها نفوذ نا پذیر باشد ، سدهای هیدرو لیکی را ایجاد می نمایند . این مواد می توانند شامل رس ، رگه های کانی و یا سنگ های به شدت برشی شده باشد .

گسل های باز در صورتی که با مواد پر نشده باشند یا با مواد نفوذ پذیر پر شده باشند می توانند گردش هیدرولیکی کوتاهی را در طول ردیف آب چینه شناسی ایجاد نمایند . (d) (شکل شماره ۲) . (کریمی ، ۱۳۸۹ ، ص ۱۴۰) .



شکل شماره ۲- نحوه عملکرد گسل از لحاظ هیدرولوژیکی

۳-۲: **درزه ها و سطوح لایه بندی** : علت اصلی نفوذ پذیری سنگ های کربناته وجود درزه هاست که امکان ورود آب و جریان یافتن آن را به داخل توده سنگ فراهم می کند. طی فرایندهای تکتونیکی با ایجاد درزه ها در توده ی سنگی کارستی شدن در جهت های عمودی افقی و مایل گسترش پیدا می کند و شکل گیری اشکال مانند مجاری به پیوسته و تشکیل آبخوان های کارستی به سیستم درزه های موجود وابسته است. (قبادی، ۱۳۸۸، ص ۴۶).

۴- بحث و نتایج و یافته ها

ساختارهای زمین شناسی از قبیل تاقدیس، ناودیس و الگوی درزه های موجود در این ساختارها، چین خوردگی، گسل ها ارتباط عمودی و افقی را در ناحیه اشباح فراهم می کنند. گاهی اوقات عوامل ساختاری مانند سدی بر سر راه آب زیر زمینی قرار دارند. در بعضی مواقع می تواند به صورت هیدرولوژیکی سفره های مختلفی را به هم ارتباط دهند. به عنوان نمونه فرآیندهای تکتونیکی و عوامل ساختاری در منطقه دشت لار و دشت ایزه باعث توسعه شکستگی ها و درز و شکاف ها شده است و ذخایر آب زیرزمینی منطقه عمدتاً متأثر از زمین ساخت منطقه می باشد. سیستم درز و شکاف و شکستگی ها باعث تشکیل آبخوان ها کارستی شده که به صورت چشمه در سطح زمین زهکشی می شود. در منطقه دشت ایزه چشمه هایی که در سازند کارستی آسماری سرچشمه می گیرند به طور کلی آبدهی آنها رابطه مستقیمی با شکستگی ها دارد اما نبود چشمه در آهک ایلام - سروک به دلیل عملکرد گسل تاقدیس پیون می باشد. در دشت لار عوامل ساختاری و درز و شکاف ها رابطه نزدیکی با فراوانی چشمه ها دارد و این نشان دهنده ی تاثیر مثبت عوامل ساختاری (گسل، درز و شکاف، خطواره ها و ...) در آبدهی و ظهور چشمه ها در سازند های کارستی می باشد.

با توجه به تنوع و گسترش نهشته های کربناته در ایران و موقعیت خشک آن در جهان، توجه خاص به پتانسیل این نهشته ها به منظور اکتشاف منابع شرب زیر زمینی بسیار مفید است.

۵- مراجع

- ۱- کریمی وردجانی، حسین، هیدروژئولوژی کارست (مفاهیم و روشها)، شیراز، ارم شیراز، ۱۳۸۹.
- ۲- قبادی، محمد حسین، زمین شناسی مهندسی کارست، چاپ دوم، همدان، دانشگاه بو علی سینا، ۱۳۸۸.
- ۳- میلانویچ، پتر-ت، هیدروژئولوژی کارست، ترجمه آغاسی، عبدالوحد و افراسیابیان، احمد، استانداردهای مهندسی آب کشور، ۱۹۸۱.
- ۴- افراسیابیان، احمد، مطالعات و تحقیقات منابع آب کارست در ایران، صص ۱۳۷-۱۲۶، کرمانشاه، مجموعه مقالات دومین همایش جهانی منابع آب در

- سازندهای کارستی، تهران، ۱۳۷۲.
- ۵- چوکار سرهنکی، عیسی و غلامی، وحید و برودی آنا مراد نژاد، رحیم، مقایسه عوامل موثر در آبدهی چشمه های کارستی و آبرفتی (مطالعه موردی: استان مازندران)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد شانزدهم، شماره دوم، ۱۳۸۸.
- ۶- کلاتتری، نصرالله و کشاورزی، محمد رضا و چرچی، عباس، عوامل موثر در ظهور چشمه های حوضه ی آبریز دشت ایذه، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، صص ۱۴۷-۱۳۵، سال ۵، شماره دو، ۱۳۸۸.
- ۷- کاظمی، رحیم و غیومیان، جعفر و جلالی، نادر، بررسی نقش عوامل ساختمانی در فراوانی منابع آب در منطقه کارستی لار با استفاده از سنجش از دور و GIS پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۳، زمستان ۱۳۸۵.
- ۸- مرادی، صمد و رضایی، محسن و پرهمت، جهانگیر، تاثیر عوامل ساختاری - سنگ شناسی و توپوگرافی بر ظهور چشمه ها در محدوده شیراز تا یاسوج، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، کرمانشاه، شرکت آب منطقه ای کرمانشاه، اردیبهشت ۱۳۸۹.
- ۹- مینویی، ارسطو و امیدی، پرویز و کرمی، غلامحسین، تاثیر زمین شناسی ساختاری در رفتار هیدرودینامیکی چشمه کارستی روانسر - کرمانشاه، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران، کرمانشاه، شرکت آب منطقه ای کرمانشاه، اردیبهشت ۱۳۸۹.
- 10 - Hatim, E. J., potential of remote sensing techniques in Karst areas southern Turkey, international Research and application center of Karst water Resources, Hecettepe University Beytepe 06532, Ankara, Turkey, 1993.
- 11- Shafiei, Motlaq, K. & Lashkaripour, G.R., Tectonic control on the appearance of Karst springs in Kooch - e - Siah (Dehdasht, south west Iran), p: 28-26, The 1 international Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic, azad University - Mashad Branch, April 2010.

نقش سازندهای کربناته در تامین منابع آب آینده (مطالعه موردی: حوضه ی آبریز نیشابور)

^۱فاطمه کرامتی، ^۲مهناز شیران، ^۳محمدعلی زنگنه اسدی

^۱ دانشجوی دکتری دانشگاه حکیم سبزواری، fkeramati93@gmail.com

^۲ دانشجوی دکتری دانشگاه حکیم سبزواری، mahnaz.shiran@gmail.com

^۳ دانشیار و عضو هیأت علمی دانشگاه حکیم سبزواری، ma.zanganehasadi@hsu.ac.ir

۱- مقدمه

افزایش جمعیت بشر و نیاز روز افزون به آب سالم جهت مصارف صنعت، شرب و کشاورزی و... و متعاقب آن بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی موجب افت سطح ایستابی در سفره های آب زیرزمینی گردیده است. بر این اساس جستجو جهت منابع آب جایگزین اهمیت فراوانی دارد. با توجه به عدم وجود رودخانه های دائمی، منابع آب زیرزمینی در خیلی از مناطق کشور تنها منبع قابل اتکا جهت فعالیت های مختلف است، بنابراین حفظ این منابع از اهمیت زیادی برخوردار است. سازندهای کارستی ۱۱ درصد از رخنمون های سطحی را در ایران به خود اختصاص می دهند. با توجه به موقعیت خاص آب و هوایی ایران و کمبود بارش و همچنین توزیع نامناسب مکانی و زمانی آن، منابع آب زیرزمینی از اهمیت خاص برخوردار است. از طرفی به علت محدودیت منابع آب آبرفتی از نظر کیفی و کمی و به علت گسترش وسیع سازندهای کارستی در سطح کشور، مطالعات و تحقیقات منابع آب کارست به منظور بهره برداری آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از مهم ترین روش های مطالعه این سازندها بررسی عناصر مرتبط با فرآیندهای کارستی شدن (پدیده های ساختاری مانند گسل ها، درزه ها، چین خوردگی ها و زون های خرد شده) از طریق تفسیر عکس های هوایی، پردازش اطلاعات ماهواره ای، بررسی نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی است. این بررسی ها می توانند مناطق دارای پتانسیل منابع آب در این سازندها را تعیین نموده تا کاوش های زیر سطحی در مناطق محدودی مورد توجه قرار گیرند.

مطالعات هیدروژئومورفولوژی سازند سخت حوضه آبریز نیشابور با هدف مشخص نمودن محدوده هایی با پتانسیل آب دهی سازندهای سخت انجام شده است.

۲- مواد و روشها

جهت بررسی هیدروژئولوژی سازند سخت (آهکی) در حوضه ی دشت نیشابور، ابتدا با مطالعات دفتری، بررسی نقشه های زمین شناسی و مطالعات قبلی، بررسی های صحرایی آغاز شد. بر این اساس خصوصیات محدوده مورد مطالعه به سه تیپ کوهستان، تپه ماهور و دشت تفکیک شد. در مرحله ی بعد انواع واحدهای سنگی مهم که گسترش زیادی در حوضه داشتند و به تبع آن در تغذیه ی آبخوان تاثیر داشته اند، بررسی شد. به منظور تشریح و توضیح مورفولوژی حوضه از مشاهدات صحرایی و عکس های هوایی، برای تعیین ضخامت سازندها از نقشه های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰، برای تهیه مقاطع زمین شناسی از نقشه های زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ و برای تعیین محدوده های دارای پتانسیل آب سازندی از پراکندگی موقعیت و سایر خصوصیات چشمه ها استفاده شده است و در نهایت تعیین گستره ی سازندهای کربناته توسط نرم افزار Arc View انجام شده است.

۳- بحث و نتایج

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۹۳۴۹ کیلومتر مربع و در محدوده ی جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۳ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۶ دقیقه و ۳۹ درجه عرض شمالی واقع شده است. ژئومورفولوژی عمومی تکوین یافته در محدوده ی مورد مطالعه تحت تاثیر دو عامل حرکات زمین ساختی (چین خوردگی، گسلش و...) و عوامل فرسایش (آب جاری، باد و...) شکل امروزی خود را پیدا نموده است. زون های تکتونیکی غالب در محدوده ی مورد مطالعه شامل دو زون فشارشی شمال شرق و جنوب حوضه اصلی نیشابور است که چین و گسل های متعددی را در راستای عمود بر راستای فشارش ایجاد نموده اند. لذا ساختارهایی نظیر محور چین خوردگی ها و راستای گسلش های متعددی بر راستای این استرس ها در حوضه قابل مشاهده است. واحدهای کربناته حوضه آبریز نیشابور شامل دو واحد ژئومورفولوژیکی کوهستان و تپه ماهور است. واحد کوهستان گستره ای حدود ۲۹۹/۲۲ کیلومتر مربع را در بر می گیرد. این واحد که ۳/۲ درصد محدوده را پوشش می دهد، به طور مشخص بیشترین گسترش را در ناحیه ی جنوب غربی بینالود (شمال شرق محدوده ی مورد مطالعه) دارد.

به طور کلی در واحد کوهستان سازندهای آهکی به ۵ تیپ تقسیم می شوند که در این بین سنگ آهک و مارن با مساحت حدود ۱۵۶/۶۷ کیلومتر مربع بیشترین تیپ گسترش را به خود اختصاص داده است و حدود ۱/۶۷ درصد از مساحت کل حوضه را پوشش می دهد و تیپ دولومیتی با ۰/۰۸ کیلومتر مربع و ۰/۰۰۸۶ درصد از مساحت کل حوضه کم وسعت ترین تیپ ژئومورفولوژیکی کوهستان می باشد. جدول شماره ۱ تیپ های کوهستان را نشان می دهد.

جدول شماره ۱- تیپ های ژئومورفولوژیکی کربناته واحد کوهستانی حوضه آبریز نیشابور

ردیف	درصد	مساحت (km ²)	تیپ
۱	۰/۰۰۰۶۸	۰/۰۸	دولومیت
۲	۰/۰۵۸	۵/۴۲	آهک در افیولیت
۳	۱/۴۶	۱۳۶/۷۷	سنگ آهک
۴	۱/۶۷	۱۵۶/۶۷	سنگ آهک و مارن
۵	۰/۰۰۲۸	۰/۲۶	سنگ آهک و ماسه سنگ
مجموع	۳/۲	۲۹۹/۲۲	-

برخی از واحدهای کربناته محدوده مورد مطالعه با توجه به ترکیب سنگ شناسی و وضعیت توپوگرافی، واحدهای ژئومورفولوژیکی تپه ماهور را در حوضه ی آبریز نیشابور تشکیل داده اند که حدود ۱۴۵/۵۲ کیلومتر مربع گسترش دارد. عمده گسترش این واحد در حاشیه ی غربی و جنوب شرقی محدوده مطالعاتی است. واحد تپه ماهور از ۵ تیپ سنگ شناسی تشکیل شده است که تیپ دولومیتی با ۰/۴۳ کیلومتر مربع کمترین وسعت و تیپ سنگ آهک با ۶۳/۰۷ کیلومتر مربع بیشترین وسعت را به خود اختصاص داده است. جدول شماره ۲ تیپ های کربناته واحد تپه ماهور و گسترش آنها را در محدوده حوضه ی نیشابور نشان می دهد.

جدول شماره ۲- تیپ های ژئومورفولوژیکی کربناته واحد تپه ماهور در حوضه آبریز نیشابور			
ردیف	درصد	مساحت (km ²)	تیپ
۱	۰/۰۰۴۶	۰/۴۳	دولومیت
۲	۰/۲۹	۲۷/۸۸	آهک در افیولیت
۳	۰/۶۷	۶۳/۰۷	سنگ آهک
۴	۰/۳۶	۳۳/۶۶	سنگ آهک و مارن
۵	۰/۲۱	۲۰/۴۷	سنگ آهک و ماسه سنگ
مجموع	۱/۵۵	۱۴۵/۵۲	-

با توجه به بررسی های انجام شده در محدوده ی مطالعاتی مشخص شد که تخیله ی آب در واحدهای کربناته بیشتر به صورت طبیعی و به شکل چشمه صورت می گیرد به طوری که تعداد چشمه های موجود در منطقه ۲۷۲، تعداد چاه ها ۳۱ حلقه و تعداد قنات ها ۳۸ رشته می باشد و در این بین تخیله ی سالانه توسط چشمه ها بیشتر از قنات و چاه است که حدود ۲۳۷۱۵۰۷۲ متر مکعب در برابر تخیله توسط چاه با رقم ۲۲۴۲۹۸ مترمکعب و قنات با ۱۱۵۳۷۱۱ متر مکعب در سال قرار می گیرد. به طور کلی در هر کدام از واحدهای کربناته ضخامت واحد، درجه خلوص، شیب توپوگرافی، میزان درز و شکاف و تخلخل مؤثر موجود در واحدهای زمین شناسی وضعیت سازندهای مذکور را به لحاظ توان ذخیره سازی آب نشان می دهد. هم چنین منابع آب موجود در سازند از لحاظ تعداد، آبدهی و مقدار تخیله نیز می تواند به عنوان شاخص وضعیت ذخیره ای سازند سخت در نظر گرفته

شود. جدول شماره ۳ میزان تخلیه سالانه آب از واحدهای کربناتهی محدوده مورد مطالعه را با توجه به نوع سازند و ضخامت آن و همچنین قابلیت کارستی شدن آن‌ها نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳- مجموع تخلیهی آب از سازندهای کربناته

نام تشکیلات سنگی کربناته	علامت اختصاری	ضخامت نسبی	تخلیهی سالانه (m ³ /yr)	قابلیت کارستی شدن
سازند لار- مزدوران	J1	200-400	2005863	زیاد
سازند دلیچای - چمن بید	Jd	100-200	16666207	ضعیف (به دلیل وجود لایه های مارنی و متراکم)
آهک اوربیتولین دار	K1l	200	0	ضعیف (به دلیل ضخامت کم و بافت متراکم)
آهک بهرام	Db	100-400	0	ضعیف (به دلیل تزریق سیل بازالتی در درزوشکافها)
سنگ آهک نولومیتی	E2l	150	687484	ضعیف (به دلیل پراکندگی محدود و ماهیت لیتولوژیکی)
آهک گلوبوترونکانادار	Ukpl	150	394200	ضعیف (به دلیل ضخامت کم)
آهک پلاژیک	Ukv	30-150	274363	ضعیف (به دلیل وجود بافت متراکم با نفوذ پایین)
سازند میلا	Cm	50-100	504576	ضعیف (به دلیل ضخامت کم بخش آهکی)
سازند سلطانیه	Cs	50	0	ضعیف (به دلیل وجود کانی متراکم دولومیت)

با توجه به جدول فوق مشاهده می شود که بیشترین مقدار تخلیه از واحدهای کربناته در محدودهی حوضه آبریز نیشابور مربوط به واحدهای کربناته آهک و مارن خاکستری دلیچای - چمن بید و آهک ضخیم سازند لار - مزدوران می باشد .

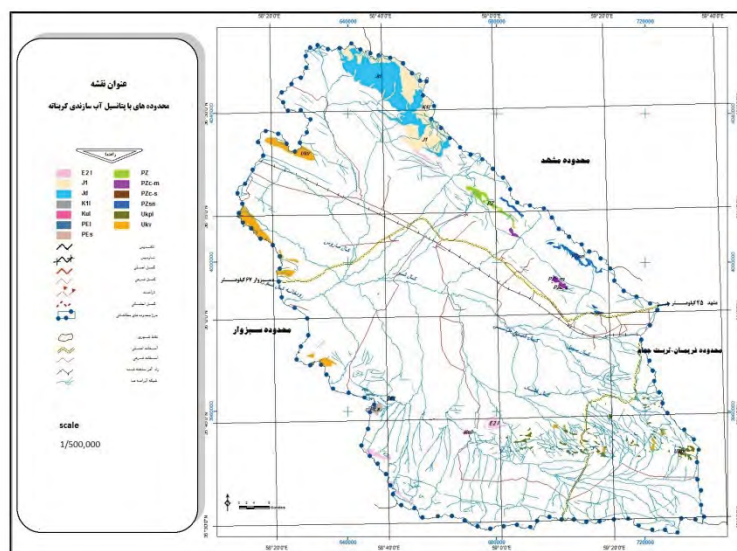
۳- یافته ها

عوامل مختلفی از قبیل جنس سازندها، تکتونیک، نفوذپذیری های متفاوتی را در پهنه‌ی کوهستانی موجب شده است و چون سازندهای زمین شناسی ارتفاعات ارتباط مستقیمی با آبخوان آبرفتی دارد، مسلماً در تغذیه آن نقش مهمی را ایفا می کند. با توجه به عوامل نفوذ پذیری نمی توان هیچ توده سنگی را به طور مطلق غیر قابل نفوذ دانست. دسته ای از سنگ‌ها، مارن‌ها و کنگلومرای منطقه از نفوذپذیری پایینی برخوردارند. برخی از این سازندها به دلیل حالت الاستیسیته و بعضی دیگر به سبب توده‌ای بودن، درز و شکاف‌های محدودی دارند و تنها در قسمت‌های سطحی که در معرض هوازدگی قرار دارد دارای تخلخل نسبی‌اند. نفوذپذیری کم بعضی از تشکیلات ماسه سنگی و کنگلومرای نیز به دلیل پرشدگی سطوح لایه بندی و درزه های آن‌ها از مواد فرسایشی می باشد. برخی از این سنگ‌ها کف مخازن آب زیرزمینی دشت را شکل داده و به این ترتیب در تشکیل مخازن آب زیرزمینی تاثیر مثبت دارند. برخی از سازندها از نوع سنگ‌های با نفوذپذیری کم می باشند، اما به دلیل وجود درز و شکاف‌های متعدد دارای تخلخل ثانویه بوده و نفوذپذیری بیشتری را از خود نشان می دهند، مانند سری‌های افیولیتی یا آمیزه‌های رنگی منطقه که از این دست می باشند. محدوده‌های مختلف دشت نیشابور با توجه به پارامترهای زمین شناسی و تکتونیک و بر اساس تحلیل‌های کارشناسی و با توجه به خصوصیات هم‌چون سطوح لایه بندی، درزه‌ها، انحلال پذیری، نفوذپذیری و توان ذخیره سازی آب سازندی را می توان به ۵ گروه تقسیم نمود (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم).

گروه با نفوذپذیری خیلی زیاد (واحدهای کواترنری) حدود ۸۶ درصد کل مساحت حوضه را به خود اختصاص می‌دهند. آبرفت‌های رودخانه‌ای نیز در این واحد قرار می‌گیرند. واحدهای افیولیتی کرتاسه بالایی که تحت تاثیر تکتونیک شدی واقع شده‌اند نیز جزء این دسته‌اند. گروه واحدهای با نفوذپذیری زیاد شامل ۵ سازند آهکی از دوران دوم (مزوزوئیک) است. نفوذپذیری زیاد این تشکیلات که همه کربناته‌اند، وابسته به عملکرد هم‌زمان دو عامل درزه‌ها و شکستگی‌ها (تخلخل ثانویه) و وجود حفره‌ها و گاهی شیارهای انحلالی است. گروه سازندهای با نفوذپذیری متوسط شامل ۱۱

سازند یا واحد می‌باشد که پادگانه‌های آبرفتی جوان (Qt_2) وسیع‌ترین واحد این گروه است. حدود ۱۲/۵ درصد از منطقه مطالعاتی را واحدهای با نفوذپذیری کم پوشانده است که شامل ۱۸ واحد سنگ شناسی است و از میان آن‌ها واحدهای ماسه‌سنگی و کنگلومرای (Ngst) بیشترین گسترش را دارند. نفوذپذیری کم این سنگ‌ها عمدتاً به علت پرشدگی درزه‌ها و سطوح لایه بندی آن‌ها از مواد ریزدانه فرسایشی است.

به طور کلی دو نوع سیستم کارستی درز و شکافی و مجاری در واحدهای کربناته پیشرفت می‌نماید. نوع سیستم کارستی به وجود آمده در واحدهای کربناته به ضخامت، جنس، درجه‌ی خلوص، سیستم درزه و گسل، نوع آب و هوا، شیب توپوگرافی، پوشش گیاهی و ... بستگی دارد. تراکم نسبی و گسترش چشمه‌های آهکی، نشان می‌دهد که محدوده سازند لار در حوضه‌ی آبریز نیشابور دربردارنده حداقل ۹۰ درصد از کل چشمه‌های آهکی موجود در منطقه می‌باشد و لذا کل محدوده سازند لار به عنوان محدوده‌ی دارای پتانسیل آب سازند آهکی در منطقه نیشابور شناسایی شد. در نهایت محدوده‌های با قابلیت آب سازندی کربناته به شرح شکل شماره ۱ تهیه گردید.



شکل شماره ۱- محدوده‌های با پتانسیل آب سازندی کربناته

۴- مراجع

۱. کریمی وردجانی، حسین، هیدروژئولوژی کارست (مفاهیم و روش‌ها)، انتشارات ارم شیراز، ۱۳۸۹
 ۲. آقانیانی، علی، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۳
 ۳. نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱/۱۰۰,۰۰۰ چارگوش نیشابور، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
 ۴. گزارش مطالعات شناسایی سازندهای سخت محدوده‌ی سبزوار و نیشابور، جلد پنجم- هیدروژئولوژی، مشاور: کاوش پی، کارفرما: سازمان مدیریت آب
 ۵. شناسنامه منابع آبی دشت نیشابور، شرکت تحقیقات منابع آب و نیروی ایران ۱۳۷۰
 ۶. گزارش هیدروژئولوژی محاسبه بیلان منابع آب حوضه آبریز دشت نیشابور، جلد سوم- هیدروژئولوژی، مشاور: طوس آب، کارفرما: سهامی آب منطقه ای خراسان
1. Mahler, B.J., and Massei, N. Anthropogenic contaminants as tracers in an urbanizing karst aquifer: Journal of Contaminant Hydrology, vol. (2007)

پهنه بندی فرسایش آبی در حوضه آبریز لواسان

فائزه آفریده^۱، اکرم اسدی^۲

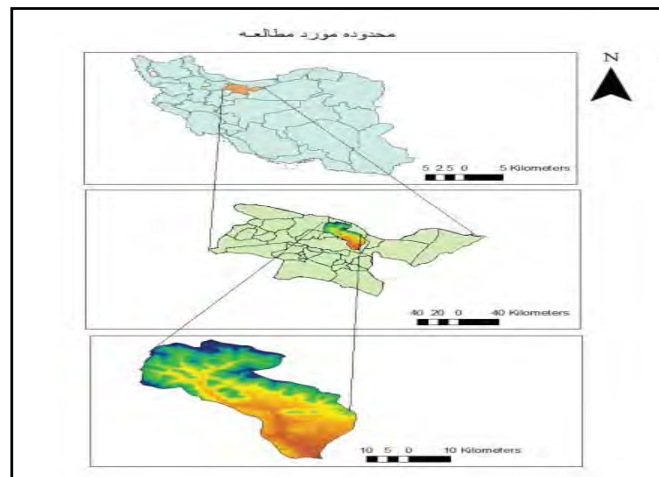
کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران Faezehafarideh@yahoo.com
 کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی akramasadi98@yahoo.com

۱_ مقدمه:

فرسایش فرایندی است که طی آن ذرات خاک از بستر خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می شوند (علیزاده، ۱۳۸۳). فرسایش خاک موسوم به سرطان خاک فراینده پیچیده همراه با اثرات زیست محیطی و اجتماعی آشکار و پنهانی می باشد که خطری بالقوه برای حیات بشری به شمار می آید (Owengh, 2003).

فرسایش خاک از جمله عوامل عمده ی زیست محیطی قرن حاضر می باشد. رسوبات ناشی از این فرایند باعث آلودگی آبها، پر شدن مخازن سدها و افت پتانسیل محیط می شود (قضاوی و همکاران، ۱۳۹۱). تخریب منابع پایدار، از دست دادن پوشش گیاهی، بروز سیلاب، افزایش خسارت اقتصادی، گسترش بیابان زایی و تغییر شدید کاربری اراضی از عمده پیامدهای مخرب دیگر فرسایش خاک است. در واقع فرسایش تسریع یافته ی خاک به دلیل تاثیرات آن بر اقتصاد و محیط زیست، به عنوان یک مشکل جهانی مطرح می باشد (KJ.Lim, et al, 2005: 61-80).

منطقه ی مورد مطالعه در شمال استان تهران در دامنه ی جنوبی رشته کوه های البرز قرار گرفته است. حوضه لواسانات از نظر موقعیت جغرافیایی در بین طول جغرافیایی ۷۲° و ۵۱° و عرض جغرافیایی ۳۵° ۶' و ۳۶° ۴۰' قرار دارد. استقرار این حوضه در چنین موقعیت ریاضی حکایت از کمربند نیمه بیابانی کره ی زمین است که در این کمربند شرایط مورفوکلیماتی ویژه ای حاکم می باشد که از ویژگی های بارز آن فرسایش آبی نسبتاً شدید است. شکل شماره ۱ موقعیت محدوده ی مورد مطالعه را نمایش می دهد.



شکل شماره ۱. نقشه محدوده ی مورد مطالعه

۲_ مواد و روش ها

در این پژوهش پس از بررسی های کتابخانه ای در مورد ویژگی های محدوده ی مورد مطالعه، از نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه برای ساخت نقشه ی پهنه بندی فرسایش حوضه ی لواسانات استفاده شد. پس از رقومی کردن نقشه ها با استفاده از نرم افزار ArcGis لایه های شیب، خاک، زمین شناسی، اقلیم شناسی و شبکه ی زهکشی ساخته شد و با استفاده از آمار های ایستگاه های هواشناسی منطقه نقشه های پهنه بندی دما و بارندگی در منطقه ی مورد مطالعه تهیه شد. در ادامه لایه ها در تمامی نقشه ها طبقه بندی شده و نقشه ی نهایی هر کدام از لایه ها بدست آمد. سپس تمامی آنها over lay شده و در نهایت نقشه ی پهنه بندی فرسایش در حوضه لواسانات تولید شد.

۳_ بحث و نتایج و یافته ها

به منظور پهنه بندی مناطق مستعد فرسایش در این حوضه اقدام به بررسی و پهنه بندی عوامل موثر بر فرسایش از جمله شیب، خاک، زمین شناسی، اقلیم شناسی، شبکه زهکشی و بارندگی شده است. و سپس هر لایه برحسب میزان تاثیر بر شدت فرسایش طبقه بندی شده اند. در طبقه بندی لایه ها هر چه نسبت به فرسایش حساس تر و امکان تاثیر آنها بر روی فرسایش حوضه بیشتر میشود، میزان وزن داده شده به هر طبقه نیز افزایش میابد.

شکل شماره ۲ نقشه ی زمین شناسی محدوده ی مورد مطالعه را نشان می دهد. بر اساس این نقشه سازند ها از نظر شدت فرسایش به ۱۰ طبقه تقسیم بندی شده اند و در این میان بیشتر محدوده ی حوضه را سازندهایی با میزان فرسایش متوسط به زیاد تشکیل داده اند.

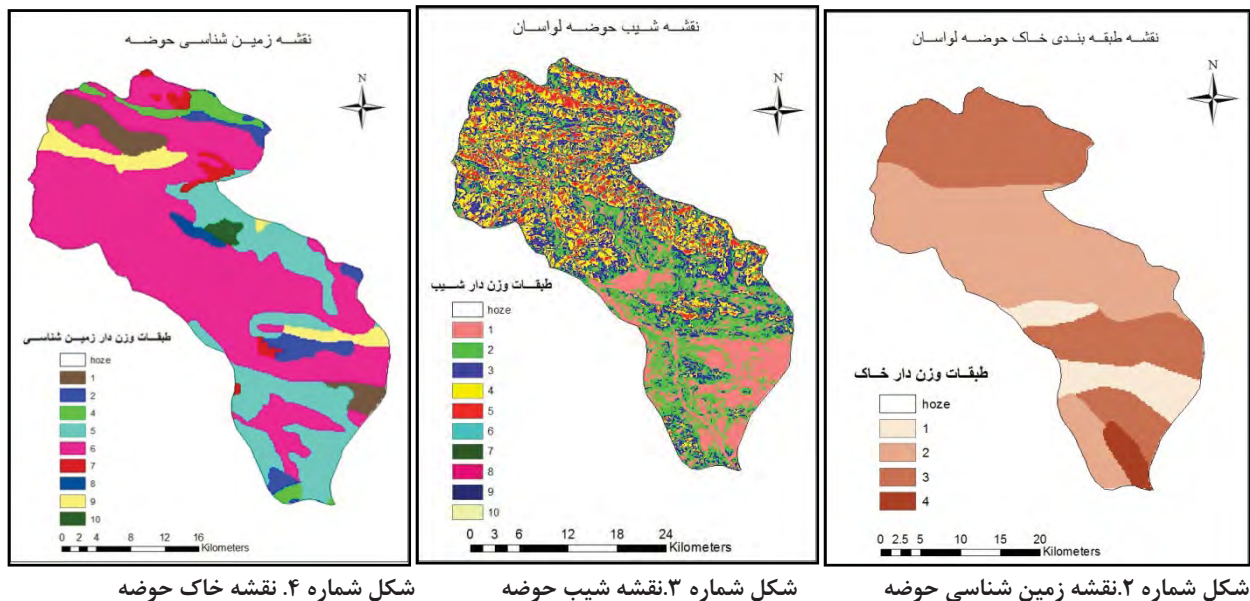
شکل شماره ۳ نقشه ی شیب محدوده ی مورد مطالعه را نمایش میدهد که بر اساس تاثیر شیب بر فرسایش به ۱۰ طبقه تقسیم شده اند. بر اساس این نقشه قسمت جنوبی حوضه شیب خوبی در برابر فرسایش دارد بدین معنی که در این شیب فرسایش کاهش میابد و به سمت قسمت شمالی حوضه از زمین های مقاوم در برابر فرسایش کاسته شده و با افزایش شیب، شدت فرسایش هم افزایش می یابد.

شکل شماره ۴ نشاندهنده ی نقشه ی خاک حوضه ی لواسانات است. این نقشه به ۴ طبقه تقسیم بندی شده و بر این اساس در بخش مرکزی حوضه خاک هایی با جنس مقاوم در مقابل فرسایش و بخش شمالی و جنوبی حوضه خاک هایی با قابلیت فرسایش بالا قرار دارند.

در شکل شماره ی ۵ نقشه ی اقلیم شناسی حوضه ی لواسانات ترسیم شده است. طبقه بندی این نقشه بر اساس نوع اقلیم های متفاوت و میزان فرسایش در هر کدام از آنها انجام گرفته که شامل اقلیم بسیار مرطوب، مرطوب، نیمه مرطوب، نیمه خشک و خشک می شود. بنابراین نقشه، بیشتر حوضه در منطقه ی اقلیمی با فرسایش زیاد و متوسط قرار گرفته است.

در شکل شماره ۶ نقشه ی شبکه ی زهکشی ترسیم شده است و به ۱۰ دسته تقسیم شده است. این طبقه بندی بر اساس میزان فاصله از رودخانه ها است. به این ترتیب که با فاصله گرفتن از رودخانه ها شدت فرسایش نیز کاهش می یابد و در مناطق نزدیک رودخانه ها و شبکه های زهکشی میزان فرسایش افزایش می یابد.

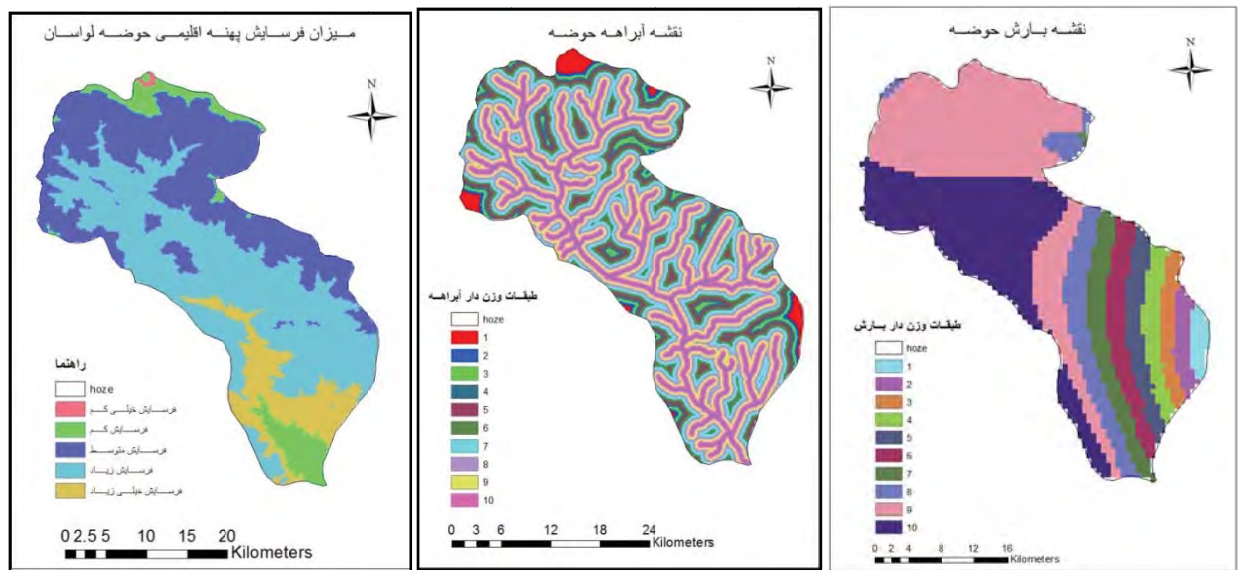
در شکل شماره ۷ نقشه ی بارش حوضه ترسیم شده است. نقشه بارش حوضه با درونیایی میزان بارش ده ساله حاصل از ایستگاه های هواشناسی تهیه گردید. با توجه به اینکه بارندگی بیشتر، تاثیر بیشتری بر فرسایش دارد بنابراین لایه بارش نیز از عدد یک تا ده وزن دهی شد و مناطق با بارش بیشتر، وزن بیشتری به خود اختصاص دادند.



شکل شماره ۴. نقشه خاک حوضه

شکل شماره ۳. نقشه شیب حوضه

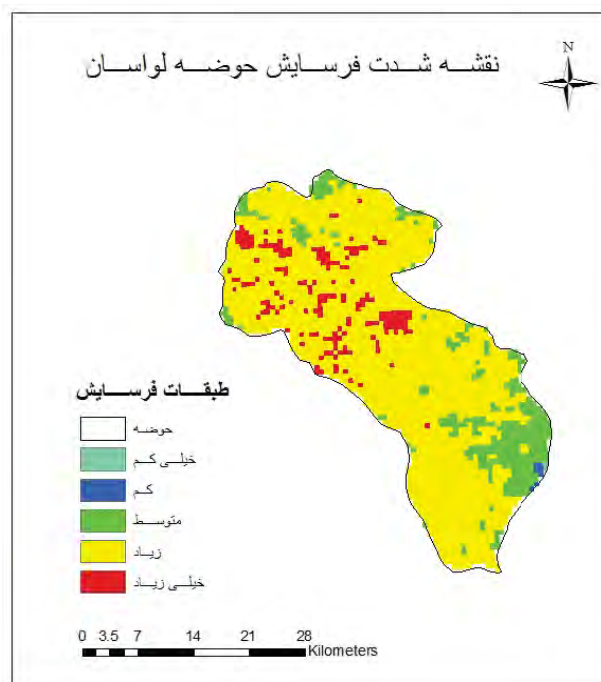
شکل شماره ۲. نقشه زمین شناسی حوضه



شکل شماره ۷. نقشه بارش حوضه

شکل شماره ۶. نقشه آبراهه حوضه

شکل شماره ۵. نقشه اقلیم حوضه



پس از تهیه ی تمامی نقشه ها و لایه های مرتبط با فرسایش، برای تهیه ی نقشه ی پهنه بندی فرسایش حوضه لوسان اقدام به رویه اندازی نقشه شد و به این ترتیب نقشه ی فرسایشی محدوده مورد مطالعه بدست آمد (شکل شماره ۸). بر اساس نقشه فرسایش، قسمت جنوب شرق حوضه بدلیل شیب کمتر، فاصله زیاد از شبکه آبراهه، جنس نسبتاً مقاوم خاک و بارش زیاد میزان فرسایش کم و متوسطی دارد. بخش اعظم حوضه بدلیل بارش و شیب زیاد، همچنین بعلت وجود سازندهایی همچون شمشک که در برابر فرسایش حساس می باشند، فرسایش زیادی دارند. حال به منظور جلوگیری از فرسایش بیشتر سازندهای حساس می توان راهکارهایی ارائه داد از جمله انجام اقدامات مکانیکی نظیر تراس بندی در اراضی شیب دار، ایجاد آبراهه های انحرافی و احداث بند ها و انجام اقدامات غیر مکانیکی نظیر استفاده صحیح از زمین، حفاظت خاک از طریق مدیریت زراعی و (کریمی، ۱۳۸۱).

۴_ منابع

- ۱- احمدی، حسن، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
- ۲- علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ هفدهم، انتشارات امام رضا (ع)، ۱۳۸۹.
- ۳- قضاوی، رضا. ولی، عباسعلی. مقامی، یاسر. عبدی، ژاله. شرقی، سامک. مقایسه ی مدل های MPSIAC _EPM و PSIAC در برابر فرسایش و رسوب با استفاده از GIS. جغرافیا و توسعه، شماره ۲۷، ۱۲۶-۱۱۷، تابستان ۱۳۹۱.
- ۴- کریمی، ح. مطالعات رسوب شناسی حوضه آبریز حوضه رودخانه شش بلوکی، پایان نامه دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۱.
- ۵- سازمان هواشناسی کشور، <http://www.irimo.ir>
- ۶- اداره کل هواشناسی استان مازندران، www.mazandaranmet.ir
- 7- K.J.Lim,M.sagong,B.A.Engel,Zh. Tang, J.C sediment assessment tool.Catena,64.
- 8- **Owengh, M(2003).** "Landuse planning and integrated management of natural hazards in Golestan province" , Seminar on floods hazard prevention and mitigation , 15-16 january , Gorgan, Iran, Abstract , pp: 9

ارتباط خشکسالی و اثرات آنتروپوژنیک بر بحران منابع آب زیرزمینی طی دوره 1363-1392 مطالعه

موردی: دشت زاوه تربت حیدریه، شمال شرق ایران

^۱ هادی قنبرزاده ، ^۲ ابوالفضل بهنیاfer، ^۳ محسن رضائی عارفی، ^۴ مرتضی رضائی عارفی

^۱ استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران hadi.qanbarzadeh@yahoo.com

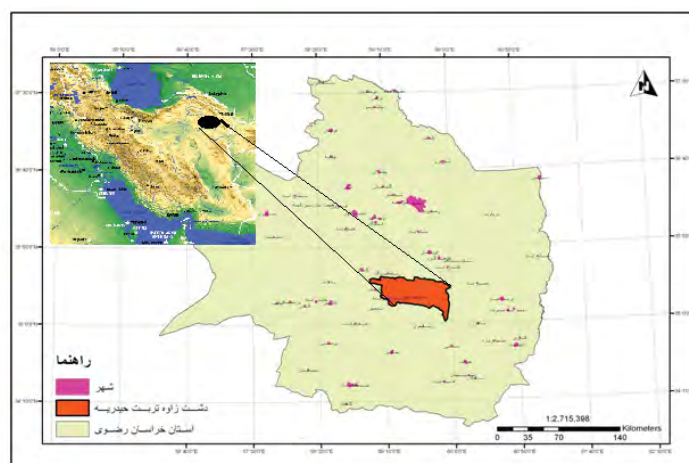
^۲ استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران a.behniyafar@yahoo.com

^۳ مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد rezaei.arefi61@yahoo.com

^۴ کارشناس ارشد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری rezaee@mshdiau.ac.ir

مقدمه و منطقه مورد مطالعه

در طی سه دهه اخیر تداوم خشکسالی و شدت آن در دشت های شرق و شمال شرق ایران ادامه داشته و منجر به حفر بی رویه چاه های عمیق و اضافه برداشت آب از منابع آب زیرزمینی شده است. این عملکرد آنتروپوژنیک منتج به کاهش سطح ایستابی و بحران منابع آبی در دشت ها گردیده است. هدف اصلی این مقاله بررسی نقش خشکسالی و مدیریت نادرست بهره برداری از منابع آب دشت زاوه به عنوان یکی از بزرگترین دشت های کشاورزی استان خراسان طی دوره 1363 تا 1392 می باشد. بیش از ۹۲ درصد منابع آب دشت زاوه در بخش کشاورزی و مابقی در بخش های صنعت و خدمات و آشامیدنی مصرف می شود. در طی سه دهه گذشته به دلیل خشکسالی و فقدان مدیریت منابع آب زیرزمینی در بخش کشاورزی تعداد چاه های عمیق از ۳۰۵ در سال 1363 به ۱۸۴۰ چاه در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است و سطح ایستابی حدود ۲۵ متر افت کرده و ۳۹ میلیون متر مکعب کمبود آب دشت را بوجود آورده است. علاوه بر آن در طی این دوره مقدار EC آب دشت از ۲۹۰۰ به ۱۰۰۰۰ میکرومهوس افزایش داشته و سبب شوری آب زیرزمینی شده است. ۹۰ درصد کمبود آبخوان دشت زاوه مربوط به اضافه برداشت در اثر فقدان مدیریت منابع آب بوده است. دشت زاوه با مساحت ۱۲۶۰ کیلومترمربع در حوضه آبریز شرقی کشور، در استان خراسان رضوی و شهرستان تربت حیدریه و بین ۵۸ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی و در ۳۵ درجه و ۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. میانگین بارش سالانه در دشت ۲۹۳ میلی متر است که بیش ترین بارش در فصل زمستان (۵۳/۸٪ از کل بارش) ریزش می کند. ضریب تغییرات بارش ۳۶/۳ برآورد گردیده است. میانگین سالانه دمای منطقه ۱۴/۲ درجه سانتی گراد است. طبق ضریب خشکی دمارتن، این منطقه جزو مناطق نیمه خشک محسوب می گردد.



شکل ۱: موقعیت دشت مورد مطالعه در استان خراسان رضوی

مواد و روشها

در این پژوهش از داده های بارش ایستگاه سینوپتیک تربت حیدریه با طول دوره آماری ۳۲ ساله (۸۸ - ۱۳۵۶) و از داده های ماهانه تراز آب های زیرزمینی (سازمان آب منطقه ای استان خراسان رضوی) در دوره ی آماری (۸۷ - ۱۳۶۷) استفاده شده است. ابتدا داده های مذکور از نظر صحت و دقت با استفاده از روش جرم مضاعف بررسی و پس از اطمینان صحت آن ها، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مطالعه خشکسالی ها در محدوده مورد مطالعه از شاخص بارش استاندارد استفاده شده است. هیدرولوژیست ها و هواشناسان برای پایش و ارزیابی خشکسالی ها شاخص هایی را ارائه داده اند که وابسته به پارامترهای هیدرواقليمی و یا اعتماد به احتمال وقوع آن ها است (پالو و همکاران، ۲۰۰۵: ۷۳). شاخص خشکسالی در واقع تابعی از عوامل مختلف محیطی است که در ارزیابی خشکسالی ها و تصمیم گیری های آینده بسیار حائز اهمیت می باشد (هایس و همکاران، ۱۹۹۹: ۴۳۰). از جمله مهم ترین شاخص هایی که در حال حاضر در سیستم های فعال جهانی در بررسی خشکسالی مورد استفاده قرار می گیرند، می توان به شاخص شدت خشکسالی پالمر، شاخص درصد نرمال (PN)، شاخص دهک ها (DI)، شاخص استاندارد شده بارش (SPI) و شاخص (ZSI) اشاره نمود. از بین شاخص های کمی در تحلیل خشکسالی، شاخص SPI به علت سادگی محاسبات، استفاده از داده های قابل دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه برای دوره های متفاوت زمانی و هم چنین مقیاس های مکانی مختلف به عنوان شاخص مناسب به منظور تحلیل خشکسالی از مقبولیت جهانی برخوردار شده است (ناتانیل و گاتمن ۱۹۹۸، زکای و الجدید ۱۹۹۹، لوید - هوگز و ساندرس ۲۰۰۲ و ساکیپرس و وانگلیس ۲۰۰۴). با توجه به این که آب های زیرزمینی و جریان آب های سطحی در ایجاد نابهنجاری های درازمدت در بارش موثر می باشند، لذا شاخص SPI اساساً برای بازه های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه می شود. بر این اساس خشکسالی در مقیاس های زمانی کوتاه (خشکسالی هواشناسی) و مقیاس های زمانی طولانی (خشکسالی هیدرولوژیکی) محاسبه می شود (مک گی و همکاران، ۱۹۹۳: ۱).

یافته های تحقیق

قسمت عمده بارش دشت که در نیمه ی سرد سال فرو می ریزد به شکل برف در سطح دشت و به ویژه در ارتفاعات ذخیره می شود. در اواخر زمستان و اوایل بهار با ذوب این برف ها در اثر افزایش دمای هوا و بارش باران، حجم زیادی رواناب تولید می شود که ضمن جریان یافتن در حوضه آبریز دشت، آب های زیرزمینی را نیز تغذیه می کند. در فصل های خشک سال که بارش ها قطع می شود، با شدت یافتن خشکسالی، تخلیه آبهای زیرزمینی نیز افزایش می یابد. در طول دوره آماری، شدیدترین خشکسالی منطقه مربوط به سال آبی ۸۸ - ۱۳۸۷ با رقم ۲/۸۶ - بوده است. در طی این سال و هم چنین سال ۸۷ - ۱۳۸۶ مقادیر منفی در تمام ماه ها نشانگر وقوع خشکسالی متداوم می باشد (شکل های ۲ تا ۴). از نظر سری زمانی ۱۲ ماهه، ۱۵۴ خشکسالی ملایم، ۲۷ خشکسالی متوسط، ۲۱ خشکسالی شدید و ۲ خشکسالی حاد و محاسبات مربوط به سری ۲۴ ماهه بیانگر کاهش خشکسالی های ملایم و افزایش خشکسالی متوسط در مقایسه با سری ۱۲ ماهه در منطقه بوده است. بنابراین افزایش شدت خشکسالی ها باعث افت شدید تراز آب زیرزمینی در بخش کشاورزی شده است.

به طور کلی واکنش آب های زیرزمینی به خشکسالی های هیدرولوژیک بسیار حائز اهمیت می باشد (کالو و همکاران، ۱۹۹۹: ۲۵۷). بر اساس تعریف مفهومی از کالو و همکاران ۱۹۹۹، اصطلاح خشکسالی آب های زیرزمینی برای توصیف وضعیت مکانی است که سطح منابع آب زیرزمینی به عنوان پیامد مستقیم خشکسالی، افت پیدا می کند. مسلماً کاهش بارندگی تأثیرات متفاوتی روی اجزاء مختلف چرخه هیدرولوژیکی مانند جریان رودخانه، آب زیرزمینی و ترکیب های بیوسفر مانند اکوسیستم های طبیعی و انسان دارد (هیسدال و تالاکسن، ۲۰۰۰: ۷۹).

زمانی که سیستم های آب زیرزمینی تحت تأثیر خشکسالی واقع می شود، ابتدا آبیگری و سپس سطح و در نهایت آبدهی سفره آب زیرزمینی کاهش پیدا می کند و خشکسالی آب زیرزمینی رخ می دهد (وان لائن و همکاران، ۲۰۰۰: ۵۱). کشور ایران با قرار گرفتن در منطقه خشک و بیابانی جهان با بارشی حدود یک سوم بارش جهانی (کردوانی، ۱۳۸۰: ۱۳۸) و نوسان های شدید مکانی و زمانی پدیده مذکور از جمله کشورهایی است که خسارات هنگفتی را از این تهدید طبیعی در گستره های مختلف به ویژه در طی دهه های اخیر دریافت نموده است. محدودیت منابع آب ناشی از رخداد خشکسالی های متوالی یکی از مهم ترین معضلات دشت تربت حیدریه است. با توجه به شدت و تداوم خشکسالی در طول دوره زمانی ۸۷ - ۱۳۶۷ و کاهش میزان نفوذ آب های سطحی به سفره های زیرزمینی، ارتفاع متوسط ماهانه سطح آب زیرزمینی در دشت مورد مطالعه دچار افت شدیدی شده است. در ماه هایی که شاخص SPI از روند افزایشی برخوردار بوده، ارتفاع سطح آب زیرزمینی دشت نیز افزایش و در ماه هایی که مقدار شاخص دچار کاهش می شود، ارتفاع سطح آب زیرزمینی نیز سیر نزولی یافته است. طی ۱۱ سال آبی (مهرماه سال ۱۳۶۷ تا شهریورماه سال ۱۳۷۸)، افت سطح آب زیرزمینی معادل ۳/۸۳ متر، در حالی که از مهرماه سال ۱۳۷۸ تا شهریورماه ۱۳۸۷ (۱۰ سال آبی) به دلیل شدت خشکسالی ها، این افت سطح آب ۹/۷۵ متر بوده است. متوسط افت سطح آب زیرزمینی دشت، سالانه به ۰/۳۳ متر در ۱۱ سال اول و در ۱۰ سال بعد از آن به

دلیل تداوم خشکسالی های هیدرولوژیک سالانه معادل ۰/۹۲ متر بوده است. هم چنین از مهرماه ۱۳۷۸ تا شهریور ۱۳۸۳ (۵ سال آبی) به دلیل شدت خشکسالی ها افت سطح آب ۵/۷۶ متر بوده که نسبت به دوره ۱۱ ساله (۷۸ - ۱۳۶۷) بیش از ۶۵٪ افزایش نشان می دهد. بنابراین افت سطح آب زیرزمینی دشت در طول دوره ۲۰ ساله حدود ۱۳ متر بوده که افت سالانه آن ۰/۶۵ متر برآورد می گردد. کاهش بارش ها و افزایش تعداد چاه های عمیق و نیمه عمیق در سطح دشت، دلیلی بر کاهش سطح آب زیرزمینی در منطقه است. افزایش روند خشکسالی های شدید و خاد در سطح منطقه منجر به بهره برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی به صورت حفر چاه های عمیق شده است. این مسأله با افزایش ناگهانی حفر چاه های عمیق طی خشکسالی های دوره ۸۸ - ۱۳۸۵ قابل توجه است. از طرفی خشک شدن جریان های سطحی مانند رودخانه های کال سالار و شصت دره، فشار بیشتری را بر بهره برداری از منابع آب زیرزمینی وارد آورده است.

روند تغییرات تعداد چاه های عمیق و نیمه عمیق دشت تربت حیدریه بیانگر آن است که تعداد چاه ها در سال ۱۳۴۵ بالغ بر ۵۵ حلقه بوده که در سال ۱۳۶۰ به ۲۴۸، در سال ۱۳۷۴ به ۷۵۱ و در سال ۱۳۸۷ به ۱۴۲۰ حلقه افزایش یافته است. میزان تخلیه از ۸۸ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۶۰ به ۱۷۷ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۸۲ افزایش نشان می دهد. بنابراین عامل تأثیرگذار بر افزایش شدید حفر چاه ها، وقوع خشکسالی ها به ویژه در طی سال های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷ (به خصوص تمرکز آنها در محدوده شهر تربت حیدریه و شرق و جنوب شرق) بوده است.

نتایج

شناخت اثرات خشکسالی بر منابع و محیط پیرامون می تواند گام مهمی در مدیریت منابع آب باشد. خشکسالی در منطقه مورد مطالعه طی سه دوره ۶۸-۱۳۶۵، ۸۳-۱۳۷۹ و ۸۸-۱۳۸۴ از شدت بیش تری برخوردار بوده است. هم چنین در ماههای سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ شدت خشکسالی در مقایسه با سال های گذشته تداوم و شدت بیش تری داشته است. در مجموع کاهش سطح آب زیرزمینی و شاخص SPI در منطقه مطالعاتی دارای یک ارتباط مشترک و قوی است. از مهرماه سال ۱۳۷۸ تا شهریور ۱۳۸۳ به دلیل شدت خشکسالی ها، افت سطح آب زیرزمینی به ۵/۷۶ متر رسیده، ولی این کاهش در سال های آبی ۸۱ - ۱۳۸۰، ۸۲ - ۱۳۸۱، ۸۶ - ۱۳۸۵ و ۸۷ - ۱۳۸۶ افزایش بیش تری را در مقایسه با سال های گذشته نشان می دهد. میزان تخلیه از آبخوان دشت از طریق چاه ها که در سال ۱۳۶۰ (از کل تخلیه منابع آب زیرزمینی) حدود ۴۶/۱٪ بوده در سال ۱۳۸۲ این رقم به ۷۷/۸٪ افزایش یافته است. با توجه به نیاز روزافزون به منابع آب برای بخش کشاورزی و شرب در دشت تربت حیدریه، ملاحظه می گردد که حجم آب استخراج شده از مخزن از حجم آب ورودی به آن پیشی گرفته است و ادامه چنین روندی منجر به افت تراز آب زیرزمینی و کسری مخزن در منطقه شده است. چنین افت مستمر باعث تغییر کیفیت آب (شورشدن آب های زیرزمینی)، افزایش میزان EC و مقدار کلرآب در دشت شده است. به این ترتیب خشکسالی ها به طور مستقیم و غیر مستقیم بر کسری مخزن تأثیرگذار بوده اند. بنابراین با توجه به وقوع شرایط خشکسالی به عنوان یک ویژگی جدایی ناپذیر در منطقه و روند افزایش تقاضا برای منابع آب در زمینه های مختلف کشاورزی، شرب و صنعت همزمان با کاهش مداوم در سطح ایستابی در دشت تربت حیدریه باید انتظار شرایط وخیمی را در وضعیت منابع آب این منطقه داشت. با این شرایط رخداد دوره های خشکسالی متناوب در منطقه، لزوم مدیریت قوی در استفاده از منابع آب زیرزمینی را به ویژه در دوره های خشکسالی پر رنگ تر می کند. به هر حال برای جلوگیری از افت شدید سطح آبهای زیرزمینی در دشت مورد مطالعه، بهینه سازی در مصرف آب در بخش های مختلف کشاورزی امری بسیار ضروری است.

منابع :

- ۱- استاندارد خراسان رضوی (۱۳۹۱)؛ معاونت برنامه ریزی، گروه نقشه و GIS.
- ۲- حجازی زاده، زهرا و جوی زاده، سعید (۱۳۸۹)؛ مقدمه ای بر خشکسالی و شاخص های آن، انتشارات سمت، تهران.
- ۳- خوش اخلاق، فرامرز، رنجبر، فیروز، طولابی، سجاد، مقبل، معصومه و معصوم پور سماکوش، جعفر (۱۳۸۹) بررسی خشکسالی در سال آبی ۸۷ - ۱۳۸۶ و اثرات آن بر منابع آب و کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان مرودشت)، فصلنامه پژوهشی جغرافیا، شماره ۲۴.
- ۴- خوشحال، جواد، غیور، حسنعلی و مرادی، مسعود (۱۳۹۱)؛ بررسی تأثیر خشکسالی بر آبهای زیرزمینی در حوضه ی آبی دهگلان- کردستان، فصلنامه پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۹، صص ۱۹-۳۶.
- ۵- رضائی، طیب، دانش کار آراسته، پیمان، اختری، روح انگیز و تقفیان، بهرام (۱۳۸۶)؛ بررسی خشکسالی های هواشناسی در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکوف، مجله تحقیقات منابع آب ایران، شماره ۱، صص ۷۶-۸۶.
- ۶- سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۹)، داده ها و آمار ایستگاه سینوپتیک تربت حیدریه.
- ۷- شرکت سهامی آب منطقه ای شهرستان تربت حیدریه (۱۳۸۹)، اطلاعات و آمار منابع آب زیرزمینی دشت زاوه تربت حیدریه.
- ۸- شکبیا، علیرضا، میرباقری، بابک و خیری، افسانه (۱۳۸۹)، خشکسالی و تأثیر آن بر منابع آب زیرزمینی در شرق استان کرمانشاه با استفاده از

شاخص SPI، فصلنامه جغرافیا، شماره ۲۵.

۹- قویدل رحیمی، یوسف (۱۳۸۴): آزمون مدل های ارزیابی خشکسالی و ترسالی برای ایستگاه های استان آذربایجان شرقی، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳، صص ۵۱۷-۵۳۰.

۱۰- کردوانی، پرویز (۱۳۸۰)، خشکسالی و راه های مقابله با آن در ایران، انتشارات دانشگاه تهران.

11- Calow, R, Robins, N., Macdonald, A., Nicol, A. (1999), *Planning for groundwater drought in Africa*. In: *Proceedings of the International Conference on Integrated Drought Management: Lessons for Sub-Saharan Africa*. IHP - V, Technical Documents in Hydrology.

12- Hayes, M. J, Svoboda, M. D, Wilhite, D. A, and Vanyarkho, O. V. (1999), *Monitoring the 1996 Drought using the Standardized Precipitation index*. Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 80.

13- Hisdal, H and Tallaksen, L. M. (2000), *Drought Event Definition*, Technical Report No. 6, Assessment of the Regional Impact of Droughts in Europe, Department of Geophysics, University of Oslo, Blindern, Norway.

14- Khan, S., Gabriel, H. F., Rana, T., (2008), *Standard Precipitation index to track drought and assess impact of rainfall on watertables in irrigation areas*, irrig drainage syst, 159-177.

15- Kogan, F. N. (1997) *Global Drought Watch from Space*. Bulletin of the American Meteorological Society. 78 (4), 621-636.

16- Lloyd - Hughes, B., and Saunders, M. A. (2002), *Drought Climatology for Europe*. Int. Journal of Climatology.

17- McKee, Thomas B, Doesken, Nolan J, Kleist, John (1993), *The relationship of drought frequency duration to time scales*, Eighth conference on applied climatology. Department of Atmospheric science Colorado state university Fort Collins.

18- Mendicino, G., Alfonso, S., Pasquale, v., (2008), *A Groundwater Resource Index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a Mediterranean climate*, Journal of Hydrology.

19- Nathaniel, B. and Guttman, B., (1998), *Comparing the Palmer Drought Index and the Standardized Precipitation Index* Journal of American Water Resources Association.

20- Paulo, A. A., Ferreira, E., Coelho, C. and Pereira, L. S., (2005), *Drought Class transition analysis through Markov and log liner models, an approach to early warning*. Agriculture water management.

21- Shahid, S., Hazarika, M. K., (2009) *Ground Water Drought in the Northwestern Districts of Bangladesh*, Water Resour Manage, No. 24, PP. 1989-2006.

22- Subash, N., H. Ram, Mohan, Banukumar, (2011) *Comparing water-vegetative indices for rice (Oryza sativa L)-Wheat (Triticum aestivum L) Drought Assessment*. Computers and Electronics in Agriculture, XXX, 1-13.

23- Tsakiris, G., and Vangelis, H., (2004), *Towards a drought watch system based on spatial SPI*. Water Resources Management.

24- Tweed, S., Leblanc, M., Cartwright, I., (2009) *Ground Water-Surface Interaction and the Impact of a Multi-Year Drought on lakes condition in South-Australia*, Elsevier, No. 379, pp. 41-53.

25- Van Lanen, H. A. J., Peters, E., (2000), *Definition, effects and assessment of groundwater droughts*. In: Vogt, J. V., Somnig, F. (Eds.), *Drought and Drought Mitigation in Europe*. Kluwer, Dordrecht.

26- Zekai, S., and Eljadid, A., (1999), *Rainfall distribution function for Libya and rainfall prediction*, J. Hydrological Sciences.

بررسی بحران آب در منطقه اردستان از طریق شناسایی مناطق آبخیز با هدف ارائه راهکارهای مدیریتی

فهیمة سادات کشفی

کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه تهران Kashfigeo68@ut.ac.ir

۱-مقدمه

بیش از نیمی از مساحت ایران را اراضی خشک و فرا خشک در بر گرفته است. نقصان رطوبت در این مناطق از یک سو باعث کاهش تنوع زیستی و از سوی دیگر باعث کاهش پوشش گیاهی شده است. پایین بودن بارش تا حدی باعث کمبود فرسایش آبی در این مناطق شده است. از ویژگیهای بارز مناطق خشک و نیمه خشک وجود جریان موقتی و طغیانی سیلابی در آبراهه ها و خشک رودهایی به نام مسیل است. غالب مراکز جمعیتی در چنین مناطقی در مکانهایی نظیر اراضی پایکوهی، مخروط افکنه ها، رسوبات ضخیم و دشتهای آبرفتی قرار گرفته اند. بنابراین در معرض دبی های مخرب سیلابی خروجی از حوضه های آبخیز کوهستانی بالادست خود می باشند. شهر اردستان در استان اصفهان با قرارگیری در دشت اردستان در معرض هجوم سیلابی است که در مسیر خود به سوی کویر دق سرخ این شهر و تأسیسات آن را به انحاء مختلف تحت تأثیر قرار می دهند. این شهر با توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی خود که در یک منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده و به دلیل واقع شدن حوضه های آبخیز کوهستانی در بالادست آن هر از چند سال مواجهه با وقوع سیلاب و خطرات ناشی از آن است. کلیبرگ (۱۹۹۶) در بررسی سیلابهای شدید به این نتیجه رسید که غیر از حالت های محدود، سیلاب های شدید که در حوضه های بزرگ حادث می گردد در نتیجه بارندگی بوده و تأثیر انسان در منطقه (پوشش گیاهی، خاک توپوگرافی و بستر رودخانه) از اهمیت کمتری برخوردار بوده است. کادیر (۱۹۹۶) اطلاعات مربوط به هیدرولوژی و عوامل مختلف موثر بر تولید هرزآب را در ۴۳ حوضه جمع آوری نمود. این حوضه ها در مناطق مختلف از نظر میزان بارندگی واقع بودند. با ارائه یک رابطه منطقی بین میزان بارندگی و هرز آب متوسط سالیانه حوضه های مورد بررسی را در دو گروه طبقه بندی نمود.

۲-مواد و روش ها:

۲-۱-موقعیت منطقه:

شهرستان اردستان با مساحت ۱۱۵۹۱ کیلومتر مربع و جمعیتی بالغ بر ۴۵۱۵۰ نفر در فاصله ۱۱۸ کیلومتری شمال شرق مرکز استان اصفهان قرار دارد. این شهرستان از ۲ بخش، ۳ شهر، ۷ دهستان و ۳۰۶ روستای دارای سکنه تشکیل گردیده. مرکز این شهرستان شهر اردستان است. از نظر موقعیت جغرافیایی شهرستان اردستان در فاصله بین ۵۱ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی از نصف النهار قرار دارد. (شکل شماره ۱) دشت اردستان عموماً توسط ارتفاعاتی احاطه شده است که عمدتاً از سنگ های رسوبی آهکی، ماسه سنگی و سنگ های آذرین تشکیل شده است. میانگین بارش سالانه ناحیه ۱۴۷ میلیمتر می باشد که از آذر ماه شروع و در فروردین ماه خاتمه می یابد. متوسط دمای سالانه منطقه ۱۵/۶ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی آن ۳۵/۷٪ می باشد (گزارش آمار هواشناسی ۱۳۸۳-۱۳۴۹). تغییرات زمانی و مکانی رطوبت نسبی نشان می دهد که بیشترین تغییرات در ماه های دی و آذر و کمترین آن در ماه های خرداد و شهریور روی می دهد (سازمان آب منطقه ای اصفهان، ۱۳۸۴: ۶۰-۱). رودخانه اردستان به عنوان زهکش اصلی منطقه است که کلیه آب های منطقه به این آبراهه ختم می گردد و این رود کلیه آب های سطحی و زیرزمینی دریافتی از مناطق پائین دست را با جهات اصلی جنوب - شمال و جهات فرعی شرق - غرب و غرب - شرق به سمت رودخانه اصلی هدایت می کند. ارتفاعات مهم منطقه شامل کوه برون با ارتفاع ۲۱۱۲ متر و کوه زردنگه با ارتفاع ۲۰۴۳ متر در جنوب غرب، کوه آرند با ارتفاع ۲۰۱۰ متر و کوه شهریار با ارتفاع ۲۴۹۰ متر در جنوب می باشد.



شکل ۱-موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان و شهرستان اردستان

۲-۲ مراحل تحقیق:

مرحله اول: جمع آوری اطلاعات و آمار

در این مرحله با توجه به بخش های مختلف مطالعه مبادرت به جمع آوری اطلاعات و آمار مورد نیاز گردید. منابع اطلاعات موارد ذیل می باشند:

- ۱- نقشه های توپوگرافی، عکسهای هوایی، ماهواره ای و نقشه شهری اردستان، نقشه زمین شناسی، نقشه خاک منطقه، نقشه شبکه هیدرولوژی، نقشه کاربری اراضی
- ۲- اطلاعات و آمار ادارات و دستگاههای اجرایی مرتبط با موضوع نظیر اداره کل هواشناسی، سازمان آب منطقه ای، سازمان مدیریت و برنامه ریزی،
- ۳- بررسی منابع و گزارشات انجام شده در منطقه مورد بررسی از طریق پرسش نامه
- ۴- بازدیدهای صحرایی و مطالعات میدانی در زیر حوضه ها و روستاهای اطراف منطقه

مرحله دوم: پردازش اطلاعات

در این مرحله نیز اطلاعات جمع آوری شده در هر بخش به کمک نرم افزارهای رایانه ای مربوط پردازش گردید و شاخصهای مربوط مورد نیاز در تجزیه و تحلیل و ارائه طرح استخراج گردید. نرم افزارهایی که در بخشی از مطالعات استفاده گردیده شامل نرم افزارهای ArcviewGIS-Arcmap-Excel می باشد.

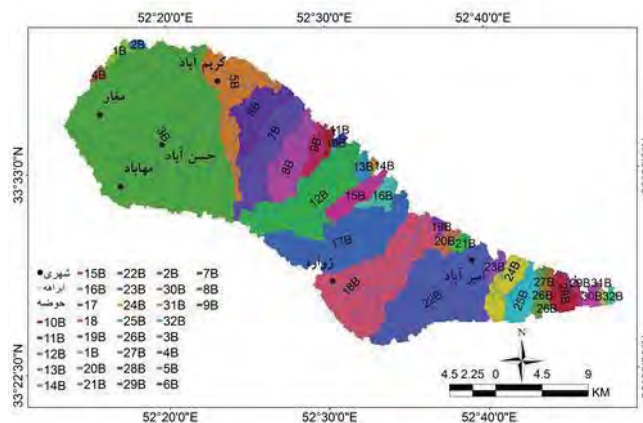
مرحله سوم: تجزیه و تحلیل اطلاعات و ارائه طرح

در این مرحله با توجه به سیستم هیدرولوژی منطقه و شاخص های مؤثر بر ایجاد یا تشدید آن نقش این عوامل بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و با توجه به آزمون سعی و خطا مناسبترین طرح در جهت هدایت و دفع آبهای سطحی برای جلوگیری از کمبود آب منطقه ارائه گردید.

۳-۱ یافته ها:

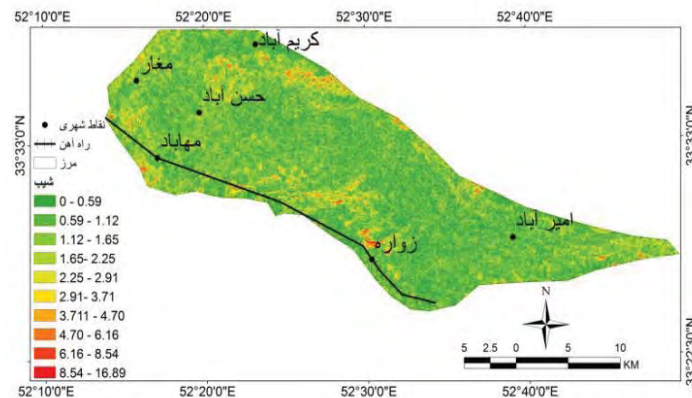
۳-۱-۳ بررسی شبکه هیدرولوژی منطقه

آبراهه های زیر حوضه های منطقه اردستان شکل همگرا داشته و دارای جهات جنوبی شمالی است. نوع شبکه هیدرولوژی منطقه اردستان از نوع موازی می باشد. همچنین در مناطق شمالی که توپوگرافی منطقه زمین های پست بوده خروجی های شبکه هیدرولوژی را شاهد هستیم. با توجه به نقشه ژئومورفولوژی و بررسی مخروط افکنه ها در شمال منطقه مشخص شد که گسترش شبکه های آب از جنوب به سمت شمال منطقه سبب تشکیل مخروط افکنه های این مناطق شده است.



شکل ۲- نقشه هیدرولوژی منطقه و زیر حوضه ها

شیب متوسط کل ناحیه مورد مطالعه ۲ درصد می باشد و این گویای شدت فرسایش می باشد و از نظر مسائل اقتصادی و انسانی دارای اهمیت می باشد.



شکل ۳- نقشه شیب منطقه اردستان

جدول ۱- مشخصات کلی زیرحوضه های شهری اردستان (ua)

شیب %	طول آبراهه اصلی (m)	ارتفاع حداقل	ارتفاع حداکثر (m)	مساحت (هکتار)	محیط (متر)	زیرحوزه
2.18	1950	1252.30	1294.8	25.11	4285.21	ua1
1.89	1500	1253.00	1281.3	48.96	3380.4	ua2
2.50	700	1235.50	1253	16.19	1856.73	ua3
2.58	810	1232.70	1253.6	26.02	2154.47	ua4
1.79	750	1241.40	1254.8	27.85	2165.25	ua5
2.23	1500	1213.60	1247	74.28	4120.61	ua6
1.52	1200	1217.40	1235.6	30.02	2897.44	ua7
1.73	1820	1204.00	1235.4	76.02	4779.8	ua8
1.91	1030	1224.60	1244.3	39.23	2544.06	ua9
1.91	670	1216.60	1229.4	20.51	1803.62	ua10
1.84	1010	1200.00	1218.6	30.24	2596.36	ua11
2.73	670	1183.50	1201.8	25.70	2102.57	ua12
1.82	620	1206.10	1217.4	36.94	2186.48	ua13
2.84	810	1194.10	1217.1	23.85	2551.02	ua14
2.06	2560	1174.00	1226.7	43.96	6451.6	ua15

۴- بحث و نتایج:

با توجه به مطالب ارائه شده در قبل (که به علت محدودیت صفحات بطور خلاصه بیان گردید) می توان به دیدی روشن و مبتنی بر محاسبات علمی و مد نظر قرار دادن مفروضات مهندسی از وضعیت هیدرولوژیکی شهر اردستان و زیرحوضه های آبخیز مشرف و تاثیرگذار بر آن دست یافت به نحویکه این امر به برنامه ریزان و تصمیم گیران شهری نظیر شهرداری این امکان و توانایی را میدهد که در اجرای پروژه های عمرانی و توسعه ای کلیه موارد را بویژه در میحث سیستم حرکت آبهای سطحی مدنظر قرار دهند. در این مطالعه با تقسیم بندی شهر و زیرحوضه های بالادست به واحدهای هیدرولوژیکی کوچکتر و قابل مطالعه بصورت دقیقتر، کوشش گردید تا با شناخت و تعیین ویژگیهای کلی تاثیرگذار در ساختار شبکه های جمع آوری، شیب منطقه، سطوح ارتفاعی، زمین شناسی منطقه، به نحو مناسبی برای هر مجرا و مقطع متناسب با دبی خروجی مقاطع هندسی مناسب ارائه شود.

تبعات و تأثیرات سیلابها و روانابهای مسیلهای منطقه بر کالبد شهری:

- ۱- ایجاد خسارت به مناطق مسکونی به دلیل هجوم سیلاب و روانابهای سطحی
- ۲- تجمع آب در سطح معابر و میادین شهر و ایجاد ناخرسندی برای مردم از جهت ایجاد وقفه در آمد و شد ساکنین.
- ۳- افزایش هزینه های پاکسازی و جمع آوری آبهای سطحی در نقاط تجمع آب در مواقع بارندگی.

۴- وجود حوضه های آبخیز در محدوده جنوبی و جنوب غربی شهر که خروجی آنها منتهی به مجاورت با بعضی از معابر اصلی شهر و یا بافت شهری می شود.

۵- عدم توجه به مسائل هیدرولیکی جریان و ایجاد موانع در مسیر جریان

۶- عدم توجه به شیب بندی مناسب معابر و کانالهای انتقالی دفع آبهای سطحی گردد

منابع :

- ۱- خلیفه و همکاران، ۱۳۸۶، روش پردازش تصاویر ماهواره و تحلیل باد در شناسایی منابع ماسه تپه‌های ماسه‌ای (منطقه مطالعاتی اردستان)، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۴، شماره ۲، ص ۲۰۴-۲۲۱.
 - ۲- دهواری، عبدالحمید، ۱۳۷۳، بررسی رسوبات بادی در سراوان بلوچستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه احیای مناطق - مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
 - ۳- گزارش سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان، ۱۳۸۴،
 - ۴- گزارش هواشناسی محدوده شهر اردستان. ۱۳۸۳
 - ۵- گزارش سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۸
 - ۶- نصری مسعود، عمادی جلیل، مرادی یوسف، شناسایی شبکه مسیلهای تأثیرگذار بر شهر اردستان با هدف ارائه راهکارهای مدیریتی و پیشنهاد سازه‌های اجرایی، مجله الکترونیکی عمران، تابستان ۸۶
 - ۷- مقیمی، ابراهیم، (۱۳۶۸) تحول ژئومورفولوژی بیابان شرقی اردستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران ص ۱۲۵
 - ۸- رجایی، عبدالحمید (۱۳۶۹)، آب و هوا شناسی، انتشارات نیا
- 1- Kleeberg, H. b., **Extreme Floods-Causes and Influences.**
- 2-Cadier. E. , Small Watershed Hydrology in Semi-Arid North Eastern Brazil Basin Topography and Transposition of Annual Runoff Data, Journal of Hydrology, 182:117-141, (1996).

بررسی هیدروژئومورفولوژی حوضه رودخانه شور و نقش آن در مدیریت منابع آبی منطقه

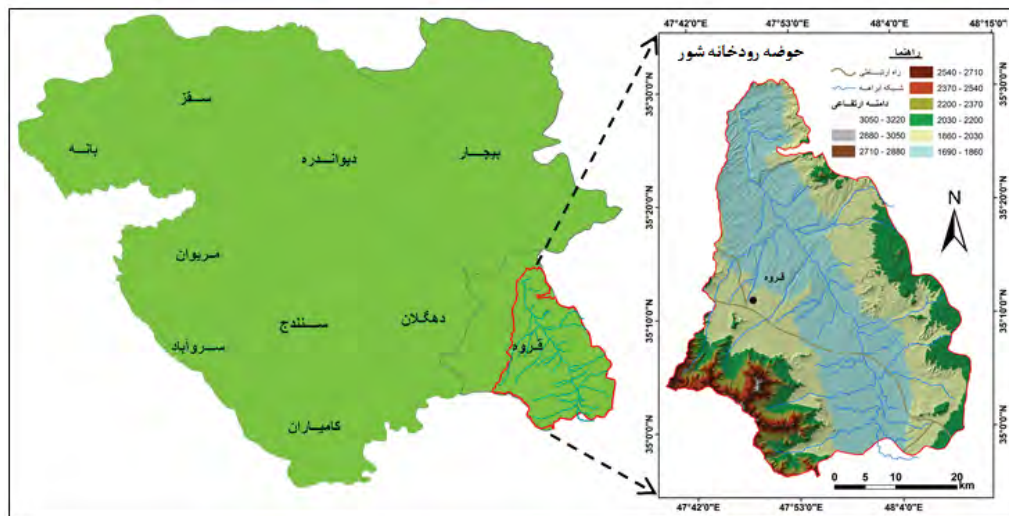
^۱ حمید گنجائیان، ^۲ انور مرادی

^۱ دانشجوی ارشد هیدروژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، hamid.ganjaeian.69@gmail.com

^۲ دانشجوی ارشد هیدروژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، Anvar.moradi@ut.ac.ir

۱- مقدمه و منطقه مورد مطالعه

علم هیدروژئومورفولوژی به مطالعه‌ی اشکال ناهمواری‌های ناشی از عمل آب به ویژه رودخانه‌ها می‌پردازد. شناخت و تبیین عوامل هیدروژئومورفولوژیک و عملکرد آنها روی سطح ساختمانی اولیه در حوضه‌های آبریز همچنین تهیه نقشه‌های کاربردی در راستای شناخت و مدیریت محیط به ویژه مدیریت منابع آب اهمیت زیادی دارد. مهمترین ویژگی مدیریت علمی منابع آب، ارتقای سطح برنامه‌ریزی موضوعی و محلی به سطح حوضه‌های آبریز رودخانه‌ها و برنامه‌ریزی جامع ملی و حتی فرا ملی می‌باشد. به همین دلیل امروزه نگرش جامع و نظام‌مند با طرح اصول و قواعد به هم پیوسته و همگرایی مدیریت آب از اهمیت ویژه‌ای بیش از پیش برخوردار گردیده است (لرستانی و همکاران، ۱۳۸۹). مدیریت بهینه آب حوضه‌ها نیازمند مدیریت سیستمی است و آب را از زمان بارش تا لحظه ورود به سد یا آبریز تحت کنترل دارد. بنابراین، به تمامیت و یکپارچگی آب بستر، کناره رود و سواحل، سرچشمه و پایاب هر رودخانه و نیز بر مؤلفه‌های بیولوژیک حوضه رودخانه‌ها و در نهایت، ساختار سازمانی مدیریت حوضه اداره کننده آن توجه عمیق دارد (مقیمی، ۱۳۸۷، ۱۸۹). اندیشمندان معتقدند، بحران آب را نه در ارتباط با کمبود آب، بلکه در مدیریت بد آب باید دید (Ghazi, 2002). در زمینه مباحث هیدروژئومورفولوژی منطقه تحقیقات علمی و آکادمیک صورت نگرفته و یا در صورت وجود قابل دسترس برای نگارندگان نبوده است با این اوصاف به برخی از منابع در دسترس اشاره می‌شود: هیالمارسون و همکاران (۱۹۹۸) باتوجه به فرسایش کناری سواحل و بستر رودخانه‌ها و ته نشست رسوبات در هنگام وقوع و فروکش جریان سیل، ضوابط مورد نظر در پهنه‌بندی و مدیریت منطقه مورد مطالعه و مناطق مشابه را ارائه نمودند. کودنس و همکاران (۲۰۰۴) در یک تحقیق به بررسی رابطه بین پارامترهای ژئومورفولوژیک و هیدروگراف واحد از طریق توزیع پارامتری گاما نموده و به این نتیجه رسیدند که بین ژئومورفولوژی یک حوزه آبخیز و پاسخ هیدروژئولوژیک آن یک رابطه مستقیمی وجود دارد. یمانی نازآفرین (۱۳۹۱) بر مبنای تاثیرگذاری عوامل هیدروژئومورفولوژیک توسعه فیزیکی بندر کیشهر را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بالا بودن آب زیرزمینی سستی و ناپایداری خاک از عوامل محدودیت ساخت و ساز در این محدوده می‌باشد. ثروتی و همکاران (۱۳۸۷) هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز رودخانه ليله جوانرود را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که قدرت و سرعت جریانات سطحی همراه با سازندهای سست و فعالیت‌های انسان باعث تکوین اشکال فرسایشی آب به میزان زیاد شده است. محمودی و اسماعیلی (۱۳۸۳) هیدروژئومورفولوژی کاشان را با هدف تاثیر آن در آمایش سرزمین بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با استفاده صحیح از آبهای سطحی و ذخیره ی آنها می توان از ایجاد پدیده ی شوره زار جلوگیری کرد. نصیری و منوری (۱۳۹۰) با استفاده از رویکرد هیدروژئومورفیک کارکردهای اکولوژیک اکوسیستم میان کاله را ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که تالاب میان کاله دارای وضعیت قابل توجهی از نظر کارکرد اکولوژیک می‌باشد. هدف اصلی این پژوهش بررسی عوامل هیدروژئومورفولوژی و نقش آن‌ها در مدیریت منابع آب در حوضه رودخانه شور می‌باشد که نقاط مسکونی پرجمعیتی از جمله شهر قروه در آن واقع شده‌اند. رودخانه شور بزرگترین و پرآب‌ترین سرشاخه‌های رودخانه تلوار در شهرستان قروه واقع در شرق استان کردستان است که سرچشمه اصلی آن ارتفاعات بدر و پریشان و دره بزرگ میهم است. این رودخانه پس از جاری شدن در جهت جنوب شرقی- شمال غربی در روستاهای شادی آباد و عبدالله آباد به رودخانه تلوار می-ریزد و سپس به قزل اوزن می پیوندد. حوضه رودخانه شور دارای مساحتی در حدود ۱۸۹۳ کیلومتر مربع می‌باشد. موقعیت جغرافیایی آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کردستان

۲- مواد و روشها

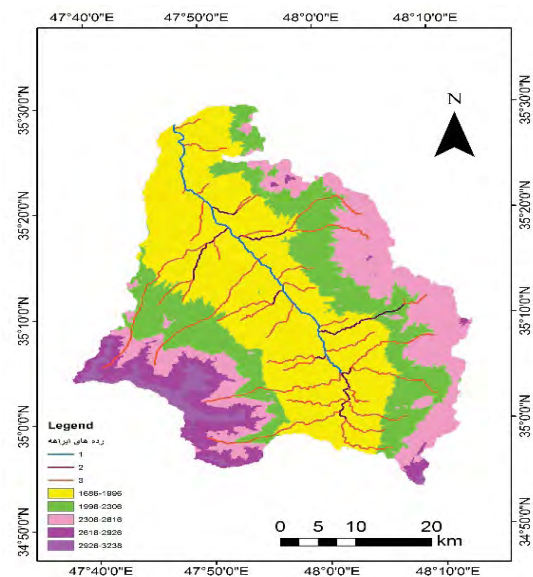
داده‌های مورد نیاز از قبیل داده‌های زمین‌شناسی، اقلیمی، خصوصیات ژئومورفیک، شکل هندسی و هیدروگرافی، داده‌های مدیریتی حوضه و رودهای آن به روش‌هایی از قبیل روش مشاهده‌ای، میدانی و کتابخانه‌ای جمع‌آوری و و با استفاده از نرم‌افزارهای ARC GIS9.3 و WMS9.1 بصورت همدید و یکپارچه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. روش تحلیل در این پژوهش بصورت سیستمی است چرا که رویکرد تحلیل سیستمی حوضه رودخانه‌ها، نسبت به دیگر مدل‌ها از مزیت بالاتری برخوردار است و در مواردی از روش علی و بعضاً هم از روش توصیفی استفاده شده است. فرایند انجام پژوهش در این تحقیق شامل موارد زیر می‌باشد: جمع‌آوری داده و اطلاعات، مطالعات میدانی، ایجاد لایه‌های اطلاعاتی و تطبیق آنها با واقعیت و تجزیه و تحلیل آنها به منظور بررسی خصوصیات هیدروژئومورفولوژی حوضه. در این تحقیق ابتدا با استفاده از نرم افزار WMS9.1 حوضه مورد مورد مطالعه، شبکه زهکشی و پارامترهای فیزیکی و هندسی حوضه استخراج شده است و سپس با استفاده از نرم افزار ARC GIS9.3 سایر لایه‌های اطلاعاتی و خروجی‌های مورد نیاز تهیه شده است. همچنین برای آگاهی از ویژگی‌های اقلیمی حوضه از آمار ایستگاه‌های هواشناسی قروه، بیجار و سنندج طی سالهای (۲۰۱۰-۱۹۹۰) استفاده شده است. در نهایت از طریق بازدیدهای میدانی نتایج به دست آمده کنترل و با واقعیت تطبیق داده شد.

۳- بحث و نتایج

حوضه آبریز رودخانه شور با توجه به موقعیت جغرافیایی خود جزء مناطق کوهستانی است که چشم انداز غالب آن را واحد تپه ماهور در بر گرفته است. این حوضه در زون سنندج-سیرجان واقع گردیده که جزء ناآرام‌ترین و به عبارتی فعال‌ترین زون‌های ساختمانی ایران به شمار می‌آید (درویش زاده ۱۳۷۰). قدیمی ترین سنگ‌های مشاهده شده در منطقه اسلیت و ولکانیک‌های کرتاسه هستند و سنگ‌های جوانتر بیشتر آهک‌های میوسن می‌باشند که با یک پی کنگلومرایی بر روی آنها قرار گرفته و بلندترین ارتفاعات منطقه را تشکیل داده‌اند و جدیدترین سازندها شامل بازالت‌ها و رسوبات آبرفتی و رودخانه‌ای است. از نظر اقلیم نیز دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد می‌باشد. در این نوع اقلیم رژیم بارندگی دارای اهمیت بوده و معرف این نوع اقلیم زمستان‌های بارانی و مرطوب و تابستان‌های خشک است. میزان متوسط بارندگی سالیانه حدود ۳۰۰ میلی‌متر می‌باشد که نه تنها در فصول مختلف بلکه طی سال‌های متمادی نیز از افت و خیز شدیدی برخوردار است. بر طبق آمار هواشناسی ایستگاه قروه حداکثر دما در منطقه در مرداد ماه به ۳۲ درجه سانتی‌گراد و حداقل دما در بهمن ماه به ۳- درجه سانتی‌گراد می‌رسد و میانگین رطوبت سالیانه ۴۷ درصد می‌باشد. شبکه جریان‌های سطحی از به هم پیوستن نخ آبها، آبراهه‌ها و رودخانه‌های داخل حوضه آبریز تشکیل می‌شود. تراکم شبکه آرایش آبراهه‌ای و الگوهای کلی آن چنانچه ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی نباشد، از نظر ژئومورفولوژی به ویژه در تعیین فرایندهای فرسایشی دارای اهمیت زیادی است. مطالعه این الگوها، اطلاعات با ارزشی در مورد میزان نفوذپذیری، جنس سنگ یا مقاومت آن‌ها و ساختمان زمین‌شناسی در اختیار ما قرار می‌دهد (رامشت، ۱۳۸۹). از بین روش‌های رتبه‌بندی شیوهی معمول استرالر در درجه‌بندی آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است (شکل ۲). سپس تعداد انشعاب هر کدام از رده‌ها و طول مجموع آبراهه‌ها محاسبه شده است و براساس آن نسبت انشعاب و تراکم زهکشی حوضه بدست آمده است (جدول ۱). تعداد انشعابات و تراکم بر میزان گسترش شبکه هیدروگرافی دلالت دارد که تابع ویژگی‌های توپوگرافی، مورفولوژیک و زمین‌شناسی است. تعداد شاخه‌ها در شمال حوضه خیلی کمتر از جنوب آن است. در واقع عامل لیتولوژی مانع گسترش شبکه هیدروگرافی در بخش‌های شمالی منطقه مورد مطالعه شده است. در بررسی‌های هیدرومورفولوژیک بررسی شکل حوضه از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین با به دست آوردن شکل علاوه بر مشخص نمودن وضعیت فرم هیدرومورفولوژی می‌-

توان به تاثیر شکل آن‌ها در فرایندهای وابسته نیز پی‌برد، شکل حوضه‌ها بر روان آب سطحی و هیدروگراف سیل خروجی از حوضه تاثیر گذار بوده و بسته به شکل حوضه تداوم سیل و وضعیت دبی اوج متفاوت خواهد بود. برای شناخت شکل حوضه ضرایب گراویلیوس، نسبت کشیدگی، عامل شکل حوضه، فاکتور شکل، قطردایره معادل و مستطیل معادل استخراج شده است (جدول ۲). ارتفاع متوسط حوضه یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر اقلیم حوضه می‌باشد، در مناطق مرتفع میزان بارش بیشتر از مناطق پست است و در ارتفاعات بارش اغلب به صورت برف می‌باشد به علاوه با داشتن ارتفاع متوسط حوضه می‌توان مقادیر بارش، دما و تبخیر را در سطح حوضه تخمین زد به همین دلیل برای بررسی وضعیت ارتفاعی حوضه نقشه سطوح ارتفاعی تهیه شده که بر طبق آن ارتفاع متوسط حوضه از سطح دریا ۱۹۶۴ متر می‌باشد (شکل ۲). بخش‌های جنوب غربی و همچنین شرق حوضه دارای شیب بیشتری نسبت به سایر قسمت‌ها هستند.

در دامنه‌های با جهت شمالی در جنوب حوضه آبراهه‌های عمیقی ناشی از بارش‌های رگباری و همچنین ذوب ناگهانی برف به چشم می‌خورد (شکل ۳) که پیوستن این آبراهه‌ها به همدیگر از جنوب حوضه به طرف شمال زهکش اصلی حوضه را تشکیل داده‌اند. شبکه زهکشی با حمل مواد رسوبی موجود در حوضه باعث به وجود آمدن پدیده‌های هیدروژئومورفیک از جمله مخروطه افکنه‌ها شده است که به عنوان مهمترین پدیده‌های فرسایشی به شمار می‌آید و از لحاظ آب زیرزمینی حائز اهمیت است. در مجاورت دامنه شمالی کوه‌های جنوب حوضه مخروط افکنه‌هایی شکل گرفته است که قاعده آنها به دشت درج ختم شده است. رسوبات آن از رأس مخروطه افکنه که درشت دانه است به سمت قاعده ریزتر می‌شود و در مجموع از مناطق اصلی کشاورزی منطقه محسوب می‌گردند. از پدیده‌های دیگر هیدروژئومورفولوژی می‌توان از پادگانه‌های آبرفتی نام برد. این پادگانه‌ها و مخروطه افکنه‌ها نقش مهمی در تامین منابع آبی و مکان‌گزینی کانون جمعیتی در منطقه ایفا کرده‌اند. قدرت و سرعت جریان‌ات سطحی همراه با سازندهای سست و فعالیت‌های انسان به ویژه در امتداد رودخانه شور، باعث تکوین اشکال فرسایشی آب به میزان زیاد شده است. با وجود این وقوع سیلاب‌های ناگهانی و فرسایش شدید خاک عمدتاً به واسطه عدم آگاهی از ظرفیت چرخه و نحوه و نوع کشت تشدید شده است. میزان فرسایش خاک به دلیل عدم کاربری صحیح و وقوع بارش‌های ناگهانی به ویژه در فصل بهار و پاییز موجب سیلاب‌های مخرب می‌شود که به زمین‌های زراعی روستاهای پایین دست خسارت وارد می‌کند. اقداماتی از قبیل تنگ کردن مجراها و اعمال مکانیکی نادرست باعث تشدید جریان‌ات سیلابی و تخریب باغات و مزارع و مشکلات اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن شده است. پیشگیری از فعالیت‌های انسانی نادرست که باعث تسریع فرسایش و تخریب منابع آب و خاک می‌شود امری ممکن و منطقی است.



شکل ۳: آبراهه‌های عمیق ناشی از بارش‌های رگباری در بالا دست حوضه

شکل ۲: نقشه طبقات ارتفاعی و شبکه آبراهه رتبه بندی شده

جدول ۱: رده بندی آبراهه‌ها، مقادیر طول آبراهه‌ها، تراکم زهکشی و نسبت انشعاب حوضه

نام حوضه	تعداد انشعاب رتبه ۱	تعداد انشعاب رتبه ۲	تعداد انشعاب رتبه ۳	مجموع طول آبراهه (کیلومتر)	نسبت انشعاب	تراکم آبراهه (کیلومتر)
رودخانه شور	۳۷	۸	۳	۴/۴۵۴	۳/۶۴۵	۰/۲۴۰

جدول ۲: فاکتورهای مؤثر در شکل حوضه مورد مطالعه

نام حوضه	مساحت (کیلومتر مربع)	محیط (کیلومتر مربع)	عامل شکل حوضه	ضریب شکل هورتون	ضریب فشرده‌گی	نسبت دایره ای	نسبت کشیدگی	مستطیل معادل	
								طول	عرض
رودخانه شور	۱۸۹۳/۲	۶۴۹/۵۳	۱/۴۵	۱/۳۹	۲/۱۴	۰/۲۲	۰/۵۵۷	۳۰۲/۷۳	۲۴/۴۱

۴- یافته ها

با توجه به مطالعات انجام شده به دلیل قدرت و سرعت جریان‌های سطحی همراه با سازندهای سست و فعالیت‌های انسان و عدم کاربری صحیح، وقوع بارش‌های ناگهانی به ویژه در فصل بهار و پاییز موجب سیلاب‌های مخرب و تشکیل اشکال فرسایشی آب به میزان زیاد شده و خسارت زیادی را به منطقه وارد کرده است. از طرفی دیگر مقدار آب موجود به ویژه در آبخوان‌ها به شدت در حال کاهش است. بنابراین مدیریت بهینه آب حوضه رودخانه شور نیازمند مدیریت سیستمی است و باید آب را از زمان بارش تا لحظه خروج از حوضه مدیریت کرد تا بتوان کمبود آب را در منطقه تا حد ممکن کاهش داد. مدیریت سیستمی و یکپارچه به جای مدیریت خطی و یک سوئگر، مطمئن‌ترین شیوه حفظ پایداری حوضه بوده و بکارگیری آن بر توسعه و امنیت اقتصادی - اجتماعی ساکنان خصوصاً بر توسعه پایدار تأثیر مطلوبی خواهد داشت. نکته مهم دیگر در زمینه مدیریت منابع آب این حوضه محدود کردن برداشت از چاه‌های کشاورزی در مجاورت چاه‌هایی است که در دشت آبرفتی درج آب مناطق شهری و روستاهای منطقه را تأمین می‌نمایند. همچنین درمحل خروجی آبراه‌ها با کنترل سیلاب‌های شیرین و مسدود کردن خروجی آبراه‌ها می‌توان حجم بالایی از آبها را در جهت تغذیه مصنوعی و افزایش نفوذ به کار گرفت. در نهایت برای کنترل، صرفه جویی و استفاده بهینه از منابع آب موجود بایستی ضمن ایجاد کانال‌های آبرسانی مدرن، سیمانی و سرپوشیده به مدیریت شبکه‌های آبرسانی موجود پرداخت تا هم از شدت فرسایش خاک کاسته شود هم از اتلاف آب جلوگیری به عمل آید.

۵- مراجع

- [۱] ثروتی، محمدرضا، لشکری، حسن؛ مومنی، اسدالله (۱۳۸۶)، هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز رودخانه لیل لیل جوانرود.
- [۲] درویش زاده، علی (۱۳۷۰)، زمین شناسی ایران، چاپ اول، انتشارات نشر دانش آموز وابسته به انتشارات امیر کبیر، تهران.
- [۳] رامشت، محمد حسین (۱۳۸۴): نقشه های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)؛ تهران؛ انتشارات سمت
- [۴] لرستانی، قاسم، شهریار، علی و حسین زاده، احمد (۱۳۸۹)، مدیریت منابع آب و نقش آن در توسعه پایدار (مطالعه موردی خراسان. شمالی- شهرستان جاجرم)، نخستین همایش توسعه شهری پایدار.
- [۵] محمودی، فرج الله، محمد اسماعیلی، زهرا (۱۳۸۲)، هیدروژئومورفولوژی کاشان و اثرات آن در آمایش سرزمین (با کاربرد تکنیک GIS).
- [۶] مقیمی، ابراهیم (۱۳۷۸)، ژئومورفولوژی و مدیریت منابع منطقه (حوضه) گلپایگان (رساله دکتری) دانشگاه تهران- دانشکده جغرافیا
- [۷] نصیر احمدی، کامران؛ منوری، سید مسعود (۱۳۹۰)، ارزیابی کارکردهای اکولوژیک اکوسیستم میانکاله با استفاده از رویکرد هیدروژئومورفولوژیک
- [۸] یمانی، مجتبی؛ ناز آفرین، بهنود (۱۳۹۱)، امکان سنجی توسعه فیزیکی کباشهر بر مبنای تأثیرگذاری عوامل هیدروژئومورفیک.
- [9] Cudennec, C., Y. Fouad, I. Sumarjo Gotot and J. Duchesne, 2004, A geomorphological explanation of the unit hydrograph concept Hydrol. Process. 18: 603-621.
- [10] Ghazi, I., 2002, Water resources management and Planing in Iran: the challenges of the third development plan, Research Bulletin / Isfahan University.
- [11] Hyalmarson, H. W. (1988). Flood Hazard Zonation in Aridland. Wesley Publishers.

شناسایی و بهره‌برداری از چشمه‌های آب شیرین زیردریایی مناطق کارستیک راهکاری برای تعدیل بحران آب

^۱ محسن پادباب، ^۲ علی اکبر نظری سامانی، ^۳ علی میرعربی

^۱ دانشجوی دکتری آب‌خیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، mpadyab@ut.ac.ir

^۲ دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، aknazari@ut.ac.ir

^۳ کارشناس پژوهشی موسسه تحقیقات آب، alimirarabi60@gmail.com

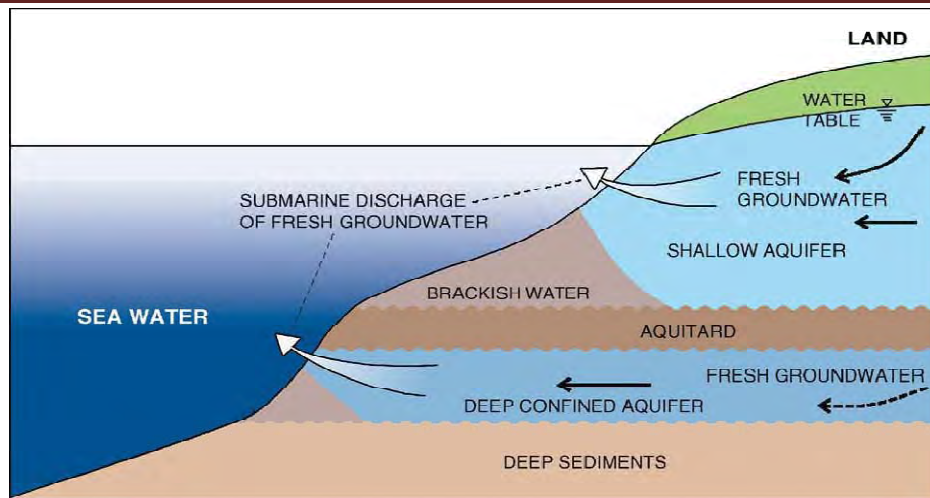
مقدمه

در حال حاضر بحران ناشی از کمبود آب یکی از اساسی‌ترین مسائل امروز و فردای جوامع بشری می‌باشد به طوری که بررسی‌های انجام شده بر روی منابع آب موجود در کره زمین نشان می‌دهد که منابع آب موجود محدود و غیرقابل جایگزین است. بخش عمده منابع آب کره زمین دارای کیفیت پایینی (شور) هستند و تنها ۲.۵ درصد آب‌های موجود شیرین است که حدود ۹۷ درصد از آن را یخ‌ها و برف‌های دائمی و آب‌های زیرزمینی فسیلی تشکیل می‌دهد و تنها حدود ۳ درصد از ۲.۵ درصد را آب‌های قابل تجدید در چرخه بارش و تبخیر تشکیل می‌دهد که آن نیز در اغلب موارد از نظر زمانی و مکانی با نیازها مطابقت ندارد (کمیت ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۷۹). این موضوع در کشور کم بارش ایران و به ویژه در نقاط جنوبی کشور کاملاً مشهود است. افزایش جمعیت و تغییر سبک استفاده از آب، به افزایش سرانه مصرف آن منجر شده است. خشکسالی‌های اخیر، همراه با یورش بخش کشاورزی به منابع آب سطحی جاری و ساکن (نظیر رودها و دریاچه‌ها) و زیرزمینی موجب کاهش آب رودها و خشکیدگی بسیاری از دریاچه‌ها شده است و زنگ خطر جدی نه تنها برای آب شرب بلکه برای ایجاد معضل بزرگ زیست محیطی به صدا درآمده است.

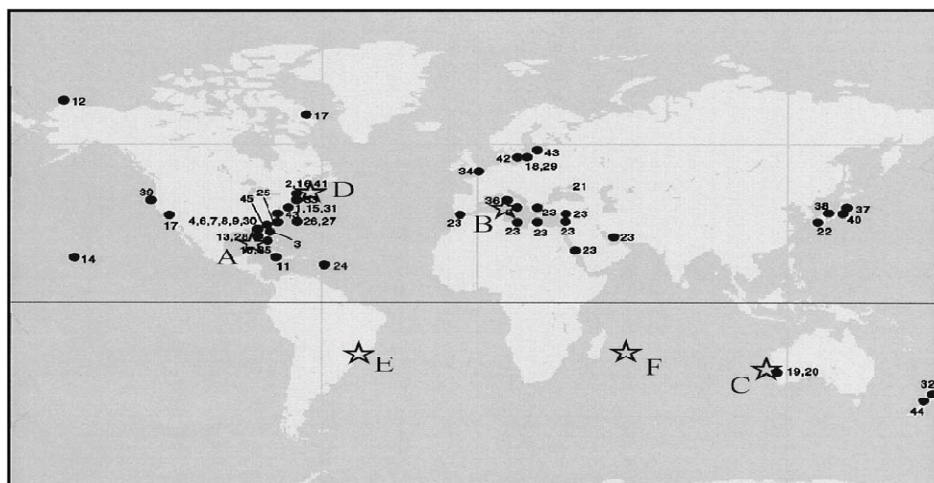
مساحت زیادی از خشکی‌های کره زمین را سنگ‌های آهکی قابل انحلال پوشانده است که نواحی کارستیک نامیده می‌شوند به طوری که فورد و ویلیامز (۲۰۰۷) تامین نیاز آبی حدود ۲۵ درصد از جمعیت جهان را از سیستم کارست تخمین زده‌اند. ۱۱ درصد از سطح ایران نیز توسط سازندهای کارستی پوشیده شده است به طوری که بیشترین فراوانی آن در زاگرس قرار دارد. به علت محدودیت منابع آب آبرفتی از نظر کمی و کیفی و نیز گسترش وسیع سازندهای کارستی در سطح کشور، مطالعات و تحقیقات منابع آب کارستی به منظور بهره‌برداری از آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این در حالی است که به احتمال زیاد، بخشی از آب‌های زیرزمینی به ویژه منابع آب کارستی در طول سواحل خلیج فارس، بدون استفاده از دسترس خارج و به عمق دریا سرازیر می‌گردد. در صورتی که نقاط خروج و مقدار این جریان‌های زیرزمینی شناسایی و مورد بهره‌برداری قرار گیرد، می‌توان بخشی از آب مورد نیاز جمعیت مسکون در سواحل و جزایر را تامین نمود. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌گردد که به عنوان مثال بر اساس برخی گزارش‌ها، میزان آب تخلیه شده در حاشیه جنوبی خلیج فارس و کشور بسیار کم بارش بحرین به مقدار قابل توجهی تخمین زده می‌شود (Nugent & Thomas, 1985) و بر همین اساس، بحرین و قطر در حال استفاده از قسمتی از این ذخیره می‌باشند. اگر آنگونه که گفته می‌شود و قابل پذیرش نیز می‌باشد، صحرای عربستان و یا ارتفاعات بحرین و قطر، منبع چشمه‌های زیر دریایی بحرین باشد (Al Bassam & Tiro, 2011)، طبیعی است انتظار داشته باشیم که ارتفاعات سواحل جنوبی ایران به ویژه رشته کوه زاگرس همراه با گسترش سازندهای کارستی، نزدیکی این سازندها به ساحل خلیج فارس، رخنمون احتمالی آنها در بستر دریا و نیز میانگین بارش به مراتب بیش از عربستان، بحرین و قطر، نه تنها منبع چشمه‌هایی مشابه، بلکه افزون تر از آنها را دارا باشد.

چشمه‌های آب شیرین زیردریایی (Submarine Groundwater Discharge)

به طور کلی، هر جایی که سفره ساحلی به دریا متصل است آب‌های زیرزمینی قاره‌ای نیز به طور مستقیم به درون آب‌های آزاد وارد می‌شود؛ سفره‌های آرتزین نیز می‌توانند در فواصل قابل توجهی از ساحل در زیر پوسته قاره‌ای در نقاط رخنمون یافته آنها با دریاها و اقیانوس‌ها جریان یابند (Burnett et al, 2003). در واقع، تراوش آرام و در عین حال مداوم آب زیرزمینی در هر جا که سفره آب زیرزمینی گرادیان هیدرولیکی نسبی مثبت با سطح دریا دارد و به صورت هیدرولیکی به پیکره آب‌های سطحی متصل است، رخ می‌دهد. بنابراین تقریباً تمامی مناطق ساحلی در معرض چنین جریانی قرار دارند (Burnett et al, 2006b) (شکل ۱). چشمه‌های آب شیرین زیردریایی از دیرباز مورد توجه مردم محلی بوده‌اند. در بسیاری از نقاط جهان این چشمه‌ها گاه تنها منبع تأمین آب آشامیدنی بوده است. نخستین چشمه‌های زیردریایی توسط نویسندگان یونانی، رومی و ایرانی گزارش گردیده است. چشمه‌های زیردریایی در بسیاری از نقاط آب‌های کم عمق، از جمله ایالات متحده آمریکا (نیویورک، فلوریدا و کالیفرنیا)، کوبا، مکزیک، شیلی، جامائیکا، هاوایی، استرالیا و ژاپن گزارش شده است (شکل ۲). بیشترین تجمع و فراوانی آنها از حوضه‌ی مدیترانه شامل: لیبی، فلسطین اشغالی، لبنان، سوریه، یونان، فرانسه، اسپانیا، ایتالیا و یوگسلاوی سابق گزارش گردیده است. تنها در یوگسلاوی، بیش از ۵۰ چشمه‌ی زیردریایی بزرگ در ساحل شرقی دریای آدریاتیک ثبت گردیده است (Bonem, 1988).



شکل ۱- شماتیک SGD و فرآیندهای همراه با آن. فلش‌ها حرکت آب را نشان می‌دهند (Burnett et al, 2006).



شکل ۲- مکان‌هایی که SGD آنها مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است (Burnett et al, 2006).

شناسایی چشمه‌های آب شیرین زیردریایی

به طور کلی تشخیص اولیه محل خروج این چشمه‌ها که تاکنون انجام شده مبتنی است بر: تعیین اختلاف دمای آب این چشمه‌ها با آب اطراف و احاطه کننده که با پیمایش دریایی مشخص می‌شود (برای نمونه، Roxburgh, 1985)، استفاده از تصاویر حرارتی ماهواره‌ای و مادون قرمز (برای نمونه، Banks و همکاران، ۱۹۹۶؛ Stefouli, ۲۰۰۴؛ Shaban و همکاران، ۲۰۰۵؛ Lewandowski و همکاران، ۲۰۱۳)، تعیین ویژگی‌های فیزیکی آب دریا مانند درجه حرارت و میزان هدایت الکتریکی (برای نمونه، Laing, 1992)، استفاده از ردیاب‌های شیمیایی عنصری و ایزوتوپی (برای نمونه، Rocha و Wilson, ۲۰۱۲). یکی از مهمترین لایه‌های اطلاعاتی که بر این جریان موثر است، وضعیت گسل‌ها، خطواره‌ها و به طور کلی الگوی شکستگی هر ناحیه است به طوری که از خطواره به عنوان راهنمای اکتشاف آب‌های زیرزمینی در سازندهای سخت و خروجی آب زیرزمینی یک منطقه نام برده می‌شود (کازمی و همکاران، ۱۳۸۵؛ Ahmed, 1996؛ Travaglia and Ammar, 1998). خطواره‌ها عبارتند از عناصر خطی ساختمانی که به نظر می‌رسد در زون‌های شکستگی توسعه پیدا کرده‌اند؛ این خطوط در تصاویر ماهواره‌ای و سنجش از دور قابل مشاهده و ثبت می‌باشند (Meijerink, 1996). به طور کلی، شرایط ژئومورفومتری هر منطقه نمایانگر وضعیت هیدرولوژیک آن منطقه است. به نظر می‌رسد با مطالعه شرایط ژئومورفومتری مناطق ساحلی می‌توان احتمال وجود جریان آب شیرین به دریا را برآورد نمود.

اهمیت مطالعه SGD

امروزه SGD به یک موضوع تحقیقاتی قابل توجه تبدیل شده است (Moore, 2010). ورود آب زیرزمینی به منطقه ساحلی حداقل به سه دلیل برای مدیریت نواحی ساحلی دارای اهمیت می‌باشد (Burnett et al, 2006):

- (a) ممکن است املاح محلولی را حمل نماید که اثرات شیمیایی و اکولوژیک در اطراف آب‌های ورودی را به همراه داشته باشد
- (b) نفوذ آب شور و جنبه‌های هیدرولوژیک مربوط به منابع آب از جمله هدر رفت آب شیرین
- (c) جنبه‌های ژئوتکنیکی ساحل (مانند پایداری رسوبات)

تخلیه آب زیرزمینی یا چشمه‌های آب شیرین زیردریایی به دلیل دشواری در ارزیابی و درک، برای سال‌های متمادی به طور علمی مورد غفلت قرار گرفته بود ولی امروزه این برداشت تغییر کرده است. دانش مربوط به تخلیه زیردریایی آب شیرین برای قرن‌های متمادی وجود داشته است، به طوری که چشمه‌های زیردریایی در اراضی کارستی حداقل در قرن اول پیش از میلاد، پدیده‌ای کاملاً شناخته شده بود (Ford and Williams, 2007). طبق نظر kohout (1966)، استرابو جغرافیدان رومانیایی که از ۶۳ سال پیش از میلاد تا ۲۱ سال بعد از میلاد می‌زیسته است، به یک چشمه زیر دریایی با ۲/۵ مایل فاصله از ساحل لاذقیه در سوریه نزدیک جزیره آرادوس در دریای مدیترانه اشاره کرده است. آب از این چشمه از طریق یک قایق درون مشک جمع‌آوری و به عنوان یک منبع آب شیرین به شهر منتقل می‌شده است. فروشندگان آب در بحرین نیز آب شرب را از چشمه‌های زیردریایی ساحلی برای استفاده در عرشه کشتی و آبیاری اراضی جمع‌آوری می‌کردند؛ چشمه‌های زیر دریایی آب شیرین شبیه لوله‌های فواره‌ای در طول دریای سیاه طی قرن اول بعد از میلاد نیز گزارش شده است (Burnett et al, 2006). همانگونه که پیش‌تر عنوان شد، تخلیه آب زیرزمینی به دریا (SGD)، هر جریان یا همه جریان‌های آب در کناره‌های قاره‌ای بستر دریا به ساحل اقیانوس بدون در نظر گرفتن ترکیب مایع و نیروی محرکه عامل آن تعریف می‌شود (Burnett et al, 2003). این جریان ممکن است شامل بخش‌های چندگانه باشد: نخست آب شیرین (متئوریک) است که بر اراضی می‌بارد و در واقع به عنوان بارش اتمسفری به درون خاک یا سنگ نفوذ می‌کند و به آب زیرزمینی می‌پیوندد؛ بخش مهم دیگر SGD آب چرخشی دریا است که ممکن است در بخشی توسط گرادیان‌های هیدرولیکی و نیز نیروهای مختلف اقیانوسی ایجاد شده باشد؛ در برخی موارد نیز SGD می‌تواند دارای آب زیرزمینی ذاتا شور یا آب زیرزمینی باشد که شوری آن توسط انحلال نمک درون خود سفره افزایش یافته است. با این تفسیر، بخشی از SGD اهمیت دارد که در واقع همان آب متئوریک سفره آب زیرزمینی است که با وجود گرادیان‌های بالای هیدرولیکی به طرف سواحل دریایی به حرکت درمی‌آیند. به عبارت دیگر، بدون استفاده از اندازه‌گیری میتوان پیشگویی کرد که جریان‌های SGD حاشیه سواحل که از اراضی ساحلی به طرف دریا در جریانند در نواحی با نفوذپذیری زیاد (کارست)، ناهمواری‌های مرتفع نزدیک ساحل، نواحی بدون سیستم‌های رودخانه‌ای خوب توسعه یافته (برخی از جزایر بزرگ) و مناطقی با میزان زیاد تغذیه آب زیرزمینی (حاره مرطوب) افزون‌تر خواهد بود (Burnett et al, 2003).

SGD مناطق کارستی اساساً از آب شیرین متئوریک تشکیل می‌شود (Garcia-Solsona et al., 2010; Weinstein et al., 2011). به عبارت دیگر، SGD مناطق کارستی را باید به صورت آبراهه‌های زیرزمینی تصور کرد (Burnett et al, 2006) که آب ناشی از بارش‌های خشکی را مستقیماً به دریا منتقل می‌کند. در اغلب نواحی کارستی، جویبارهای سطحی و رودخانه‌های زیرزمینی هم زمان توسعه می‌یابند به طوریکه جریان سطحی در مقیاس منطقه‌ای می‌تواند از حالت سطحی به حالت زیرزمینی و برعکس درآید. هنگامی که تبادل جریان سطحی و زیرزمینی رخ می‌دهد ممکن است همه جریان به داخل حوضه کارستی بازگشت نداشته باشد به طوری که مقداری از آن به صورت چشمه ظاهر شده و به حوضه‌های دیگر انتقال یابد (White, 2003) و مقداری قابل توجهی از آن نیز به داخل دریا جریان یابد و چشمه‌های زیردریایی را ایجاد نماید (Ford and Williams, 2007). چشمه‌های کارستی بزرگ زیردریایی قادرند در فصول بارانی، مقادیر مناسبی از آب شیرین را وارد دریا نموده و موجب تغییر مقدار نمک و درجه حرارت آب دریا در کمربند ساحلی شوند (قبادی، ۱۳۸۸).

چشمه‌های آب شیرین زیردریایی خلیج فارس ایران

رشته کوه زاگرس به طول تقریبی دو هزار کیلومتر در نیمه جنوبی کشور با برخورداری از سازندهای کربناته فراوان، پتانسیل بالایی از منابع سرشار آب کارستی را دارد. در بخش جنوبی زاگرس، سازندهای کارستی جوان مربوط به دوران سنوزوئیک هستند؛ این سازندها بر روی لایه‌های نفوذناپذیر قرار گرفته‌اند به طوری که شرایط مناسبی برای ایجاد و توسعه کارست را فراهم می‌سازند. منابع آب کارستی در زاگرس جنوبی نسبت به زاگرس شمالی که بین منابع تغذیه کننده و تغذیه شونده و به ویژه چشمه‌ها موانعی وجود دارد، به صورت زنجیره‌های پیوسته مشاهده می‌شوند (مقیم، ۱۳۹۱). این حالت نشان دهنده وجود ارتباط بین مناطق تغذیه‌ای به ویژه ارتفاعات زاگرس با نواحی تخلیه از جمله بستر دریاچه‌های منطقه و نیز سواحل خلیج فارس می‌باشد. در حاشیه جنوبی کشور و در مجاورت خلیج فارس و دریای عمان نیز، سازندهای متفاوت کارستی در یال‌های جنوبی رشته‌کوه‌های زاگرس در حاشیه ساحل دریا قرار دارند به طوری که گسلش‌ها و ساختارهای عرضی فراوانی راستای عمومی شمال غربی-جنوب شرقی زاگرس را قطع کرده‌اند (Kastning, 1977) و گسل‌های بزرگ و کوچک و درزه‌های بزرگ در راستای عمود بر راستای عمومی ساختارهای ناحیه‌ای زاگرس که ناشی از نیروهای کششی بوده و منجر به ایجاد بازشدگی‌های متنوعی در راستای شمال شرقی-جنوب غربی در سازندها و نمودار شدن آنها شده است (Raeisi et al, 1993). این بازشدگی‌ها بویژه در سازندهای کربناته و کارستی فرصت مناسبی در اختیار آب‌های زیرزمینی قرار می‌دهند تا در پایین دست در پهنه‌های کم عمق ساحلی به صورت چشمه‌های زیردریایی پدیدار شوند. علاوه براین، تخلخل و درز و شکاف در کارست‌ها دارای سه مرتبه اولیه، ثانویه و ثالثیه هستند به طوری که در منطقه زاگرس هر سه مورد آن به وضوح قابل مشاهده است. بنابراین، این دو ویژگی، یعنی سنگ‌شناسی (سازندهای کارستی آسماری، جهرم، سروک، و ...) و تکتونیک، با پشتوانه بارندگی فراوان به صورت برف و باران در بلندی‌های زاگرس، احتمالاً زمینه مناسبی برای توسعه پدیده کارستی شدن و انباشت و متعاقب آن حرکت آب زیرزمینی کارستی را به طرف نواحی ساحلی خلیج فارس فراهم آورده‌اند به طوری که انتظار می‌رود در طول سواحل خلیج فارس به ویژه سواحل استان بوشهر، تعداد چشمه‌های آب شیرین زیردریایی قابل توجهی نمود داشته باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به کمبود شدید آب شیرین در پهنه‌های ساحلی و روند رو به رشد توسعه صنعتی و صنایع نفتی و گاز و جلب سرمایه‌گذاری‌های مختلف و در نتیجه افزایش روزافزون تقاضا برای آب در این مناطق و تمایل سیاست‌گذاران به سوی فن‌آوری‌های پر هزینه آب شیرین‌کن و پروژه‌های انتقال آب برای تأمین آب آشامیدنی مردم این منطقه، بررسی روش‌هایی برای بهره‌برداری مناسب از منابع مزبور می‌تواند گام مؤثری در جهت برطرف کردن نیازهای پایهای ساکنین منطقه باشد. اهمیت این

موضوع در این است که این منابع آب شیرین نه تنها در پهنه استان بوشهر بلکه احتمالاً در بخش زیادی از نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان، تقریباً بدون استفاده مانده و به درون دریا تخلیه می‌شوند. یادآوری می‌شود با توجه به عدم دسترسی به محل دقیق چشمه‌ها و دشوار بودن اندازه‌گیری و برداشت از محل دهانه چشمه، مطالعه این منابع حیاتی تاکنون مورد توجه نبوده است. گام اولیه و اساسی، تعیین محل هدر رفت و تخلیه این چشمه‌های آب شیرین است چراکه در صورت مکان‌یابی دقیق آنها، علاوه بر اثبات وجود جریان‌های زیرزمینی آب شیرین به خلیج فارس، میتوان پژوهش‌های فراوان متعاقب را در این زمینه کلید زد و در نهایت میتوان بهره‌برداری از این منابع آب شیرین را به مرحله اجرا در آورد.

مراجع

- قبادی، م.ح.، ۱۳۸۸. زمین‌شناسی مهندسی کارست، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، ۳۱۸ صفحه.
- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۷۹. عرضه و تقاضای آب در جهان از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵، نشریه شماره ۳۴.
- مقیمی، ه.، ۱۳۹۱. هیدرولوژی کارست. انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۵۳ صفحه.
- Ahmed, Mahmood., 1996. Lineament as groundwater exploration guides in hard-rock terranes of arid regions. Canadian Journal of Remote Sensing, 22(1): 108-116.
- Al Bassam, A.A. and Tiro, E.H.M., 2011. Using remote sensing and GIS for submarine freshwater springs exploration as a plausible water source in Saudi Arabia. Sixth National GIS Symposium in Saudi Arabia April 24 – 26, 2011 Le Meridian, Al-Khobar – Eastern Province.
- Banks, W., Paylor R. and Hughes, W., 1996. Using thermal infrared imagery to delineate groundwater discharge. Groundwater; 34: 434-444.
- Burnett, W.C., Bokuniewicz, H., Huettel, M., Moore, W.S. and Taniguchi, M., 2003. Groundwater and pore water inputs to the coastal zone. Biogeochemistry 66: 3-33.
- Burnett, W.C., Aggarwal, P.K., Bokuniewicz, H., Cable, J.E., Charette, M.A., et al., 2006. Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods. Science of the Total Environment 367, 498-543.
- Burnett, W.C., Dulaiova, H., Stringer, C. and Peterson, R., 2006b. Submarine Groundwater Discharge: Its Measurement and Influence on the Coastal Zone. Coastal Research, Special Issue 39: 35-58.
- Bonem, R. M., 1988. Effects of submarine karst development ref succession, proceeding of the 6th International Coral Reef Symposium, Australia, Vol. 3: 419-423.
- Ford, D. and Williams, P., 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. John Wiley & Sons press, Chichester, West Sussex, England. 562 pp.
- Garcia-Solsona, E., Garcia-Orellana, J., Masqu'e, P., Rodellas, V., Mej'ias, M., Ballesteros, B. and Dom'inguez, J.A., 2010. Groundwater and nutrient discharge through karstic coastal springs (Castelló, Spain). Biogeosciences, 7(9): 2625-2638.
- Kastning, E.H., 1977. Faults as positive and negative influences on groundwater flow and conduit enlargement, in Dilamarter, R.R. and Csallany, S.C., eds. Hydrologic Problems in Karst Regions: Bowling Green, Western Kentucky University press, 193-201 p.
- Kohout, F.A., 1966. Submarine springs: A neglected phenomenon of coastal hydrology. Hydrology 26: 391-413.
- Laing, R.L., 1992. Method of locating fresh water springs in the oceans and supplying the fresh water to land for use, Google Patents. <http://www.google.com/patents/US5166622>.
- Lewandowski, J., Meinikmann, K., Ruhtz, T., Pöschke, F. and Kirillin, G., 2013. Localization of lacustrine groundwater discharge (LGD) by airborne measurement of thermal infrared radiation. Remote Sensing of Environment 138: 119-125.
- Meijerink, A.M.J., 1996. Remote sensing applications to hydrology: Ground water. Hydrological Sciences 41 (4).
- Moore, W.S., 2010. The Effect of Submarine Groundwater Discharge on the Ocean. Annual Review of Marine Science 2(1): 59-88.
- Nugent, J. and Thomas, T., 1985. Bahrain and the Gulf, Past Perspectives and Alternative Futures. Palgrave Macmillan press, 221 pp.
- Raeisi, E., Farhoudi, G. and Jahani, H.R., 1993. Karstic groundwater controlled by faults, International Symposium on Water Resources in Karst with Special Emphasis on Arid and Semi Arid Zones, Jointly Organized by UNESCO and Iranian Authorities, 23-25 Oct., Shiraz, Iran.
- Roxburgh, I., 1985. Thermal infrared detection of submarine springs associated with the Plymouth Limestone. Hydrological Sciences 30(2): 185-196.

تأثیرات برداشت شن و ماسه بر تغییر مورفولوژی بستر رود گیلانغرب (استان کرمانشاه)

مریم قاسم نژاد

دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد ، Ghasemnezhad_2@yahoo.com

۱- مقدمه

رودها رسوبات فرسایش یافته را از زمین‌های مرتفع حمل و در نواحی مسطح و نزدیک به سطح دریا نهشته گذاری می‌کنند. دخالت‌های مختلف انسان مثل استخراج شن و ماسه، مجراسازی، سد سازی، جنگل زدایی و نیز کارهای عمرانی که بر روی رودها صورت می‌گیرد تنظیم مجرای رود را به هم زده و سبب تغییراتی در مجرا و بستر آن می‌شود (Comiti et al., 2011, 147)؛ این فعالیت‌ها می‌توانند تنوع گسترده‌ای از اثرات را در رودها مانند مهاجرت بستر جریان، تخریب و رسوبگذاری، تغییر در رژیم هیدرولوژی و تغییر الگوی جریان مجرا و غیره داشته باشند (Isik et al., 2008, 172). از آنجا که جریان رود، حمل رود و مورفولوژی رودخانه به هم وابسته اند (Li et al., 2008, 206)؛ اگر تداوم حمل رسوب توسط سدها قطع شود و یا به وسیله استخراج معادن شن، رسوبات از مجرا حذف گردند، جریان آب گرسنه از رسوب می‌شود (آب گرسنه ۳۱) و برای ساییدن بستر مجرا و کناره‌ها مستعد شده و باعث برش از زیر مجرا و شکاف بستر می‌شود و مواد بستری زبر و خشن می‌شوند (Condolf, 1997, 533). مصالح شن و ماسه‌ای رودخانه‌ها یکی از بهترین منابع تامین مصالح ساختمانی به کار رونده در پروژه‌های عمرانی می‌باشد که از دیرباز مورد استفاده بوده است. شن و ماسه‌ای که به مدت طولانی در آب حمل شده‌اند منابع مطلوبی برای برداشت هستند زیرا مواد ضعیف خود را به وسیله سایش و خراش از دست داده و مواد مقاوم آن به خوبی گرد و جور شده‌اند و در نتیجه نسبت به دیگر منابع نیاز کمتری به پردازش دارند، بنابراین عمده برداشت از این منابع صورت می‌گیرد. برداشت بیش از حد از معادن شن و ماسه بستر رود، آثار سوء جبران ناپذیری بر شکل بستر و کناره‌های رود بر جای می‌گذارد؛ و سبب تغییر در الگوی جریان مجرا از طریق افزایش بیش از حد در رسوب معلق می‌شود (Brown et al., 1998, 979)، همچنین تعادل بین ذخیره رسوب و ظرفیت حمل رود را مختل می‌کند، حذف رسوب به طور معمول منجر به برش بالادست و پایین دست مجرا از محل استخراج می‌شود. چاله‌ها در مجرای فعال تعادل نیمرخ بستر رود را تغییر می‌دهند و شیب محلی تندتری در ورود به چاله ایجاد می‌شود (Chen, 2011, 125; Wishart et al., 2008, 131). این نقطه شکستگی بسیار پرشیب‌تر (با افزایش در قدرت جریان)، معمولاً بالادست را در فرایندی با عنوان «برش بالادست»^{۳۱} فرسایش می‌دهد (شکل ۱). استخراج شن و ماسه از درون رود به طور مستقیم ژئومتری مجرا و ارتفاع بستر را تغییر می‌دهد و به طور گسترده‌ای باعث تسطیح مجرا، انحراف جریان، حفر گودال‌های عمیق و انباشت رسوب، ناپایداری مجاری جانبی و زرهی شدن بستر می‌شود (Rinaldi et al., 2005, 805; Bruce Melton, 2009, 1)؛ و علاوه بر تأثیر در مورفولوژی رود، شرایط زیست محیطی رود را نیز آشفته می‌کند. چاله ناشی از این استخراج می‌تواند تا کیلومترها در بالادست و پایین دست بستر رود گسترش یابد. این چاله‌ها بسیار ناپایدار هستند و در نتیجه پایه پل‌ها و دیگر ساختارها را نیز ناپایدار می‌سازند (Kondolf, 1994, 225; Lee et al., 1993, 64, Kondolf et al., 2002, 36). این چاله‌ها بستر رسوب بار بستری را به دام می‌اندازند و آب گرسنه از رسوب در عبور به پایین دست، منجر به افزایش ظرفیت حمل رسوب می‌شود (Wyzga, 2008, 525)؛ و رود به طور معمول بستر مجرا و کناره‌ها را برای بدست آوردن دوباره بار رسوبی فرسایش می‌دهد. هدف این تحقیق بررسی تأثیر کارگاه‌های برداشت شن و ماسه بر مورفولوژی بستر رود گیلانغرب است.

۲- مواد و روشها

در انجام این تحقیق از داده‌های اسنادی شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ گیلانغرب و کال کش و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کردند و ۱:۲۵۰۰۰۰ قصرشیرین و منابع کتابخانه‌ای، داده‌های سنجش از دوری مشتمل بر عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ و تصاویر استریو ماهواره IRS-P5 سال ۲۰۱۰ با دقت ۲.۵ متر برای بررسی تغییرات مکانی- زمانی مورفولوژی بستر رود در دوره قبل و بعد از ساخت کارگاه‌های برداشت شن و ماسه، داده‌های حاصل از مشاهده و پیمایش میدانی استفاده شده است. برای رسیدن به هدف تحقیق بعد از مطالعه کتابخانه‌ای، با استفاده از محیط نرم افزاری LPS (Leica Photogrammetry Suite) زوج تصاویر ماهواره IRS-P5 سال ۲۰۱۰ نسبت به تصویر ماهواره‌ای

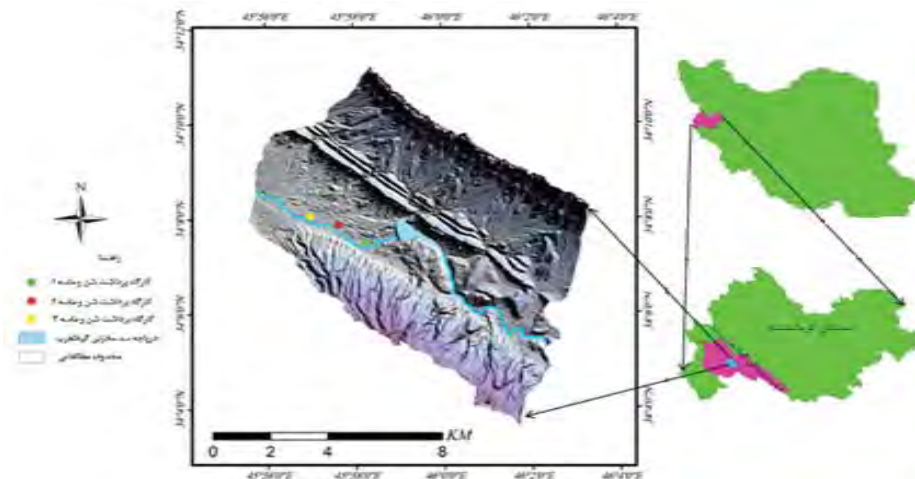
³¹ - Hungry Water

³² -Head Cutting

Google Earth با $RMS = 0.12$ ژئورفرنس و تصحیح هندسی گردید و تعداد ۳۷ نقطه GSP مشترک در هر دو باند تصویر IRS و تصویر Google Earth مشخص شد و مقدار طول و عرض و ارتفاع نقاط در روی تصویر Google Earth به باندهای تصویر IRS داده شد و ۶ نقطه نیز به عنوان Check Point انتخاب گردید و در نهایت تصویر Ortho و سپس DEM ۸ متر محدوده مطالعاتی از تصویر IRS تهیه گردید و با استفاده از این DEM نیمرخ طولی و همچنین نیمرخهای عرضی رودخانه در فواصل ۵۰۰ متری از یکدیگر ترسیم گردید که برای تفسیر ویژگی‌های بستر و تغییرات رخ داده در نسبت عرض به عمق بستر مورد استفاده قرار گرفته همچنین از این مدل رقمی ارتفاعی برای بدست آوردن خطواره‌ها و شبکه زهکشی استفاده شده است. علاوه بر این عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ در محیط نرم افزاری Erdas Imagine با $RMS = 0.0019$ نسبت به تصویر Ortho بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای IRS-P5 ژئورفرنس گردید این عکس‌ها برای بررسی وضعیت مورفولوژی بستر رود در دوره قبل از احداث کارگاه‌های برداشت شن و ماسه استفاده شده است و ویژگی‌های مورفولوژیکی بستر رود و نوع الگوی رودخانه در این دوره از روی این عکس‌ها استخراج گردید. برای بدست آوردن DEM محدوده در دوره قبل از ساخت کارگاه‌های برداشت شن و ماسه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ گیلانغرب و کالکش استفاده شده است و از آن برای تهیه نیمرخ‌های طولی و عرضی بستر رود در دوره قبل از احداث کارگاه‌های برداشت شن و ماسه مورد استفاده قرار گرفت و وضعیت مورفولوژی بستر رود در این دوره تعیین گردید. همچنین از آنجا که در بسیاری موارد داده‌های بار بستری رودها موجود نیست در نتیجه برای بدست آوردن بار بستری و میزان تولید رسوب سالانه حوضه از معادله تجربی (۱) زیر که برای حوضه‌های با مساحت بالاتر از 100 KM^2 قابل کاربرد می‌باشد استفاده گردید (Sear & Newson, 1991 به نقل از Wishart et al., 2008, 135)، که در آن a مساحت حوضه به کیلومتر مربع است؛ همچنین مقدار بار بستری بدست آمده نیز بر حسب تن در سال می‌باشد. اگر چه این رابطه کلی بوده اما تنها روش ارائه شده و قابل قبول برای تعیین بار رسوبی در غیاب پایش مستقیم محل و وجود داده می‌باشد (Wishart et al., 2008, 135).

$$\text{Bed Load (tones Yr}^{-1}\text{)} = 2.50 a^{1.16} \quad \text{معادله (۱)}$$

محدوده مطالعاتی این تحقیق در ۱۶۰ کیلومتری غرب استان کرمانشاه و در ۲ کیلومتری شرق شهرستان گیلانغرب در پایین دست سد مخزنی گیلانغرب قرار دارد. این محدوده در بخشی از بستر رود گیلانغرب جایی که ۳ کارگاه برداشت شن و ماسه تقریباً به فاصله ۱.۵ کیلومتری از هم قرار دارند و تمام شن و ماسه مورد نیاز خود را از بستر این رود برداشت می‌کنند واقع شده است (شکل ۱).

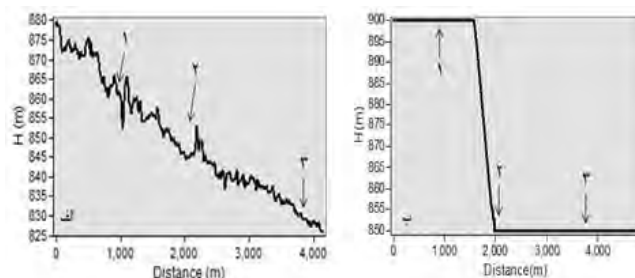


شکل ۱. موقعیت محدوده مطالعاتی و کارگاه‌های برداشت شن و ماسه بر روی نقشه فیزیکی منطقه.

۳- بحث و نتایج و یافته‌ها

محدوده مطالعاتی در این تحقیق به جهت استقرار در پایین دست سد مخزنی گیلانغرب که باعث قطع کامل دبی آب و رسوب در پایین دست شده و نیز وجود سه کارگاه برداشت شن و ماسه در این بخش، که عمده برداشت خود را از بستر این رود انجام می‌دهند، کمبود رسوبی شدیدی دارد. کل بار رسوبی این رودخانه توسط سد مخزنی گیلانغرب که در بالادست کارگاه‌های برداشت شن و ماسه قرار دارد به دام می‌افتد و در دریاچه سد رسوبگذاری می‌شود (قاسم نژاد، ۱۳۹۱: ۹۵)؛ این عامل و نیز استخراج شن درون جریان تعادل بین ذخیره رسوب و ظرفیت حمل را

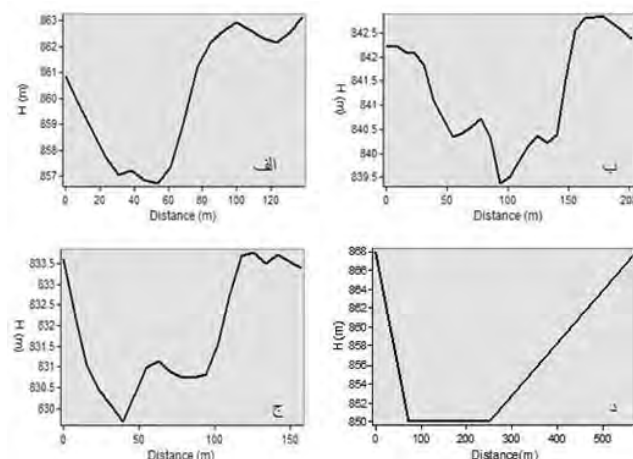
مختل کرده است که آثار آن بر مورفولوژی رودخانه در نیمرخ‌های توپوگرافی آن آشکار گردیده است. بر طبق معادله شماره ۱ در سال حدود ۵۵۲.۷۳ تن بار بستری توسط این حوضه تامین می‌شود که می‌توان گفت تقریباً تمام این بار توسط دریاچه سد مخزنی گیلانغرب به دام می‌افتد که این عامل علاوه بر وجود کارگاه‌های برداشت شن و ماسه در کمبود بار رسوبی رودخانه نقش دارد. نیمرخ طولی رود در محدوده کارگاه‌های شن و ماسه در دوره قبل از احداث این کارگاه‌ها نشان دهنده بخش‌های تثبیت شده و شکسته‌ای در بستر رود است که این شکستگی ناشی از فعالیت‌های نئوتکتونیک گسل راندگی گیلانغرب می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲ الف، ب. نیمرخ طولی رودخانه گیلانغرب در دوره قبل و بعد از ساخت کارگاه‌های برداشت شن و ماسه. نیمرخ (الف) نیمرخ طولی رودخانه در دوره بعد از ساخت کارگاه‌ها، نیمرخ (ب) مربوط به دوره قبل از ساخت این کارگاه‌ها می‌باشد. اعداد بیانگر محل کارگاه‌ها است.

اما نیمرخ طولی رود در محدوده کارگاه‌های برداشت شن و ماسه در دوره بعد از ساخت این کارگاه‌ها و برداشت آنها از بستر رود نشان می‌دهد که نیمرخ طولی به طور کامل دگرگون شده است. بخش ابتدایی نیمرخ که بلافاصله از بستر رود در پشت دیواره سد تا انتهای محدوده کارگاه‌های شن و ماسه ترسیم گردیده نشان می‌دهد که نیمرخ دارای شیب زیاد می‌باشد که به علت برداشت منابع قرضه شن و ماسه از بستر رود برای ساخت سد مخزنی گیلانغرب است اما در بخش شماره (۱) تغییرات نیمرخ مربوط به عمل برداشت شن و ماسه از بستر رود توسط کارگاه برداشت شن و ماسه (۱) است، بخش (۲) نیمرخ مربوط به محدوده کارگاه شماره (۲) می‌باشد و بیشترین میزان برداشت از معادن بستر رود مربوط به این کارگاه بوده و بیشترین عمیق شدگی و عریض شدگی بستر رود در محدوده این کارگاه رخ داده و مسافتی از بستر رود را به طول ۷۰۰ متر به شدت مورد برداشت شن و ماسه قرار داده است بستر رود در این بخش در جهت عمقی ۲۰ متر عمیق‌تر و در جهت عرضی تا ۸۰ متر عریض‌تر گردیده است اما در محدوده کارگاه برداشت شن و ماسه (۳) نسبت به دو کارگاه دیگر تغییرات کمتری در بستر رود ایجاد گردیده است. هر چند باید سهمی از این تغییر در شیب بستر و نیمرخ طولی رود را به فعالیت‌های نئوتکتونیک گسل راندگی گیلانغرب نسبت داد که باعث شده منطقه در حال بالا آمدن و بالتبع تغییر در نیمرخ طولی رود باشد. اما به با توجه به مشاهدات میدانی و نیمرخ‌های ترسیم شده به نظر می‌رسد که تغییرات ایجاد شده توسط کارگاه‌های برداشت شن و ماسه از بستر رود سهم بیشتری را در تغییر نیمرخ طولی رود داشته‌اند به ویژه این که کارگاه‌های مزبور در پایین دست سد قرار دارند و سد باعث قطع کامل جریان رسوب به پایین دست گردیده است. بنابراین این منطقه با کمبود رسوبی بزرگی مواجه است و جبران این کمبود رسوبی سال‌های بسیار زیادی را می‌طلبد. همچنین نیمرخ عرضی رودخانه در دوره قبل از ساخت و وجود کارگاه‌های شن و ماسه دارای مقطع عرضی پهن و عریضی بوده که به علت قرار داشتن رود در رسوبات آبرفتی سست و منفصل است (شکل ۳. د). اما در دوره بعد از ساخت کارگاه‌های شن و ماسه و بهره‌برداری آن‌ها از معادن بستر رود نیمرخ عرضی رودخانه تغییر یافته و در بخش‌هایی از بستر گودال‌ها و چاله‌های عمیقی ایجاد شده است همچنین عرض بستر نیز افزایش یافته و جریان آب فقط به بخش‌های بسیار عمیق بستر محدود گردیده از طرف دیگر این گودال‌ها باعث ترسیب رسوبات در داخل چاله‌ها شده و باعث تغییر در دانه‌بندی و بافت رسوبی این چاله‌ها می‌شود (شکل ۳ الف، ب، ج). مقایسه نیمرخ‌های عرضی رودخانه در دوره قبل و بعد از ساخت و بهره‌برداری از معادن شن و ماسه بستر جریان نشان می‌دهد که نیمرخ عرضی از حالت U متقارن در این دوره به حالت V شکل نامتقارنی تغییر یافته است. میزان این تغییر در محدوده کارگاه شماره (۲) (نیمرخ ب) بیشتر مشهود می‌باشد. همچنین به علت برداشت بیش از حد از رسوبات بستر رود دیواره‌های مجرا در محدوده این کارگاه‌ها ناپایدار شده و این دیواره‌ها در صورت وجود کمترین عامل تحریک کننده به درون بستر جریان ریزش می‌کنند به علت تغییرات رخ داده در بستر رود در محدوده این کارگاه‌ها و حذف پیچان‌های بستر الگوی رودخانه از سینوسی در دوره قبل از ساخت این کارگاه‌ها به الگوی مستقیم در دوره بعد از ساخت و برداشت شن و ماسه از بستر تغییر یافته است. از دیگر پیامدهای برداشت شن و ماسه از بستر این رود برش مجراست. برداشت غیر اصولی و بیش از حد از شن و ماسه رودخانه باعث برش مجرا در

امتداد چاله‌های برداشت شن و ماسه به سمت بالادست و پایین دست محل برداشت شده و در مواردی دیواره‌های مجرا از زیر خالی شده و نقب زده‌اند. همچنین تغییر در اندازه مواد رسوبی بستر می‌تواند سبب تغییر در شکل بستر شود و بستر رود را زری و زیر سازد. برداشت منابع شن و ماسه‌ای از بستر رود گیلانغرب و بر جای گذاری قطعه سنگ‌ها و قلوله سنگ‌های بزرگ در بستر باعث زری و زبر شدن بستر رود به واسطه این قطعات سنگی بزرگ شده است. پیامد احتمالی دیگر این چاله‌ها آلودگی آبخوان‌های آبرفتی است که با توجه به عمق این چاله‌ها و برش ایجاد شده و نزدیک شدن به سطح آبخوان‌های زیر زمینی امکان نفوذ بیشتر آب‌های آلوده به آبخوان‌ها وجود دارد. علاوه بر این برداشت غیر اصولی از شن و ماسه بستر باعث تغییرات مستقیمی در اکوسیستم رود شده و شرایط تخم ریزی ماهیان را دگرگون کرده است.



شکل ۳ الف، ب، ج، د. نیمرخ عرضی رودخانه در محدوده کارگاه‌های برداشت شن و ماسه. نیمرخ (الف) در محدوده کارگاه شماره (۱)؛ نیمرخ (ب) در محدوده کارگاه شماره (۲)؛ نیمرخ (ج) در محدوده کارگاه شماره (۳) و نیمرخ (د) نیمرخ رودخانه در محدوده این کارگاه‌ها در دوره قبل از ساخت کارگاه‌ها و بهره‌برداری آن‌ها از معادن بستر رود است.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که استخراج شن و ماسه از درون بستر رود یکی از مهم‌ترین اشکال آنتروپوژنی است که منجر به تغییرات مورفولوژی در مجاری رود می‌شود و می‌تواند هر دوی پیامدهای فوری و دراز مدت را در پایداری مجرا داشته باشد تغییرات در مورفولوژی مجرا از طریق پست شدگی بستر رود در طول دوره استخراج آغاز می‌شود و سبب آشفته‌گی بستر می‌شود. استخراج شن و ماسه از بستر رود گیلانغرب به طور مستقیم هندسه مجرا و ارتفاع بستر این رود را تغییر داده و به طور گسترده‌ای باعث تسطیح مجرا، انحراف جریان، انباشت رسوب و حفر گودال‌های عمیق و آشفته‌گی در بستر شده است به ویژه که این کارگاه‌های برداشت در پایین دست سد مخزنی گیلانغرب مستقرند و هر دو عامل کمبود رسوب چشم‌گیری را در این بخش ایجاد کرده‌اند. علاوه بر این استخراج شن درون بستر رود منجر به شکاف مجرا، خشن شدگی بستر و بی ثباتی مجرای حاشیه‌ای شده است که تمام این تغییرات در نیمرخ‌های طولی و عرضی رودخانه ظاهر گشته است. مقایسه نیمرخ در دوره‌های قبل از احداث این کارگاه‌ها و بعد از احداث و بهره‌برداری آن‌ها از بستر رود نشان می‌دهد که نیمرخ طولی رود در محدوده این کارگاه‌ها پرشیب‌تر شده و همچنین نیمرخ عرضی رود از حالت U شکل متقارن به حالت V شکل نامتقارنی تغییر یافته است.

۴- مراجع

- قاسم نژاد، مریم.، تاثیر احداث سدهای مخزنی بر ژئومورفولوژی جریانی (مطالعه موردی: سد مخزنی گیلانغرب)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، صص ۱۳۹۱، ۱۴۵.

- [2] Brown, A.V., Lyttle, M.M., Brown, K.B., Impacts of Gravel Mining on Gravel Bed Streams, Transactions of the American Fisheries Society, Vo. 127, pp. 979-994, 1998.
- [3] Bruce Melton, P.E., In-stream gravel mining impacts and environmental degradation feedback associated with gravel mining on the Rio Tigre of the OSA Peninsula, Costa Rica, and the proposed ADI Jimenez Gravel Mining Concession, An environmental impact summary and hydrographic analysis of the ADI Jimenez Gravel Mining Proposal Environmental Impact Statement, p. 24, 2009.
- [4] Chen, D., Modeling Channel Response to Instream Gravel Mining, Desert Research Institute, Las Vegas, USA, pp. 125-140, 2011.

- [5] Comiti, f., Da Canal, M., Surian, N., Mao, L., Picco, L., Lenzi, M.A., Channel adjustments and vegetation cover dynamics in a large gravel bed river over the last 200 years, *Geomorphology*, vo. 125, pp. 147–159, 2011.
- [6] Isik, S., Dogan, E., Kalin, L., Sasal, M., Agiralioglu, N., Effects of Anthropogenic Activities on the Lower Sakarya River, *Catena*, Vo. 75, pp. 172 –181, 2008.
- [7] Kondolf, G.M., Profile Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels, *Environmental Management*, Vol. 21, No. 4, pp. 533–551, 1997.
- [8] Kondolf, G.M., Geomorphic and environmental effects of in-stream gravel mining, *Landscape and Urban Planning*, Vo. 28, No. 2-3, pp. 225-243, 1994.
- [9] Kondolf, G.M., Piegay, H., Landon, N., Channel response to increased and decreased bedload supply from land use change: contrasts between two catchments, *Geomorphology*, Vo. 45, pp. 35–51, 2002.
- [10] Lee, H., Fu, D., Song, M., Migration of Rectangular Mining Pit Composed of Uniform Sediments, *Hydraulics Eng.*, Vo. 119, No. 1, p. 64 – 80, 1993.
- [11] Li, S.S., Millar, R.G., Islam, S., Modelling Gravel Transport and Morphology for the Fraser River Gravel Reach, *British Columbia, Geomorphology*, Vo. 95, pp. 206 –222, 2008.
- [12] Rinaldi, M., Wyzga, B., Surian, N., Sediment Mining in Alluvial Channels: Physical Effects and Management Perspectives, *River Research and Applications*, River reserch, Applic. 21, pp. 805-828, 2005.
- [13] Wishart, D., Warburton, J., Bracken, L., Gravel extraction and planform change in a wandering gravel-bed river: The River Wear, Northern England, *Geomorphology*, Vo. 94, pp. 131–152, 2008.
- [14] Wyzga, Bartłomiej, A review on channel incision in the Polish Carpathian Rivers during the 20th century, Elsevier, *Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration*, 2008.

شناسایی پتانسیل آبی در سازندهای سخت کارستی شونده با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعه موردی: دامنه شمالی بینالود)

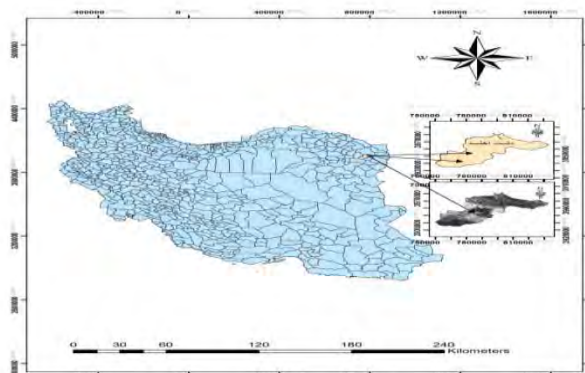
محمد علی زنگنه اسدی، مهناز ناعمی تبار

دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری Ma-zanganehasadi@hsu.ac.ir

دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری mahnaznaemi69@gmail.com

مقدمه :

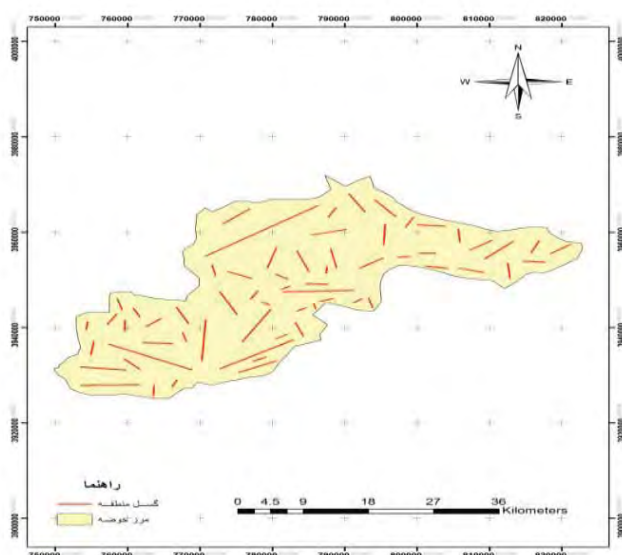
کارست سیمای هیدروژئومورفولوژیکی ویژه ای است که به صورت مختلف از قبیل چاله های بسته و حفرهای سطحی و زیرزمینی، توام با شبکه های هیدرولیکی محلی و غیرمحلی در سازندهای کربناته انحلال پذیر توسعه می یابند. علت ایجاد چنین پدیده ای به وجود شکستگی ها و قابلیت انحلال توده سنگ مربوط میشود که در نتیجه آن یک سیستم آب زیر زمینی می تواند ایجاد شود (قبادی: ۱۳۸۸: ۳). در حال حاضر ۲۵٪ جمعیت جهان از منابع آب کارست برای شرب استفاده می کنند (Gilison: 2004, 23). سنگهای کربناته در اثر فرآیندهای کارستی شدن میتوانند دارای مجاری و فضاهای مناسبی جهت ذخیره آب زیرزمینی شوند. آبهای زیرزمینی در سیستم های کارستی به عنوان منابع آب قابل توجهی از نظر کمیت و کیفیت میباشند (Milanovic: 1981: 6). بر اساس نظر (Ford & Williams: 2007, 12)، کارست یک حوضه با هیدرولوژی و شکل مجزا می باشد که در اثر انحلال زیاد و توسعه بالای تخلخل ثانویه به وجود آمده است. در این گونه آبخوانها کانالها و مجراهای کارستی سیستم اصلی زهکشی را بر عهده دارند و بنابراین این ویژگی های خاص نشانه ی انیزوتروپی و قابلیت آسیب پذیری بالای آبخوان های کارستی است (Huntoon 1995: 2). در رابطه با توصیف ساختاری و لیتولوژی آبخوان های عمده در سازندهای کارستی درزو شکاف دار مطالعاتی انجام شده است (Migiro et al 2008). شناخت ویژگی های ژئومورفولوژیک توده های کارستی نه فقط از نظر بنیادی، بلکه به لحاظ تامین آب مورد نیاز انسان حائز اهمیت است (ثروتی و اسکانی، ۱۳۸۳: ۱۰). اکتشاف و استخراج منابع آب زیرزمینی در مناطق کارستی مستلزم بررسی های دقیق علمی و فنی لیتولوژیکی و تکتونیکی است. یکی از ابزارهای مؤثر در زمینه شناسایی و بهره برداری از آبخوان های کارستی، استفاده از فناوری سنجش از دور و بهره گیری از داده های ماهواره ای است (علوی پناه ۱۳۸۲: ۱۶). به دلیل کمبود منابع آب شیرین و نیز ممنوعه و بحرانی اعلام گشتن آبخوان های نرم واقع در دشت های آبرفتی استان خراسان رضوی اهمیت مطالعات امکان سنجی و مکان یابی منابع آب کارست در محدوده سازندهای کارستی شونده محرز می گردد. در این پژوهش بخشی از دامنه شمالی توده کوهستانی بینالود در حوضه کارستی اخلمد شهرستان چناران از لحاظ پتانسیل منابع آبی مورد بررسی قرار گرفته است. سازندهای کشف رود، شورجه، مزدوران و تیرگان در سطح منطقه رخنمون دارد که از نظر لیتولوژی شرایط مساعدی برای فرایند کارستیفیکاسیون و به تبع آن گسترش آبخوان سخت دارند. هدف از این پژوهش بررسی و پتانسیل یابی منابع آب کارست در منطقه با استفاده از تکنیک سنجش از دور می باشد.



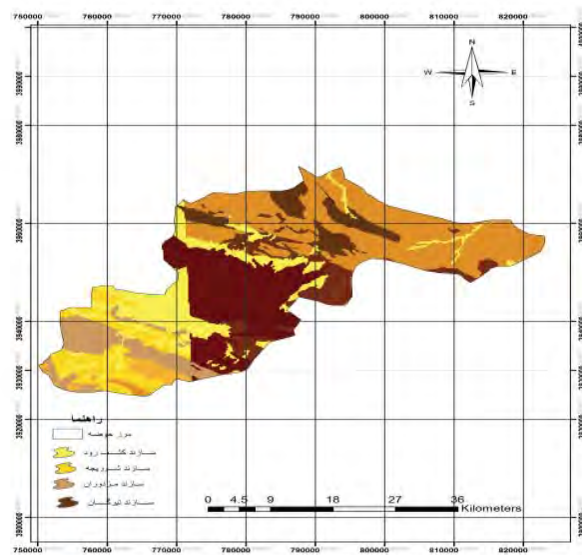
شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

مواد و روشها:

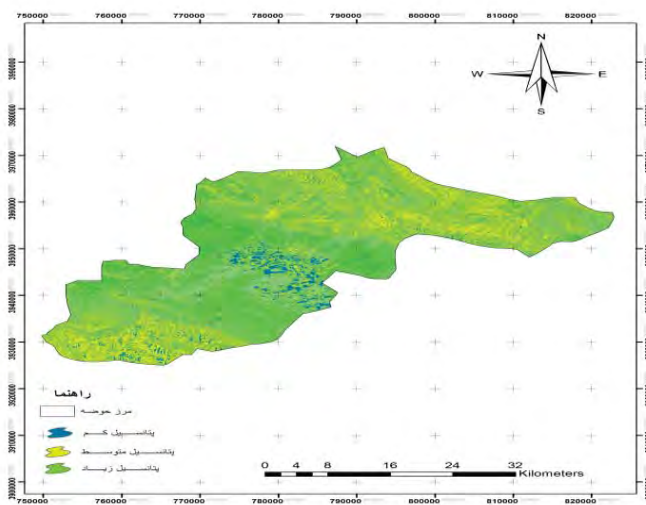
با توجه به اینکه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در ایران رایج‌تر است و با توجه به پوشش زمانی خوب این تصاویر در این مطالعه برای تفکیک لیتولوژی منطقه از تصویر سنجنده ETM^+ استفاده گردید. برای این منظور داده‌های ماهواره‌ای لندست با سنجنده TM مربوط به سال ۲۰۰۶ میلادی مورد استفاده قرار گرفتند. برای آشکارسازی واحدهای لیتولوژی از روش‌هایی همچون آنالیز مؤلفه اصلی (PCA)، برای گنجاندن حداکثر اطلاعات طیفی در تعداد باندهای کمتر بدون از بین رفتن اطلاعات باندها، ترکیب باندی کاذب (PCC) و روش بارزسازی تعدیل هیستوگرام استفاده شده است. در اشکال (۴) و (۵)، تعدیل هیستوگرام متفاوت اعمال شده بر روی تصاویر پیش پردازش شده منطقه نشان داده شده است. پس از انجام عملیات در محیط نرم افزاری ENVI4.5 نقاط کنترلی با توجه به خروجی نرم افزار مربوطه، مشخص شد. در نهایت با توجه به بررسی‌های کارشناسی، لیتولوژی مختلف و پتانسیل آبی منطقه در سه کلاس کم، متوسط و زیاد به صورت پلیگون‌های رقومی مجزا، تفکیک و لایه رقومی و نقشه لیتولوژی (شکل ۲) و پتانسیل آبی منطقه در محیط نرم افزاری ArcMap تهیه گردید. برای شناسایی خطواره‌های تکتونیکی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه استفاده گردید که در شکل (۳)، نمایش داده شده است.



شکل ۳: لایه تراکم خطواره‌های منطقه
(منبع: نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اخلمد)

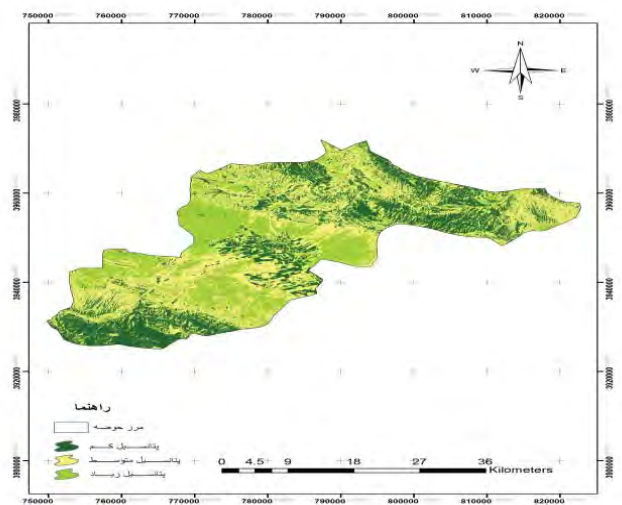


شکل ۲: لایه لیتولوژی منطقه
(منبع: نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اخلمد)



شکل ۵: تصویر تعدیل هیستوگرام پتانسیل آبی منطقه

(منبع: تصاویر سنجنده ۲۰۰۶-ETM⁺)



شکل ۴: تصویر تعدیل هیستوگرام پتانسیل آبی منطقه HSV (USGS)

HLS

(منبع: تصاویر سنجنده ۲۰۰۶-ETM⁺)

بحث و نتیجه گیری

حوضه کارستی اخلمد در زون بینالود از جمله توده های کارستی در قلمرو نیمه خشک است که سن آن به ژوراسیک میرسد. چینه شناسی و واحدهای سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه بر مبنای نقشه زمین شناسی در ارتفاعات شمالی شامل سازندهای کشف رود، شورجه، مزدوران و تیرگان می باشد. سازند غالب منطقه آهکی بوده و اشکال کارست تکامل یافته از قبیل حفره های زیرزمینی آبدار در آن وجود دارد. همچنین بررسی نفوذپذیری نسبی سازندهای ناحیه نشان می دهد که با توجه به سیستم درزه ها نفوذ پذیری در سازند کشف رود بدلیل تناوب طبقات ماسه سنگ و شیل سبب محدودیت در توسعه سیستم های درزه، دارای نفوذپذیری ناچیز بوده و از لحاظ منابع آبی از پتانسیل نسبتا ضعیف برخوردار است. سازندهای شورجه، مزدوران و تیرگان به سبب تناوب طبقات آهکی از پتانسیل آبی خوب بهره مند است. با توجه به تراکم زیاد خطواره های تکتونیکی و به تبع آن توسعه یافتگی تخلخل ثانویه آبخان های ناپیوسته کارستی غنی را در این توده آهکی به وجود آورده است. با توجه به گستردگی سنگ آهک در سازندهای فوق امکان تشکیل و ایجاد آبخوان های عمیق در منطقه وجود دارد. از آنجا که سیستم زهکشی کارست ناحیه بدلیل حضور گردشگران حساسیت بالایی به ورود آلاینده ها دارد بنابراین ضرورت دارد که در زمینه ی برنامه ریزی و مدیریت بهینه کنترل و محافظت از آبخان کارستی تمهیدات لازم اتخاذ گردد (هوک، ۱۳۷۲: ۴۳۷). با توجه به کمبود آب در استان، بررسی دقیق تر این موضوع می تواند به اکتشاف منابع آبی کمک نماید. در کشوری مانند ایران که با کمبود منابع آبی مواجه است و با توجه به اهمیت فراوان منابع کارستی، شناخت و مطالعه عوامل موثر در میزان آبدهی آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. میتوان با یک مدیریت یکپارچه از منابع آبی کارست، ضمن جبران برخی از کمبودها، باعث افزایش ذخیره منابع آبی موجود و استفاده بهینه آب در این سازندها شد.

منابع و مأخذ:

- ۱- ثروتی، محمد رضا و اسکانی، غلامحسین، (۱۳۸۳)، ژئومورفولوژی کارست در تاقдіس خاویز (شمال شرق بهبهان). فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال اول. شماره ۳. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- ۲- علوی پناه، ک.، (۱۳۸۲)، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۲ صفحه.
- ۳- قبادی؛ م. ح.، (۱۳۸۸)، زمین شناسی مهندسی کارست، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان.
- ۴- هوک ج. ام.، (۱۳۷۳)، ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی. ترجمه محمد جعفر زمردیان. چاپ اول. ۱۳۷۲، انتشارات سمت.

- 5- Ford, Derek C. and Williams, Paul, (2007), "Karst Geomorphology and Hydrology", Unwin Hyman, Winchester, Massachusetts, 320 p.
- 6- Gilson. D. (2004) coves, processes, development and management, Edvard Anold, London
- 7- Huntoon, P.W., (1995), "Is it appropriate to apply porous media groundwater circulation models to karstic aquifers?" In: El-Kadi, A.I.(Ed.), Groundwater Models for Resources Analysis and Management, CRC Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 339-358.
- 8- Milanovic', P.T. (1981) *Karst Hydrogeology, Water Resources Publication, Colorado*, 434 pp.
- 9- Migiros, g, stournaras, G, stamitis, G, evelpidou, N, botsilas, C, antonio, V and Hellenides and their Hidrigeological pattern Athenes, 1, p.67-94

ارزیابی ژئواستاتستیک ضریب قابلیت انتقال نهشته های کواترنر در شمال دریاچه ارومیه

احد حبیب زاده^۱، شهرام روستایی^۲، محمد رضا نیکجو^۳، عطاءاله ندیری^۴

^۱ دکتری ژئومورفولوژی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

Email: a.Habibzadeh@tabrizu.ac.ir

^۲ استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز

^۳ استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تبریز

^۴ استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز

۱- مقدمه

دریاچه ارومیه با ۵۰۰۰ کیلومترمربع دریاچه ای وسیع و با شوری زیاد است. تراز درازمدت قابل قبول برای ادامه حیات پایدار دریاچه ۱۲۷۴/۱ متر از سطح دریا بوده که از سال ۱۳۷۵ آغاز به افت ممتد کرده و از سال ۱۳۸۲ از رقم مطلوب آن کاسته شده و در حال حاضر در مرحله بسیار بحرانی ۱۲۷۰/۴ متر قرار دارد (صلوی تبار، ۱۳۹۲). دشت‌های حاشیه‌ای دریاچه ارومیه از کانون‌های ارزشمند فعالیت کشاورزی و دامداری شمار می‌آید. اختصاص ۹۰٪ منابع آبی منطقه به بخش کشاورزی، تبخیر زیاد در پی گرم شدن هوا، تغییرات اقلیمی و برداشت غیرمجاز از آب‌های زیرزمینی از دلایل خشک شدن این دریاچه می‌باشد (۷). اخیراً روند خشکیدگی آن موجب نگرانی در بحران سفره‌های آب زیرزمینی حاشیه‌ها شده است. پژوهش‌های زمین شناسی و زمین ریخت شناسی به دلیل ارائه شاخص‌هایی برای اکتشافات آب زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. مهم‌ترین اشکال ژئومورفولوژی از نظر آب‌های زیرزمینی مخروط افکنه‌ها، پادگانه‌های آبرفتی و دشت‌های آبرفتی به عنوان آبخوان (ته نشست‌های نفوذپذیر آبدار) می‌باشند. هیدرودینامیک نهشته‌های کواترنر به ویژه ضریب قابلیت انتقال نقش موثری در آبدی سفره‌های زیرزمینی داشته مقدار و جهت جریان‌های آب زیرزمینی را کنترل می‌کند. با توجه به ماهیت مکانی داده‌های هیدرودینامیکی که وابسته به دانه بندی و ضخامت ته نشست‌های رسوبی دشت‌های آبرفتی است روش زمین آماری کریجینگ کارایی بهتری خواهد داشت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت منطقه تحقیق

منطقه مطالعاتی در مختصات ۴۵° ۰۴' تا ۴۵° ۳۲'، ۴۵° شرقی ۳۸° ۱۲' تا ۳۸° ۲۴' شمالی در ۱۱۰ کیلومتری مرکز استان آذربایجان شرقی، شمال دریاچه ارومیه قرار دارد. منطقه مطالعاتی از شمال به ارتفاعات ادامه کوه‌های میشوداغ، از شرق به کوه علمدار، از غرب به سلماس و از جنوب به حاشیه دریاچه ارومیه محدود می‌گردد. حداکثر ارتفاع منطقه ۳۱۳۵ متر قله کوه علمدار و حداقل آن ۱۲۸۰ متر از سطح دریا در ناحیه دشت می‌باشد. بر اساس نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای وسعت نهشته های کواترنر ۲۷۰ کیلومترمربع است. منطقه شامل ۱۳ زیر حوضه بوده که مشرف به شهر تسوج و روستاهای تیل، الماس، دیزج شیخ مرجان، انگشتجان، امستجان، چهرگان و قزلجه می‌باشند (شکل ۱).

۲-۲- ژئومورفولوژی و زمین شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه از سه واحد ژئومورفولوژیکی، شامل واحدهای کوهستان، دشت و جلگه تشکیل یافته است (۲). واحد کوهستان با ۲۹۵ کیلومتر مربع مساحت ارتفاع بیشتر از ۱۶۰۰ متری یا حد کوه - دشت را شامل می‌گردد. واحد دشت با وسعت ۱۴۷ کیلومتر مربع از ارتفاع ۱۳۵۰ متری تا ارتفاع ۱۶۰۰ متری بوده، شامل باغات، مراتع مناطق زراعی و مناطق مسکونی می‌باشد. درشت دانه بودن رسوبات، ضخامت زیاد آبرفت بیش از ۱۰۰ متر از خصوصیات این واحد است. قابلیت نفوذپذیری زیاد^{۳۴} این واحد شرایط مناسبی را برای اجرای عملیات پخش سیلاب و تغذیه آب زیرزمینی فراهم آورده است. پست‌ترین ناحیه را قسمت جلگه با وسعت ۱۳۰ کیلومتر مربع و ارتفاع پایین‌تر از ۱۳۵۰ متری تشکیل می‌دهد. در این منطقه شیب از ۳ تا ۴ درصد تجاوز نمی‌کند رسوبات سطحی دانه‌ریزتر بوده دارای لایه آبدار هستند. این واحد شامل بر باغات، مزارع و زمین‌های شورزار دریاچه است. سازندهای زمین شناسی از دوران پرکامبرین تا عهد حاضر در منطقه برونزد دارند ولی اغلب سازندها مربوط به دوره میوسن شامل سازندهای مارنی، گچی و آهکی معادل سازند قم و ماسه سنگی قرمز رنگ معادل U.R.F^{۳۵} می‌باشد.

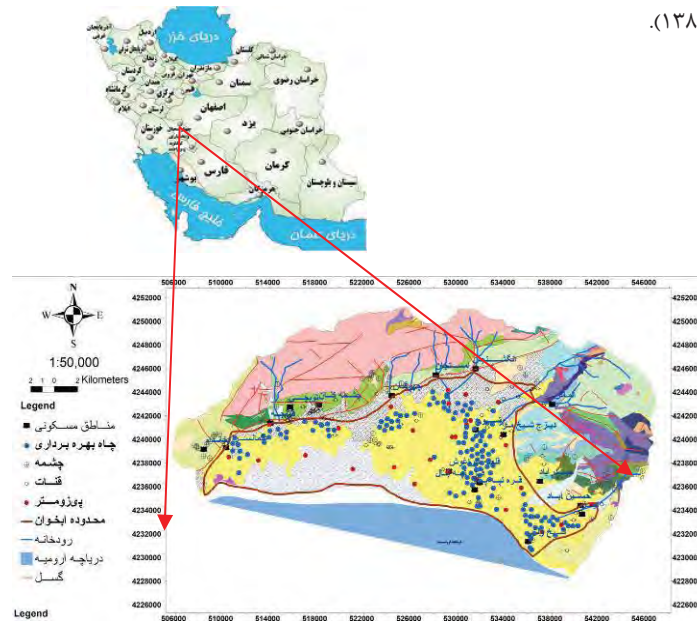
^{۳۴} - Transmissivity

^{۳۵}-Upper Red Formation

نهشته های کواترنر شامل تراس های آبرفتی قدیمی ، دشت های آبرفتی ، مخروط افکنه ها و آبرفت های عهد حاضر می باشد. در منطقه مطالعاتی علاوه بر تاثیر گسل تسوج ، یک سری گسله های فرعی دیگر در هدایت جریان آب در امتدادهای خاص موثر هستند.

۳-۲- منابع آبی منطقه

نهشته های کواترنر در آبخوان تسوج چشمه ها و قنوات ریادی وجود دارد که باعث استخراج بی رویه آب های زیرزمینی می گردند. بر اساس آمار سال ۱۳۹۱ سازمان آب منطقه ای استان از مجموع ۵۱ رشته قنات دایر ، ۲۷ دهنه چشمه دائمی و فصلی ۱۳۴ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق فعال میزان ۲۴/۱۹ میلیون متر مکعب سالانه متوسط تخلیه آب از سفره های زیرزمینی صورت می گیرد. در شکل ۱ نقشه منابع آبی منطقه آمده است. بیلان آبی دشت تسوج نشان می دهد از نزولات آسمانی در قسمت دشت ها و ارتفاعات ۲۱/۸۳ میلیون متر مکعب از مجموع بارش، ورودی آب زیرزمینی ، آب برگشتی کشاورزی و سایر به داخل آبخوان تغذیه می گردد (مهندسین مشاور یکم ۱۳۸۵).



شکل ۱ - موقعیت آبخوان تسوج و منابع آبی آن در نقشه زمین شناسی

۳ - بحث و نتایج

زمین آمار^{۳۶} مجموعه ای از تکنیک های عددی می باشند که با خصوصیات مکانی پدیده ها سروکار دارد. در آمار کلاسیک، فرض می شود که تغییرپذیری یک متغیر تصادفی است، در زمین آمار، بخشی تصادفی و بخش دیگر دارای ساختار و تابع فاصله و جهت می باشد. به هر متغیری که دارای ساختار فضایی و پیوستگی مکانی باشد ، متغیر ناحیه ای اطلاق می گردد. از مهمترین خواص متغیرهای ناحیه ای بزرگی اختلاف مقادیر آنها در زمان و یا مکان متناسب با فاصله زمانی یا مکانی آنهاست. کریجینگ یک روش تخمین مقدار مجهول است که بر اساس میانگین متحرک وزنی نمونه ها عمل می کند. جهت بررسی ضریب قابلیت انتقال آبخوان تسوج از نتایج پمپاژ چاه های اکتشافی و بهره برداری منطقه استفاده گردید در جدول ۱ اندازه گیری تعدادی از چاه ها با استفاده روش ژاکوپ آمده است. پس از آن با استفاده از منوی ژئواستاتستیک در نرم افزار Arc GIS و متد کریجینگ عام تحلیل های آماری در مدل های نیم تغییر نما^{۳۷} و مدل تحلیلی هم پراکنشی^{۳۸} انجام شد.

۲-۳- درون یابی ضریب هیدرودینامیک قابلیت انتقال

جهت درون یابی داده ها از روش کریجینگ عام^{۳۹} استفاده گردید. ابتدا داده ها با استفاده از روش لگاریتم نرمال سازی شدند، که در شکل ۲ هیستوگرام آمده است. در شکل ۳ روند مکانی داده های ضریب قابلیت انتقال با دو رنگ آبی و سبز نشان داده شده است. رنگ سبز نمایانگر روند تغییرات داده ها از شرق به غرب است بررسی نمودار نشان می دهد از شرق به غرب یعنی از ناحیه رودخانه تیل و تسوج به اراضی توپچی- قزلجه مقدار نفوذپذیری رسوبات آبرفتی آبخوان کاهش

³⁶ - Geostatistic

³⁷ - Semivariogram

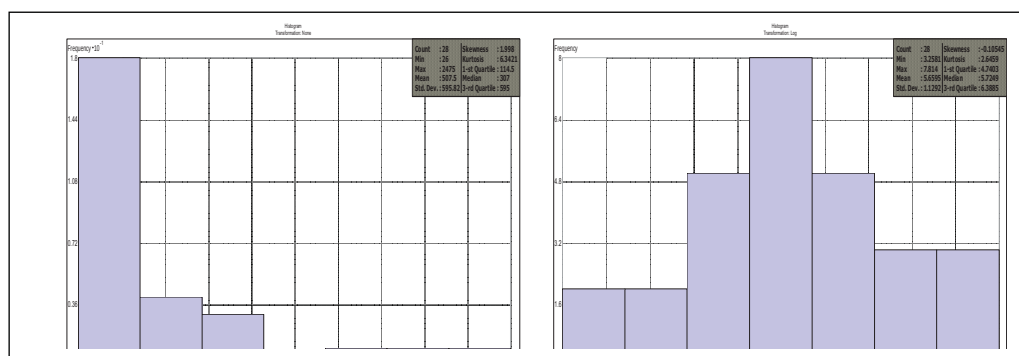
³⁸ - Covariance

³⁹ - Universal kriging

می‌یابد. متد زمین آماری کریجینگ دو وظیفه عمده بررسی کمی و کیفی داده های مکانی و پیش‌بینی محاسباتی داده‌ها (جدول ۲ و ۳) را دنبال می‌نماید تابع مدل برای ضریب قابلیت انتقال برابر است.

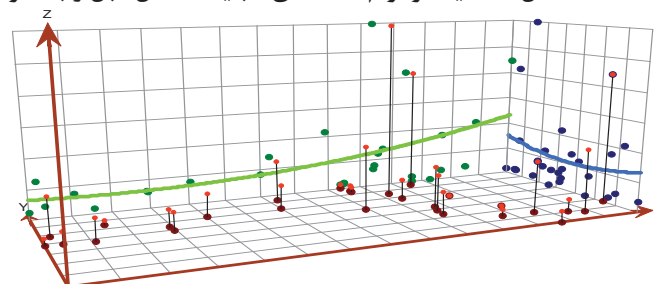
$$\hat{Z} = -0.04 * X + 474$$

جدول ۱- ضریب قابلیت انتقال اندازه گیری شده در چاه های منطقه			
محل	X	Y	Tm/d ²
تسوج	۵۲۷۹۹۸	۴۲۳۸۵۰۳	۹۱۰
غلمانسرا	۵۱۱۴۳۴	۴۲۳۸۴۰۰	۱۸۹
چشمه کنان	۵۱۷۰۰۰	۴۲۳۹۴۰۰	۲۶۷
تسوج	۵۲۳۷۷۶	۴۲۴۰۷۶۷	۳۵۳
تیل	۵۳۶۲۴۵	۴۲۳۴۰۴۳	۷۳۳
امستجان	۵۲۹۲۶۰	۴۲۴۳۱۸۸	۱۱۰
چهرگان	۵۲۴۳۲۵	۴۲۴۲۷۵۰	۶۰۰
قرلجه	۵۱۴۰۰۰	۴۲۴۱۲۴۰	۹۵
تویچی	۵۱۷۰۵۰	۴۲۳۸۶۵۰	۲۶۰
شیخ ولی	۵۳۴۱۱۸	۴۲۳۴۰۴۴	۱۱۲
قزاقیه	۵۳۶۲۱۷	۴۲۳۱۶۲۹	۱۶۶



۲.۱.۱.۱.۱.۱.۱

شکل ۲- هیستوگرام داده های قابلیت انتقال قبل و بعد نرمال سازی



شکل ۳- روند داده های مکانی ضریب انتقال

جدول ۲- پارامتر های متناسب مدل	
T	پارامتر
Gaussian	نوع مدل

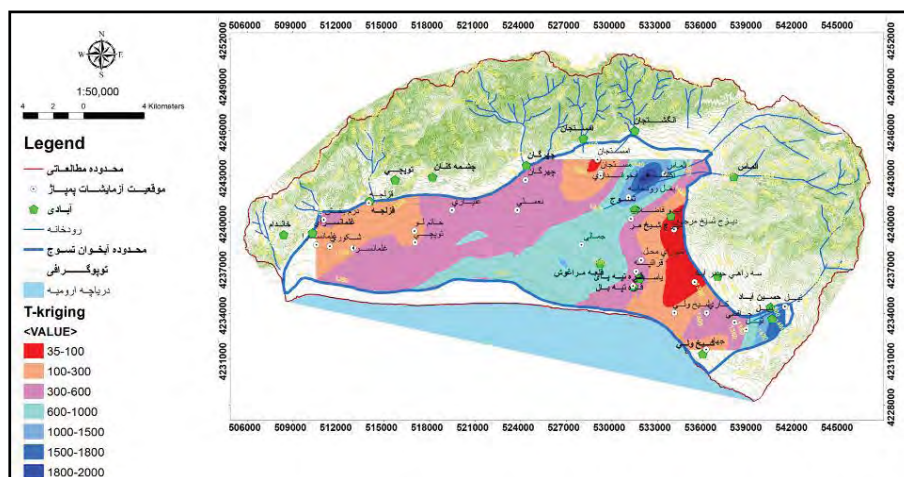
۰/۲	۴۰ اثر قطعه ای
۵۲۸	اندازه گام ها ^{۴۱}
۱۵	تعداد گام ها
۴۰	AD ^{۴۲}
۴۵	AT ^{۴۳}
۵/۴۳	گستره گام ها ^{۴۴}

جدول ۳ - نتایج مدل ارزیابی مقاطع ضریب قابلیت انتقال	
T	پارامتر
۲۸	تعداد داده مکانی
۷/۸	میانگین داده ها
۶۶۶	RMSE
۴/۷	میانگین خطای استاندارد
۱۴۰	RMSS

اساس روش زمین در شکل ۴ آمده شمال شرق و حوالی نواحی با توجه به است. در نواحی کاهش یافته ولی به

نقشه درون یابی قابلیت انتقال آبخوان دشت تسوج بر آماری کریجینگ عام در ۷ کلاس پهنه بندی گردید که است. بیشترین مقدار ضریب قابلیت انتقال مربوط به بستر رودخانه تسوج است ضریب قابلیت انتقال در این ضخامت زیاد نهشته ها و آبرفت های دانه درشت بالا جنوب غرب به علت حضور آبرفت دانه متوسط مقدار T

علت ضخامت اشباع بالای این نهشته ها باز هم مقدار قابلیت نفوذ افزایش می یابد. تجمع بالای چاههای بهره برداری در این منطقه از دشت تسوج گواه مطلب است. یکی دیگر از مناطق دارای ضریب T بالا نواحی روستای تیل است که در این ناحیه هم با توجه به ضخامت بالای آبرفت درشت دانه و دارا بودن نفوذپذیری بالا قابلیت انتقال بالا را نشان می دهد. در نواحی روستای امستجان و قزلجه با توجه به دانه ریز بودن رسوبات حاوی سازند های مارنی میوسن ضریب T پایین و کمتر از ۵۰ مترمربع بر روز است.



۲.۳ شکل ۴- نقشه ضریب هیدرودینامیک قابلیت انتقال دشت تسوج بر اساس مدل گوسین روش کریجینگ

⁴⁰ - Nugget

⁴¹ -lags

⁴² - Angle direction

⁴³ - Angle tolerance

⁴⁴ -Bandwith

۴ - نتیجه گیری

روش زمین آماری کریجینگ عام با استفاده از داده های مکانی مربوط به ضرایب هیدرودینامیک در مدل گوسین برای قابلیت انتقال همخوانی بیشتری نسبت به مدل های دیگر نشان داد. نواحی شمال شرقی و شرقی شامل روستاهای تیل و بالا دست شهر تسوج دارای بیشترین مقدار T بوده و در مناطق غربی شامل غرب روستای امستجان و قزلجه کمترین مقادیر دیده می شود.

منابع

- ۱- خیری، هوشنگ، طرح تحقیقاتی بهینه سازی شبکه پایش آب زیرزمینی با استفاده از روشهای زمین آماری شرکت سهامی آب منطقه ای مازندران، مطالعه موردی دشت قائمشهر - جویبار، ۱۳۸۹،
- ۲- روستایی، شهرام، حبیب زاده، احد. نیکجو، محمد رضا، ارزیابی هیدرودینامیکی و ژئومورفولوژیکی نهشته های کواترنری جهت تحلیل بحران آبهای زیرزمینی شمال دریاچه ارومیه، فصلنامه علمی-پژوهشی ژئومورفولوژی کمی، ۱۵، ص ۱۵۳، ۱۳۹۳
- ۳- سازمان آب منطقه ای استان آذربایجان شرقی، مطالعات ژئوفیزیک دشت های تبریز، تسوج، شبستر و هادیشهر، مهندسین مشاور صحراکاو، سال ۱۳۹۰
- ۴- سازمان حفاظت محیط زیست، برنامه مدیریت جامع دریاچه ارومیه، مدیریت ملی طرح حفاظت از تالاب های ایران، ص ۱۸۰، سال ۱۳۹۰
- ۵- سازمان حفاظت محیط زیست با همکاری سازمان جهانی UN -DP، گزارش مطالعات پایه گذاری سیستم مدیریت ریسک خشکسالی در حوضه آبخیز دریاچه ارومیه، طرح حفاظت از تالاب های ایران، ۱۵۸، سال ۱۳۹۰
- ۶- صلوی تبار، عبدالرحیم، مدیریت جامع منابع آب حوضه آبریز دریاچه ارومیه چالش ها و راهکارها، نشریه اختصاصی وزارت نیرو ویژه احیای دریاچه ارومیه، پاییز ۱۳۹۲، ص ۱۵-۱۷
- ۷- عادلی، محسن، ارزیابی کیفی منابع آب شهرستان گرگان با استفاده از GIS و زمین آمار، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال دوم / شماره مسلسل پنجم / پاییز ۱۳۹۲، ۱۸
- 8- Kuswantoro Marko & Nassir S. Al-Amri & Amro M. M. Elfeki, Geostatistical analysis using GIS for mapping groundwater quality, western Saudi Arabia, Arabian Journal of Geosciences, 31 October 2013, Springer: 16
- 9- Salah, Hamad, Geostatistical analysis of groundwater levels in the south Al Jabal Al Akhdar area using GIS, GIS Ostrava, 25. - 28. 1. 2009. 13
- 10- Vijay Kumar, Kriging of Groundwater Levels – A Case Study, Journal of Spatial Hydrology Vol. 6, No. 1 Spring 2006: 9
- 11- Wang, Y., Ma, T., Luo, Z., Geostatistical and geochemical analysis of surface water leakage into groundwater on a regional scale, northwestern China, Journal of Hydrology, 2001: 223-234

برآورد نرخ فرسایش گالی با استفاده از تحلیل دندروژئومورفولوژیکی پاجوش های ریشه درختی در زیر حوضه نیلکوه (گالیکش)، استان گلستان

^۱شهرام بهرامی، ^۲کاظم پارسیانی

استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه حکیم، سبزوار، bahrani.gh@gmail.com

^۲دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم، سبزوار، parsianikazem91@gmail.com

۱- مقدمه

دانش ژئومورفولوژی بعنوان یکی از شاخه های علوم زمین به مطالعه اشکال ناهمواری ها، ژنز و نحوه تکامل آنها می پردازد (احمدی: ۱۳۷۴، عیوضی: ۱۳۸۳) نقش مهمی در مطالعه سیستم های فرسایشی و چگونگی حفاظت آب و خاک به عهده دارد. گالی ها از جمله اشکال ژئومورفولوژیکی کاوشی ناشی از سیستم های فلویال هستند که در قسمت انتهایی کوهستان و بیشتر در مناطق اقلیمی خشک و نیمه خشک (چورلی، ۱۳۷۹) تشکیل می شوند و یکی از انواع اشکال فرسایش آبی محسوب میشود که موجب برهم خوردن تعادل در منابع طبیعی و اراضی کشاورزی می شود. بررسی گالی ها بعنوان محیط های فرسایشی، می توانند پیشینه ای از تاریخ تحولات و دینامیک حوضه را در اختیار قرار دهند. گالی ها همچنین میتوانند از پویایی و دینامیک ویژه ای برخوردار باشند. بنابراین مطالعه این اشکال، صرف نظر از جنبه بنیادین، از لحاظ مدیریتی برای کاهش خطر رخدادهای طبیعی بویژه فرسایش خاک و حفاظت آب، جنبه کاربردی فوق العاده ای دارد.

یکی از مهم ترین روش های سن سنجی فرایندهای سطحی زمین بکارگیری حلقه های درختی است که از سال ۱۹۱۹ در علوم جغرافیایی بکار رفته است (وینچستر و همکاران، ۲۰۰۷). دندروژئومورفولوژی از شاخه های زیر مجموعه دندروکرونولوژی است (گارتنر، ۲۰۰۷)، که به مطالعه حلقه های رشد سالانه در ساقه، ریشه، تاج و حتی پوست درختان و مرفولوژی آنها در فضا و زمان می پردازد (پرت و همکاران، ۲۰۰۶). پژوهشگران زیادی از این تکنیک در مطالعات محیطی مثل خزش، هیدرولوژی، حرکات دامنه ای، یخچال شناسی (شرودر، ۱۹۸۰؛ وینچستر و همکاران، ۲۰۰۷؛ گارتنر، ۲۰۰۷؛ گودی، ۲۰۰۵؛ کوک، ۱۹۸۷؛ کرونا و همکاران، ۲۰۱۱؛ گارتنر، ۲۰۰۳؛ واندرکچوف و همکاران، ۲۰۰۱) استفاده کرده اند. پژوهش در زمینه دندروژئومورفولوژی در ایران بسیار محدود بوده (بهرامی، ۱۳۹۰ و حسین زاده، ۱۳۹۱) و در منطقه مورد مطالعه نیز تاکنون تحقیقی با این تکنیک انجام نشده است.

۲- مواد و روش ها

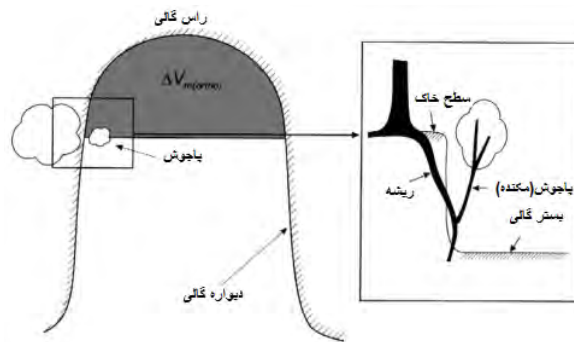
بمنظور تعیین نرخ فرسایش گالی بر اساس تحلیل حلقه های درختی در حوضه مورد مطالعه، ابتدا محدوده منطقه از نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰ و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ در محیط arc GIS9.3 رقومی گردیده و بر اساس آن نقشه های شیب و جهت، ارتفاع و لیتولوژی منطقه تهیه گردید. بعد از شناسایی ریشه های عریان، مجموعاً ۱۲ مقطع از ریشه درختان و درختچه های پهن برگ (۱۰ مورد انجیلی و ۲ مورد خرما) تهیه شد. در هنگام برداشت نمونه ها، اطلاعاتی مانند مختصات نقطه (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع محل از سطح دریا) بکمک دستگاه G.P.S و فاصله پاجوش از بستر، کرانه نزدیک، کرانه دور و راس گالی برای هر نمونه ثبت شد. بعد از برداشت، مقاطع بمدت حداقل یک تا دو ماه در شرایط طبیعی و هوای آزاد قرار گرفته تا خشک شوند و سپس بمنظور شمارش حلقه ها، با دستگاه سمباده برقی مقاطع تهیه شده صیقل داده شدند. این تکنیک بر اساس قابلیت تولید مجدد ساقه هایی است که بر روی ریشه های عریان شکل گرفته و به سمت نور رشد می نمایند (شکل ۱). این ساقه ها که بعنوان مکنده ریشه (پاجوش) محسوب می شوند پیامد فوری فرسایش بوده و نشان می دهد که سن نمونه برداشت شده (Δt_m) با مقدار واقعی فرسایش (Δt_e) برابر است (معادله ۱).

$$(\Delta t_e = \Delta t_m \text{ (datable object)}) \quad (1)$$

بر این اساس، حجم سالانه فرسایش گالی ($\Delta v_m(ortho)$) بکمک معادله زیر محاسبه می شود که مقدار آن (حجم واقعی فرسایش (v_e)) از سن نمونه برداشت شده (v_m) بیشتر بوده و یا با آن برابر است (معادله ۲):

$$(2) \quad v_e \geq v_m = \frac{\Delta v_m(ortho)}{\Delta t_m(root\ sucker)}$$

بر این اساس، از محل ریشه عریان، خطی عمود بر راس گالی بر دیواره دورتر گالی رسم می شود و حجم بین این خط و بالادست گالی ($\Delta v_m(ortho)$) که نمایانگر لحظه رویت ریشه در اثر فرسایش است برآورد می گردد (واندکرچوف و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل ۱: موقعیت حجم $\Delta v_m(ortho)$ بین راس گالی و نمونه برداشت شده (واندکرچوف و همکاران، ۲۰۰۱: ۱۴۵)

۳- مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ضلع جنوبی جاده مواصلاتی شمال - مشهد، تحت نام زیر حوضه نیلکوه در محدوده شهرستان گالیکش (استان گلستان) در طول جغرافیایی ۴۱° ۲۶' ۹۶" تا ۴۱° ۲۷' ۳۶" شرقی و عرض جغرافیایی ۵۶° ۷۲' ۳۶" تا ۳۶° ۹۹' ۷۱" شمالی با مساحت ۳۹/۳۲ کیلومتر مربع واقع گردیده است و از طرف شمال، شرق و غرب مانند یک سیرک یخچالی توسط کوههای البرز شرقی محصور بوده و از ضلع جنوبی به جاده ارتباطی شمال - مشهد محدود می باشد.



نقشه ۱- منطقه مورد مطالعه

حداقل و حداکثر ارتفاع حوضه ۲۵۰ و ۱۱۴۰ متر می باشد. از نظر زمین شناسی، منطقه مورد مطالعه جزئی از پهنه گرگان- رشت است. سازندهای زمین شناسی منطقه شامل سازند خوش ییلاق (Dkh)، سازند لار (Jmz) و زون کپه داغ با آهک تیره و اغلب رسوبات لسی کواترنر (Qm) می باشد. بر اساس آمار مربوط به ایستگاه هواشناسی مینودشت، متوسط دمای سالیانه حوضه ۱۷ درجه سانتی گراد و متوسط بارش سالیانه آن ۵۵۰ میلیمتر است. گونه های درختی مهم حوضه عبارتند از: مرمرز، بلوط، توسکا، افرا، انجیلی، ملج، خرمالو وحشی، نمدار و زبان گنجشک. مهمترین کاربری اراضی حوضه مورد مطالعه بصورت جنگل و زمین های کشاورزی است.

۴- بحث و نتایج یافته ها

بر اساس بررسی های بعمل آمده از روی نمونه ها، بعد از ثبت مشخصات عمومی، موقعیت هر یک از نقاط نسبت به کرانه نزدیک، کرانه دور، راس و بستر گالی محاسبه شده و طبق رابطه (۳) مقدار فرسایش کل در هر یک از نمونه ها و حجم فرسایش سالیانه آن بدست آمد.

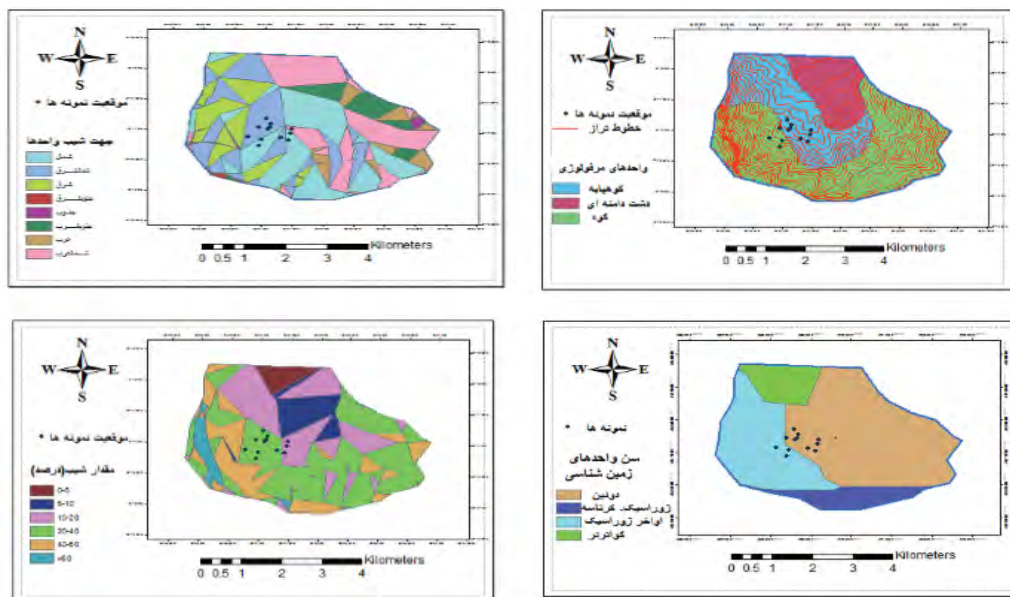
$$(3) \quad \Delta Ver_{year} = \frac{(dn+do).dor.db}{age}$$

در معادله فوق *Ver* حجم فرسایش *d.n* و *d.o* و *d.b* و *d.or* بترتیب فاصله نمونه برداشت شده از کرانه نزدیک، کرانه دور، بستر و راس گالی می باشد. بر این اساس بیشترین و کمترین مقدار فرسایش سالیانه عبارتست از ۱۸/۷ و ۱/۸ متر مکعب که در نمونه های ۶ و ۷ مشاهده می شود. نرخ متوسط فرسایش سالیانه کل حوضه نیز ۶/۸۷ متر مکعب است (جدول ۱).

جدول ۱ - موقعیت نقاط برداشتی در گالی و مقدار فرسایش در آنها

ردیف	فاصله نمونه های برداشتی (cm) از:				سن نمونه (سال)	فرسایش کل، m^3	فرسایش سالیانه، m^3
	کرانه نزدیک	کرانه دور	راس گالی	بستر گالی			
۱	۳۲	۸۲	۹۵	۵۲	۱۲	۵۶	۴/۶
۲	۲۱	۸۵	۲۱۵	۱۱۵	۱۸	۲۶۲	۱۴/۵
۳	۲۸	۱۰۷	۸۰	۵۰	۱۳	۵۴	۴/۱
۴	۲۲	۱۰۵	۷۵	۶۵	۹	۶۱/۹	۶/۸
۵	۴۲	۱۱۵	۱۳۵	۴۵	۱۱	۹۵/۳	۸/۶
۶	۳۵	۲۱۲	۱۵۲	۴۰	۸	۱۵۰	۱۸/۷
۷	۸	۶۰	۹۰	۱۲	۴	۷/۳	۱/۸
۸	۱۴	۴۲	۸۴	۱۸	۳	۸/۴	۲/۸
۹	۲۳	۱۵۲	۱۹۰	۱۹	۱۴	۶۳/۱	۴/۵
۱۰	۲۱	۹۵	۶۶	۳۸	۱۱	۲۹	۲/۶
۱۱	۳۰	۲۰۵	۱۰۸	۲۸	۷	۷۱	۱۰/۱
۱۲	۱۸	۹۵	۸۳	۲۵	۷	۲۴	۳/۴
کل	۲۹۲	۱۲۷۰	۱۳۷۳	۵۰۷	۱۱۷	۸۸۲	۸۲/۵
میانگین	۲۴/۳	۱۰۵/۸	۱۱۴/۴	۴۲/۲	۹/۷۵	۷۳/۵	۶/۸۷

بر اساس نتایج حاصله، مقدار فرسایش در جهت شمالی بیشترین (۸/۵) و در جهت شمالغربی کمترین (۴/۵) مقدار سالیانه را داراست، و فرسایش در سازند *Dkh* ۶/۵ و در سازند *Jmz* ۷/۷ متر مکعب در سال می باشد. مقدار فرسایش در شیب ۲۰-۴۰ درصد برابر ۸ و در شیب ۱۰-۲۰ درصد برابر ۳/۵ متر مکعب در سال است. مقدار فرسایش گالی با ارتفاع رابطه مستقیمی دارد بطوریکه هر چه بر مقدار ارتفاع افزوده می شود میزان فرسایش نیز افزایش نشان می دهد و در ارتفاع ۳۰۰-۴۰۰ متری از سطح دریا برابر ۴/۵، در ارتفاع ۴۰۰-۵۰۰ برابر ۶/۸ و در ارتفاع ۵۰۰-۶۰۰ برابر ۷/۷ متر مکعب در سال می باشد.



نقشه ۱- موقعیت نقاط برداشت شده نسبت به شیب، جهت، مورفولوژی و واحدهای زمین شناسی

جدول ۲- موقعیت نقاط برداشت شده نسبت به ارتفاع، شیب، جهت، مورفولوژی و واحدهای زمین شناسی

ردیف	نوع درخت	تاریخ برداشت	مختصات جغرافیایی			نوع سازند	جهت دامنه	میزان شیب (درصد)
			طول	عرض	ارتفاع			
۱	انجیلی	۹۲	۷۰.۲۷.۴۱	۹۳.۸۵.۳۶	۴۲۰	<i>Dkh</i>	شمالشرق	۲۰-۴۰
۲	"	"	۵۴.۲۷.۴۱	۰۷.۸۷.۳۶	۴۲۵	"	"	"
۳	"	"	۴۵.۲۷.۴۱	۷۱.۸۶.۳۶	۴۳۸	"	"	"
۴	"	"	۳۷.۲۷.۴۱	۱۴.۸۶.۳۶	۴۵۵	"	"	"
۵	"	"	۴۳.۲۷.۴۱	۹۷.۸۳.۳۶	۴۶۵	"	"	"
۶	"	۹۳	۳۱.۲۷.۴۱	۹۷.۸۳.۳۶	۵۱۰	<i>Jmz</i>	شمال	"
۷	"	"	۰۷.۲۷.۴۱	۶۰.۸۴.۳۶	۵۴۰	"	شمالشرق	"
۸	"	"	۱۳.۲۷.۴۱	۲۶.۸۱.۳۶	۵۶۰	"	شمال	"
۹	"	۹۲	۳۹.۲۷.۴۱	۹۵.۹۱.۳۶	۳۸۵	<i>Dkh</i>	شمالغرب	۱۰-۲۰
۱۰	"	"	۲۵.۲۷.۴۱	۶۴.۹۱.۳۶	۴۰۵	"	شمال	"
۱۱	خرمالو	۹۲	۱۳.۲۷.۴۱	۴۳.۸۹.۳۶	۴۴۵	"	"	۲۰-۴۰
۱۲	"	۹۳	۰۳.۲۷.۴۱	۰۶.۹۱.۳۶	۴۵۵	"	شمالشرق	۱۰-۲۰

علیرغم محدودیت های ساختاری موجود، امروزه این تکنیک جایگزین مناسبی بر روش های سنتی مطالعه نرخ فرسایش گالی (مثل تفسیر عکس های هوایی) است (واندکرچوف و دیگران، ۲۰۰۱) و در ارزیابی رخدادهای محیطی بویژه فرسایش کاربرد فراوانی دارد. یکی از مهمترین ویژگی های این روش تنوع در حلقه هاست که از تنوع موجود در شرایط محیطی نشات می گیرد و فرایند واقعه را بررسی می نماید که این از اساسی ترین امتیازات این روش است و در تحقیقات میدانی دندروکرونولوژی مشاهده می شود.

از آنجا که در ایران تحقیقات با این روش بسیار اندک است، تحقیق حاضر_ هر چند با کمبودهایی مواجه است_ با هدف معرفی و آشنایی بیشتر با این تکنیک انجام شده است.

۵- منابع و مآخذ

- ۱- احمدی، حسن، ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۴
- ۲- بهرامی، شهرام، محبوبی، فاطمه، سدیدی، جواد و جعفری اقدم، مریم، برآورد میزان فرسایش ورقه ای با استفاده از تحلیل دندروژئومورفولوژیکی ریشه های درخت در حوضه قره چای (رامیان)، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۱۳۹۰، شماره ۷۵
- ۳- جداری عیوضی، جمشید، ژئومورفولوژی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۴
- ۴- چورلی، جی، ریچارد، شوم، استانی و سودن، دیوید، ژئومورفولوژی، جلد اول (دیدگاهها)، ترجمه احمد معتمد، انتشارات سمت، ۱۳۷۹
- ۵- حاجی زاده، اکبر، خاک شناسی کشاورزی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۶۹
- ۶- شیرازی، محمدحسین، درس هایی از حفاظت آب و خاک، انتشارات مدرسه، ۱۳۷۷
- ۷- رژه کک، ژئومورفولوژی ساختمانی و دینامیک بیرونی، ترجمه: محمودی، فرج اله، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۳
8. Corona, C., Lopez-Saez, J., Rovéra, G., Stoffel, M., Astrade, L., Berger, F., (2011). High resolution, quantitative reconstruction of erosion rates based on anatomical changes in exposed roots at Draix, Alpes de Haute-Provence — critical review of existing approaches and independent quality control of results. *Geomorphology*, 125, pp: 433-444.
9. Cook, E.R., (1987), The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree-Ring Bulletin*. 47, pp: 37-59.
10. Gärtner, H. (2003): The applicability of roots in dendrogeomorphology. In Schleser, G., Winiger, M., Bräuning, A., Gärtner, H., Helle, G., Jansma, E., Neuwirth, B. and Treydte, K. (eds.) *TRACE – Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology* 1, pp: 120-124.
11. Gärtner, H., (2007), Tree roots_ methodological review and new development in dating and quantifying erosive processes, *Geomorphology*, 86, pp: 243-251.
12. Goudie, A., (2005), *Geomorphological techniques*, second edition, university of oxford.
13. Shroder, J. F., (1980), *Dendrogeomorphology: Review and new techniques of tree-ring dating*,
14. *Progress in Physical Geography*, 4, pp: 161-188
15. Vandekerckhove, L., Muys, B., Poesen, J., De Weerd, B., Coppe', N., (2001), A method for dendrochronological assessment of medium-term gully erosion rates. *Catena*, 45, pp: 123- 161.
16. Perret, S., Stoffel, M. & Kienholz, H. (2006), Spatial and temporal rockfall activity in a forest stand in the Swiss prealps- a dendrogeomorphological case study. *geomorphology*, 74, pp: 219-231.
17. Winchester, V., Gärtner, H. and Bezzi, M. (2007) Dendrogeomorphological applications. In, J. Kalvoda and A.S. Goudie (eds.) *Geomorphological variations: on the occasion of the 150th Anniversary of Geography and Geoecology*, Faculty of Science, at the Charles University in Prague. pp. 183-203.

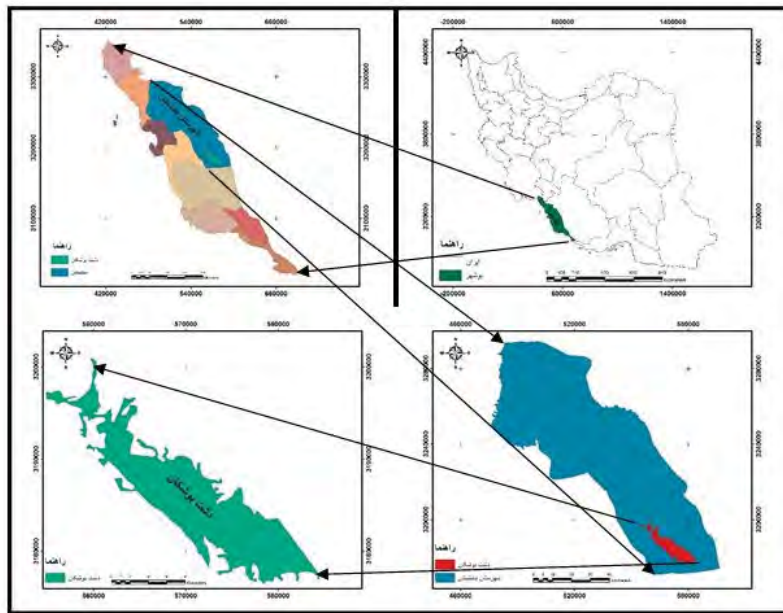
مکان یابی عرصه های مناسب پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی با استفاده از تلفیق مدل های فازی و
فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
(مطالعه موردی: دشت بوشکان – استان بوشهر)

^۱امیر صفاری، ^۲مریم جان احمدی*، ^۳منیره رعیتی شوازی
^۱دانشیار و عضو هیئت علمی گروه ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران، amirsafari@yahoo.com
^۲کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران*، janahmadim@yahoo.com
^۳دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران، monireh.rayati@yahoo.com

مقدمه

امروزه تخلیه ی آب های زیر زمینی و عدم جایگزین شدن این منابع یکی از بزرگترین مشکلاتی است که جوامع بشری با آن روبرو هستند (ناصری و همکاران ۱۳۸۸). با توجه به اینکه بخش مهمی از کشور ما در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است، و هر ساله سیلاب های مخرب که از ویژگی های مناطق خشک است در آن اتفاق می افتد و باعث خسارات جانی و مالی فراوانی می شود. از طرفی توسعه کشاورزی باعث افزایش بهره برداری از سفره های آب های زیرزمینی و افت شدید و تخلیه ی آنها در اکثر دشت های کشور شده است، به طوری که خیلی از دشت های کشور جزء دشت های ممنوعه قرار گرفته اند و در خیلی از آنها به خصوص در ایران مرکزی باعث فرونشست زمین و شور شدن آب چاه ها و در نهایت تخریب اراضی کشاورزی شده است. از این جهت با استفاده به جا و به هنگام از سیلاب ها و بکار گیری روش پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی علاوه بر آبدار کردن آبخوان ها، کاهش زیان های سیل و حفاظت خاک را نیز به دنبال دارد (کوثر، آهنگ ۱۳۷۴). با بهره گیری بیش از حد از سفره های آب زیرزمینی در دشت بوشکان در شرق استان بوشهر افت سطح این سفره ها و پایین آمدن کیفیت آب آن ها را شاهد هستیم. با توجه به بررسی های انجام شده به وسیله سازمان آب منطقه ای استان بوشهر این دشت سال هاست که جزء دشت ممنوعه است. تعیین مکان های مناسب برای عملیات پخش سیلاب، از اهمیت بسیاری در میزان موفقیت آن برخوردار است (مهرورز، ۱۳۸۴). لذا بکارگیری روش های مناسب از جمله پخش سیلاب جهت تغذیه سفره های آب زیرزمینی، احیاء منابع طبیعی و پیش گیری از خسارت های احتمالی سیلاب ضرورتی اجتناب ناپذیر است. (اصغری پوردشت بزرگ و همکاران، ۱۳۹۰).

دشت بوشکان در جنوب شهرستان دشتستان و در استان بوشهر می باشد (شکل ۱). این دشت بخشی از حوضه آبخیز بوشکان است که در زیر حوضه آبریز مند واقع شده است و دارای مختصات جغرافیایی $51^{\circ} 36' 54''$ تا $51^{\circ} 51' 45''$ طول شرقی و $28^{\circ} 43' 5''$ تا $28^{\circ} 56' 5''$ عرض شمالی می باشد. دشت بوشکان بخشی از ناحیه ی زاگرس چین خورده در جنوب غربی ایران است. بخش غالب دشت از سازند کواترنر است که از تخریب و فرسایش سازندهای کنگلومرا و میشان و آجاجاری که در ارتفاعات بالادست آن قرار دارند تشکیل شده است. اقلیم این منطقه از نوع خشک، و متوسط بارندگی سالانه آن ۲۵۸/۵ میلیمتر است.



شکل شماره (۱): موقعیت دشت بوشکان در کشور و استان بوشهر و شهرستان دشتستان

مواد و روشها

در این پژوهش از مطالعات اسنادی و کتابخانه ای و گزارش های موجود مرتبط با شرایط پخش سیلاب استفاده شد. همچنین از نقشه های مختلف و تصاویر Google Earth برای آماده سازی نقشه های پایه جهت انجام مدل فازی استفاده گردید. در نهایت مطالعات میدانی به منظور تطابق نتایج با واقعیت انجام گرفت. به منظور بررسی و ارزیابی تناسب زمین برای پهنه بندی بهینه پخش سیلاب با استفاده از پارامترهای محیطی ۸ فاکتور شناسایی شدند. در ابتدا معیارهایی مانند شیب، ضخامت آبرفت، هدایت الکتریکی، زمین شناسی، کاربری اراضی، آبراهه، قابلیت انتقال و ارتفاع به منظور مکانیابی عرصه های مناسب پخش سیلاب در دشت بوشکان شناسایی شدند.

سپس لایه های اطلاعاتی و معیارهای تعیین شده با استفاده از توابع فازی زیرفازی سازی شده و تمام لایه های اطلاعاتی دارای ویژگی کمی در قالب رستر به صورت ارزشی از صفر تا یک شدند.

همچنین اهمیت شاخص های هر کدام از معیارها با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی توسط نرم افزار Expert Choice، مشخص شده اند. سپس هر کدام از آنها در ArcGIS10.2 فازی شدند و در طیف عددی صفر تا یک قرار گرفتند. سپس با تلفیق مدل AHP و فازی تمامی لایه های فازی شده در وزن های حاصل از مدل تحلیل سلسله مراتبی ضرب و بدین صورت لایه های وزن دار فازی آماده شدند. سپس عملگرهای جمع، ضرب، گامای فازی ۰/۷، ۰/۸ و ۰/۹ روی لایه های فازی شده انجام و هم پوشانی لایه ها صورت گرفت.

بحث و نتایج

به منظور انجام مدل فازی، لایه ها باید دارای فرمت رستری باشند. نقشه های شیب و ارتفاع که بر اساس نقشه DEM منطقه تهیه شده اند رستری هستند. لایه های تراکم زهکشی، هدایت الکتریکی و ضخامت آبرفت با استفاده از دستور Density و لایه ی نقطه ای قابلیت انتقال با دستور درون یابی و لایه های پلیگونی زمین شناسی، کاربری اراضی بر اساس تناسب با هدف پژوهش، طبق نظر کارشناسی کدگذاری شده اند، که با دادن کدهای ۱ به بالا و با تحلیل feature to raster به لایه های رستری تبدیل می شود.

بعد از رستری کردن لایه ها، با استفاده از توابع، در محیط Arc GIS10.2 با تحلیل زیر هر کدام از لایه ها فازی سازی شدند.

Arc toolbox/Spatial Analyst/Fuzzy Membership

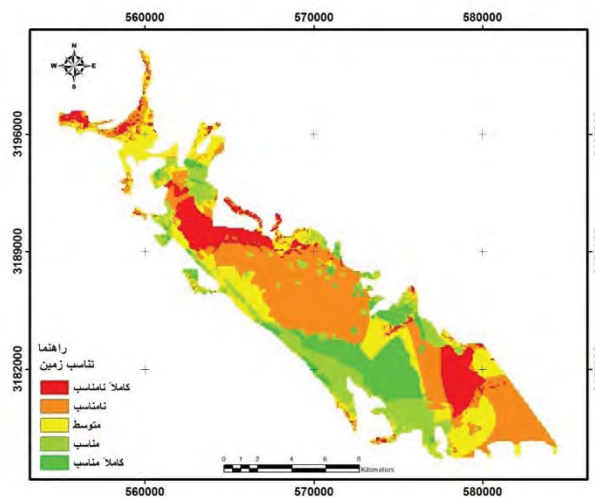
جهت مقایسه ی زوجی از روش ماتریسی در نرم افزار استفاده شده است که طبق نظر کارشناسی با تسلط و شناخت منطقه ی مورد مطالعه، وزندهی به هر کدام از معیارها انجام می شود. بعد از وزندهی و انجام محاسبات در نرم افزار Expert Choice و با توجه به نرخ سازگاری (نرخ سازگاری باید

کمتر از ۰/۱ باشد) وزن های نهایی ۰/۰۳ به دست آمد که در این مکانیابی بیشترین وزن به شاخص شیب (۰/۳۳۳) و کمترین وزن به شاخص ارتفاع (۰/۰۲۵) تعلق گرفته است.

بعد از وزندهی معیارها در نرم افزار Expert Choice وزن هر کدام از معیارها در لایه ی مربوطه ضرب شد. بعد از فازی سازی و ضرب وزن ها در لایه های فازی شده عملگرهای GAMMA, product, sum بر لایه های فازی شده اجرا شدند. برای تعدیل حساسیت خیلی بالای عملگر ضرب و حساسیت خیلی کم عملگر جمع، نقشه ی حاصل از عملگر گامای فازی ۰/۷، ۰/۸، گامای ۰/۹ معرفی شده است.

یافته ها

در این پژوهش با تاکید بر معیارهای طبیعی جهت مکان یابی عرصه پخش سیلاب با استفاده از روش تلفیقی فازی/AHP مورد توجه قرار گرفته است. لایه ی گامای ۰/۹ بعنوان نقشه بهینه پیشنهاد و به ۵ طبقه در GIS کلاس بندی شده است. در طبقه بندی مربوطه مشخص شد که ۸۲/۰۲ کیلومتر مربع در کلاس کاملاً نامناسب و نامناسب قرار دارد، ۳۶/۲ کیلومتر مربع در کلاس با تناسب متوسط قرار دارد و در نهایت ۳۶/۷۱ کیلومتر مربع در کلاس مناسب و کاملاً مناسب قرار می گیرد. با توجه به نقشه ی نهایی (شکل ۲) مناسب ترین پهنه برای پخش سیلاب در قسمت جنوب غرب منطقه و سپس جنوب شرق منطقه هستند که به دلیل شیب مناسب، دارا بودن رسوبات سیلابی، زیر کشت نبودن و مرتعی بودن مناسب ترین پهنه ها برای پخش سیلاب به شمار می روند.



شکل شماره (۲): نقشه ی نهایی تناسب زمین برای عرصه پخش سیلاب با گامای ۰/۹ با مدل فازی/AHP

مراجع

- [۱] اصغری پوردشت بزرگ، نظام، ثروتی، محمدرضا، عظیمی فریده، ظاهری عبده وند، زینب، مکان یابی عرصه های مناسب پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی در شمال اندیشمشک، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال هشتم، شماره ۳۲، صص ۱۱۲ – ۹۹، زمستان ۱۳۹۰.
- [۲] کوثر، آهنگ، مهار سیلاب ها و بهره وری بهینه از آنها، انتشارات مؤسسه ی جنگلها و مراتع، تهران، صص ۱۰۱ – ۹۷، ۱۳۷۴.
- [۳] مهرورز مغانلو، کریم، فیض نیا، سادات، غیومیان، جعفر، احمدی، حسن، بررسی نهشته های کواترنر جهت تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب به کمک فن سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مطالعه موردی: دشت تسوج، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، سال دوازدهم، شماره ۴، صص ۴۶۷-۴۳۷، ۱۳۸۴.
- [۴] ناصری، حمیدرضا، عزیزخانی، محمد جواد، مکنونی، سعید، ۱۳۸۸، تلفیق سیستم های تصمیم گیری چند معیاری و اطلاعات جغرافیایی در مکان یابی محل های مناسب پخش سیلاب جهت تغذیه مصنوعی (مطالعه موردی: دشت چاه دراز – سیرجان)، فصلنامه زمین شناسی ایران، سال سوم، شماره دهم، صص ۱۰۵ – ۹۷، ۱۳۸۸.
- [۵] Lee, S. Application and verification of fuzzy algebratic operators to landslide susceptibility mapping. Environmental Geology 50:847-855, 2007.

ارزیابی میزان آلودگی و تهیه نقشه آسیب پذیری آبخوان کارستی گیلانغرب با استفاده از مدل EPIK

^۱ حاجی کریمی، ^۲ سجاد باقری سیدشکری، ^۳ موسی آقاجانی

^۱ دانشیار دانشگاه ایلام، haji.karimi@gmail.com

^۲ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران، sbagheri.geo@gmail.com

^۳ کارشناس دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران، m-aghjani@ut.ac.ir

مقدمه

حفاظت از منابع آب کارست به دلیل آسیب پذیری و حساسیت زیاد به آلودگی، یکی از مهمترین اقدامات در مدیریت منابع آب کارست می باشد (افراسیابیان؛ ۶۷۴، ۲۰۰۷). آبخوان های کارستی به دلیل زمان جابه جایی سریع و ظرفیت ذخیره سازی کم سیستم نسبت به انتشار آلودگی حساسیت زیادی دارند. دیجونگ و همکاران (۲۰۰۸) منابع آلودگی آب های کارستی را به دو نوع اصلی منابع آلودگی منتشر و گسترده و منابع آلودگی نقطه ای تقسیم کردند. روش های مختلفی برای مطالعه و مدیریت آلودگی در آبخوان های کارستی وجود دارد، که از مهمترین آنها می توان به تهیه نقشه آسیب پذیری، مطالعات هیدروشیمیایی و ایزوتوپی و ارزیابی هیدرودینامیکی آبخوان ها جهت برآورد میزان جابه جایی و انتشار آلودگی در آبخوان، اشاره کرد. در این میان تهیه نقشه آسیب پذیری آبخوان های کارستی یک روش متداول در این زمینه می باشد. نقشه آسیب پذیری آبخوان های کارستی یک روش کارآمد به منظور مدیریت و حفاظت از منابع آب زیرزمینی است (ویاس و همکاران؛ ۲۰۱۰، ۱۵۰۱). تهیه نقشه آسیب پذیری آب های زیرزمینی یک رویکرد علمی برای حفظ منابع آب زیرزمینی است، که برای اولین بار در اواخر دهه ۱۹۶۰ مطرح شد (آدامز و فوستر؛ ۱۹۹۲، ۳۱۳). این رویکرد بطور قابل توجهی در طول دهه گذشته به علت پیشرفت در مدل هیدرولوژیکی و GIS مورد استفاده قرار گرفته است (کاتا و همکاران؛ ۲۰۱۰، ۱۰۱۴). تهیه نقشه آسیب پذیری منابع آب زیرزمینی نقش مهمی در مدیریت علمی، بهره برداری بهینه و جلوگیری از آلودگی منابع آب کارست دارد. آبخوان کارستی گیلانغرب با آبدی ۲۷ میلیون مترمکعب در سال، منبع اصلی تأمین آب شرب و کشاورزی شهر گیلانغرب و روستاهای اطراف خود بوده و نقش حیاتی در استمرار مدنیت در دشت گیلانغرب دارد. بنابراین ارزیابی میزان آلودگی ناشی از فعالیت های انسانی و تهیه نقشه آسیب پذیری آن، نقش مهمی در مدیریت آبخوان مذکور دارد. هدف از این پژوهش ارزیابی میزان آلودگی گیلانغرب و تهیه نقشه آسیب پذیری آن با استفاده از مدل EPIK می باشد.

مواد و روش ها

این مطالعه پژوهشی کاربردی، مبتنی بر روش های کتابخانه ای، میدانی، نمونه برداری و مدلسازی می باشد. برای تعیین مساحت حوضه آبریز آبخوان گیلانغرب، از روشی کریمی (۲۰۰۳) استفاده شده است (رابطه ۱).

$$A = Q/P \times I \quad \text{رابطه ۱}$$

در این رابطه A: مساحت حوضه آبریز؛ Q: حجم تخلیه سالانه به میلیون مترمکعب؛ P: بارش سالانه به متر و I: ضریب تغذیه بی بعد در فاصله ۰ تا ۱ است. در طی بازدیدهای میدانی مکرر ژئومورفولوژی کارست منطقه، مورد بررسی قرار گرفت و در شهریور ماه ۱۳۹۱ از پارامترهای کیفی و میکروبی آب چشمه گیلانغرب نمونه برداری انجام گردید. روش EPIK بر اساس خصوصیات سیستم کارستی آبخوان های کارستی ایجاد شده و حساسیت منابع کارستی به آلودگی را با استفاده از چهار معیار آبی کارست (E)، عامل حفاظت آبخوان (P)، شرایط نفوذ (I) و توسعه کارست (K) و صورت می گیرد. هر کدام از این معیارها به چند کلاس تقسیم می شوند. سپس نقشه های هر یک از پارامترهای چهارگانه بر اساس رابطه (۲) همپوشانی شده تا نقشه آسیب پذیری آبخوان کارستی تهیه گردد.

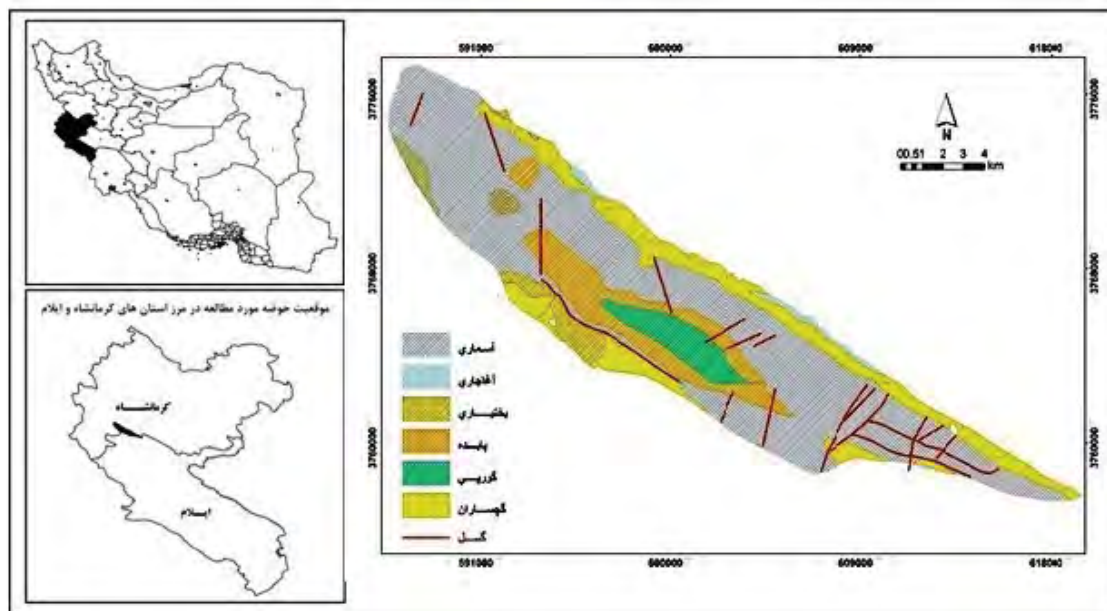
$$\text{رابطه ۲: } F_p = (\alpha * E_i) + (\beta * P_j) + (\gamma * I_k) + (\delta * K_l)$$

در این رابطه F_p شاخص آسیب پذیری نهایی؛ E_i رتبه آبی کارست؛ P_j رتبه پوشش محافظ؛ I_k رتبه شرایط نفوذ و $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ پارامترهای وزنی هستند. وزن های توصیه شده برای پارامترهای روش EPIK به ترتیب ۳، ۱، ۳ و ۲ می باشد. مقدار شاخص آسیب پذیری در روش EPIK بین ۹ تا ۳۴ می باشد. کلاس آسیب پذیری در این مدل به چهار کلاس آسب پذیری زیاد (۹-۱۹)، آسیب پذیری متوسط (۲۰-۲۵)، آسیب پذیری کم (۲۶-۲۸)

۳۴) و آسیب‌پذیری خیلی کم (مقادیر بیش از ۳۴) تقسیم می‌شود (دیفلوجر و زوالن؛ ۱۹۹۷، ۱۲۰). در نهایت وضعیت آلودگی آبخوان گیلانغرب مشخص گردیده و نقشه نهایی آسیب‌پذیری آبخوان تهیه می‌گردد.

موقعیت و ویژگی‌های طبیعی آبخوان مورد مطالعه

آبخوان گیلانغرب در جنوب غرب استان کرمانشاه در زون زاگرس چین‌خورده قرار دارد (شکل ۱). این آبخوان منطبق بر تاقدیس سریوان بوده و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۶ درجه تا ۴۶ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی واقع شده است. سازندهای زمین‌شناسی تاقدیس سریوان از جدید به قدیم عبارتند از: آبرفت‌های کواترنری، ماس سنگ و مارن‌های آگاجاری (ترشیاری)، مارن و ژپس‌های گچساران (ترشیاری)، آهک دولومیتی آسماری (ترشیاری) و مارن و شیل‌های پابده - گورپی (کرتاسه). سازندهای نفوذ ناپذیر گورپی پابده در هسته تاقدیس واقع شده و سازند آسماری در سطح تاقدیس رخنمون دارد (شکل ۱). آبخوان گیلانغرب که در سازند آسماری به ضخامت حدود ۴۰۰ متر شکل گرفته، از طریق چشمه گیلانغرب در پلانچ غربی تاقدیس سروان تخلیه می‌شود. اقلیم منطقه از نوع مدیترانه‌ای بوده و دارای یک فصل خشک مشخص منطبق بر دوره گرم و یک فصل مرطوب منطبق بر دوره سرد سال می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه در حوضه آبگیر آبخوان گیلانغرب ۵۵۰ میلیمتر و میانگین دمای سالانه‌ای آن ۱۳ درجه سانتیگراد می‌باشد.



شکل ۱: نقشه موقعیت و نقشه زمین‌شناسی آبخوان مورد مطالعه

بحث و یافته‌های پژوهش

۱-۴ ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و هیدروشیمیایی آبخوان گیلانغرب

در آبخوان مورد مطالعه به‌دلیل فراهم‌بودن شرایط مناسب کارست‌زایی، از جمله لیتولوژی، تکتونیک، اقلیم و شرایط ژئومورفولوژیکی، لندفرم‌های کارستی متنوعی شکل‌گرفته است. کارن‌ها، جاماها (شکل ۲- الف)، پلزه، غارها و دره‌های عمیق کارستی (شکل ۲- ب) و سنگفرش‌های کارستی مهم‌ترین لندفرم‌های کارستی تاقدیس سریوان می‌باشند. ژئومورفولوژی کارست سطحی تاقدیس سریوان در مناطق هموار راس تاقدیس نسبتاً توسعه یافته و در دامنه‌ها و حواشی تاقدیس کم توسعه می‌باشد. ژئومورفولوژی کارست سطحی تأثیر زیادی با کنترل نوع و میزان تغذیه نقش مهمی در میزان آسیب‌پذیری آبخوان‌های کارستی دارد. مناطق دارای سنگ‌های کربناته کارستی‌شده بدون پوشش خاک، نشان‌دهنده مناطق تغذیه خودزا بوده و می‌توان انتظار داشت ۸۰ درصد بارش در آنها نفوذ کند (گلدشایر و درنو، ۲۰۰۷: ۱۸). تغذیه متمرکز از طریق فروچاله‌ها باعث انتشار سریع آلودگی و آسیب‌پذیری بالای آبخوان‌های کارستی می‌گردد. نوع شارژ آبخوان گیلانغرب از نوع خودزا بوده و در این آبخوان دو نوع تغذیه منتشر از طریق درزه و شکاف و تغذیه متمرکز از طریق فروچاله‌ها صورت می‌گیرد. در آبخوان گیلانغرب تغذیه منتشر غلبه دارد. مساحت حوضه آبگیر

چشمه‌ای گیلانغرب بر اساس داده‌های اقلیمی و هیدرولوژیکی سال ۱۳۸۳-۱۳۸۲ بر اساس رابطه (۱) ۱۰۱ کیلومترمربع برآورد شده است (جدول ۲). به توجه به میزان توسعه ژئومورفولوژی کارست سطحی منطقه میزان ضریب A برای آبخوان گیلانغرب ۰/۵ برآورد گردید.



شکل ۲: الف؛ نمایی از دهانه یک جاما، ب؛ نمایی از یک دره کارستی در تاقدیس سریوان

جدول ۱: ویژگی‌های هیدرولوژیکی چشمه گیلانغرب

P (mm)	I	Q(MCM) ^{۴۵}	Qmin(l/s)	Qmax(l/s)	Qmean(l/s)
۵۲۸	۰/۵	۲۶/۴۲	۴۲۲	۱۶۶۶	۹۰۱

۲-۴ هیدروشیمیایی آبخوان گیلانغرب

بر اساس نتایج نمونه برداری (جدول ۲) آبخوان گیلانغرب دارای تیپ آب کربناته ($\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Mg}$) و توالی کاتیونی $\text{HCO}_3 > \text{Cl} > \text{SO}_4$ بوده و دارای منشاء کارستی می‌باشد. بررسی میزان فلزات سنگین (F, Mn, Fe) و مقادیر نیتрат، پتاسیم و فسفات نشان دهنده-ای مجاز بودن مقادیر آنها می‌باشد. نتایج آزمایشات میکروبی حاکی از وجود ۲۳ عدد باکتری اشرشیا در ۱۰۰ میلی لیتر آب چشمه گیلانغرب بوده و این امر سبب کاهش کیفیت آب چشمه شده و آلودگی آن از جنبه میکروبی شده است.

جدول ۲: نتایج آنالیز شیمیایی چشمه گیلانغرب در فصل خشک (Mg/l)

Mn	Fe	K	Na	Mg	Ca	NO3	HCO3	CO3	SO4	Cl	F
0.005	0.04	2	16.1	41.4	107	8.1	326.4	0.228	28.4	49.7	0.17

۳-۴ ارزیابی آسیب پذیری آبخوان گیلانغرب

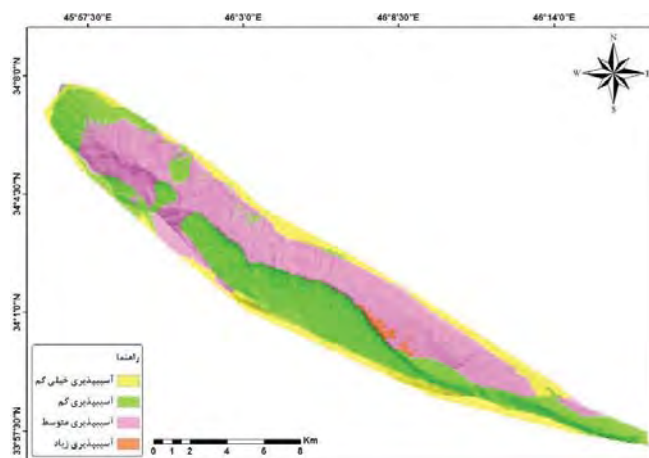
بررسی شکل (۳) نشان می‌دهد، که آبخوان گیلانغرب دارای ۴ کلاس مختلف آسیب‌پذیری می‌باشد. طبقات آسیب‌پذیری کم و زیاد با اختصاص ۴۷٪ و ۲٪ مساحت حوضه بیشترین و کمترین وسعت را دارا می‌باشند. طبقات آسیب‌پذیری زیاد و متوسط ۴۵٪ مساحت آبخوان را شامل می‌شوند. طبقات با آسیب‌پذیری خیلی کم و کم منطبق بر حواشی و دامنه‌های تاقدیس جنوبی سریوان بوده که در این مناطق ژئومورفولوژی کارست توسعه نیافته می‌باشد. طبقات آسیب‌پذیری متوسط و زیاد منطبق بر دامنه‌های شمالی و پهنه‌های کارستی هموار راس تاقدیس بوده و این مناطق دارای ژئومورفولوژی کارست نسبتاً توسعه یافته بوده می‌باشد (شکل ۳). در این مناطق لندفرم‌های همچون کارن فیلدهای توسعه یافته، جاما و دره‌های خشک قرار دارند که میزان نفوذ آب در آنها زیاد می‌باشد و احتمالاً انتشار و جابه‌جایی آلودگی زیاد می‌باشد. در واقع نقشه آسیب‌پذیری نهایی نقشه ژئومورفولوژی کارست سطحی در میزان آسیب‌پذیری آبخوان گیلانغرب را نشان داده و بر این اساس مناطق با ژئومورفولوژی کارست سطحی توسعه یافته دارای آسیب‌پذیری بیشتر می‌باشند. در نهایت می‌توان گفت که آسیب‌پذیری آبخوان گیلانغرب در حد متوسط بوده و وجود

^{۴۵}. حجم کل آبدی سالانه چشمه به میلیون متر مربع

آلودگی در این آبخوان به علت گسترش سکونتگاه‌های انسانی در اطراف آبخوان می‌باشد.

جدول ۲: مساحت و درصد طبقات آسیب‌پذیری آبخوان گیلانغرب

درصد	وسعت (کیلومتر مربع)	طبقه آسیب‌پذیری
۶/۹٪	۷	خیلی کم
۴۷/۶٪	۴۸.۱	کم
۴۳/۳٪	۴۳.۸	متوسط
۲	۲.۱	زیاد



شکل ۳: نقشه آسیب‌پذیری آبخوان گیلانغرب با استفاده از مدل EPIK

۴-۴ نتیجه‌گیری

میزان آسیب‌پذیری آبخوان‌های کارستی منتج از شرایط مختلف طبیعی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. آبخوان گیلانغرب به علت قرار داشتن نواحی مسکونی در اطراف آن و همچنین بهره‌برداری از تأقدیس سریوان جهت فعالیت‌های دامداری و با آلودگی میکروبی روبرو می‌باشد. با توجه به نقش حیاتی این آبخوان در تداوم حیات انسانی مناطق اطراف خود نیازمند مباحث مدیریتی و حفاظتی از طرف نهادهای مسئول می‌باشد. بررسی نقشه آسیب‌پذیری حاکی از آسیب‌پذیری متوسط آبخوان بوده و این امر نشان می‌دهد در صورت اجرا نشدن طرح‌های حفاظتی و گسترش بیشتر فعالیت‌های انسانی این آبخوان در آینده با آلودگی بیشتری مواجه می‌شود. بررسی علل طبیعی آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که توسعه یافتگی نسبی کارستی سطحی در مناطق مرتفع تأقدیس سریوان امکان انتشار آلودگی را افزایش داده و این امر یک از مهمترین دلایل وجود آلودگی در آب آبخوان می‌باشد. در نهایت می‌توان گفت که آبخوان مذکور نیازمند انجام اقدامات و طرح‌های حفاظتی می‌باشد.

۴-۵ منابع:

- de Jong, C., Cappy, S. and Funk, D.(2008). A transdisciplinary analysis of water problems in the mountainous karst areas of Morocco. *Engineering Geology* 99, 228–238.
- Afrasiabian, A.(2007). The importance of protection and management of Karst water as drinking water resources in Iran. *Environ Geol*, 52:673–677.
- Adams, B.and Foster, S.S.D.(1992). Land-surface zoning for groundwater protection. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 6, 312–320.
- Karimi, H., Raeisi, E., Zare, M.,(2003), Hydrodynamic Behavior of the Gilan karst spring, west of Zagros, Iran, *Cave and karstscience*, Vol. 30, pp. 15-20.
- oerfliger, N., Jeannin, P. Y., & Zwahlen, F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). *Environmental Geology*, 39(2), 165-176.

پخش سیلاب، راهکاری در مدیریت بحران آب (مطالعه موردی: حوضه چالان چولان استان لرستان)

^۱ سیامک شرفی، ^۲ داریوش نورالهی

^۱ دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران و مدرس گروه علوم جغرافیایی دانشگاه لرستان، sharafi.s64@gmail.com

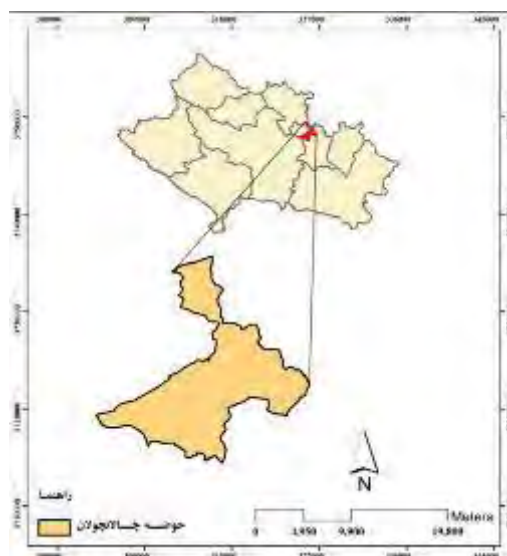
^۲ دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه تهران، d.noorollahi@yahoo.com

مقدمه

پراکنش نامناسب زمانی و مکانی بارش در مناطق خشک و نیمه خشک، علاوه بر ایجاد سیلاب های مخرب، موجب هدر رفتن روان آب سطحی می شود (کریمی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به افزایش جمعیت و به وجود آمدن بحران آب در مناطق خشک و نیمه خشک، تغذیه مصنوعی آبخوان ها راهبردی برای تقویت و توسعه منابع آب زیر زمینی می باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). پخش سیلاب یکی از روشهای بهره برداری از سیلاب و استفاده بهینه از آن می باشد که می تواند تاثیرات مثبتی در مقابله با بحران آب و خشکسالی و بهره برداری پایدار از آن داشته باشد (بیات موحد، ۱۳۸۱). به دلیل برداشت بی رویه از آبخوان اکثر دشتهای کشور و حفاری های مجاز و غیر مجاز چاه های عمیق، متأسفانه اکثر دشتهای با بیلان منفی آب سفره های زیرزمینی مواجه هستند (رجائی و اسماعیلی، ۱۳۸۸). مطالعات انجام شده حاکی از آن است که پخش سیلاب باعث افزایش سطح آبهای زیرزمینی می شود (ویسکرمی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به خشکسالی های اخیر در استان لرستان، سطح آب های زیرزمینی در تمامی دشت های استان افت کرده به طوری که در برخی دشت ها مانند دشت کوهدشت، افت سطح آبهای زیرزمینی بیش از ۱۲ متر بوده است. با توجه به بحرانهای به وجود آمده در منابع آب زیرزمینی دشت های استان لرستان، تعیین محل های مناسب پخش سیلاب برای تغذیه سفره های آب زیرزمینی گامی مهم در راستای مدیریت منابع آب به شمار می رود. بنابراین هدف از این تحقیق، شناسایی مناطق بهینه پخش سیلاب با در نظر گرفتن معیارهای تاثیر گذار جهت تغذیه سفره های آب زیرزمینی حوضه چالان چولان در دشت سیلاخور استان لرستان می باشد.

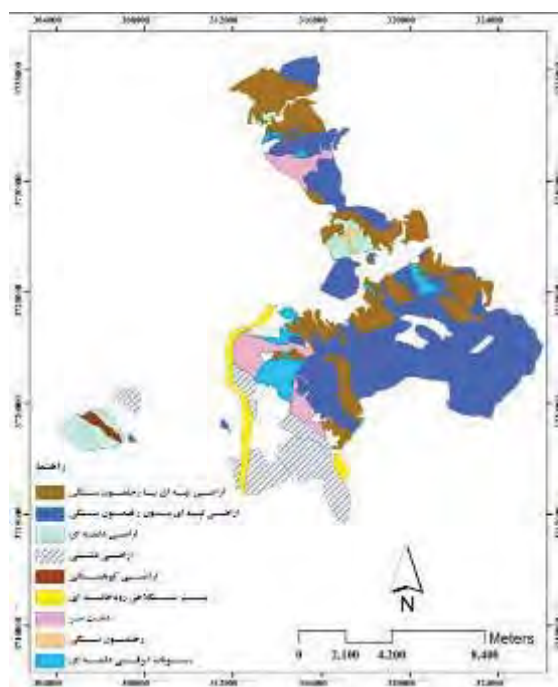
مواد و روشها

محدوده مورد مطالعه در شرق استان لرستان و در دشت سیلاخور واقع شده است. این حوضه از شمال به بروجرد، از جنوب غرب به شهرستان دورود، از شرق با حوضه سیلاخور و از غرب با مرز سیاسی شهرستان دورود منطبق است. حداقل ارتفاع حوضه ۱۴۳۵ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۶۹۳ متر از سطح دریا می باشد (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت حوضه چالانچولان در استان لرستان

این تحقیق در چند مرحله انجام شده است. در مرحله اول زیرحوضه های حوضه مورد مطالعه استخراج شدند (۹۹ زیرحوضه). سپس جهت کاهش حجم کار، پهنه های واحد فیزیوگرافیکی که شیب مساوی و کمتر از ۵ درجه را دارند، جدا شده اند و در مرحله بعد مجموعه عوامل فیزیکی و شیمیایی این پهنه ها تعیین شده است (شکل ۲). این عوامل شامل شیب، ضخامت آبرفت، تراکم آبرفت، دانه بندی آبرفت، کاربری اراضی، هدایت الکتریکی، درصد شن و واحدهای ارضی می باشند. در مرحله بعد هر معیار محیطی در محدوده ۱ تا ۵ ارزش گذاری شد و در مرحله بعد با ضرب وزن نسبی هر عامل در وزن مطلق هر عامل، وزن نهایی برای هر پهنه مشخص شده است.



شکل ۲: واحدهای ارضی محدوده مورد مطالعه

در زیر نحوه محاسبه وزن نهایی و در جدول ۱، مشخصات و وزن های هر پهنه آورده شده است. وزن های ذکر شده در این تابع برای همه پهنه ها یکسان است.

(وزن نسبی هدایت + ۰.۰۲ * (وزن نسبی دانه بندی آبرفت) + ۰.۰۲ * (وزن نسبی تراکم آبرفت) + ۰.۰۳۲ * (وزن نسبی شیب) + ۰.۰۵ = پخش سیلاب
 ۰.۰۴ * (وزن نسبی واحد ارضی) + ۰.۰۱۳ * (وزن نسبی کاربری اراضی) + ۰.۰۴ * (وزن نسبی درصد شن) + ۰.۰۴ * الکتریکی)

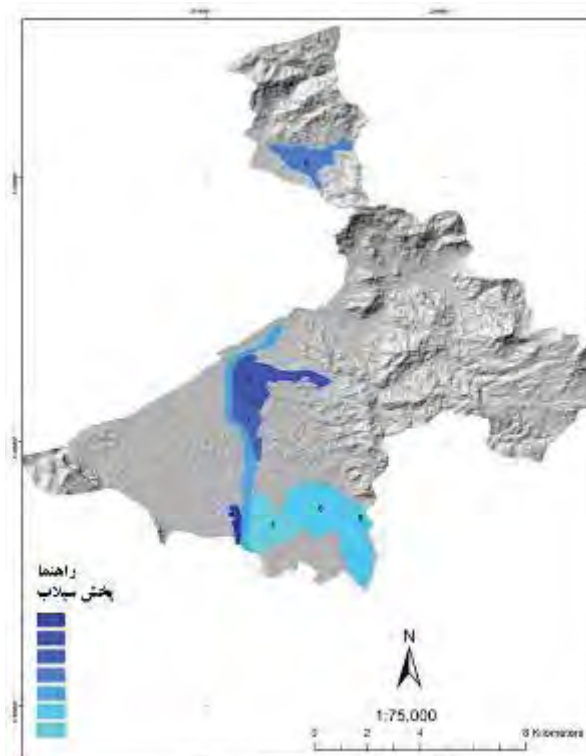
جدول ۱: عوامل در نظر گرفته شده برای برآورد مطلوبیت پخش سیلاب و محاسبه درجه مطلوبیت هر پهنه

وزن نهایی	وزن واحد ارضی	وزن کاربری اراضی	وزن درصد شن	وزن هدایت الکتریکی	وزن دانه بندی	وزن تراکم آبرفت	وزن ضخامت آبرفت	وزن شیب	شماره ردیف
0.55	3 دشت سرد	2 کشتاوری	3	1	2	2	30	2	0
0.577	3 دشت سرد	1 کشتاوری	3	2	2	2	30	2	1
0.524	0 پستری	0 پادون	4 سنگریزه درشت (۹۵)	2	4	2	40	2	2
0.697	4 دشت	1 کشتاوری	4	3	2	2	30	2	3
0.517	4 دشت	1 کشتاوری	2	0.5	2	2	30	2	4
0.523	4 دشت	3 مرتع	1	1	2	2	30	2	5
0.523	4 دشت	3 مرتع	1	1	2	2	30	2	6
0.59	3 دشت سرد	2 کشتاوری	3	2	2	2	30	2	7

در مرحله بعد با استفاده از وزن های به دست آمده از جدول بالا، پهنه های موجود در منطقه ارزش گذاری شد. بعد از تولید پهنه های فیزیوگرافیک با درجه تناسب متفاوت برای پخش سیلاب، نقشه واحد های فیزیوگرافیک با نقشه زیرحوضه های منطقه با استفاده از دستور Intersect تلفیق مرز شدند تا بدین صورت زیرحوضه های منطقه با هر پهنه پخش سیلاب تلفیق شود. در نهایت پهنه های به دست آمده با هم تلفیق شده (با استفاده از دستور Dissolve) و مناسب ترین پهنه های پخش سیلاب منطبق با زیر حوضه های منطقه تولید شد.

بحث و نتایج و یافته ها

نتایج مطالعات نشان می دهد که دشت ها، مخروطه افکنه ها و پدیمنت های (دشت سر) ملایم، مناطق بهینه جهت تغذیه آبخوان ها می باشند. در حوضه مورد مطالعه نیز، اراضی دشتی و دشت سر ها با در نظر گرفتن معیارهای موثر در پخش سیلاب، به عنوان بهینه ترین مناطق انتخاب شده اند (شکل ۳). بستر سنگلاخی رودخانه ای نیز قابلیت پخش سیلاب را دارد. این اراضی دارای پایین ترین ارتفاع و شیب می باشند و از رسوبات آبرفتی کواترنری تشکیل شده اند. وسعت مناسب ترین منطقه برای پخش سیلاب که در جنوب حوضه واقع شده، بیش از ۴۰ هکتار می باشد. اندازه آبرفت در این مناطق درشت دانه بوده و قابلیت نفوذ بالایی دارد. ضخامت آبرفت به دلیل ورود رسوبات رودخانه های بیاتون، تیره و سیلاخور به ویژه در قسمت انتهایی حوضه، یعنی مناسب ترین مکان پخش سیلاب زیاد و تراکم آبرفت متوسط می باشد. با توجه به اهمیت ویژگیهای شیمیایی منابع آب تغذیه کننده آبخوانها و سفره های آب زیرزمینی در شناسایی مناطق بهینه پخش سیلاب، میزان هدایت الکتریکی نمونه های برداشت شده از منابع آب سطحی حوضه مورد مطالعه، بین ۴۹۰ تا ۱۳۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر می باشد. نتایج نشان می دهد که بطور کلی کیفیت آب در این محدوده مطلوب و قابل استفاده می باشد. نمایش نمونه های برداشت شده بر روی دیگرام شولر و ویلکوکس نیز گویای این مطلب است که کیفیت آب رودخانه ها در این محدوده، جهت مصارف شرب و کشاورزی در حد خوب و قابل قبول می باشد و تقریباً تمامی نمونه ها در کلاس C2S1 تا C3S1 قرار دارند. مهمترین نتایج این تحقیق می تواند در راستای کنترل آبهای سطحی و تغذیه سفره های آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه باشد.



شکل ۳: مناطق مستعد پخش سیلاب در حوضه چالان چولان. درجه مطلوبیت از تیره به روشن کاهش می یابد. به این صورت مناطق تیره تر مناسب ترین پهنه ها هستند.

مراجع

- بیات موحد، فرزاد، بررسی تاثیر پخش سیلاب بر تغییرات کمی بده قنات سهرین - قره چریان زنجان، مجله علوم خاک و آب، ۱۶، ۲، ص ۲۵۰-۱۳۸۱، ۲۵۶.
- حسینی، زینب، دستورانی، محمد تقی و قاسم اسدیان، بررسی تاثیر پروژه های پخش سیلاب بر سطح آب های زیر زمینی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز تاسران، استان همدان)، اولین همایش ملی بحران آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، ۱۳۹۲.
- رجائی، سید حسن و کاظم اسماعیلی، سیستم های پخش سیلاب و عملکرد آن در تغذیه سفره های آب زیرزمینی دشتهای، همایش ملی مدیریت بحران آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، ص ۹-۱، ۱۳۸۸.
- کریمی، حاجی، ناصری، بهروز و فتح اله نادری، تعیین عرصه های مناسب برای پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی در حوزه آبخیز چرداول استان ایلام با استفاده از مدل منطق بولین، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال هفتم، شماره ۲۱، ص ۷۶-۷۱، ۱۳۹۲.
- ویسکرمی، ایرج، پیامنی، کیانفر، شاه کرمی، عزیزاله و علیرضا سپهوند، تأثیر پخش سیلاب بر منابع آب زیر زمینی دشت کوهدشت، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال هفدهم، شماره ۶۵، ص ۱۶۱-۱۵۳، ۱۳۹۲.

بررسی کیفی آب رودخانه قره سو کرمانشاه با استفاده از نمودار های گرافیکی

^۱ محمد مهدی حسین زاده ، ^۲ کاظم نصرتی ، ^۳ سجاد باقری سیدشکری ^۴ طاهر ولی پور

^۱ استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه بهشتی تهران، M_Hoseinzadeh@sbu.ac.ir

^۲ استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه بهشتی تهران، k_nosrati@sbu.ac.ir

^۳ دانشجوی دکتری دانشگاه تهران، s.bagharigeo@yahoo.com

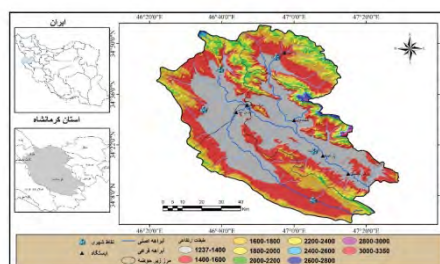
^۴ کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ta.valipour68@yahoo.com

مقدمه

یکی از عوامل مهم در پایداری توسعه یک منطقه، فراهم بودن منابع آب کافی و مناسب برای مصارف مختلف می باشد که علاوه بر کمیت، وضع کیفی آن نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. امروزه خصوصیات کیفی آب از مولفه هایی است که ضرورت لحاظ آن در برنامه ریزی های مربوط به مدیریت منابع آب و همچنین ارزیابی سلامت حوضه های آبخیز و ایجاد تغییرات مدیریتی در آن کاملاً احساس می شود (kaluarachch & Khadam, 2006). عوامل طبیعی و انسانی در هر منطقه سبب تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در کیفیت منابع آب می شود بنابراین علم کیفیت آب به عنوان یک موضوع مهم برای مهندسين و دانشمندان برای سالهای آتی باقی خواهد ماند (آورد و همکاران، ۱۳۸۷).

منطقه مورد مطالعه

حوضه رودخانه قره سو بخش قابل توجهی از نواحی مرکزی استان کرمانشاه و بخش کوچکی از جنوب استان کردستان را زهکشی می کند. زیر حوضه های این رودخانه در زون های سنج - سیرجان، زاگرس چین خورده، زاگرس مرتفع و منطقه بینابینی زاگرس چین خورده و مرتفع واقع شده اند. از نظر تقسیمات سیاسی، حوضه رودخانه قره سو منطبق بر محدوده شهرستان های کرمانشاه، روانسر و کامیاران می باشد. در این حوضه کلان شهر کرمانشاه و شهرهای روانسر، کامیاران و ماهیدشت واقع شده اند (شکل ۱). حوضه قره سو بین عرض های شمالی ۳۴° تا ۳۴° ۵۵' و طول های جغرافیایی ۴۷° ۰۱' تا ۴۶° ۲۲' واقع شده و مساحت آن ۵۶۲۷ کیلومتر مربع است.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه

مواد روش ها

ارزیابی تیپ و کیفیت آب سطحی یک مبحث مهم در زمینه مدیریت منابع آب بخصوص منابع آب سطحی می باشد. با بررسی تیپ و کیفیت آب سطحی می توان تاثیر عوامل طبیعی حوضه و همچنین عوامل انسانی را در کیفیت آب شناخت. علاوه بر آن موارد مناسب جهت مصرف آب تعیین کرد. در این پژوهش از داده های سازمان تحقیقات و مدیریت منابع آب کشور (وزارت نیرو)، جهت انجام مطالعه و تعیین تیپ و کیفیت آب رودخانه قره سو استفاده گردیده است. داده های کیفی آب سطحی برای ۶ ایستگاه هیدرومتری در طول رودخانه قره سو طی بازه زمانی ۳۰ سال (۱۳۹۰-۱۳۶۰) از وزارت نیرو اخذ گردید. در این مطالعه ده پارامتر جهت ارزیابی تیپ و کیفیت شیمیایی آب ایستگاه های هیدرومتری مورد مطالعه انتخاب

گردیدند و آنالیزهای شیمیایی بر روی مقدار میانگین غلظت یون های اصلی و پارامترهای شیمیایی نمونه های آب جمع آوری شده از ایستگاه های مختلف انجام گردید. در این پژوهش از نمودار پایپر جهت دسته بندی نمونه ها و تعیین تیپ شیمیایی آب استفاده شده است. در نمودار پایپر مقدار کل آنیون ها و کاتیون ها ۱۰۰ در نظر گرفته می شود و درصد یونها روی مثلثهای کناری علامتگذاری شده و نقاط متناظر روی مثلثهای کناری بر روی لوزی میانی تصویر می شوند و از نمودار استیف جهت ارزیابی تغییرات کیفی آب در یک مکان و در یک دوره زمانی استفاده می شود. نمودار استیف از چهار محور افقی موازی تشکیل شده که یک محور عمودی با ارزش صفر آنها را قطع می کند. مقادیر هر کدام از آنیون ها و کاتیون های اصلی بر حسب میلی اکای والانت بر لیتر بر روی یکی از محورهای افقی نمایش داده می شود و سطح این نمودارها نیز نماینده مقدار کل مواد جامد محلول TDS می باشد. بدین طریق این نمودار امکان مقایسه کل آنیون ها و کاتیون ها را فراهم می کند جدول (۱) مقادیر متوسط پارامترهای ده گانه مورد بررسی جهت تعیین تیپ آب های حوضه رودخانه قره سو را در ۶ ایستگاه هیدرومتری سطح حوضه را نشان می دهد

جدول ۱: مقادیر متوسط متغیرهای کیفی در ایستگاه های هیدرومتری رودخانه قره سو

متغیر/ایستگاه	%Na	SAR	na	Mg	Ca	SO ⁴	cl	Hco ³	Ec	TDS
بیبار	8.98	0.26	0.36	0.98	2.58	0.29	0.33	3.43	398.02	255.36
پل کهنه	14.34	0.52	0.8	1.49	3.09	0.56	0.57	4.06	535.27	342.57
حجت آباد	8.29	0.24	0.31	0.87	2.6	0.16	0.22	3.35	373.62	238.15
خرس آباد	19.89	0.88	1.53	3.29	2.35	1.03	0.67	5.06	693.91	449.79
دواب مرگ	8.57	0.28	0.42	1.36	3.1	0.58	0.38	3.78	488.95	457.45
غورباغستان	13.29	0.48	0.79	1.51	3.22	0.6	0.54	4.22	547.45	356.23
متوسط	12.22	0.44	0.70	1.58	2.82	0.53	0.45	3.98	506.20	349.92

۴- بحث و نتایج

۴-۱- روشهای گرافیکی :

روشهای گرافیکی برای نمایش آنالیز کیفیت آب دو هدف عمده را دنبال می کنند. هدف اول تصویر نمودن داده ها جهت تجزیه و تحلیل و هدف دوم کشف رابطه و نظام موجود بین داده ها است (هانسلو، ۱۹۹۵). مقادیر متوسط یونهای اصلی بر حسب میلی اکای والانت مطابق جدول (۲) است. از این مقادیر برای ترسیم نمودار استیف استفاده شده است. در جدول (۳) درصد هر کاتیون نسبت به کل کاتیون ها و درصد هر آنیون نسبت به کل آنیون ها نشان داده شده است. از این مقادیر در ترسیم نمودار پایپر استفاده شده است.

جدول ۲: مقادیر متوسط یونهای اصلی (بر حسب میلی اکای والانت)

متغیر/ایستگاه	Na	Mg	Ca	SO ₄	Cl	Hco ₃
بیبار	0.36	0.98	2.58	0.29	0.33	3.43
پل کهنه	0.8	1.49	3.09	0.56	0.57	4.06
حجت آباد	0.31	0.87	2.6	0.16	0.22	3.35
خرس آباد	1.53	3.29	2.35	1.03	0.67	5.06
دواب مرگ	0.42	1.36	3.1	0.58	0.38	3.78
غورباغستان	0.79	1.51	3.22	0.6	0.54	4.22
متوسط	0.70	1.58	2.82	0.53	0.45	3.98

جدول ۳: درصد مقادیر یونی

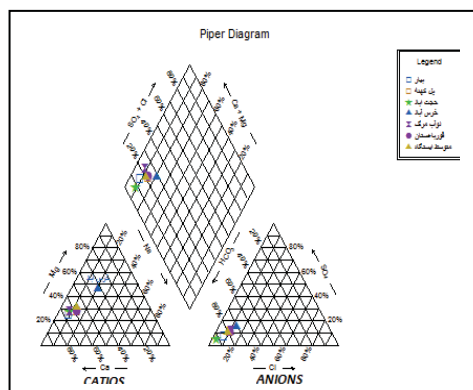
متغیر/ایستگاه	na	Mg	Ca	SO ₄	Cl	Hco ₃
بیبار	9.18	25	65.81	7.16	8.14	84.69
پل کهنه	14.86	27.69	57.43	10.78	10.98	78.22
حجت آباد	8.01	23.01	54.49	4.28	5.89	89.81
خرس آباد	21.33	45.88	32.77	15.23	9.91	74.85
دواب مرگ	8.6	27.86	63.52	12.23	8.01	79.74
غورباغستان	14.31	27.35	58.33	11.19	10.07	78.73
متوسط	12.71	29.46	55.39	10.14	8.83	81.00

۴-۱-۱- نمودار پایپر :

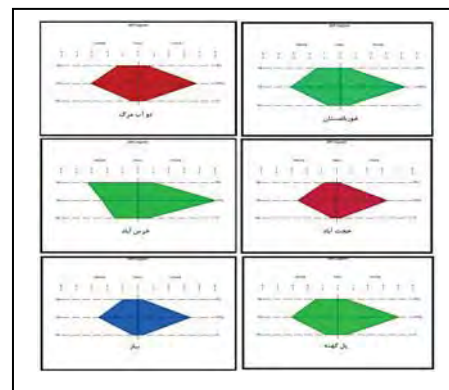
بر اساس نمودار پایپر، ایستگاه های هیدرومتری مورد مطالعه (۲)، توزیع یون ها روی مثلث مربوط به کاتیون ها در پنج ایستگاه بیار، حجت آباد، قورباغستان، دو آب مرگ و پل کهنه گرایش بیشتر به سمت کلسیم و در ایستگاه خرس آباد به سمت منیزیم است. بر روی مثلث مربوط به آنیون ها هر ایستگاه مورد مطالعه گرایش بیشتری به سمت بیکربنات را نشان می دهند.

۴-۱-۲- نمودار استیف :

طبق نمودار استیف ایستگاه های هیدرومتری مورد مطالعه (۳) میزان کل مواد جامد محلول در آب در ایستگاه های بیار، حجت آباد، پل کهنه، قورباغستان و دو آب مرگ تحت تاثیر یون های بیکربنات و کلسیم می باشد. در ایستگاه خرس آباد یون منیزیم جایگزینیون کلسیم شده و مواد محلول آب در این ایستگاه تحت تاثیر یون های بیکربنات و منیزیم می باشد.



شکل ۴ نمودار پایپر ایستگاه های هیدرومتری حوضه رودخانه قره سو



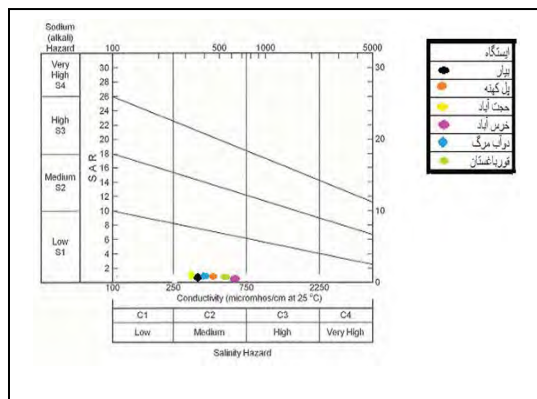
شکل ۳: نمودار استیف ایستگاه های هیدرومتری حوضه رودخانه قره سو

۴-۲- ارزیابی کیفیت آب رودخانه قره سو جهت مصارف کشاورزی:

به منظور تعیین کیفیت آب از نظر مصارف کشاورزی و تعیین کلاس آن از دیاگرام ویلکاکس استفاده گردید، که اساس آن بر تعیین میزان هدایت الکتریکی (Ec) و نسبت جذب سدیم (S.A.R) و میزان تغییرات آنها است. واحد اندازه گیری هدایت الکتریکی، میکروموس بر سانتیمتر در ۲۵ درجه سانتیگراد و نسبت جذب سدیم بدون واحد و میزان آن از رابطه ۱ حاصل می گردد.

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\left(\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg}{2}} \right)}$$

رابطه (۱)



شکل ۵: دیاگرام ویلکوکس رودخانه قره سو در ایستگاه های هیدرومتری سطح حوضه آن

ایستگاه	S.A.R	طبقه بندی	EC	طبقه بندی
بیبار	۰.۲۶	عالی S1	۳۹۸.۰۲	خوب C2
پل کهنه	۰.۵۲	عالی S1	۵۳۵.۲۷	خوب C2
حجت آباد	۰.۲۴	عالی S1	۳۷۳.۶۲	خوب C2
خرس آباد	۰.۸۸	عالی S1	۶۹۳.۹۱	خوب C2
دوآب مرگ	۰.۲۸	عالی S1	۴۸۸.۹۵	خوب C2
قورباغهستان	۰.۴۸	عالی S1	۵۴۷.۴۵	خوب C2

جدول ۴: رده بندی کیفیت آب ایستگاه های هیدرومتری کشاورزی مصارف رودخانه قره سو برای

۵- نتیجه گیری

با بررسی تیپ و کیفیت آب سطحی و تاثیر عوامل طبیعی سطح حوضه و عوامل انسانی در کیفیت آب رودخانه می توان موارد مناسب جهت مصرف آب آن تعیین کرد. از روش های گرافیکی برای تعیین تیپ آب ایستگاه های هیدرومتری حوضه قره سو استفاده گردید. بر اساس نمودار پایپر، یون کربنات در تمامی ایستگاه ها غالب بوده و تیپ آب همه ایستگاه کربناته می باشد. از منظر کاتیونی، ایستگاه خرس آباد دارای رخساره منیزیک - کلسیک و بقیه ایستگاه های دارای رخساره کلسیک و منیزیک می باشند. تیپ آب و توالی آنیونی ایستگاه های هیدرومتری مورد مطالعه نشان دهنده کارستی بودن حوضه رودخانه قره سو می باشد. نمودار استیف ایستگاه خرس آباد نشان می دهد که یون منیزیم جایگزین یون کلسیم شده و مواد محلول آب در این ایستگاه تحت تاثیر یون های بیکربنات و منیزیم می باشد. در بقیه ایستگاه های هیدرومتری حوضه میزان کل مواد جامد محلول در آب تحت تاثیر یون های بیکربنات و کلسیم می باشد. نتایج نمودار استیف نیز نشان دهنده کارستی بودن حوضه و تاثیر ویژگی های ژئومورفولوژی کارست حوضه بر کیفیت آب رودخانه قره سو می باشد. ارزیابی کیفیت آب رودخانه قره سو با دیاگرام ویلکوکس نشان دهنده کیفیت مناسب آب رودخانه جهت مصارف کشاورزی می باشد که این امر به علت عدم رخنمون سازندهای نمکی در حوضه قره سو می باشد.

مراجع:

- ۱- آورند، ر. علیپور، ش. نصرافهانی، م. ج.، بررسی کیفیت آب رودخانه کارون در تصفیه خانه شماره ۲ اهواز، اولین همایش بهره برداری بهینه از منابع آب استان لرستان. شهریور ۱۳۸۷
- ۲- پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور <http://www.ngdir.ir/>

3-Hounslow A. Water quality data: analysis and interpretation, CRC-Press, 1995, 397pp, 86.

4-Khadam, I.M., Kaluarachchi, J.J., Water quality modeling under hydrologic variability and parameter uncertainty using erosion-scaled export coefficients. Journal of Hydrology, 2006, 330: 354-367.

تحلیل حساسیت متغیرهای ژئومورفولوژی موثر بر سیلاب حوضه زرچشمه هونجان با استفاده از مدل HEC-HMS

^۱ دکتر ابوالقاسم امیراحمدی، ^۲ نگارگلشنی، ^۳ زهره مومنیان

^۱ دانشیار گروه اقلیم و ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری، amirahmadi1388@gmail.com

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری، momenianz@gmail.com

^۳ دانش آموخته کارشناسی ارشد اقلیم شناسی دانشگاه حکیم سبزواری، momenianz@gmail.com

مقدمه

بررسی های سازمان ملل متحد حاکی از آن است که سیل را باید یکی از جدی ترین بلایای طبیعی به شمار آورد. تنها معدودی از کشورهای جهان را می توان یافت که فارغ از مسایل و مصائب سیل باشند. حوضه آبخیز به عنوان یک هیدرو سیستم، عامل تبدیل بارش نازل به بارش ماراد و تخلیه ی آن به نقطه خرجی است. (حشمت پور و همکاران، ۱۳۸۱: ۳) تجربه نشان داده است که ارتباط بین مقدار سیل و حوضه ی آبخیز نتیجه برهمکنش تعداد زیادی از روند های فیزیکی است که ایجاد و انتقال سیل را کنترل می کنند (ویتزار و همکاران، ۲۰۰۱: ۹۱) از آنجا که در آبخیز عوامل و عناصر متعدد و متنوعی دخیل هستند، مدیریت این عوامل نیازمند برنامه ریزی است. پیش نیاز هر نوع برنامه ریزی، کسب اطلاعات لازم و شناخت دقیق عناصر مؤثر و آگاهی از واکنش های آنها نسبت به سایر عوامل و نیز ارتباط درونی و نظامدار هر یک از این عوامل با یکدیگر است. (ضیائی و بهنیا، ۱۳۸۶: ۲۲). مدل HEC-1 بطور مطلوبی امکان تشابه سازی بارندگی- رواناب را دارد ولی در کاربرد آن باید به دو نکته توجه شود. اول اینکه در رواسنجی پارامترها، لازم است از هیدروگرافهایی استفاده شود که از شکل متعارف زنگوله ای برخوردار باشد، هیدروگرافهای با تغییر زیاد و یا آنهایی که یکباره به اوج می رسند جواب های غیرواقعی خواهند داشت. دوم اینکه، در استفاده از هیدروگراف واحد جهت برآورد سیلاب، پارامترهای مورد نیاز براساس ضریب متعارف جواب های مناسبی نمی دهند. منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی دهستان اسفرجان، شهرستان شهرضا واقع در استان اصفهان است که بین طول جغرافیایی "۵۳°۴۴'۱۵" تا "۵۱°۵۲'۱۵" و عرض جغرافیایی "۳۱°۲۸'۳۳" تا "۳۱°۳۴'۱۵" واقع است.

مواد و روشها

الف- مواد:

برای اجرای روش شبیه سازی، نقشه توپوگرافی منطقه با دقت ۱/۵۰۰۰۰ رقمی و مرز واحد های هیدرولوژیک حوضه به کمک لایه ی TIN مشخص و حوضه به ۲۴ زیر حوضه تفکیک و نقشه آبراهه ها و زیر حوضه تهیه شد. جهت شبیه سازی هیدرولوژیکی از مدل HEC-HMS استفاده واز آنجا ئیکه که منطقه مورد مطالعه فاقد ایستگاه آب سنجی بود به منظور برآورد رواناب حوضه روش SCS به کار گرفته شد. با عنایت به ویژگی های حوضه و امکانات موجود اقتصادی کلاس A انتخاب و برای بدست آوردن کمیت های مورد نیاز از امکانات GIS ولایه های تهیه شده استفاده گردید.

جدول (۱) داده های مورد نیاز برای فرآیند مدل HEC-HMS

زیر حوضه	شیب متوسط	طول حوضه	زمان تمرکز	زمان تاخیر	CN مرطوب	CN متوسط	ارتفاع متوسط	بارندگی ۶ ساعته	۲۴ ساعته
۱	۴۵/۱۱	۰/۹	۰/۱۷	۰/۱	۶۹	۵۰	۲۴۶۰	۴۱/۲۶	۴۸/۰۲۵
۲	۴۷/۱	۴/۱	۰/۶	۰/۳۶	۷۹	۶۲	۲۵۷۰	۴۳/۰۱	۵۲/۳۰۵
۳	۸/۶	۳/۷۸	۱/۰۶	۰/۶۳	۶۶	۴۶	۲۴۷۲/۵	۴۱/۴۶	۴۸/۵
۴	۱۶/۷۶	۴/۹۳	۰/۶	۴/۳۶	۷۹	۶۲	۲۶۳۵	۴۴/۰۵۳	۵۴/۶۷۵
۵	۱۸	۳/۴۱	۰/۶۸	۰/۴	۷۷	۸۹	۲۴۹۴/۵	۴۱/۸۱	۴۹/۳۳۶
۶	۴۸/۱۲	۵/۴	۰/۷۲	۰/۴۳	۷۴	۵۵	۲۶۵۰/۵	۴۴/۳	۵۵/۲۶۴
۷	۸۶/۶۸	۲/۳۲	۰/۸۶	۰/۱۷	۷۹	۹۱	۲۶۹۰	۴۴/۹۳	۵۶/۷۶۵

۵۸/۵۱۳	۴۵/۶۶	۲۷۳۶	۵۰	۶۹	۰/۲۲	۰/۳۷	۲/۷۳	۷۸/۲۴	۸
۵۳/۰۰۳	۴۳/۳۵	۲۵۹۱	۵۰	۶۹	۰/۳	۰/۵	۲/۵	۵۵/۳۳	۹
۵۷/۴۶۸	۴۵/۲۲	۲۰۸/۵	۹۴	۸۶	۰/۲۷	۰/۴۵	۱/۸۴	۲۰/۱	۱۰
۵۹/۱۷۸	۴۵/۹۴	۲۷۵۳/۵	۶۲	۷۹	۰/۵۱	۰/۸۵	۱/۸۵	۷۷/۳	۱۱
۶۲/۶۷۴	۴۷/۴۱	۲۸۴۵/۵	۷۲	۸۶	۰/۱۶	۰/۲۷	۶/۱	۳۱/۰۵	۱۲
۷۵/۳۸۵	۵۲/۷۵	۳۱۸۰	۸۴	۶۹	۰/۵۳	۰/۸۹	۹/۱۷	۸۳/۵۶	۱۳
۵۹/۹۹۵	۴۶/۲۹	۲۷۷۵	۶۲	۷۹	۰/۲۷	۰/۴۶	۳/۲۷	۶۵/۸۶	۱۴
۷۴/۹۱	۵۲/۵۵	۳۱۶۷/۵	۶۲	۷۹	۰/۴۵	۰/۷۵	۷/۸	۹۰/۶۹	۱۵
۵۶/۷۶۵	۴۴/۹	۲۶۹۰	۹۴	۸۶	۰/۲	۰/۳۲	۲/۰۵	۵۶/۶۸	۱۶
۵۷/۸۴۸	۴۵/۳۸	۲۷۱۸/۵	۸۴	۶۹	۰/۲۱	۰/۳۵	۲/۵۳	۷۴/۵۴	۱۷
۵۷/۱۲۶	۴۵/۱	۲۶۹۹/۵	۶۲	۷۹	۰/۲۶	۰/۴۴	۳/۱۶	۶۴/۶۳	۱۸
۵۷/۹۲۴	۴۵/۴۱	۲۷۲۰/۵	۵۰	۶۹	۰/۳	۰/۴۸	۳/۶۶	۶۷/۹۵	۱۹
۵۶/۱۱۹	۴۴/۶۶	۲۶۷۳	۵۰	۶۹	۰/۳۱	۰/۵۲	۳/۸	۵۷	۲۰
۵۲/۲۲۴	۴۳/۰۲	۲۵۷۰/۵	۹۱	۷۹	۰/۲۵	۰/۴۲	۳	۸۰/۰۷	۲۱
۵۱/۰۲۷	۴۲/۵۲	۲۵۳۹	۹۴	۸۶	۰/۳	۰/۴۷	۲/۵۱	۴۶/۵	۲۲
۴۸/۲۱۵	۴۱/۳۴	۲۴۶۵	۷۲	۸۶	۰/۱۸	۰/۳۱	۱/۵	۳۸/۷	۲۳
۵۱/۸۴۴	۴۲/۸۶	۲۵۶۰/۵	۹۱	۷۹	۰/۲	۰/۳۴	۲/۳	۶۰/۷۱	۲۴

الف- روش ها :

روش مدلسازی هیدرولوژیکی :

جهت بررسی و روندیابی سیل و مطالعه نقش مشارکتی زیرحوضه ها در سیلاب حوضه از روش شبیه سازی هیدرولوژیکی بارش-رواناب و نرم افزار HEC-HMS بهره گرفته شد. این فرآیند بارش-رواناب را شبیه سازی نموده و توسط قابلیت بالای گرافیکی خود قادر به نمایش گرافهای سیلاب در تمامی المانهای حوضه است. این ویژگی امکان روندیابی موج سیل و بررسی چگونگی عملکرد و بهم نهی موج سیل با مشارکت فعال زیرحوضه ها را فراهم می کند. بعلاوه امکان مقایسه شکل هیدروگراف سیل در زیرحوضه ها را ممکن میسازد.

آنالیز حساسیت:

آنالیز حساسیت زیرحوضه هادر دو گام انجام شد. در گام نخست از بین خصوصیات فیزیکی و پارامترهای ژئومورفولوژیکی زیرحوضه ها، 3 متغیر شیب CN و مساحت برگزیده شد که این سه عامل در دامنه منطقی خود به ترتیب در تمام زیرحوضه ها تغییر داده شدند. برای مساحت و شیب دامنه تغییر ± 50 (شامل دامنه ده تایی اعداد از ۵۰ تا +۵۰) و برای CN دامنه متغیر ± 10 (شامل دامنه هشت تایی اعداد از ۱۰- تا +۱۰) در نظر گرفته شد. با تغییر هر کدام از سه عامل و به ازای تغییر عدد دامنه، کلیه ویژگی سایر زیرحوضه ها ثابت نگه داشته شد تا تغییر در هیدروگراف خروجی کل حوضه کاملاً مشخص و حاصل هر بار تغییر در دبی اوج خروجی حوضه در نظر گرفته شد. بدین شکل مدل HEC-HMS بیش از چهارصد بار در تمام زیر حوضه ها اجرا شد. سپس نمودار تحلیل حساسیت زیر حوضه ها به تغییر 3 عامل مذکور ترسیم گردید. در گام دوم (تحلیل حساسیت) برای اولویت بندی زیرحوضه ها از نظر سیل خیزی و بعبارتی تعیین میزان تأثیر هر یک از زیرحوضه ها در دبی سیل خروجی کل حوضه از روش ابداعی " تکرار حذف انفرادی زیرحوضه " استفاده شد. در این روش ابتدا هیدروگراف سیل خروجی با مشارکت کلیه زیر حوضه ها با کاربرد مدل HEC-HMS محاسبه، سپس با حذف متوالی و یک به یک زیرحوضه ها از فرایند روندیابی داخل حوضه، میزان مشارکت هر یک از آنها در دبی اوج خروجی حوضه بدست آمد.

بحث و نتایج:

با بکارگیری این نرم افزار دبی اوج خروجی کل حوضه ۱۰۷۵.۲۲ متر مکعب در ثانیه برای بارش طراحی 6 ساعته در دوره بازگشت 100 سال محاسبه گردید. مقایسه هیدروگراف سیل در زیرحوضه ها نشان می دهد که قله هیدروگراف سیل در حوضه های کشیده، پهن تر از سایر زیرحوضه ها و دبی سیلاب در واحد سطح آنها کمتر، و زمان رسیدن به اوج آنها

طولانی تر بوده است. بر عکس حوضه هایی که غیر کشیده اندیدی سیلابی آنها در واحد سطح بیشتر بوده و در زمان کوتاهی به دبی اوج رسیده و آبنمود آنها نوک تیز بوده است. (برای خنثی سازی اثر سطح زیر حوضه ها، دبی در واحد سطح در نظر گرفته شد زیرا در زیرحوضه های بزرگ تلفات رواناب بیشتر است). که ویژگیهای زیرحوضه در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲) هیدروگراف های سیل در زیر حوضه ها

گروه	زیر حوضه	ویژگی اوج هیدروگراف	ویژگی زمان اوج	ویژگی دبی اوج در واحد سطح
۱	S5,S7,S8,S10,S12,S13,S15 S16,S17,S21,S22,S24	قله پهن	در حدود ≥ 3.5 ساعت پس از شروع بارندگی	
۲	S2,S4,S6,S11,S14,S18,S23	قله نسبتاً پهن	در حدود ۳ ساعت پس از شروع بارندگی	
۳	S1,S9,S19,S20	قله تیز	در حدود ۲ ساعت پیش از شروع بارندگی	

ذکر این نکته ضروری است که زیر حوضه های گروه یک از مساحت زیادی در بین سایر زیرحوضه ها برخوردارند و در بررسی ویژگی دبی اوج برای خنثی کردن اثر مساحت، دبی در واحد سطح در نظر گرفته شده است. در المانهای اتصال، برهم نهی مثبت موج سیل از ترکیب موج سیل سایر المانها صورت گرفته است که منجر به تشدید مقدار دبی اوج در المان اتصال شده است. همینطور در حرکت موج سیل به سمت پایین دست حوضه مشخص می شود که اثر گذاری و مشارکت زیر حوضه های پایین دست، در افزایش دبی پیک به شدت کاهش یافته است. با تغییر عامل شیب مشخص شد زیرحوضه ها بر خلاف تصور با افزایش شیب یا کاهش آن به شکل یکسان در هیدروگراف سیل خروجی حوضه مشارکت نداشته اند و حتی افزایش شیب در دستهای از زیرحوضه ها منجر به کاهش دبی اوج حوضه بوده است. علت این امر دخالت دادن عامل مهم رونمایی سیل در بازه ها و نیز زیرحوضه هاست که اثر همزمانی رسیدن همه موجهای سیل در آن واحد به خروجی حوضه را حذف می کند و المانهای زیرحوضه ها و بازه ها با دخالت عامل مهم زمان تاخیر در تشدید یا تضعیف نقطه اوج دبی خروجی با حذف اثر همزمانی شرکت می کنند.

با تغییر شیب از کم به زیاد ۳ اثر متفاوت در دبی اوج خروجی حوضه مشاهده می شود:

(۱) افزایش شیب در زیرحوضه های S2,S4,S5,S7,S10,S12,S13,S15,S16,S17,S21,S22,S24 در افزایش دبی اوج خروجی تأثیر مستقیم داشته و منجر به افزایش آن شده است.

(۲) افزایش شیب در زیرحوضه های S1,S6,S9,S11,S14,S18,S23,S19,S20 در افزایش دبی اوج خروجی تأثیر معکوس داشته است و منجر به کاهش آن شده است.

(۳) تغییرات شیب در زیرحوضه های S1,S3,S4,S9,S23 منجر به تغییرات ناچیزی در دبی اوج خروجی شده است. تغییرات شیب در زیرحوضه S3 در افزایش و یا کاهش دبی اوج خروجی تقریباً بی تأثیر بوده است.

با توجه به نمودار تحلیل حساسیت، حوضه های S12-S13-S5-S10 نسبت به تغییر مساحت حساسیت بیشتری دارند ولی همینطور که مشخص است اگر چنانچه اثر سطح در دبی اوج سیلاب مطلق بود باید حساسیت زیرحوضه S15 با مساحت بیشتر نسبت به سایر زیرحوضه ها بیشتر باشد در حالی که وضعیت این زیرحوضه در تحلیل حساسیت مساحت معکوس بوده است.

با تغییر عامل CN مشخص شد زیرحوضه ها با افزایش CN یا کاهش آن به شکل یکسان در هیدروگراف سیل خروجی حوضه مشارکت نداشته اند. هر دو عامل CN و شیب در زمان تاخیر زیرحوضه شرکت دارند و هر تغییری در آنها روی پیمایش مسافت حوضه توسط موج سیل ها تأثیر می گذارد که نتیجه کلی آن در بر هم نهی موج های سیل در محل اتصالات متفاوت خواهد بود.

مراجع

- ۱- احمدی، حسن؛ ژئومورفولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران. (۱۳۸۶)
- ۲- انجمن هیدرولیک ایران، خبرنامه هیدرولیک، شماره ۲۳، صفحه ۳. (۱۳۸۰)
- ۳- بهزادفر، مرتضی؛ راهکارهای کاهش خسارت سیلاب، کارگاه فنی همزیستی با سیلاب، ۲۵ مرداد ۱۳۸۵.
- ۴- پقه، ا؛ بیرویدیان، ن. بررسی سهم اثر زیر حوضه ها در سیل خیزی حوضه آبخیز گرمادشت. پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه گرگان. (۱۳۸۲)
- ۵- خسروشاهی، محمد؛ ثقفیان، ب. نقش روندیابی رودخانه در شناسایی و تفکیک مناطق سیلخیز در حوضه های آبخیز. ششمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز. (۱۳۸۱)
- ۶- دورنکامپ؛ کینگ؛ سترالر؛ کاردینز؛ راکومپ، جو؛ تحلیل های کمی در ژئومورفولوژی. ترجمه جمشید فریفته، دانشگاه تهران. (۱۳۷۵)
- ۷- رفاهی، حسینقلی؛ فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۸۲)
- ۸- زمریدیان، محمدجعفر. ژئومورفولوژی ایران. انتشارات آستان قدس رضوی. (ج ۱، ۱۳۸۳)
- ۹- زنگنه اسدی، محمدعلی؛ ژئومورفولوژی عملی. جزوه درسی، دانشگاه تربیت معلم سبزوار (۱۳۸۴)
- ۱۰- شایان، سیاوش؛ فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی. سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، مدرسه، تهران. (۱۳۶۹)
- ۱۱- ضیایی، حجت الله؛ بهنیا، عبدالکریم؛ اصول مهندسی آبخیزداری. انتشارات آستان قدس رضوی. (۱۳۸۶)
- ۱۲- علیزاده، امین؛ اصول هیدرولوژی کاربردی انتشارات آستان قدس رضوی. (۱۳۸۳).
- ۱۳- شیران، مهناز؛ نقش روندیابی سیل در تحلیل حساسیت برخی متغیرهای ژئومورفولوژی موثر بر حوضه کرون با معرفی مدل HEC-HMS.
- ۱۴- محمودی، فرج الله؛ ژئومورفولوژی دینامیک. انتشارات دانشگاه پیام نور. (۱۳۷۴)
- ۱۵- مهدوی، مسعود؛ طاهرخانی، مهدی؛ کاربرد آمار در جغرافیا، انتشارات قومس. (۱۳۸۳)
- ۱۶- شرکت مهندسی مشاور پارس آب سپاهان اندیش. مطالعات اجرایی کنترل سیلاب حوضه آبخیز هونجان (شهرستان شهرضا). (ج ۱، ۱۳۸۵)
- ۱۷- شرکت مهندسی مشاور پارس آب سپاهان اندیش. مطالعات اجرایی کنترل سیلاب حوضه آبخیز هونجان (شهرستان شهرضا). (ج ۲، ۱۳۸۵).
- ۱۸- شرکت مهندسی مشاور پارس آب سپاهان اندیش. مطالعات اجرایی کنترل سیلاب حوضه آبخیز هونجان (شهرستان شهرضا). (ج ۳، ۱۳۸۵)
- 19- Perrin, Charles & Oudin, Ludovic, Impact of streamflow data on the efficiency and the parameters of rainfall – runoff models, Hydrological sciences Journal, volume 52, p.131, February 2007
- 20- M. Cunderlik, Jura & P. Simonovic, assessment of water resources risk and vulnerability to changing climatic condition, university of western Ontario, project report IV, p. 47, August 2004
- 21- USACE, Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), Technical Reference Manual. 2000
- 22- Christopher A. Johnson and Andrew C. Yung (2001) The Use of HEC-Geo HMS and HEC-HMS To Perform Grid-based Hydrologic of a Watershed 4P
- 23- Andam, K. S. (2003), Comparing physical habitat condition in forested and streams. Thesis of Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science Specializing in Civil and Environmental Engineering. University of Vermont. 136 p.
- 24- Barr, T. (2002), Application of tools for hydraulic power point presentation. 105-Upper Gptvand Hydroelectric Power Project Feasibility Study. 1996. Reservoir Operation Flood. 14 p.
- 25- Hill, M. (2001), Flood plain delineation using the HEC-GeoRas extension for ArcView. Brigham Young University. 514 P.
- 26- Lin, J. Y., S. L. Yu. And T. C. Lee. (2001), Managing Taiwan's reservoir water sheds by the zoning approach. Jurnal of Amerocan Water Resources Association 36(5). P. P. 989-1001.
- 27- Stone, S. and Anne, B. S. (2001), Geospatial Database and Preliminary Flood Hydrology Model for the Lower ColorDo Basin. 173. pp.
- 28- Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., Maidment, D.R., 2005. Regional Scale Flood Modeling using NEXRAD, Rainfall, GIS, and HEC-HMS\RAS: A Case Study for the San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event, Journal of Environmental Management, 75: 325-336.
- 29- Radwan, A., 1999. Flood Analysis and Mitigation for Area in Jordan, Journal of Water Resources and Management, 125(3): 170-177.

بررسی نوسانات سطح آب زیر زمینی محدوده بابل - بابلسر

محمدرضا یوسفی روشن^۱، قاسم لرستانی^۲

^۱ دکترای ژئومورفولوژی و مدرس دانشگاه فرهنگیان، پردیس دکتر شریعتی ساری، Email: yousefiroshan45@gmail.com

^۲ استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه مازندران Email: gh.lorestani@umz.ac.ir

مقدمه

آب زیر زمینی و سطحی منبع اصلی تامین آب شرب شهرها، روستاها، زمین های کشاورزی و صنایع محسوب می شود. در سال های اخیر منابع آب زیر زمینی کاهش یافته و از سوی دیگر جمعیت منطقه مورد مطالعه افزایش یافته است، مدیریت منابع آب های زیر زمینی در استان، مستلزم آگاهی از میزان بارش، دبی رودخانه ها و نوسانات سطح تراز آب زیر زمینی و برآورد میزان آب مورد نیاز بخش کشاورزی، آب شرب شهرها و روستاها می باشد. هرچند بارندگی ۸۹۶/۳ میلی متر در منطقه حادث می شود اما به علت حفر چاه ها، استفاده بی رویه و برداشت بیش از حد و غیر مجاز از سفره های آب زیر زمینی موجب افت میانگین سطح آب های زیر زمینی در ۳ ایستگاه دریاکنار، مخزن امیرکلا و ایستگاه صورت شده است. هدف این تحقیق یک مطالعه اجمالی از نوسانات سطح تراز آب های زیر زمینی در محدوده بابلسر و بابل می باشد تا بدین وسیله مقدماتی برای مطالعات تفصیلی ژئومورفولوژیکی نوسانات سطح ایستایی آب زیر زمینی در استان مازندران مورد توجه قرار گیرد. سطح تراز آب زیر زمینی در منطقه ساحلی دریاکنار در سطح بالاتر و در عمق ۱/۸۳ متر از سطح زمین قرار گرفته است، ولی هرچقدر به طرف بابل حرکت می کنیم سطح تراز آب های زیر زمینی در عمق پائین تر قرار می گیرد، ایستگاه امیرکلا ۲/۶۳ متری و ایستگاه صورت در عمق ۱۰/۹۴ متری از سطح زمین ثبت شده است. در طول دوره آماری ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ بین بالاترین و پائین ترین سطح تراز آب زیر زمینی در ایستگاه دریاکنار ۱/۰۲ متر، امیرکلا ۱/۳۳ متر و در ایستگاه صورت ۹/۱۵ متر اختلاف سطح نوسان آب زیر زمینی ثبت شده است. بالاترین سطح ایستایی ماهانه ایستگاه دریاکنار بهمن ماه در عمق ۱/۳۸ متری، ایستگاه امیرکلا فروردین ماه در عمق ۲/۱۷ متری و ایستگاه صورت خرداد ماه در عمق ۱۰/۲۵ متری از سطح زمین ثبت شده است، ولی پائین ترین سطح تراز ماهانه در ایستگاه دریاکنار مهر ماه در عمق ۲/۲۵ متری، امیرکلا ۳/۲۸ متری و همچنین ایستگاه صورت شهریور ماه در عمق ۱۱/۴۵ متری از سطح زمین ثبت شده است. وجود ۲۵۱ قطعه آبندان به عنوان یکی از محل های ذخیره آب برای آبیاری زمین های شالیزاری و غرقابی شالیزارهای اطراف تاثیر مستقیمی بر افزایش سطح آب زیر زمینی داشته است.

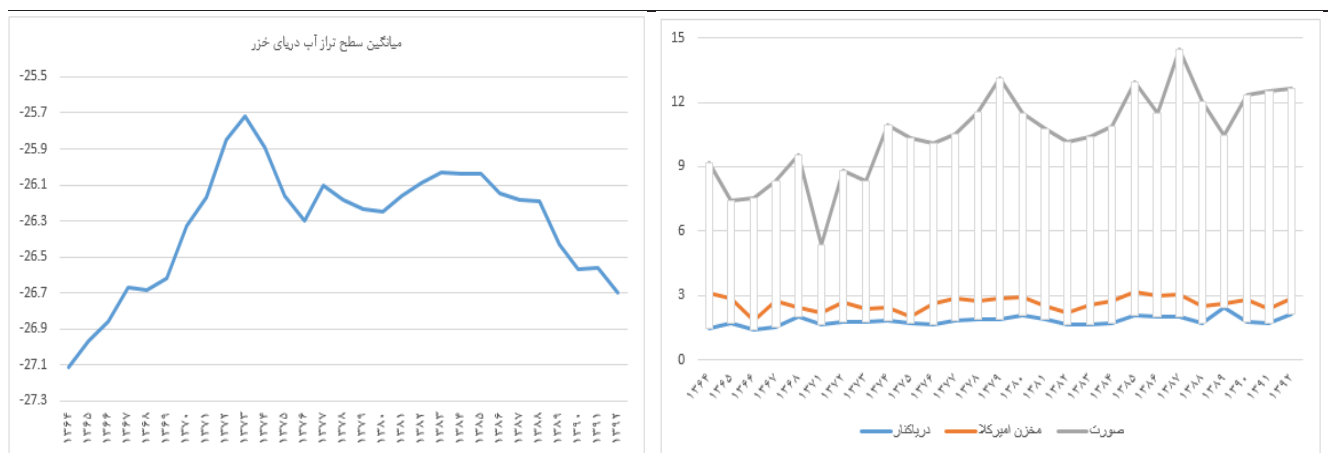
مواد و روشها

برای تحلیل نوسانات سطح آب های زیر زمینی منطقه مورد مطالعه از آمار ایستگاههای سطح ایستایی مطالعات پایه ای شرکت آب منطقه ای مازندران که از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ که آمار ماهانه و سالانه ایستگاههای مختلف ثبت شده بود مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت، از اطلاعات آماری تراز سنجی ایستگاه باکو در کشور آذربایجان و نوشهر آمار سالانه نوسانات سطح تراز آب دریای خزر مورد تحلیل قرار گرفت. جهت تحلیل میزان آبدی رودخانه بابلرود از آمار ایستگاه کشتارگاه بابل استفاده گردید و جهت تحلیل میزان بارندگی از ایستگاه سینوپتیکی بابلسر استفاده گردید. همچنین با بازدید میدانی تعدادی از آبندانهای منطقه، آثار و شواهد نوسانات سطح ایستایی آب های زیر زمینی ثبت و ضبط گردید و نتایج حاصله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

-بحث و نتایج

در ایران حدود ۹۵ درصد آب شیرین به بخش کشاورزی اختصاص دارد که ۸۰ درصد آن از طریق آب زیر زمین تامین می شود (طبری و همکاران ۲۰۱۱). شهرستان های بابلسر و بابل در استان مازندران به علت شرایط مساعد طبیعی بیش از ۱۹۷۹۵ نفر جمعیت در آن سکونت دارند. (سالنامه آماری ۱۳۹۰). وجود زمین های کشاورزی و شالیزاری در منطقه مورد مطالعه سبب شده که میزان بهره برداری از آب های زیر زمینی و سطحی افزایش یابد، مجوز و حفر بیش از ۲۵۰۰۰ چاه و همچنین بیش از ۱۰۰۰۰ چاه غیرمجاز در سطح شهرستان بابلسر و بابل نشان از بهره برداریهای غیرعلمی از آب های زیر زمینی و نوسان سطح تراز آب های زیر زمینی در طی سالهای آماری شده است، علاوه بر این پائین بودن فشار آب شرب خانه های مسکونی

شهرستانهای بابلسر و بابل سبب شده که در تمامی خانه ها پمپ و منبع ذخیره آب وجود داشته باشد. تغییرات سطح ایستایی آبهای زیرزمینی ونوسانات سطح تراز آب دریای خزر نقش بارزی در پیشروی آبهای شور ساحلی به طرف سفره های معلق آب شیرین منطقه ساحلی داشته است. شکل ۱ میانگین سطح تراز آب زیر زمینی در ایستگاه دریاکنار، امیرکلا و صورت را نشان می دهد، در سال ۱۳۶۶ سطح تراز آب زیر زمینی ایستگاه دریاکنار در عمق ۱/۴۲ متری از سطح زمین ثبت شده است، اما در سال ۱۳۸۹ سطح تراز آب زیر زمینی در عمق ۲/۴۴ متری از سطح زمین قرار گرفته که در طول ۲۳ سال ۱/۰۲ متر از سطح تراز آب زیرزمینی در چاه مورد مشاهده پائین تر رفته که این امر نشان از حفر بی رویه چاه وبهره برداری بیش از حد آبهای زیر زمینی می باشد. ایستگاه دریاکنار در ارتفاع ۲۱/۳۸- متری و در منطقه ی ساحلی دریا واقع شده است. ایستگاه امیرکلا که در ارتفاع ۶/۰۸- متر و در ۱۵ کیلومتری منطقه ی ساحلی دریای خزر واقع شده است، در سال ۱۳۸۶ سطح تراز آب زیر زمینی در عمق ۱/۸۴ متری از سطح زمین قرار گرفته، اما در سال ۱۳۸۵ سطح آب زیر زمینی ۱/۳ متر پائین تر رفته و سطح ایستایی آب در عمق ۳/۱۴ متری زمین قرار گرفته است. بالاترین سطح ایستایی ایستگاه صورت در سال ۱۳۷۱ در عمق ۵/۳۴ متری از سطح زمین قرار داشته، اما پائین ترین سطح ایستایی آب زیر زمینی در ایستگاه مذکور در سال ۱۳۸۷ در عمق ۱۴/۴۹ متری از سطح زمین ثبت شده است، بطوری که در طی ۱۶ سال ۹/۱۵ متر سطح ایستایی آب زیر زمینی در ایستگاه فوق نوسان داشته است (شکل ۱).

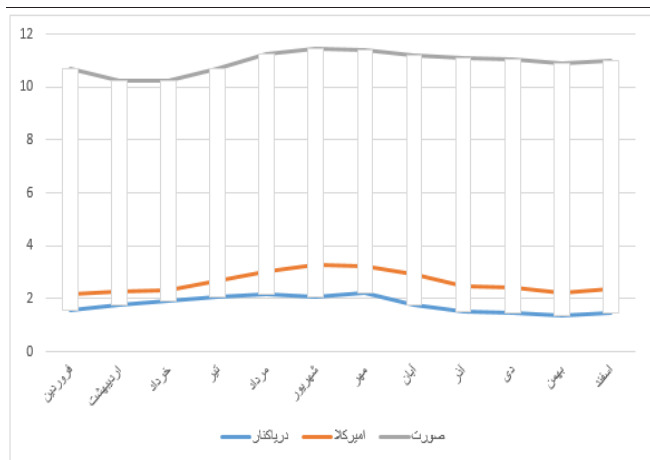


شکل ۲ میانگین سطح تراز آب دریای خزر طی سالهای ۱۳۶۴-۱۳۹۲

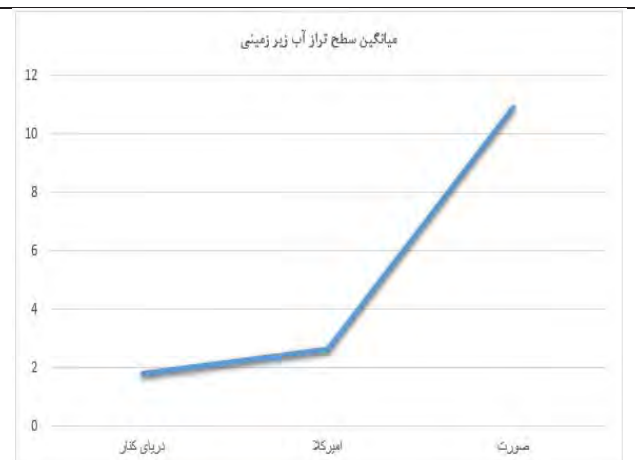
شکل ۱ میانگین سطح تراز آب زیرزمینی ایستگاههای دریاکنار، امیرکلا و صورت

پائین رفتن سطح تراز آب شیرین نقش مهمی در پیشروی آب شور دریا به سفره های آب زیر زمینی منطقه ساحلی تاثیر داشته است، سطح تراز آب دریای خزر در طی سالهای ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۳ حدود ۱/۳۹ متر نوسان داشته است و میانگین ۳۰ ساله سطح تراز آب دریای خزر ۲۶/۳۳- متر می باشد (شکل ۲).

میانگین سطح تراز آبهای زیر زمینی در منطقه ی ساحلی در عمق کمتری از سطح زمین قرار گرفته است و هرچقدر از منطقه ی ساحلی به طرف کوهپایه های البرز حرکت کنیم سطح تراز آبهای زیر زمینی در عمق بیشتری از سطح زمین قرار می گیرد، در شکل ۳ میانگین سطح تراز ایستگاه دریاکنار در عمق ۱/۸۳ متری، ایستگاه مخزن امیرکلا در عمق ۲/۶۳ متری و ایستگاه صورت در عمق ۱۰/۹۴ متری از سطح زمین قرار گرفته است (شکل ۳). در ایستگاه دریاکنار میانگین ماهانه بالاترین سطح تراز در بهمن ماه در عمق ۱/۳۸ متری از سطح زمین واقع شده است و پائین ترین سطح تراز مربوط به مهرماه در عمق ۲/۲۵ متری از سطح زمین ثبت شده است، میانگین سالانه ۸۷ سانتی متر سطح تراز آب زیر زمینی در ایستگاه دریاکنار نوسان داشته است در ایستگاه امیرکلا باتوجه به فاصله از دریا، بالاترین سطح تراز آب زیر زمینی در فروردین ماه در عمق ۲/۱۷ متری از سطح زمین قرار دارد، اما در فصل تابستان با بهره برداری از آبهای زیر زمینی سطح آب زیر زمینی در عمق ۳/۲۸ متری از سطح زمین قرار گرفته و اختلاف بین بالاترین سطح تراز و پائین ترین سطح تراز ۱/۱۱ متر می باشد (شکل ۴). ایستگاه صورت که در ارتفاع ۷۷/۰۵ متری از سطح زمین واقع شده است، در فصل بهار سطح تراز آبهای زیر زمینی در سطح بالاتری قرار دارد و بالاترین سطح تراز در خردادماه در عمق ۱۰/۲۵ متری از سطح زمین اندازه گیری شده است، در فصل تابستان سطح تراز آب پائین تر قرار می گیرد و پائین ترین سطح تراز مربوط به شهریورماه است که در عمق ۱۱/۴۵ متری از سطح زمین ثبت شده است میانگین سالانه ۱/۲ متر نوسان داشته است (شکل ۴).

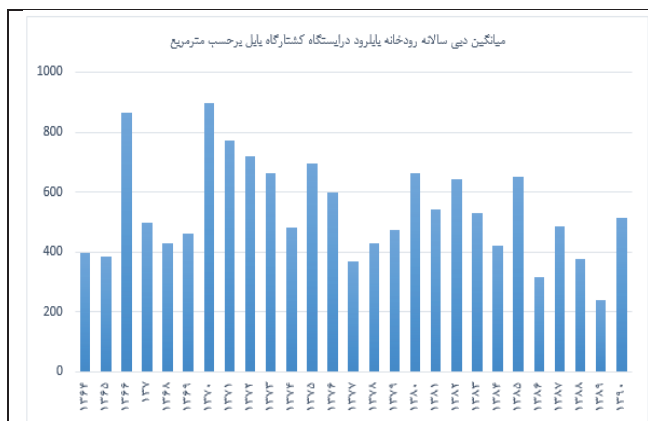


شکل ۴ میانگین سطح تراز ماهانه ایستگاههای دریاکنار، امیرکلا و صورت

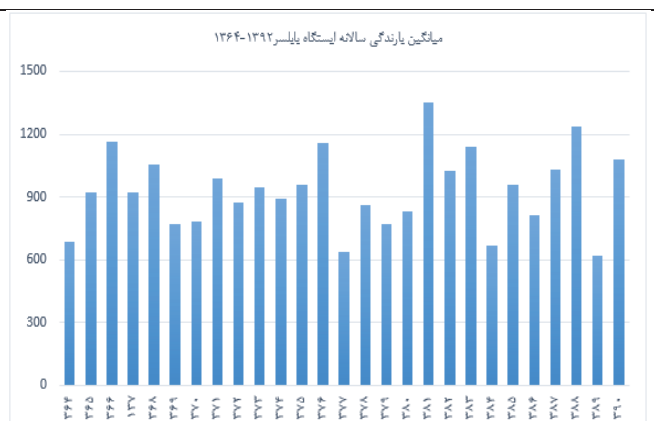


شکل ۳ میانگین سطح تراز آب زیرزمینی ایستگاه دریاکنار، امیرکلا و صورت

میانگین بارندگی ایستگاه سینوپتیکی بابلسر ۸۹۶/۳ میلیمتر می باشد، در سال ۱۳۶۶ میزان بارندگی در ایستگاه فوق ۱۱۶۴ میلیمتر ثبت شده است و بالاترین سطح تراز آب زیر زمینی در ایستگاه دریاکنار ۱/۴۲ متری و مخزن امیرکلا ۱/۸۴ متری در همین سال ثبت شده است. در سال ۱۳۸۹ میزان بارندگی در ایستگاه بابلسر ۶۱۹/۲ میلیمتر ثبت شده است، که از متوسط میانگین بارندگی پائین تر بوده و در همین سال پائین ترین سطح تراز آب زیر زمینی ایستگاه دریاکنار در عمق ۲/۴۴ متری از سطح زمین ثبت گردید (شکل ۱). هرچند بارندگی خوبی در منطقه حادث می شود اما به علت حفر چاه های مجاز که شامل ۱۵۰۰۰ حلقه در شهرستان بابل (اداره آب بابل) و ۷۵۲۶ حلقه چاه در شهرستان بابلسر (معاونت فنی اداره کشاورزی بابلسر)، استفاده ی بی رویه و برداشت بیش ازحد و غیر مجاز از سفره های آب زیر زمینی برای مصارف کشاورزی و بیش از ۱۰۰۰۰ چاه غیرمجاز در دو شهرستان فوق، موجب افت میانگین سطح آب های زیر زمینی در ۳ ایستگاه دریاکنار، مخزن امیرکلا و ایستگاه صورت در طول دوره آماری شده است.



شکل ۶ میانگین دبی رودخانه بابلرود در ایستگاه کشتارگاه ۱۳۹۲-۱۳۶۴



شکل ۵ میانگین سالانه بارندگی ایستگاه سینوپتیکی بابلسر ۱۳۹۰-۱۳۶۴

وجود آبنندان به عنوان یکی از محل های ذخیره آب برای آبیاری زمین های شالیزاری و غرقابی شالیزارهای اطراف تاثیر مستقیمی بر افزایش سطح آب زیر زمینی داشته است، بطوری که در شهرستان بابلسر تعداد ۵۱ قطعه آبنندان وجود دارد که سطح مساحت آن ۲۲۴۰ هکتار (معاونت فنی اداره کشاورزی بابلسر) می باشد، اما در شهرستان بابل تعداد ۲۰۰ قطعه (اداره آب بابل) آبنندان وجود دارد که آبندانها نقش مهمی در بالا آمدن سطح ایستایی آبهای زیر زمینی داشته است، به عنوان نمونه در شرق شهرستان بابلسر دریکی از روستاها بعد از احداث آبنندان در سال ۱۳۷۰، سطح ایستایی آبهای

زیرزمینی بالا آمده و مشکلاتی برای تعدادی از خانه های مسکونی که در نزدیکی آبنندان قرار گرفته بودند در دفع فاضلاب های مسکونی ایجاد گردید.

نتیجه گیری

آب زیر زمینی و سطحی منبع اصلی تامین آب شرب شهرها، روستاها و زمین های کشاورزی منطقه ی بابلسر و بابل را تامین می کند. حفر بیش از ۲۵۰۰ چاههای مجاز و همچنین بیش از ۱۰۰۰ چاههای غیرمجاز نشان از بهره برداریهای غیرعلمی از آبهای زیر زمینی و افت میانگین نوسان سطح تراز آبهای زیر زمینی در طی سالهای آماری در ۳ ایستگاه دریاکنار، مخزن امیرکلا و ایستگاه صورت شده است. میانگین سطح تراز آبهای زیرزمینی در منطقه ساحلی ایستگاه دریاکنار در عمق ۱/۸۳ متری و با فاصله از دریا سطح ایستایی در عمق پائین تری قرار می گیرد، ایستگاه امیرکلا در عمق ۲/۶۳ متری و ایستگاه صورت در عمق ۱۰/۹۴ قرار دارد. در طول دوره آماری سالهای ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ بین بالاترین و پائین ترین سطح نوسان تراز آب زیرزمینی، در ایستگاه دریاکنار ۱/۰۲ متری، ایستگاه امیرکلا ۱/۳ متر و ایستگاه صورت ۹/۱۵ متر نوسان داشته است. بالاترین تراز ماهانه در ایستگاه دریاکنار بهمن ماه، امیرکلا فروردین و ایستگاه صورت خردادماه می باشد، اما پائین ترین سطح تراز ماهانه در ایستگاه دریاکنار مهرماه و ایستگاههای امیرکلا و صورت در شهریورماه ثبت شده است، نوسان ماهانه سطح آب زیرزمینی در طول یک سال در ایستگاه دریاکنار ۸۷ سانتی متر، امیرکلا ۱/۱۱ متر و ایستگاه صورت ۱/۲ متر ثبت شده است. در شهرستانهای بابلسر و بابل ۲۵۱ قطعه آبنندان وجود دارد که تاثیر مستقیمی در افزایش سطح آب زیر زمینی داشته است.

مراجع

- آمار داده های ایستگاه تراز سنجی باکو در کشور آذربایجان از سال ۱۸۳۷ تا ۲۰۱۴
- سالنامه آماری (۱۳۹۰)، سایت مرکز آمار ایران www.amar.org.ir
- مصاحبه حضوری با دفتر مطالعات پایه ای شرکت آب منطقه ای مازندران، اداره آب بابل و معاونت فنی جهاد کشاورزی بابلسر.
- وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران، شرکت آب منطقه ای مازندران، مدیریت مطالعات پایه، آمار سطح تراز چاههای زیرزمینی سالهای ۱۳۹۲-۱۳۶۴.
- وزارت راه و شهرسازی، سازمان بنادر و کشتیرانی نوشهر، ایستگاه داده های تراز سنجی سطح آب دریای خزر مستقر در نوشهر آمار تراز سطح آب تا سال ۱۳۹۲.
- وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب کشور، آمار دبی رودهای حوضه آبریز دریای خزر
- Tabari, Hossein. Nikbakht, J, B. Shifteh Somee, 2011, Investigation of groundwater Level Fluctuations in the north of Iran, Environ Earth Sci, Springer-verlag 2011.

برآورد ارتفاع رواناب با استفاده از روش SCS و ساختار شبکه ای در حوضه آبریز دربند

^۱ علی احمد آبادی ، ^۲ پرستو غفورپور عنبران ، ^۳ زهرا صدیقی فر

^۱ استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران ، ahmadabadi@Khu.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی تهران ، parastooghaforpur@yahoo.com

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی تهران ، zsedighifar@gmail.com

۱- مقدمه

پیش بینی رواناب حاصل از بارش های جوی و درک کمی فرآیند های مختلف تولید آن به عنوان یکی از مباحث مهم و بنیادی در دانش هیدرولوژی به شمار می ورد . تعیین کمی و کیفی رواناب به عنوان مبنای مطالعاتی طرح های عمرانی به منظور توسعه و بهره برداری از منابع آب در حوضه های آبخیز می باشد . (واعظی و عباسی ، ۱۳۹۱)

روش شماره منحنی (SCS - CN) یکی از کاربردی ترین روش های برآورد رواناب و دبی اوج در حوضه های آبخیز است . این روش به وسیله دپارتمان کشاورزی آمریکا (USDA) و سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) ارائه شده است . (واعظی و عباسی ، ۱۳۹۱) . در مورد کاربرد روش SCS در برآورد رواناب تحقیقات گسترده ای در سراسر دنیا صورت گرفته است ، از جمله : (بالز و بیستون ، ۱۹۸۱) از شماره منحنی استفاده کردند و نشان دادند که رواناب حاصل از باران نسبت به تغییرات شاخص شماره منحنی بسیار حساس است .

(jabari et al ، 2009) با استفاده از روش SCS و GIS میزان رواناب را حوضه آبخیز کشاورزی Wadi sud در منطقه هاربون برآورد کردند . نتیجه نشان داده که متوسط عمق رواناب سالانه منطقه مورد مطالعه ۳۶/۳ میلی متر بوده است . هم چنین در ایران محققین بسیاری از روش SCS برای برآورد رواناب در مناطق مختلف بهره گرفته اند . از جمله : نشاط و صدقی (۱۳۸۵) در حوضه آبخیز باغ ملک خوزستان ، عبدی (۱۳۸۵) در حوضه زنجار رود ، محمدی و پناهی (۱۳۸۵) در حوضه آبخیز قلعه چای آذربایجان شرقی ، ثروتی و بهزاد (۱۳۹۰) در حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود ، حسین زاده (۱۳۹۱) در حوضه کجور نوشهر - البرز شمالی پرداختند .

۲- مواد و روشها :

۱- ۲ : ویژگی های منطقه مورد بررسی :

حوضه دربند با مساحتی معادل ۱۵ / ۵۲ کیلومتر مربع در شمال تهران قرار گرفته و موقعیت جغرافیایی آن بین ۵۱ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی می باشد . این حوضه یکی از قدیمی ترین تفرجگاه های ساکنین شهر تهران است . یک زهکش اصلی آن از کوههای شمال این شهر و ارتفاعات توجال سرچشمه می گیرد . حداقل ارتفاع حوضه ۱۳۲۹ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۹۵۴ متر از سطح دریاست . براساس روش طبقه بندی اقلیمی آمبرژه اقلیم حوضه نیمه خشک سرد تا نیمه مرطوب است .

۲- ۲ : برآورد ارتفاع رواناب :

دراین مطالعه برای برآورد ارتفاع رواناب ناشی از بارندگی از روش SCS استفاده می گردد . که با بکارگیری معادلات روش SCS و بدست آوردن شماره منحنی (CN) براساس گروه های هیدرولوژیکی و کاربری حوضه و آمار بارش سه ایستگاه دوشان تپه ، شمال تهران و مهرآباد تهران در یک دوره آماری ۲۲ ساله ، پهنه هایی که پتانسیل ایجاد رواناب مشابهی دارند در نرم افزار ArcGIS تعیین گردید .

در روش SCS ارتفاع رواناب حاصله از بارندگی به صورت زیر محاسبه می شود :

$$R = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \quad (1)$$

که در آن :

R = ارتفاع رواناب برحسب اینچ ، P = ارتفاع بارندگی (اینچ) ، S = عامل مربوط به نگهداشت رطوبت در خاک که مقدار آن برابر است با :

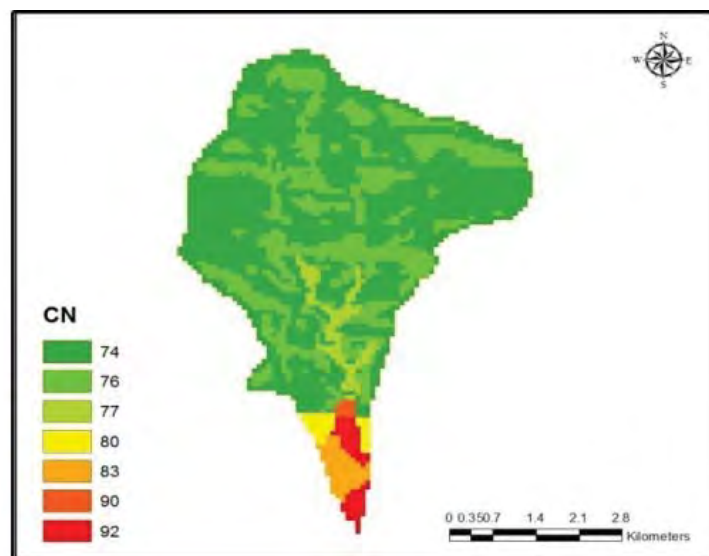
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

در صورتی که در فرمول مقدار P برحسب میلی متر بوده و بخواهیم R نیز برحسب میلی متر محاسبه شود لازم است که S نیز برحسب میلی متر باشد در این صورت مقدار S از رابطه ۲ بدست می آید. (علیزاده ، ۱۳۹۱ ، صص ۵۷۹)

در این معادله CN شماره منحنی مربوط به مقدار نفوذ آب در حوضه می باشد که مقدار S در این رابطه با نوع پوشش و نحوه بهره برداری از اراضی و وضعیت سطح خاک از نفوذ پذیری و داخل خاک از نظر انتقال می باشد.

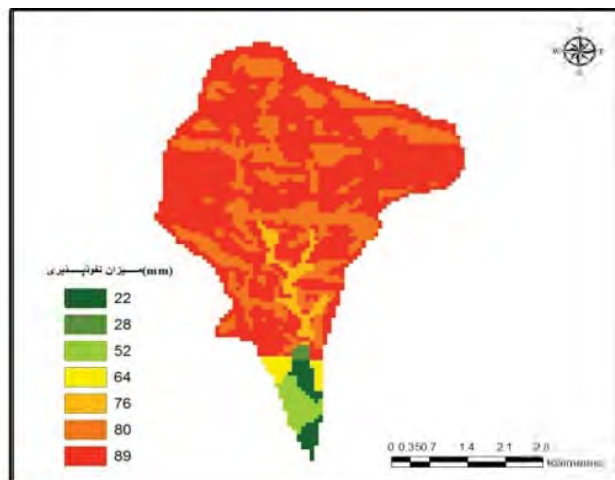
برای تهیه نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک در حوضه مورد مطالعه از نقشه خاک منطقه استفاده گردید و در محیط ARC GIS ، نقشه مورد نظر رستری شده و نقشه گروه های هیدرولوژیکی خاک منطقه تهیه شد. که خاکهای منطقه به دو گروه D و C قرار گرفتند .

پس از مشخص کردن گروه های هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی با عمل همپوشانی در ARC GIS دو نقشه خاک و کاربری اراضی با هم تلفیق شده و با توجه به جدول SCS مقادیر شماره منحنی برای مناطقی که دارای گروه های هیدرولوژیکی خاک و کاربری اراضی یکسانی بودند مشخص شد . همانطور که در نقشه شماره یک ملاحظه می شود از ترکیب لایه های کاربری اراضی و گروه های هیدرولوژیکی خاک، ۷ منطقه با CN های مشترک تشکیل شد. (شکل ۱)



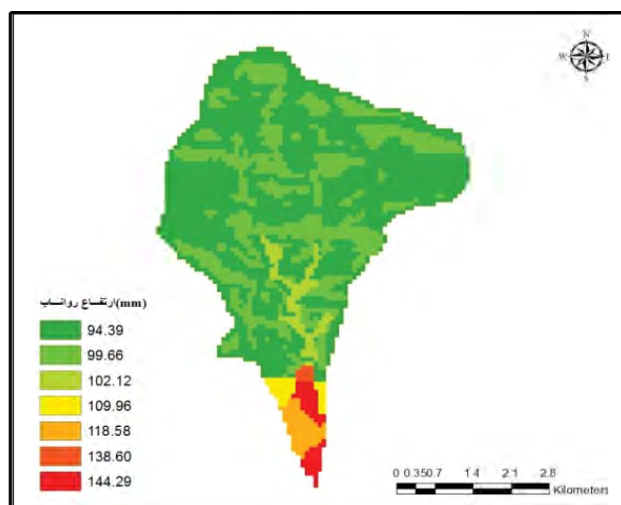
شکل (۱) - نقشه شماره منحنی حوضه مورد مطالعه

در مرحله بعد با قرار دادن شماره منحنی در معادله ۲ مقدار S یا مقدار نگهداشت سطحی حوضه بدست آمد . (شکل ۲). مقدار P یا ارتفاع بارندگی نیز با توجه به داده های بارش ۲۲ ساله ، سه ایستگاه دوشان ، شمال تهران و تهران محاسبه گردید. و متوسط حداکثر بارش محتمل این سه ایستگاه به عنوان ارتفاع بارندگی در حوضه مورد مطالعه استفاده شد.



شکل (۲) - میزان نفوذ خاک حوضه مورد مطالعه

پس از بدست آوردن مقادیر حداکثر بارش محتمل و مقادیر نفوذ (S) و استفاده از رابطه (۱) ارتفاع رواناب برای حوضه مورد مطالعه محاسبه شد (شکل ۳). با توجه به پتانسیل تولید رواناب حوضه، اراضی مرتعی دارای کمترین پتانسیل تولید رواناب و مناطق شهری دارای بیشترین پتانسیل تولید رواناب و از نظر نفوذ پذیری پایینترین مقدار را دارا می باشد.



شکل (۳) - نقشه ارتفاع رواناب حوضه مورد مطالعه

بحث و نتیجه گیری :

در این تحقیق با توجه به دقت و کارایی روش تجربی SCS در برآورد ارتفاع رواناب از این روش استفاده شده است که با تهیه نقشه CN پتانسیل تولید رواناب منطقه مشخص گردید که این مقادیر به صورت پهنه هایی یکسان و هم ارزش از لحاظ گروه هیدرولوژیکی و کاربری اراضی ترسیم شده و با داشتن مقدار بارندگی، مقدار تولید رواناب و دبی سیلابی حوضه تعیین و مشخص گردید تا در برنامه ریزیهای مدیریتی و حفاظتی برای کنترل سیلاب و فرسایش مورد استفاده قرار گیرد. بر مبنای مطالعه انجام شده در حوضه مورد مطالعه مناطق شهری با شماره منحنی ۹۲ و توان نگهداری ۲۲ میلی متر بالاترین میزان رواناب را ایجاد کرده است و اراضی مرتعی با شماره منحنی ۷۴ و توان نگهداری ۸۹ میلی متر کمترین نقش را در تولید رواناب داشته است.

۱- مراجع :

- ۱- ثروتی، محمدرضا و اردوان، بهزاد، برآورد پتانسیل سیلاب با تاکید بر ویژگی های ژئومورفولوژیک در دو حوضه آبخیز زیلکی و فیره رود با استفاده از روش SCS، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، علمی - پژوهشی، سال هشتم، شماره ۳۰، صص ۴۷-۳۳، تابستان ۱۳۹۰
- ۲- حسین زاده، محمد مهدی؛ برآورد ارتفاع و دبی اوج رواناب در وقوع فرسایش آبراهه ای در منطقه کجور نوشهر - البرز شمالی، فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش های فرسایش محیطی، شماره ۷، صص ۱۷-۱، پاییز ۱۳۹۱.
- ۳- دکتر علیزاده، امین، اصول هیدرولوژی کاربردی، چاپ سی و پنجم، مشهد، انتشارات امام رضا (ع)، صص ۵۸۱-۵۷۶، ۱۳۹.
- ۴- عبدی، پرویز، بررسی پتانسیل سیل خیزی حوزه زنجانرود با روش (SCS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، کارگاه فنی همزیستی با سیلاب، صص ۲۱۱-۱۹۷، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۲۵ مرداد ماه ۱۳۸۵.
- ۵- محمدی، حسین و پناهی، علی؛ برآورد میزان رواناب با استفاده از روش (SCS) و GIS در حوضه آبخیز قلعه چای (استان آذربایجان شرقی)، دوره جدید، سال چهارم، شماره ۱۰ و ۱۱، صص ۱۲۳-۱۰۹، نشریه علمی - پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران، پاییز و زمستان ۱۳۸۵.
- ۶- نشاط، علی و صدقی، حسین، برآورد میزان رواناب با استفاده از روش سازمان حفاظت خاک (SCS) و مدل HEC - HMS درحوضه آبخیز باغ ملک استان خوزستان، مجله علمی - پژوهشی علوم کشاورزی، سال دوازدهم، شماره ۴، صص ۷۹۷ - ۷۸۷، ۱۳۸۵.
- ۷- واعظی، علیرضا و عباسی، محمد؛ کارایی روش شماره منحنی رواناب (SCS- CN) در برآورد رواناب حوضه آبخیز تهم چای، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال شانزدهم، شماره شصت و یکم، صص ۲۱۸-۲۰۹، پاییز ۱۳۹۱.
- ۸- واعظی، علیرضا و صادقی، سید محمد رضا، قابلیت روش شماره منحنی در برآورد رواناب در کشتزارهای دیم در ناحیه ای نیمه خشک در شمال غربی ایران، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال پنجم، شماره ۱۴، صص ۲۲-۱۱ انجمن آبخیزداری ایران، بهار ۱۳۹۱.
- 9- AL jabari, samah ., Abu sharkh , majed & Al mimi , ziad ., Estimation of Run off for Agricultural Watershed using SCS Curve number and GIS , Thirteenth international Water Technology conference IWTC, Hurghada E GYPT , 13, P. 1213 -1229 , 2009 .
- 10- Bales , j., & Best on , R . P. The curve number as a hydrologic inde n , proceeding i nternat ional symposiumon Rainfall-Runoff modeling , , p.371-389 , mississippi state university , 1981 .

ارزیابی خطر خشکسالی با استفاده از شاخص بارش استاندارد (مطالعه موردی: استان گلستان)

^۱ جواد بذرافشان، ^۲ بهرام ایمانی، ^۳ عبدالحسین حاجی زاده، ^۴ محمدعلی نظام محله، ^۵ موسی آقاجانی

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه تهران، Bazrafshan@nrf.ut.ac.ir

^۲ عضو هیات علمی دانشگاه اردبیل، جغرافیا و برنامه ریزی روستایی

^{۳،۴} دانشجویان دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران hajizadeh6331@gmail.com

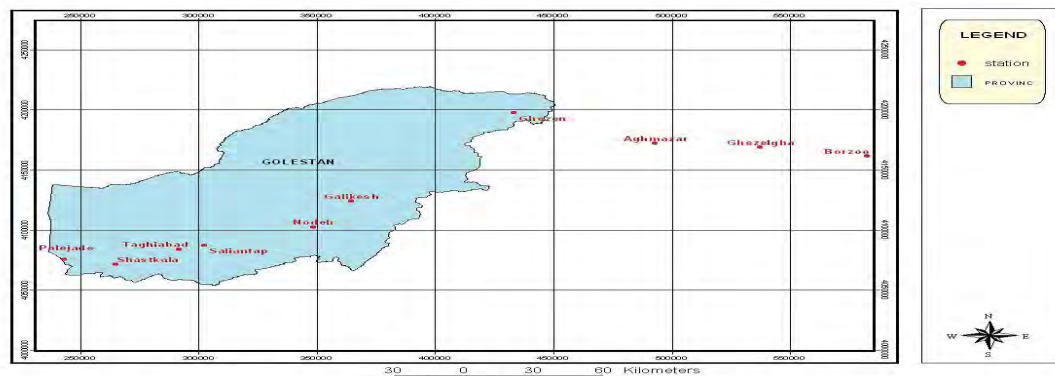
^۵ کارشناس جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

قرار گرفتن ایران در نواحی خشک و بیابانی سبب شده که میزان بارندگی کمتر از میانگین دراز مدت سالانه باشد، به طوریکه در ۱۳ سال از ۲۳ سال گذشته این حالت استوار بوده است. استان گلستان در طی سالهای اخیر ریزشهای جوی نسبت به سالهای ۱۳۷۷ به قبل تا ۵۳٪ کاهش و نسبت به دوره شاخص ۳۱ ساله حدود ۳۷ تا ۴۳ درصد کاهش نشان می دهد. (کردوانی، ۱۳۸۰). بررسیهای انجام شده نشان می دهد که خشکسالی، از نظر فراوانی وقوع و همچنین، ویژگیهایی مانند شدت، مدت، وسعت، تلفات جانی، خسارات اقتصادی، آثار اجتماعی و آثار شدید درازمدت نسبت به سایر بلایای طبیعی اولویت داشته و مخاطره آمیزتر می نماید و بنابراین نیازمند توجه بیشتری در تصمیم گیریهای سیاسی می باشد (ویلهايت، ۲۰۰۰). شاخصهای متعددی برای پیش بینی و بررسی خشکسالی وجود دارد که از جدیدترین روشها استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI) می باشد که برای پهنه بندی خشکسالی مناطق مختلف به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. استان گلستان سه رودخانه مهم اترک، قره سو و گرگانرود در آن جریان دارد در این تحقیق فرض بر این است که روش (SPI) ابزار مناسبی برای محاسبه شرایط خشکسالی و پیش بینی خشکسالی جهت مدیریت آن در استان گلستان می باشد.

موقعیت و روشها

استان گلستان بین ۳۵d47' تا ۲۸d8' عرض شمالی و ۵۳d30' تا ۵۶d10' طول شرقی قرار دارد. (شکل ۱) داده های مورد نیاز به صورت سالانه بوده که از سازمان تحقیقات منابع آب کشور (تماب) وابسته به وزارت نیرو و نیز سازمان هواشناسی جمع آوری شد. با در نظر گرفتن معیارهای مختلف، تعداد ۱۳ ایستگاه در داخل و خارج استان با طول دوره آماری مشترک ۲۰ ساله (۱۳۶۰-۱۳۸۰) انتخاب گردید (جدول ۱). به منظور بازسازی و تطویل آماری ایستگاههای ناقص از روش همبستگی بین ایستگاهها از نرم افزار آماری SPSS استفاده شد و از آمار ایستگاههای با همبستگی بالا برای بازسازی آمار ایستگاههای ناقص به صورت سالانه کمک گرفته شد. در مطالعه حاضر به منظور بررسی خشکسالی از شاخص بارش استاندارد از مقیاس زمانی یکساله استفاده شد. از آنجا که شاخص SPI بر مبنای توزیع گاما استوار است لذا بایستی قابلیت استفاده از این شاخص برای آمار سالانه منطقه بررسی شود که به این منظور از نرم افزار Hyfa برای بررسی مناسبترین توزیع فراوانی در منطقه استفاده شد. در نهایت نمودارهای شدت خشکسالی تعیین و نقشه گستره خشکسالی و خطوط هم شدت خشکسالی تهیه گردید.



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه و موقعیت ایستگاهها

جدول ۱: مشخصات ایستگاههای انتخاب شده جهت بررسی خشکسالی

سال آماری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	سال آماری
۱۳۸۰-۱۳۴۹	۵۹-۵۵	۳۷-۴۲	اق مزار
۱۳۸۰-۱۳۵۰	۵۶-۴۴	۳۷-۳۰	چمن بید
۱۳۸۰-۱۳۴۹	۵۷-۲۶	۳۷-۴۰	قزل قان
۱۳۸۰-۱۳۴۸	۵۷-۵۷	۳۷-۳۶	برزو
۱۳۷۹-۱۳۴۸	۵۶-۲۴	۳۷-۳۷	اینچه اولیا
۱۳۸۰-۱۳۴۹	۵۴-۴۵	۳۶-۵۴	سالیان تپه
۱۳۸۰-۱۳۴۹	۵۴-۳۸	۳۶-۵۲	تقی آباد
۱۳۸۰-۱۳۵۰	۵۴-۲۰	۳۶-۴۵	شست کلاته
۱۳۸۰-۱۳۴۹	۴۵-۰۵	۳۶-۴۷	پل جاده
۱۳۸۰-۱۳۴۸	۱۶-۵۵	۳۷-۰۳	نوده
۱۳۸۰-۱۳۴۸	۵۵-۲۷	۳۷-۱۵	گالیکش
۱۳۸۰-۱۳۴۹	۵۶-۳۸	۳۷-۵۹	قزن قایه
۱۳۸۰-۱۳۴۹	۵۶-۱۴	۵۶-۳۷	خرتوت

با توجه به زمینه فعالیت‌های محققان رشته های مختلف، تعاریف ویژه ای از خشکسالی ارائه شده که در نهایت موجب طبقه بندی و تفکیک این پدیده شده است. این امر سبب گردیده است که روشهای مطالعاتی خاصی با توجه به شاخص های مورد توجه همچون بارندگی، رطوبت خاک، جریانهای سطحی، مخازن زیرزمینی، خسارهای اقتصادی و... ابداع و ارائه گردد. یکی از این روشها روش تحلیل داده های بارندگی است. این روش جزء عمومی روشهای تحلیل خشکسالی بشمار می رود. علت این امر دسترسی راحت تر و آسانتر به انواع داده های بارندگی در بخشهای مختلف کره خاکی است. از طرفی مقادیر بارندگی جزئی ثبات ترین متغیرهای آب و هوایی مخصوصاً در مناطق خشک محسوب می شود و از این جهت می تواند شاخص خوبی برای مطالعه خشکسالی باشد. از طرف دیگر بارشهای جوی در واقع مهمترین متغیری است که تغییرات آن بطور مستقیم در رطوبت خاک و جریانهای سطحی، مخازن زیرزمینی و ... منعکس شده

و بنابراین اولین برداری است که می تواند در مطالعه هر حالتی از خشکسالی مورد توجه قرار گیرد. یکی از این شاخصها، شاخص بارش استاندارد است که روشی ساده و عملی بوده و تنها با داده بارش می توان به مدیریت و پهنه بندی خشکسالی پرداخت. برای استخراج مقادیر خشکسالی از نرم افزار Excel استفاده شد و برای هر ایستگاه مقدار میانگین، میانه، حداکثر و حداقل بارندگی، انحراف معیار، ضریب تغییرات و ضریب چولگی محاسبه شد. سپس با استفاده از فرمول (۱) مقادیر SPI برای هر سال آبی و برای هر ایستگاه محاسبه شد. بعد از محاسبه خشکسالی شدت خشکسالی برای هر سال با استفاده از جدول (۲) تعیین گردید.

$$SPI = \frac{XI - \bar{X}}{Sd} \quad (1) \quad \text{که: } XI: \text{مقادیر بارندگی در مقیاس زمانی مورد نظر} \quad \bar{X}: \text{میانگین بارندگی} \quad Sd: \text{انحراف معیار}$$

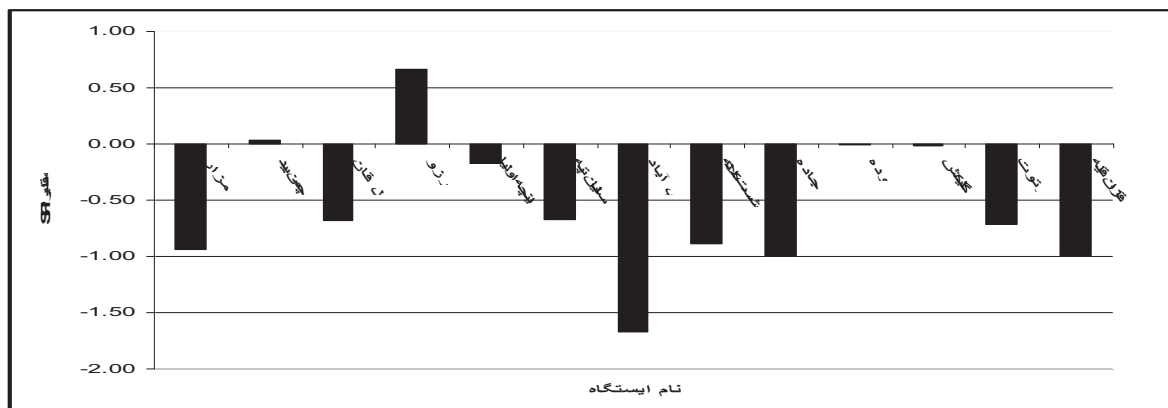
جدول (۲) طبقات SPI

خشکسالی	کاملاً مرطوب	خیلی مرطوب	نسبتاً مرطوب	مرطوب ملایم	خشکسالی ملایم	خشکسالی متوسط	خشکسالی شدید	خشکسالی بسیار شدید
---------	--------------	------------	--------------	-------------	---------------	---------------	--------------	--------------------

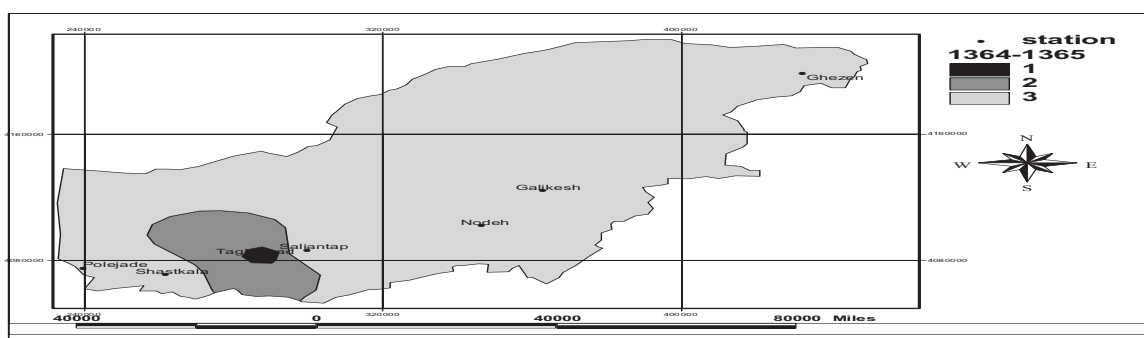
مقادیر SPI	>2	۱.۹۹ تا ۱.۵	۱ تا ۱.۴۹	۰.۹۹ تا ۰	۰ تا -۰.۹۹	-۱ تا -۱.۴۹	-۱.۹۹ تا -۱.۵	<-۲
------------	----	-------------	-----------	-----------	------------	-------------	---------------	-----

بحث و نتایج و یافته ها

از آنجا که شاخص بارش استاندارد بر مبنای توزیع گاما استوار است برای انتخاب مناسبترین توزیع از نرم افزار Hyfa استفاده گردید به طوری که هر سری داده آماری را با هفت تابع توزیع شامل نرمال، لوگ نرمال دو متغیره، لوگ نرمال سه متغیره، لوگ پیرسون، پیرسون، گامبل و گاما برازش داده شد. در این برازش از آزمون میانگین انحراف نسبی برای انتخاب مناسبترین برازش استفاده شد. به طوری که به کمترین مقدار برازش عدد یک و به بیشترین برازش عدد هفت تعلق گرفت. سپس مجموع مقادیر داده شده به هر توزیع نشان داد که توزیع گاما مناسبترین توزیع احتمال می باشد. در طی دوره آماری ۲۰ ساله در استان گلستان هر سال دارای ویژگی خاصی از لحاظ خشکسالی می باشد که به مهمترین رویدادها در این چند سال اشاره می شود. طبق شکل (۲) بیشترین شدت خشکسالی در استان طی آمار ۲۰ ساله در سال ۱۳۶۴-۱۳۶۵ مربوط به ایستگاه تقی آباد واقع در غرب استان در نزدیکی شهر گرگان می باشد که مقدار (SPI -۱.۶۷) می باشد. در این سال سایر ایستگاهها در داخل استان نیز در وضعیت خشکسالی به سر می برند. نوع خشکسالی از نظر شدت طبق جدول (۳) بین خشکسالی نرمال تا متوسط می باشد. شکل ۳ نقشه گسترده خشکسالی ۱۳۶۴-۱۳۶۵ را نشان می دهد.

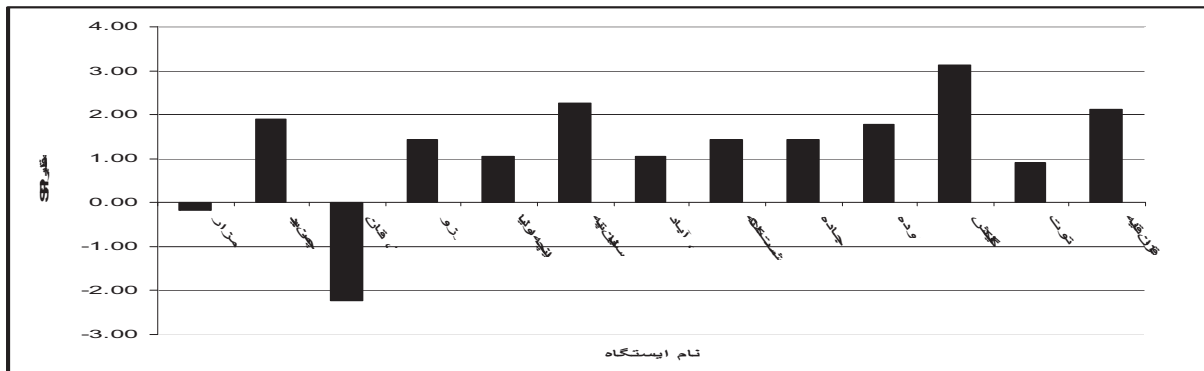


شکل (۲) نمودار وضعیت خشکسالی در سال ۶۴-۶۵ در استان گل

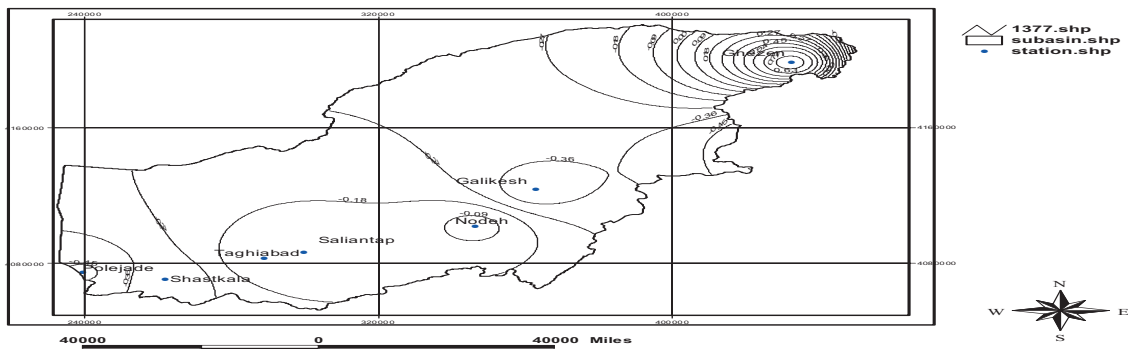


شکل (۳) نقشه گستره خشکسالی در سال ۱۳۶۴-۱۳۶۵

با توجه به شکل (۴) شدیدترین ترسالی در استان مربوط به سال ۷۶-۷۷ در ایستگاه گالیکش با مقدار ۳/۱۳ + می باشد. در این سال تمام ایستگاهها در استان گلستان دارای ترسالی می باشد و دارای وضعیت نسبتا مرطوب تا خیلی مرطوب می باشد. اما در این سال در ایستگاه قزل قان و آق مزار واقع در استان خراسان شمالی دارای خشکسالی می باشد، و کم آبی در این سال استان گلستان وجود نداشته است. شکل (۵) نسط نقشه نقاط هم شدت ترسالی در سال ۱۳۷۶-۱۳۷۷ در استان گلستان را نشان می دهد.



شکل (۴) نمودار وضعیت ترسالی سال ۷۶-۷۷ در استان گلستان



شکل (۵) نقشه نقاط هم شدت ترسالی در سال ۱۳۷۶-۱۳۷۷ در استان گلستان

طی سالهای ۱۳۶۲-۱۳۷۲ خشکسالی و ترسالی هر دو سال یکبار به طور منظم تکرار می شود اگر چه که در بعضی ایستگاهها کمی انحراف وجود دارد ولی تغییر از حالت کلی ترسالی به سمت خشکسالی یا بالعکس بسیار جزئی است. به طوریکه به عنوان مثالدر سال ۱۳۶۵-۱۳۶۷ تمامی ایستگاهها در داخل استان نشان دهنده ترسالی می باشند ولی ایستگاه تقی آباد خشکسالی در حد بسیار خفیف را نشان می دهد. از سال ۱۳۷۲ به بعد روال خشکسالی و ترسالی مرتب یک سال در میان تکرار شده است. طی آمار در دست ایستگاههای واقع در غرب استان از نظر خشکسالی وضعیت بحرانی تری را نسبت به مرکز و شرق استان نشان می دهند.

نتیجه گیری

نتایج کلی تجزیه و تحلیل خشکسالی در استان گلستان به شرح زیر است:

- ۱- از نقطه نظر ایستگاهی، شدیدترین خشکسالی مشاهده شده در استان گلستان مربوط به ایستگاه تقی آباد می باشد که مقدار SPI مساوی ۱/۶۷- می باشد که در سال ۱۳۶۴-۱۳۶۵، ۳/۳ درصد حوزه دچار خشکسالی شده است. این سال به عنوان مهمترین رویداد خشکسالی در استان گلستان می باشد.
- ۲- بیشترین گستره خشکسالی در استان در سال ۸۰-۷۹ می باشد که در این سال تمامی ایستگاهها در داخل و خارج استان دچار خشکسالی شده است. این سال از نظر وسعت خشکسالی ۹۰٪ استان را در بر می گیرد.
- ۳- از نقطه نظر شدت و فراوانی خشکسالی سال ۱۳۶۰-۱۳۶۲ از پتانسیل حساسیت بالاتری برخوردار است که کمترین مقدار SPI مربوط به ایستگاه نوده و مقدار SPI در این سال برابر ۱/۶۳- می باشد. طی این دو سال تمامی ایستگاهها شرایط خشکسالی نرمال تا متوسط را نشان می دهند. به طور کلی وضعیت استان بین خشکسالی نرمال و ترسالی نرمال در نوسان است. که فراوانی خشکسالی ایستگاهها بیشتر از ترسالی می باشد، که نشان دهنده وضعیت رو به رشد خشکسالی در استان می باشد. در کل نقشه های گستره خشکسالی، خشکسالی شدیدتری را در غرب استان در ایستگاه تقی آباد و پل جاده نشان می دهد.
- ۴- قدردانی: با تشکر از گروه تخصصی ژئوماتیک ماهواره که مراتب تحقیق را میسر نمودند.

مراجع

- بذرافشان، جواد. مطالعه و بررسی شاخصهای خشکسالی هواشناسی در چند نمونه اقلیمی ایران پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۱۳۸۱
- کردوانی، پرویز: خشکسالی و راههای مقابله با آن در ایران، انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۸۰
- طرح جامع آب کشور، منابع آب سطحی در حوزه آبریز اترگ و گرگانرود. ۱۳۶۹
- صفدری، علی اکبر. تحلیل شدت، تداوم، فراوانی و گستره خشکسالی به کمک داده های بارندگی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کارون). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۱۳۸۲
- - Edward ,D.C.,and T.B.,Mckee (1997): Characteristics of 20th century drought in the united states and multiple time scale.Climatology Report97-2,Dept.of Atmospheric Science , Clorado State university Collins, Co,155pp.
- - Mckee,T.B.,N ,J.Doesken and J.Kelist(1993): The relationship of drought frequency and duration to time scales.Eight conf. On applied Climatology , Anaheim, CA,American Meteorological Society , 179-185
- - Palmer,W.C.,(1965):Meteorological Drought ,U.S,Weather Bureau Technical.paper ,45,1-58.
- - Wilhite.D.A, and M.Glantz(1985): Understanding the drought phenomenon: The role of definition water International
- .(10)3:111-120