بررسی برداشت بی رویه آبهای زیرزمینی و احتمال فرونشست در حوضه آبخیز ارنگه، کرج

امیر کرم[1]، امیر صفاری[2]، شیلا حجه فروش نیا[3]
[1]دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران aa_karam@yahoo.com
[2] دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران amirsafari@yahoo.com
[3]دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران std_hajehforosh@khu.ac.ir

۱- مقدمه

پدیده فرونشست به عنوان یکی از مخاطرات ژئومورفیک طی سال های اخیر در قسمت هایی از سطح کشور به وقوع پیوسته است و برنامه های عمرانی و سازه ای و کشاورزی را با محدودیت شدید در این بخش ها مواجه کرده است. اگرچه گروهی از عوامل در ایجاد این پدیده موثر بوده اند ولی مهم ترین آن ها عامل برداشت های بی رویه و بیش از حد مجاز آب زیرزمینی و ممانعت از نفوذ آب برگشتی شرب ، صنعت و کشاورزی بوده است.

یکی از مشکلات مهم در ارتباط با برداشت بی رویه آب از سفره های زیرزمینی افت ممتد سطح آب و متراکم شدن لایه ها و رسوبات سفره است (لشکری پور و همکاران، 1387، 95). از نظر تعریف فرونشست یا سوبسیدانس تدریجی زمین پدیده ای ژئومورفیک است که تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی رخ می دهد و صدمات ناشی از این نوع فرونشینی ها می تواند در بسیاری از موارد فاجعه بار باشد (رنجبر و جعفری، 1388، 155). بنابراین فرونشینی زمین را یکی از انواع مخاطرات محیطی قلمداد نموده اند. افزایش روزافزون بهره برداری از آب های زیرزمینی به ویژه در حوضه هایی که با نهشته های آبرفتی، دریایی کم عمق یا دریاچه ای تحکیم نیافته انباشته گشته اند ، به نشست و یا فروریزش سطح زمین منجر شود . با برداشت بیش از حد آب زیرزمینی، سطح ایستابی لایه آبدار پایین رفته و فشار هیدرواستاتیک کاهش می یابد که در نتیجه امکان نشست زمین را به صورت تدریجی فراهم می نماید .

حوضه آبخیز ارنگه یکی از زیر حوضه‌های رودخانه کرج است که آب شرب بخش مهمی از ساکنین شهر تهران را تأمین می‌نماید. لذا با توجه به اهمیت آب شرب اهالی پایتخت شاید برای حفاظت از این حوضه و ارزش‌های محیط زیستی و ریالی آن هیچ حدی نتوان تعیین نمود. این منطقه با ۱۰۰۸۸/۵ مساحت و حداکثر ارتفاع ۳۶۶۵متر، حداقل ۱۶۳۷ متر و ارتفاع متوسط ۲۶۸۹ متر درمحدوده شمال شهرستان کرج، ۱۵ کیلومتری جاده کرج ـ چالوس ، در ضلع شرقی رودخانه و زیردست سد کرج (امیرکبیر) واقع شده است.

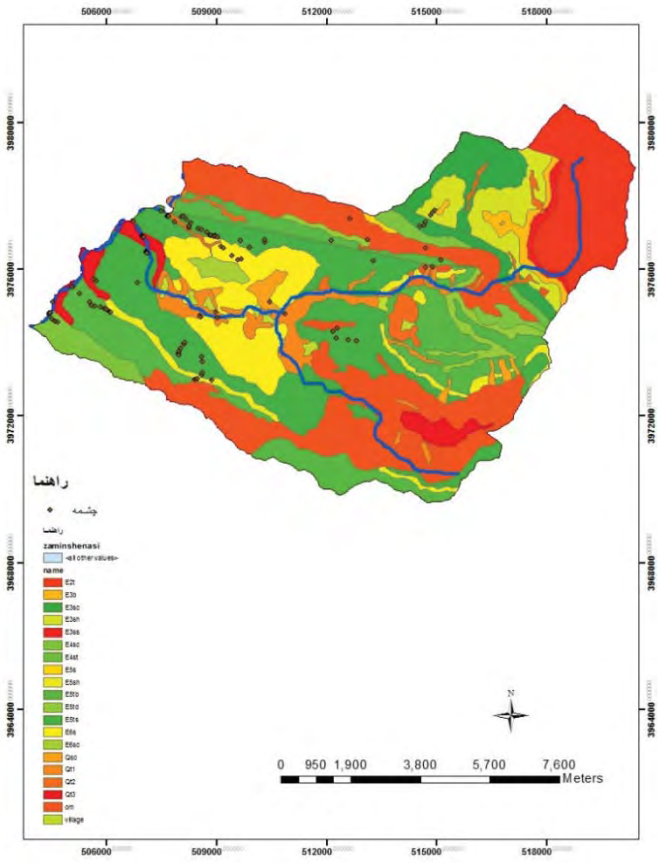
اراضی کشاورزی در حوضه ارنگه عموماً باغات میوه هستند که شامل صنوبر، بید و درختان میوه ای از جمله سیب، گیلاس، آلبالو، گردو، گلابی و ... است. کل باغات حوزه (باغات بارور و نهالستانها)، ۴۶۹ هکتار می‌باشد. که به صورت کشت ساده، پراکنده و مخلوط می‌باشد که ۳۴۵ هکتار آن شامل باغات با درختان بارور بوده و ۱۲۴ هکتار آن بصورت نهالستان می‌باشد. جمعیت منطقه مورد مطالعه حوزه ارنگه در سال ۱۳۸۵ جمعیت حوزه 3418 نفر در قالب 1098 خانوار می‌باشند.

با توجه به اینکه قسمت اعظم مردم این منطقه به شغل دامداری ،کشاورزی و آبیاری باغات خود می پردازند و حجم زیادی از آب را مصرف می کنند در ان مقاله سعی شده با بررسی نوع خاک و زمین شناسی و بررسی موقعیت چاههای منطقه، محدوده هایی که احتمال فرونشت را دارند، معرفی کرد وراهکارهایی جهت از بین رفتن ایم مشکل مطرح نمود.

۲- داده ها ورشها

بر اساس نقشه زمین‌شناسی تهران به مقیاس ۱:۱۰۰.۰۰۰ توسط سازمان زمین‌شناسی کشور و اطلاعات تکمیلی حاصل از فتوژئولوژی عکسهای هوایی (انعکاس واحدهای کواترنر از نقشه ژئومورفولوژی به نقشه زمین‌شناسی) و نتایج بدست آمده از بازدید صحرایی واحدهای چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه مربوط به دوران سوم زمین‌شناسی یا سنوزوئیک (شامل ترشیاری و کواترنری) بوده و از قدیم به جدید شامل انواع رخساره‌های سنگی و رسوبی ائوسن تا عهد حاضر می‌باشند. واحدهای چینه‌ای حوضه ارنگه در یالهای جناحین محور مرکزی ناودیس در شمال محور چینه‌ها با روند شمال‌شرق جنوب‌غرب و در جنوب محور چینه‌ها با روند جنوب‌غرب شمال شرق قرار گرفته‌اند.

با برررسی های منطقه و با استفاده از GPS ، موقعیت چاههای منطقه برداشت شد. شکل (۱) نقشه زمین شناسی و موقعیت چاههای منطقه و جدول (۱) اختصاصات رخسارها ، مساحت و درصد هر یک از سنگها در حوضه را نشان می دهد.



شکل (۱) نقشه زمین شناسی و موقعیت چاههای منطقه

جدول (۱)اختصاصات چینه‌ای و سنگ‌شناسی

اختصاصات	مساحت (هکتار)	درصد حوضه	جنس سنگها
E_2^t	۸۹۵/۱۸	۸/۷۴	شامل انواع مختلف توفهای سبز رنگ از جمله لیتیک توف، کریستال توف، خاکستر توف، توف شیشه‌ای
E_3^{ss}	۸۸/۱۷	۰/۸۶	شامل شیل و توفیت است
E_3^b	۱۴۱/۱۵	۱/۳۸	شامل توف بحالت توده‌ای ، کریستال لیتیک توف سبز رنگ و در برخی نقاط همراه با کنگلومرا و ماسه‌سنگ توفی است
E_3^{sh}	۴۵۲/۵۱	۴/۴۲	شامل شیل با میان لایه‌های ماسه‌سنگ و توفیت می‌باشد
E_3^{sc}	۵۱۰/۳۲	۴/۹۸	شامل ماسه‌سنگ، ماسه سنگ توفی با میان‌لایه‌های کنگلومرا و شیل به رنگ قهوه‌ای روشن
E_4^{st}	۳۴/۳	۰/۳۳	این واحد سنگ‌شناسی شامل ماسه‌سنگ روشن رنگ و توفیت متمایل به سبز و کنگلومرا (رسوبات توربیدیتی) است
E_4^{sc}	۳۲۵/۹۸	۳/۱۸	شامل کنگلومرا ، ماسه‌سنگ و توف سبز بوده و بیشتر صخره‌ساز است.
E_5^s	۱۴/۸۴	۰/۱۴	این واحد سنگی شامل شیلهای تیره رنگ می‌باشد که بطور عادی و هم‌شیب بر روی کنگلومرا و تونیت‌های واحد E_4^{sc} قرار دارند
E_5^{td}	۱۸۹/۹۱	۱/۸۵	شامل هیالو تراکی آندزیت، تراکیت و داسیت همراه با توف برش با ترکیب ریوداسیتی و به حالت توده‌ای است
E_5^{tb}	۱۳۸۷/۴	۱۳/۵۵	شامل توفهای سبز لایه‌بندی‌دار همراه بالای سنگ (فرشسنگ یا سیلت سنگ) و توفیت می‌باشد
E_5^{sh}	۲۴۷/۲۴	۲/۴۱	شامل شیل با میان لایه‌های ماسه‌سنگ و توفیت است
E_5^{ts}	۱۸۸۷/۸۴	۱۸/۴۳	این چینه شامل توف سبز و لای‌سنگ توفی می‌باشد
E_6^s	۷۸۲/۰۲	۷/۶۳	این واحد شامل شیل و سیلت سنگ و ماسه‌سنگ می‌باشد

E_6^{sc}	۶۸	۶۶	شامل ماسه‌سنگ و شیل و کنگلومرابا میان‌لایه‌های توف می‌باشند
O^m	۲۱۲۲/۳۶	۲۰/۷۲	مونزونیت ، دیوریت و گابرو ن
Qt_2 , Qt_1	۶۲۷/۵۴ ،	۶/۱۳	نهشته‌های کواترنر مرکب از پادگانه‌های آبرفتی قدیمی و جوان
Qal	بسیار کم	بسیار کم	رخساره رسوبی، رسوبات کانال و رودخانه‌ای
Qsc	۱۰۲/۲۸	۰/۹۹	واریزه و محصولات حاصل از خردشدگی مکانیکی و دگرسانی شیمیایی سنگها

۳- نتایج و بحث

با توجه به جمعیت منطقه و وجود روستاهای اطراف، شغل کشاورزی و وسعت زیاد باغات میوه، دامداری و تامین آب شرب تهران، پمپاژ بیش از حد از سفره آب زیرزمینی این منطقه پیامدهای نامطلوبی همچون کاهش حجم ذخایر آبی، افزایش اجباری عمق چاه ها، خشک شدن منابع آبی، افزایش مصرف انرژی استحصال آب زیرزمینی، نشست زمین و ایجاد درز و شکاف در سطح زمین و ابنیه و خسارت به تأسیسات و خشک شدن برخی از مزارع و باغات را به دنبال داشته است که در صورت ادامه روند کنونی و عدم انجام اقدامات جدی و عملی جهت کاهش برداش تهای بی رویه و به تعادل رساندن سفره آب زیرزمینی، در آینده ای نه چندان دور علاوه بر ایجاد و تشدید اثرات نامطلوب زیست محیطی، شاهد آسیب شدید به کشاورزی منطقه و احتمالاً وقوع ناامنیهای اقتصادی و اجتماعی در منطقه خواهیم بود. استخراج مایعات بویژه آب مهمترین علت فرونشینی سطح زمین در این منطقه می تواند باشد. استخراج مایع موجب کاهش فشار آن در مخزن زیرزمینی می گردد، و مستقیما به افزایش تنش مؤثر یا (فشار دانه به دانه) و تراکم (فشردگی) منجر میشود .لایه های رسی ریزدانه بسیار تراکم پذیرند، اما تنظیم فشار تخلخل آنها کند، وابسته به زمان و دائمی است(گودرزی نژاد،1377، 24)

خاکهای رسی و مارنی به علت پوکی و تخلخل زیاد مقدار نشست بیشتری دارند و با کاهش فشار آب منفذی و به نسبت افزایش تنش مؤثر، میزان فرونشینی افزایش می یابد. بنابراین افت سطح آب زیرزمینی با توجه به لایه رسوبی منطقه که از جنس رس و مارن است و در مقایسه با رسوبات دانه درشت مانند شن و ماسه حساس تر عمل نموده، دچار فرونشست بیشتری خواهد شد. وجود قنات و کاهش سطح آب زیرزمینی در اثراستفاده بی رویه و وجود سازندهای تبخیری رسوبات دانه ریز مانند سیلت و رس در مقایسه با رسوبات دانه درشت مانند شن وماسه در این منطقه ازمی تواند مؤثرترین عوامل فرونشست زمین میباشد.

مدیریت فرونشینی زمین حداقل مشمول سه استراتژی است .اول پیش بینی مکان و ماهیت فرونشینی قبل از حدوث آن، و استفاده از این دانش جهت برنامه ریزی توسعه امور سطحی زمین در آینده در مکان امن و جلوگیری از فرونشینی طر حهای توسعه قبلی .دوم، چار ه اندیشی در مورد آثار فرونشینی از طریق حفظ و بقای تراز سطح زمین، یا کاهش مقدار فرونشینی یا اصلاح سطح در بین عوامل مؤثر در ایجاد فرونشست، بنظر می رسد که ترکیب عواملی چون برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی، ضخامت لایه رسوبی و ویژگیهای مهندسی رسوبات عامل اصلی ایجاد این فرونشست می باشد .

در صورت نظارت و آگاهی از آمار چاهها، چشمه ها و قناتهای مناطق کشور، و بستن چاههای غیر مجاز و جلوگیری از برداشت بی رویه، میزان خسارات ناشی از فرونشست زمین نیز کاهش می یابد .لازم است در این راستا قوانین تعیین صلاحیت شرکتهای حفاری وضع شود .

بررسی عوامل مؤثر در فرونشست زمین منطقه مورد مطالعه احداث سدهای خاکی و یا ایجاد مخازن آب غیر قابل نفوذ در فصل بارندگی از شوری و هدر رفت آب جلوگیری میکند، همچنین از میزان سیلاب و گسترش شوره زار نیز می کاهد .به عنوان راهکار دراز مدت بر مبنای تجربه سایر کشورها چاره ای جز اصلاح روشهای مدیریت منابع آب وجود ندارد و تا زمان باقی است باید بسوی آن حرکت کرد .اما تا آن هنگام و بعنوان راهکار فوری و اضطراری دست کم می توان به جلوگیری از ادامه فعالیت استفاده کنندگان غیر مجاز و چاههای حفر شده به این طریق مبادرت ورزید .در غیر اینصورت و با روند موجود ضمن از دست دادن بخش عظیمی از منابع آب برای همیشه، پدیده هایی نظیر فرونشست های نقطه ای یا ناحیه ای با ابعاد نامعلوم و با آسیب های جبران ناپذیر، باز هم بوقوع خواهد پیوست.

در این منطقه می توان پیشنهاد احداث محلهای ذخیره آب بصورت استخر را مطرح نمودند که این استخرها می تواند توسط آب چشمه های موجود درمنطقه پر شود و در زمانهای لزوم مورد استفاده قرار گیرد. همچنین لایروبی قنات های موجود در منطقه وازطرفی نیز تمایل به ایجاد سدهای خاکی و گابیون در تمام دره های موجود جهت کنترل آب و فرسایش منطقه از مهمترین پیشنهادات محسوب می گردد.

۴- منابع

[۱] رنجبر ، م ، جعفری ، ن (1388) ؛ بررسی عوامل موثر در فرونشست زمین دشت اشتهارد ، فصلنامه جغرافیا ، شماره 19 ،و18

[۲] لشکری پور ، غ ، غفوری ، م ، رستمی بارانی ، ح (1387) ؛ بررسی علل تشکیل شکاف ها و فرونشست زمین در .غرب دشت کاشمر ، مجله مطالعات زمین شناسی ، شماره1

[۳] گودرزی نژاد، شاپور؛ 1377 ، ژئومورفولوژی و مدیریت محیط، جلد اول، نشر سمت

[٤]Massonnet, D. Feigl, K. Rossi, M . and Adragna, F (1994) , Radar interferometric mapping of deformation in the year after the landers earthquake , Nature, 369.

[٥]Pacheco, J.Arzate, J., Rojas, E., Arroyo, M., Yutsis, V., & Ochoa, G., (2006) , Delimitation of ground failure zones due to land subsidence usind gravity data and finite element modelling in the queretaro valley, Mexico. Engineering Geology,84.

بررسی تغییرات آبهای زیرزمینی دشت کرمانشاه در بیست سال گذشته

[1]امجدملکی،[2]پیمان رضایی

[1]دانشیارگروه جغرافیای دانشگاه رازی کرمانشاه amjad maleki@yahoo.com

[2]کارشناس ارشد ژئومورفولوژی pe.rezaee@yahoo.com

۱- مقدمه :

دلایل زیادی توسط کارشناسان برای توجیه افت سطح سفره های آب بیان شده است . ولی اکثرقریب به اتفاق اینگونه نظر می دهند که دلیل اصلی افت سفره های آب استفاده ازآنها دربخش کشاورزی می باشد حتی دربعضی ازآمارها سهم بخش کشاورزی ازبرداشت ازسفره ها را تا ۹۵درصد ذکر کرده اند وسهم اندکی رابه برداشت ازسفرها جهت مصارف شهری وصنعتی درنظر می گیرند . برکسی پوشید نیست که دربخش کشاورزی باید برنامه ریزی ونظارت بیشتری دراستفاده ازآب سفره ها انجام گیرد ولی توجه بیش ازحد به نظارت دربخش کشاورزی متاسفانه باعث گردیده که خطرات استفاده بی رویه ازسفره های آب توسط بخش آشامیدنی وصنعتی نادیده گرفته شود ویا حداقل به اندازه بخش کشاورزی مورد توجه قرار نگیرد . دراین تحقیق سعی شده است که تغیرات سطح سفره آب دشت کرمانشاه در یک دوره ۲۲ ساله مورد بررسی قرار گرفته ومناطقی که افت شدید سطح آب داشته اند شناسائی گردیده وعلت اصلی این افت مشخص گردد.

۲-منطقه موردمطالعه:

منطقه مورد مطالعه با مختصات عرض جغرافیائی ۳۴.۱۸ درجه درجنوب و۳۴.۴۱درشمال وهمچنین طول ۴۶.۴۲درغرب و ۴۷.۱۵ درشرق محدود شده است . این منطقه شامل قسمت شمال ،شمال غرب وغرب شهرستان کرمانشاه می شودو توسط رودخانه قره سو که ازسرشاخه های حوضه کرخه می باشد زهکشی می شود. این منطقه جزئی اززون زاگرس مرتفع می باشد که درشمال توسط کوههای زاگرس مرتفع ازجنس آهک بیستون که به علت شکستگی های فراوان غنی ازمنابع آبی است (علائی ،۵۲:۱۳۸۲)ودرجنوب توسط رادیولاریتهای غیرقابل نفوذ با منشا دریائی مربوط به کرتاسه همراه با شیل محدود شده است .کف دشت کرمانشاه ازجنس رادیوراریت میباشد وسطح دشت نیزازرسوبات دوران جدید پوشیده شده است.

۳-مواد وروشها:

درابتدای تحقیق آمار۶۵ چاه مطالعاتی دشت کرمانشاه ازسال۱۳۷۰تا سال۱۳۹۲ازاداره آب منطقه ای غرب تهیه،وبا استفاده ازآمارموجودسطح تراز آب درسالهای ۷۰و۹۲مشخص گردید.باتوجه به اینکه درعملیات درونیابی فرض برنرمال بودن داده هاست (قهرودی ،۱۳۸۷: ۷۰)،درابتدا داده ها ازلحاظ توزیع فضائی ونرمال بودن با روشهای واریوگرافی مورد بررسی قرار گرفتند(جانستون،۱۵۲:۲۰۰۱) وبعد ازتشخیص چولگی مثبت درآنها ونرمال شدن توسط تبدیل لوگاریتم ، داده ها با روشها ی کریجینگ[16] و IDW مورد درونیابی قرارگرفتند. درمرحله بعد سطوح درونیابی شده ازلحاظ ریشه مربع متوسط خطاها(RMSE)[17]مورد مقایسه قرارگرفتند(جدول شماره ۱) که بعد ازبررسی داده ها مشخص گردید بهترین مدل جهت میانیابی داده ها درسال ۷۰ مدل ایستا [18] درروش کریجینگ معمولی وبهترین مدل جهت درونیابی داده های سال ۹۲ مدل IDW با توان ۵ می باشد . درنهایت ازتفاضل نقشه سطح آب درسال ۷۰ ونقشه سطح آب درسال ۹۲ نقشه افت آب دوره ۲۲ ساله درپنج کلاس افت خیلی شدید،شدید،متوسط،کم وخیلی کم تهیه گردید(شکل ۱) .

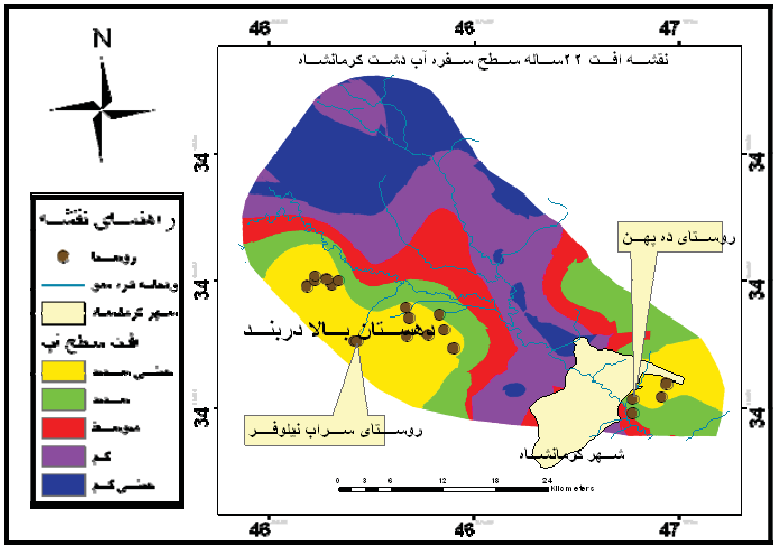
[16] -kraging

[17] - Root-Mean-Square- erore

[18] - stable

جدول شماره ۱- اطلاعات مربوط به خطاهای پیش بینی درتهیه نقشه افت آب

روش	مدل	RMSE۱۳۷۰	RMSE1392
کریجینگ معمولی	stable	4.18	10.72
کریجینگ معمولی	spherical	4.34	9.72
کریجینگ معمولی	Gaussian	5.28	10.72
کریجینگ معمولی	Exponential	4.36	10.43
کریجینگ معمولی	Circular	4.64	9.76
IDW	توان ۲	۵.۶۸	۱۰.۷۲
IDW	توان ۳	۴.۹۱	۹.۲۱
IDW	توان ۴	۴.۵۰	۸.۷۰
IDW	توان ۵	۴.۲۹	۸.۴۹



شکل شماره ۱ : نقشه نهائی افت سطح آب سفره درسال ۱۳۹۲ نسبت به سال ۱۳۷۰

۴-بحث ونتیجه گیری:

با توجه به یافته های حاصل از تحقیق می توان نتیجه گرفت که دشت کرمانشاه نیز مانند خیلی ازدشتهای کشورازلحاظ افت سطح آب شرایط نامطلوبی را تجربه می کند به طوری که دریک بازه زمانی کوتاه ۲۰ساله بعضی ازنقاط این دشت مانندشرق شهر کرمانشاه با افت ۳۸متری سطح آب مواجه بوده است.

ازبررسی نقشه تهیه شده و مطالعات میدانی وبررسی آمار چاههای بهره برداری منطقه نتایج زیر به دست آمد:

۱- درطی بازه زمانی یاد شده مناطقی ازدشت کرمانشاه دارای افت خیلی کم بوده اند که باتوجه با کاهش میانگین بارش ۳۰سال اخیرکرمانشاه از۵۰۰میلی متر به ۴۰۰میلیمتروهمچنین تغییررژیم بارش این مقدارافت سفره آب منطقی به نظر می رسد.

۲-درغرب دشت کرمانشاه درحوالی روستای سراب نیلوفر افت شدید سطح سفره راشاهد هستیم که پس ازبررسی آمارچاهای بهره برداری مشخص گردید تعداد چاهها ی کشاورزی در منطقه از۳۰ چاه درسال ۱۳۷۲ به ۳۰۰چاه درسال ۱۳۹۰ افزایش پیداکرده است که نشان دهنده برداشت بیش ازحد دراین ناحیه جهت مصارف کشاورزی بوده ومی تواند افت ۲۶متری سطح سفره آب دراین ناحیه راتوجیه کند .

۳-درشرق شهرکرمانشاه درحوالی روستاهای ده پهن ونوکان سطح سفره آب تاحدود ۳۸مترافت داشته است . بابررسیهای مکانی وتحلیل آمارچاههای بهره برداری منطقه مشخص گردید که درمحدوده یادشده درسالهای اخیرتعداد زیادی چاه شرب جهت استفاده شهر کرمانشاه احداث گردیده است .همچنین دراین منطقه تعدادزیادی پادگان نظامی ومراکزصنعتی وجود دارد که همگی ازچاههای عمیق استفاده می کنند.علاوه برموارد فوق درسالهای اخیرتعداد زیادی چاه کشاورزی درروستاهای ده پهن ونوکان حفرگردیده است.

با توجه به مسائل بیان شده می توان نتیجه گرفت که همانگونه که درشرق شهر کرمانشاه شاهد هستیم استفاده بی رویه ازمنابع آب زیرزمینی دربخش شرب می تواند باعث افت شدید سطح سفره ها گردد به طوری که افت سطح آب درحوالی روستای ده پهن ونوکان که محل تجمع چاههای شرب شهر کرمانشاه می باشد ازمنطقه سراب نیلوفر که یکی ازقطبهای کشاورزی دشت کرمانشاه می باشد بیشتر است .بنابراین پیشنهاد میگردد که با توجه به رشد وگسترش روزافزون شهر کرمانشاه چاههای دیگری درسطح دشت جهت تهیه آب آشامیدنی طراحی گردد تاتراکم این چاهها دریک منطقه باعث ایجاد مشکلات وبروز مخاطراتی مانند فرونشست وغیره نگردد.

۵- منابع:

۱ - علیزاده ،امین(۱۳۸۵)،اصول هیدرولوژی کاربردی ،انتشارات دانشگاه امام رضا

۲-علائی طالقانی : محمود، مبانی ژئومورفولوژی ایران . قومس ،۱۳۸۲

۳- دادرسی سبزواره ، ا. (۱۳۸۵) ،تغییرات کمی وکیفی منابع آب زیرزمینی وبررسی نقش آن درتخریب سرزمین .اولین همایش منطقه ای بهره برداری بهینه ازمنابع آب حوضه های کارون وزاینده رود. دانشگاه شهرکرد . ص ۶۶۷ تا ۶۷۸

۴--قهرودی تالی ،منیژه ، بابائی فینی ، ام السلمه ،درآمدی برسیستمها ی اطلاعات جغرافیائی . چاپ آزمایشی دانشگاه پیام نور

۵- شرکت سهامی آب منطقه ای کرمانشاه http://www.kshrw.ir

6- BOOK:Johnston,Kevin.2001-2004.using Arc GIS geostatistical analyst.c

بحران آب در دشت‌های خراسان رضوی و بررسی فرونشست زمین در دشت‌های بحرانی

[1]جعفر رکنی، [2]سیدرضا حسین زاده، [1]علی قربانی
[1]دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد mrokni2003@yahoo.com
[2]دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد srhosszadeh@um.ac.ir

۱- مقدمه

سفره های آب زیرزمینی دشت‌ها یکی از منابع مهم تامین آب در عرصه‌های مختلف کشاورزی، صنایع و شرب می باشد. در استان خراسان رضوی ۹۱ درصد این آب در بخش کشاورزی ۷ درصد در بخش شرب و ۲ درصد در بخش صنعت و خدمان مصرف می شود. رشد روزافزون جمعیت و استفاده بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی جهت مصارف مختلف باعث افت سطح آب زیرزمینی و کاهش فشار سیال و افزایش فشار بین ذره‌ای گردیده و بر اثر ایجاد تراکم پدیده فرونشست زمین را بوجود می آورد.

با توجه به روند افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به آب برای تامین غذا و فراورده‌های گیاهی و صنعت سبب شده تا آب بعنوان یک عامل حیاتی و کمبود آن بوجود آورنده بحران تلقی گردد.

در این نوشتار با توجه به بحران آب که این روزها بیشتر از پیش مورد توجه قرار گرفته و اثرات آن در زندگی روزمره اقشار جامعه نمایان گشته است به بررسی بحران آب در دشت‌های خراسان رضوی و برخی از مطالعات نشست زمین در این دشت‌ها می‌پردازیم تا ضمن توجه و مروری بر این مخاطره، ضرورت تحقیق و بررسی این پدیده و شناسایی علل و عوامل مختلف در مناطق و دشت‌های بحرانی مورد توجه دوباره قرار گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این مقاله بر پایه روش توصیفی- تحلیلی و با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و تجربیات نگارندگان در پیمایش‌های صحرایی بوده که طی آن دشت‌های بحرانی در خراسان رضوی و ارتباط آن با مخاطره نشست زمین در این دشت‌ها بررسی شده است.

۳- بحث و بررسی

بحران آب در جهان و ایران

سازمان ملل پیش‌بینی کرده که در سال ۲۰۵۰ بیش از ۴/۵ میلیارد نفر از مردم جهان در معرض صدمات و زیان‌های جدی ناشی از کمبود و آلودگی آب قرار خواهند داشت و بر اساس آمار موجود در ۵۰ سال آینده، حداقل یک نفر از ۴ نفری که در کشورهای مختلف زندگی می‌کنند با مشکل جدی کمبود آب دست به گریبان خواهند بود (احسانی و خالقی، ۱۳۸۲)

بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط موسسه بین‌المللی مدیریت منابع آب (IWMI) در سال ۲۰۵۰ تعداد ۶۵ کشور با جمعیتی بالغ بر ۶ میلیارد نفر جمعیت، با کمبود آب مواجه می شوند (قلی‌جانی، ۱۳۸۱)

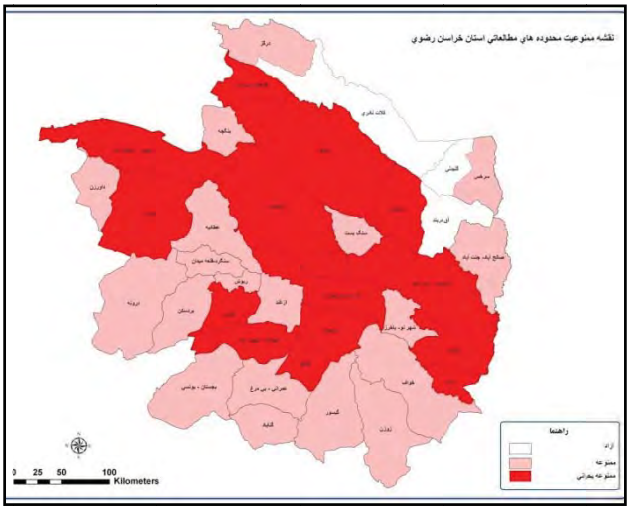
بدلیل نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن، ایران در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان است. بر اساس شاخص‌های تعیین بحران آب، ایران در آستانه قرار گرفتن در تنش آبی قرار دارد و بر اساس شاخص‌های سازمان ملل در وضعیت بحران شدید آبی و بر اساس شاخص موسسه بین‌المللی مدیریت آب، ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد (احسانی و خالقی، ۱۳۸۲)

بحران آب در دشت های خراسان رضوی

بر اساس گزارش‌های دفتر حفاظت و بهره‌برداری منابع آب امور مشترکان وزارت نیرو، ۶۰۹ محدوده مطالعاتی در کشور وجود دارد که ۶۵ محدوده بحرانی و ۲۴۸ محدوده ممنوعه، برای ۲۸۶ دشت آزاد و ۲۸ دشت هم پیشنهاد اولیه ممنوعه شدن داده شده است در این میان خراسان رضوی مقام اول دشت‌ها و آب‌های زیرزمینی بحرانی کشور را دارد و دشت‌های مشهد، نیشابور، فیض‌آباد، رخ، کاشمر، بردسکن و جوین بحرانی‌ترین دشت‌های خراسان رضوی هستند (شکل ۱ و ۲).

ولایتی (۱۳۸۳) در بررسی بحران آب در دشت‌های استان‌های خراسان با ذکر آماری در خصوص حجم آب تجدید شونده در این دشت‌ها، عامل اصلی بحران آب در این دشت‌ها را نه خشکی بلکه اضافه برداشت‌های مستمری می‌داند که توسط چاه‌های عمیق از آبخانه‌ی دشت‌ها صورت می‌گیرد اگر چه خشکسالی‌ها نیز در این بحران نقش دارند ولایتی در این بررسی پیامدهای جبران ناپذیر بحران آب را در این دشت‌ها بالا رفتن هزینه پمپاژ آب، شور شدن آب زیرزمینی، نشست زمین و ایجاد شکاف در دشت‌ها و مشکلات زیست محیطی دانسته است.

شکل (۱) میزان بیشینه نرخ فرونشست زمین در تعدادی از دشت‌های کشور تا سال ۱۳۸۷

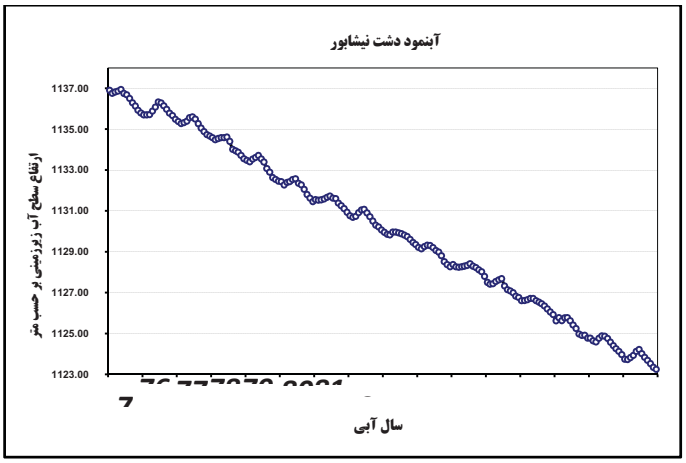


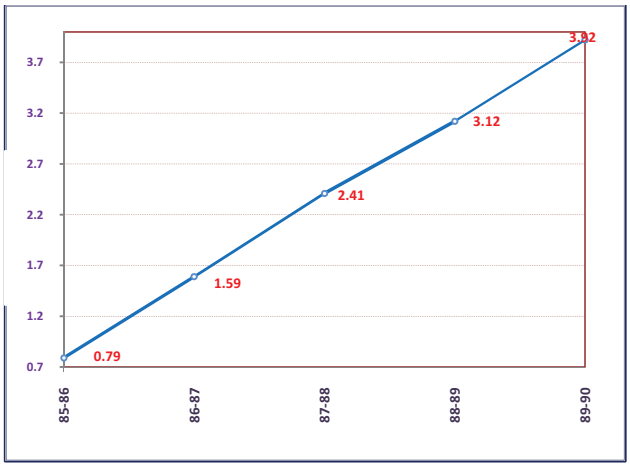
شکل (۲) نقشه دشت‌های ممنوعه و بحرانی در استان خراسان رضوی (آب منطقه‌ای خراسان رضوی۱۳۹۳)

جدول(۱) تغییرات متوسط و کسری مخزن در دشت‌های خراسان رضوی (گزارش‌های آماری آب منطقه‌ای خراسان رضوی۱۳۹۳)

ردیف	نام دشت	طول دوره آماری (سال)	تغییرات کلی سطح آب زیرزمینی در طول دوره آماری(متر)	تغییرات متوسط سطح آب زیرزمینی در طول دوره آماری(متر)	تغییرات متوسط حجم مخزن در طول دوره آماری(میلیون متر مکعب در سال)
۱	ازغند	۲۶	-۱۰/۰۶	-۰/۳۹	-۶/۶۹
۲	بجستان- یونسی	۷	-۱/۱۱	-۰/۱۶	-۱۲/۴۳
۳	بردسکن	۷	-۵/۳۳	-۰/۷۶	-۲۴/۸۷
۴	بیمرغ- عمرانی	۸	-۱/۶۹	-۰/۲۱	-۶/۶۵
۵	تایباد	۱۵	-۱۰/۵۹	-۰/۷۱	-۱۵/۵۹
۶	جنت آباد-جنگل	۲۰	-۱۷/۰۶	-۰/۸۵	-۱۶/۴۳
۷	جنت آباد-صالح آباد	۷	-۲/۳۲	-۰/۳۳	-۱/۰۷
۸	جوین	۲۳	-۱۸/۲۳	-۰/۷۹	-۱۴۶/۱۸
۹	خواف	۲۴	-۱۹/۴۳	-۰/۸۱	-۳۷/۸۶
۱۰	داورزن	۲۶	-۷/۰۹	-۰/۲۷	-۷/۶۱
۱۱	درگز	۱۳	-۳/۰۳	-۰/۲۳	-۳/۹۸
۱۲	درونه	۱۴	-۸/۳۱	-۰/۵۹	-۱۱/۹۰
۱۳	رخ	۲۱	-۱۲/۵۶	-۰/۶۰	-۴۱/۷۸
۱۴	رشتخوار	۲۴	-۳۶/۷۴	-۱/۵۳	-۲۷/۵۶
۱۵	ریوش	۲	-۱/۶۹	-۰/۸۵	-۴/۵۲
۱۶	زاوه تربت حیدریه	۲۴	-۱۴/۶۹	-۰/۶۱	-۳۲/۳۹
۱۷	زوزن	۱۰	-۱/۰۰	-۰/۱۰	-۵/۷۱
۱۸	سبزوار	۳۸	-۱۱/۱۴	-۰/۲۹	-۳۰/۴۰
۱۹	سرخس	۲۲	-۷/۵۹	-۰/۳۵	-۱۵/۹۷
۲۰	سنگرد	۴	-۲/۰۰	-۰/۵۰	-۱/۸۷
۲۱	عطا ئیه	۱۹	-۴/۰۹	-۰/۲۲	-۱۴/۲۴
۲۲	فریمان -تربت جام	۲۵	-۳۲/۳۰	-۱/۲۹	-۱۱۶/۴۲
۲۳	کاشمر	۲۶	-۲۵/۲۰	-۰/۹۷	-۴۲/۱۰
۲۴	کرات	۱۹	-۲۴/۹۸	-۱/۳۱	-۲۲/۸۲
۲۵	گناباد	۲۵	-۳/۱۷	-۰/۱۳	-۳/۵۵
۲۶	گیسور	۱۹	-۴/۰۸	-۰/۲۱	-۵/۵۸
۲۷	محولات - فیض آباد	۱۸	-۲۳/۰۸	-۱/۲۸	-۶۸/۱۵

۲۸	مشهد	۲۸	-۱۹/۲۰	-۰/۶۹	-۹۱/۴۲
۲۹	نریمانی	۲۲	-۲۲/۰۸	-۱/۰۰	-۱۳/۵۳
۳۰	نیشابور	۲۰	-۱۴/۸۷	-۰/۷۴	-۱۳۰/۰۲
۳۱	ینگجه	۸	-۴/۴۶	-۰/۵۶	-۲/۲۲
۳۲	باخرز	۱	-۰/۲۵	-۰/۲۵	-۱/۴۴
	جمع		-۳۶۹/۴۲	-۱۹/۵۹	-۹۶۲/۹۳





نمودار (۱) آبنمود دشت نیشابور **نمودار (۲) تغییرات میزان افت سطح آب استان در سال های مختلف**

در مجموع طبق گزارشات شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی در مجموع دشت‌های این استان با حدود یک میلیارد متر مکعب کسری مخازن روبرو می‌باشد.

شکل (۳) فرونشست و ترک‌های حاصل از آن در دشت نیشابور، ۱۳۹۳

شکل (۴) ترک‌های حال از نشست زمین در منطقه خین عرب مشهد، ۱۳۸۹

شکل (۵) فرونشست زمین در روستای بشرو نیشابور، ۱۳۹۳

افت مستمر سطح آب زیرزمینی یک مخزن آبرفتی، که در اثر استخراج بیش از حد آب صورت می‌گیرد سبب خالی شدن آب بخشی از مخزن می‌گردد وقتی این بخش از مخزن یا آبخوان به ویژه آنهایی که از رسوبات دانه ریز تشکیل شده‌اند برای مدتی طولانی بی آب باشند رسوبات آن فشرده شده و از حالت مکعبی اولیه خارج و به شکل چهار وجهی‌های نیمه متراکم تا متراکم در می آیند و در دانه‌های گرد و یکنواخت حجم فضاهای خالی از ۴۷/۶ درصد در اثر فشردگی تا ۲۵/۹ درصد کاهش می یابد (languth.H,R,and Voight.R.1980)

با کاهش میزان بارندگی‌ها حجم آب‌های جاری پاسخگوی نیازهای کشاورزی نبوده در نتیجه کشاورزان برای جبران کم آبی و از بین نرفتن کشت خود به منابع آب بدست آمده از سفره‌های زیرزمینی رو می‌آورند و با حفر و عمیق کردن چاه‌های آب خسارات جبران ناپذیری به آبخانه‌ها وارد می‌کنند. ۸۰ درصد آب خراسان رضوی از منابع آب زیرزمینی تامین می‌شود همچنین ۹۱ درصد آب استان در بخش کشاورزی ۷ درصد در بخش شرب و ۲ درصد در بخش صنعت و خدمات مصرف می‌شود.

نشست زمین در بسیاری از دشت‌های خراسان رضوی در حال انجام است لیکن در بیشتر دشت‌ها این نشست در حالت تقارنی با دشت قرار دارد و بصورت واضحی نمایان نیست اما نشست زمین در دشت‌های مشهد نیشابور فیض‌آباد کاشمر رخ و جوین و سبزوار با ترک‌ها و فرو چاله‌هایی همراه بوده است. این در حالی است که مطالعات بیشتر بر روی دشت‌های مشهد، نیشابور، کاشمر و سبزوار انجام گرفته است. بر اساس مطالعات شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی از ۳۷ دشت خراسان رضوی فقط ۴ دشت دارای بیلان مثبت بوده و ۳۳ دشت دارای وضعیت بحرانی و فوق بحرانی است و این در حالی است که پدیده نشست زمین در اکثر این دشت‌ها دیده می‌شود.

۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

بطوریکه بررسی می‌شود فرونشست زمین در دشت‌های خراسان رضوی در ادامه خشکسالی‌های سال‌های اخیر و کاهش نزولات جوی و بدلیل عمده‌ی ادامه برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در حال گسترش و توسعه است کسری سالانه یک میلیارد متر مکعب آب در مخازن دشت‌های این استان نشان می‌دهد بحران آب جدی است لذا در وهله اول بایستی مخاطره فرونشست در دشت‌های استان مورد بررسی و تحلیل دقیق قرار گیرد سپس خطر فرونشست در هر دشت ارزیابی شود و مسائل و مخاطرات زیست محیطی مرتبط با این پدیده دسته‌بندی شده و علاوه بر اقدامات لازم در جهت کاهش فرونشست زمین محافظت از تاسیسات کلیدی در مناطق جمعیتی و راه‌های ارتباطی از قبیل راه‌آهن و خطوط گاز و نفت انجام شود.

موثرترین راه جهت کاهش فرونشست زمین در این دشت‌ها منع برداشت از آب‌های زیرزمینی می‌باشد بطوریکه کسری مخزن با ریزش‌های جوی جبران و سطح آب زیرزمینی افزایش پیدا کند.

در این شرایط درک درستی از شرایط زمین و مکانیزم فرونشست همراه با مرمت آبخانه‌هایی که در حال از بین رفتن و کاهش حجم می‌شوند بوسیله محدودیت‌های برداشت آب می‌تواند در مرمت آبخانه نقش داشته باشد.

۵- مراجع

۱- احسانی، مهرداد، خالدی، هومن، بهره‌وری آب کشاورزی، تهران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۲

۲- رزمگیر، رحمان...[ودیگران]، فرونشست دشت تهران- شهر پایه بر اثر برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع بهره‌برداری از منابع آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان، بهمن ۱۳۸۹

۳- رکنی، جعفر، گزارش بازدید انجام شده از پدیده نشست زمین و شکاف ایجاد شده در روستای فریزی (منطقه خین‌عرب) شمال مشهد، گزارش ثبت شده در کتابخانه مرکز زمین‌شناسی مشهد، ۱۳۸۹

۴- فرج زاده اول، منوچهر، تحلیل بحران آب در دشت نیشابور با رویکرد برنامه‌ریزی محیطی، طرح پژوهشی سازمان آب منطقه‌ای، ۱۳۸۴

۵- قلی‌جانی، عباس، آب و توسعه پایداری، مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۱

۶- نیکبخت، مهدی، بحران آب و تنش‌های اجتماعی و سیاسی مطالعه موردی گناباد – تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹

۷- ولایتی، سعداله، بررسی بحران آب استان خراسان (شمالی، رضوی، جنوبی)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴

8- Languth, H. R., Voight, R., Hydrogeologische Methoden, Springer Verlag, P. 76-77, 1980

مطالعه چاه نیمه‌ها به عنوان راه حل ژئومورفولوژیکی در مدیریت منابع آب شهرستان زابل، استان سیستان و بلوچستان

[1] زهرا رنجبرباروق، [2] عبرت محمدیان
[1] دانشجوی دکتری دانشگاه خوارزمی، Ranjbar962@gmail.com
[2] دانشجوی دکتری دانشگاه خوارزمی، Ebr.mohammadian@gmail.com

مقدمه

استان سیستان و بلوچستان علیرغم مساحت قابل توجه آن، از نظر جمعیتی، جزء کم تراکم ترین استان های کشور است. یکی از دلایل مهم آن محدودیت منابع آب قابل بهره برداری، برای توسعه فعالیتهای اقتصادی است .در کنارههای رود هیرمند و در سطح پادگانههای دریاچهای، چاله های طبیعی وجود دارد که در اثر تجمع آب در آنها به صورت دریاچه درآمدهاند. درمحلبهاین چالهها، "چاهنیمه" گفته میشود. این چالههااحتمالاًدراثرفرایندکاوشی باد و دخالت آب به وجود آمدهاند(علایی طالقانی،۱۳۸۶). چاه نیمه ها، چاله های طبیعی بزرگی هستند که در فاصله ۵۰ کیلومتری شهرستان زابل، ۵کیلومتری شهرستان زهک و در کنار روستای قلعه نوی قرار دارند. آب مازاد رودخانه هیرمند توسط کانالی به آن هدایت می‌شود. گنجایش این مخازن ۶۶۰میلیون متر مکعب است که به صورت دریاچه مصنوعی در آمده است. ظرفیت کل این چاه نیمه‌ها در بهترین حالت یک هفتم تالاب بین‌المللی هامون است. در مواقع کم آبی، آب شرب و قسمتی از آب کشاورزی سیستان از این دریاچه مصنوعی تامین می‌شود. در حاشیه آبهای زلال چاه نیمه، پارک جنگلی و باغ وحشی احداث شده که منظره زیبایی را به وجود آورده است و به یکی از تفریحگاه های شهرستان زهک تبدیل شده‌است. در این مقاله تلاش شده تا با توجه به محدودیت منابع آبی این استان به شناسایی اجمالی چاه نیمهها به عنوان یک راه حل ژئومورفولوژیکی در مدیریت منابع آب استان سیستان و بلوچستان پرداخته شود.

مواد و روشها

به منظور انجام مطالعات و دستیابی به اهداف موردنظر از روش اسنادی-کتابخانه ای و به منظور درک بهتر از نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شده است.

محدوده مورد مطالعه

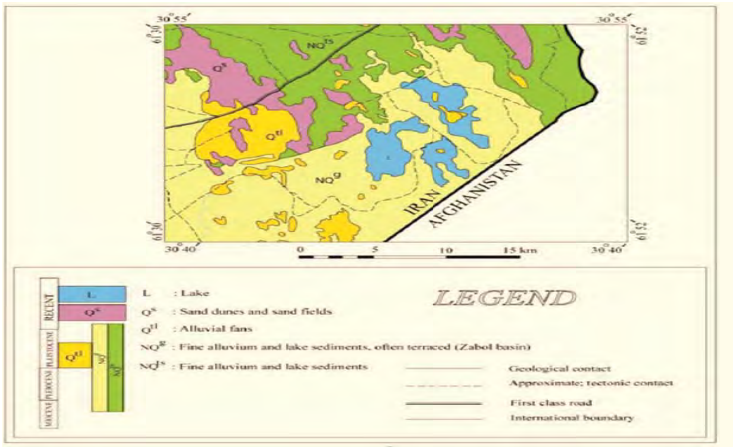
استان سیستان و بلوچستان با وسعت حدود ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع بین ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. منطقه سیستان در بخش شمالی استان قرار دارد.چاه نیمه ها ۳ گودال طبیعی اند که، در جنوب شرقی سیستان، در فاصله تقریبی ۴ کیلومتری ساحل چپ دلتای هیرمند قرار گرفته اند.متوسط بارندگی منطقه۶۵ میلی متر بوده، حداکثر درجه حرارت مطلق آن ۴۹ درجه سانتی گراد، حداقل درجه حرارت مطلق ۷- درجه سانتی گراد و متوسط درجه حرارت سالانه ۲۴ درجه سانتی گراد است. بر اساس شاخص دومارتن دارای آب و هوای بیابانی است(خاک سفیدی و نورا، ۱۳۸۷).شکل شماره ۱ نقشه محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد.

شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه براساس تصاویر ماهواره‌ای گرفته شده از Google earth

زمین شناسی منطقه

"چاه نیمه‌ها" لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی بارزی در دشت سیستان هستند. این سه چاله طبیعی در کنار رودخانه هیرمند و در تراس‌های دوره کواترنر در جنوب شرقی دشت سیستان به وجود آمده‌اند. چاه نیمه شماره یک از مرز افغانستان به موازات رودخانه سیستان تا ۶ کیلومتری شهر زهک امتداد دارد. چاه نیمه دوم از مرز افغانستان تا اواسط چاه نیمه یک ادامه دارد. چاه نیمه سوم نیز در غرب چاه نیمه دوم واقع شده است. این مخازن دارای آب شیرین بوده و علاوه بر مصارف کشاورزی و صنعتی، آب شرب شهرستان‌های زابل، زهک، هیرمند و زاهدان را تامین می‌کنند (مهندسان مشاور بند آب،۱۳۷۱).

این مخازن به منظور ذخیره بخشی از آب مازاد رودخانه هیرمند و استفاده از این ذخیره در فصول کم آبی و خشک مورد استفاده قرار می‌گیرند. چاه نیمه‌ها در بهمن ماه ۱۳۶۴آبگیری شدند. چاه نیمه ها در فاصله ۵ کیلومتری شهر زهک و ۳۰ کیلومتری شهر زابل با وسعت ۴۶ کیلومتر مربع قرار دارند (نوری و همکاران،۱۳۸۶).



شکل (۲) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زابل-سازمان زمین شناسی کشور)

بحث و نتایج

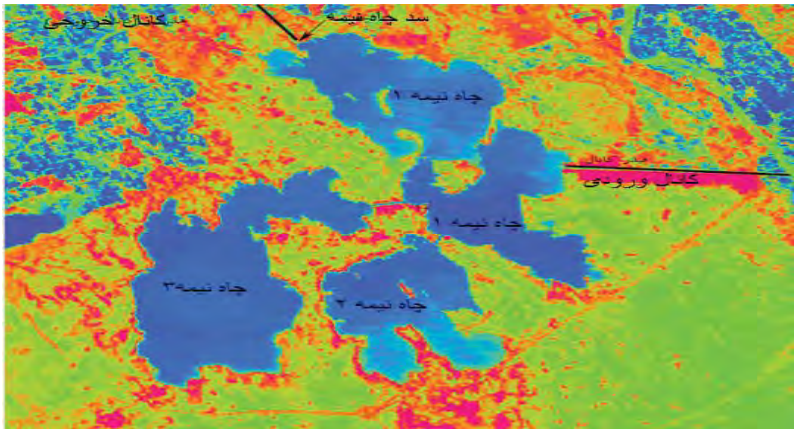
رودخانه هیرمند، تنها شریانحیاتیسیستان است که از کوه‌های بابا در کشور افغانستان سرچشمه می‌گیرد. پس از طیمسافتی در حدود ۱۰۵۰ کیلومتر وارد دریاچه هامون می‌شود. تمام آب مصرفی دشت سیستان از طریقاین رود تأمینمی‌شود. در ضمن، دوام رودخانه‌های منشعب از آن،دریاچه و مخازن چاه نیمه، همه بستگی به جریان آب هیرمند دارد.هیرمند در مرز ایران و افغانستان به دو شعبه تقسیممی‌شود. شعبه اصلیکه به نام رود مشترکنامیدهمی‌شود،قسمتی از مرز مشترک دو کشور را تشکیلمی‌دهد و سپس وارد کشور افغانستان می‌شود. شعبه دیگر، در خاکایران است که خود به دو شاخه تقسیممی‌شود. یکی به طرف چاه نیمه‌ها و دیگری به طرف مناطق کوهک و زهکمی‌رود. دو سد انحرافی در این دو منطقه بر روی آن احداث شده است.سد سیستاننیز بر رویشاخه‌ایکه از طریق چاه نیمهتأمینمی‌شود، احداث شده است.

تصویر(۱) چاه نیمه شهرستان زابل

در قسمت جنوب دشت سیستان و در حوالی مصب هیرمند، چاله‌های طبیعی بزرگی وجود دارند که در حال حاضر از آنها بهره‌برداری می‌شود. اینگودال‌ها ضمن ذخیره‌آب برایآبیاری، از زیان‌های وارده در مواقع سیلابی شدن رودخانه هیرمند نیزجلوگیریمی‌کند.مخازن چاه نیمه متشکل از سه فرورفتگی طبیعی واقع در بخش شمالی و منتهی الیه هیرمند هستند . مهم‌ترین دلایلی که سبب شد از این لندفرم‌های ژئوموفولوژیکی به عنوان مخازن ذخیره آب استفاده شود،عبارتند از: ۱- ذخیره آب رودخانه سیستان که دارای رژیمی متغیر است. ۲- استفاده از آب ذخیره شده برای تامین آب شرب و کشاورزی ساکنان منطقه.

مطالعات این مخازن از سال ۱۳۴۷ شروع شد، لیکن در سال ۱۳۶۴ مورد بهره برداری قرار گرفته است. اجزای سیستم مخازن عبارت‌اند از : مخازن ۱ تا ۳، سازه دهانه آبگیر، کانال‌های ورودی و خروجی، مجاری بین مخازن، سد چاه نیمه، سدهای فرعی چاه نیمه و دهانه آبگیر خروجی(شکل۳) (مهندسین مشاور کاژه سانسو،۱۳۴۹).مساحت این مخازن که به صورت دریاچهکوچکی در آمده، در حدود چهار هزار و هفتصد هکتار است. حداکثرگنجایشاین مخازن ششصد و شصت میلیون متر مکعب است و ظرفیت قابل بهره‌برداری سالانه آن تا سیصد و چهل میلیون متر مکعبنیزمی‌رسد.

در حال حاضر به منظور انتقال مازاد جریان از فصل پر آب به فصل کم آب، و یا به عبارتی ذخیره مازاد رودخانه سیستان، سه مخزن ذخیره، موسوم به مخازن ۱ و ۲ و ۳ چاه نیمه خارج از مسیر رودخانه به یکدیگر متصل شده و آب گیری می‌شوند عمق مخازن به طور متوسط به ۱۵ متر می رسد. (رجایی،۱۳۹۱).



شکل(۳) تصویر ماهواره‌ای مخازن چاه نیمه ۱ تا ۳ در سال ۱۹۹۸

عوامل مختلفی چون سطح نسبتاً بزرگ مخازن چاه نیمه، تغییرات و نوسانات بالای آوردهای رود سیستان، تبخیر بسیار شدید در سطح منطقه، مسئله رسوب‌گذاری در محوطه مدخل ورودی کانال آبگیر به مخازن چاه نیمه و ته نشست رسوبات در محدوده مقابل کانال آبگیر در چاه نیمه شماره ۱ معضلاتی را فراهم آورده که پیامدهای آن، کارایی سیستم مخازن را با توجه به موجودی آب کنونی منطقه جهت مصارف شرب دچار مشکل و دغدغه نموده است(رجایی،۱۳۹۱). بر همین اساس مطالعات متعددی پیرامون عوامل طبیعی موثر بر چاه نیمه‌هاو مشکلات زیست محیطی آنها، صورت گرفته که در ذیل بیان می‌شوند:

منطقه سیستان یکی از مراکز طوفان‌زایی است که در آن به طور متوسط سالانه بیش از ۷۰ روز طوفان‌های گرد و غبار وجود دارد (Washington et al.2003). درحالحاضر با توجه به خشکسالی های اخیر و بسته شده آب مشترک هیرمند از طرف کشور افغانستان، چاه نیمه ها در خطرجدی حرکت شن هایر وان هستند. البته این تهدید جدی طبیعی باید با توجه به تمام زوایا ژئومورفولوژیکی، اقلیمی و زمین شناسی و هیدرولوژیکی مطالعه شود.
در نهایت با توجه به رشد روزافزون جمعیت و افزایش نیاز غذایی، مشکل بیکاری و مهاجرت روستاییان به شهر،برنامه ریزی و مدیریت منابع آب منطقه از اهمیت بسزایی در وضعیت اشتغال، سطح درآمد، روند مهاجرت، دامپروری و کشاورزی را به دنبال دارد.

مراجع

۱- ابراهیم زاده، عیسی، **نقش تمدن سیستان بر گردشگری فرهنگی در جنوب شرق ایران**،چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام،زاهدان،۱۳۸۹

۲- پیری،حلیمه،**ارزیابی اثرات زیست محیطی احداث سد چاه نیمه چهارم در زابل** ، آمایش سرزمین،شماره۵: ص۱۶-۹،۱۳۹۰

۳- جدیدالاسلامی،مهدی، **منشأیابی رسوبات بادی چته نیمه های زابل**،فصلنامه زمین شناسی کاربردی،شماره۱، ص۱۶-۹، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان،۱۳۹۰

۴- رجایی،قاسم،**بررسی غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه های استان سیستان و بلوچستان**، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، شماره۹۰، ص۱۱۲-۱۰۵ ،۱۳۹۱

۵- سعادت خواه، ناصر، **برآورد تبخیر از مخازن چاه نیمه** ، فصلنامه آب و فاضلاب، شماره۴۰، ص۲۳-۱۲، ۱۳۸۰

۶- سعادت خواه، ناصر، **اصلاح و واسنجی مدل CRLEدر مناطق با جریانهمرفت شدید مطالعه موردی: مخازن چاه نیمه**، ششمین کنفرانس بینالمللی مهندسی عمران، ص۵۸۹-۵۸۲، دانشگاه صنعتی اصفهان،۱۳۸۲

بررسی چالشهای طرح انتقال آب بین حوضه ای مطالعه موردی بهشت آباد

[1]عبرت محمدیان، [2] زهرا رنجبرباروق
[1] دانشجوی دکتری دانشگاه خوارزمی، Ebr.mohammadian@gmail.com
[2]دانشجوی دکتری دانشگاه خوارزمی، Ranjbar962@gmail.com

مقدمه

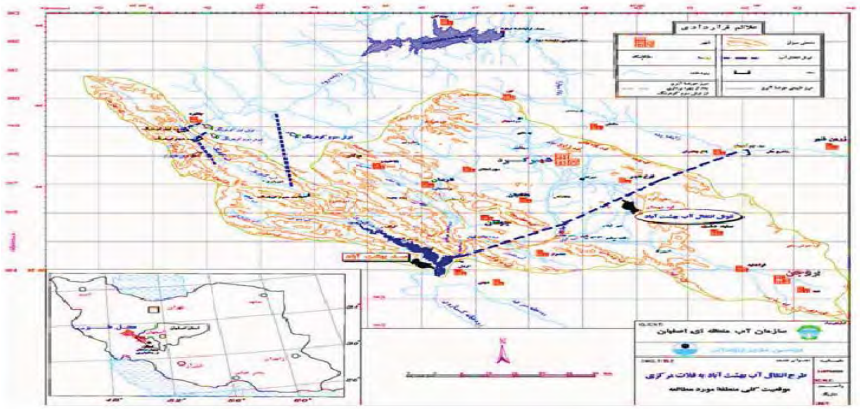
انتقالحوضه به حوضه آب، عبارت ا زانتقال فیزیکی آب ازیکح وضه آبریزبه حوضه دیگر است (قدرتنما،۱۳۸۳).پیشینه تاریخی طرح های انتقال آب بین حوضه ای در جهان زیاد نبوده، تقریباً در یک قرن اخیر آغاز و اوج این طرح های آبی مناقشه برانگیز به دهه ۱۹۶۰ میلادی بر می گردد. طرح های بزرگ انتقال آب از دو رودخانه آمودریا و سیر دریا که در طول تاریخ منابع تأمین آب دریاچه آرال بوده اند و اصرار بر افزایش سطح اراضی تحت کشت پنبه به میزان ۴ میلیون هکتار، سبب کاهش ۹۰ درصدی آب ورودی به آرال، نابودی دو بندر موبیناق در ازبکستان و آرالسک در قزاقستان و بیکاری ۶۰ هزار صیاد، تبدیل ۳۶ هزار کیلومتر مربع دریاچه به نمک زار، ذوب برف کوه های نور سلطان و آلپ، آلودگی هوا و نهایتاً به خطر افتادن سلامت مردم و بروز مشکلات زیست محیطی زیان باری در منطقه شد.طرح انتقال آب رودخانه بهشت آباد به فلات مرکزی ایران از جمله طرح های چالش برانگیزی است که به لحاظ ابعاد و بویژه طول تونل انتقال (۶۵ کیلومتر) در سالهای اخیر منشاء چالش های جدی متخصصین و سیاست گذاران بخش آب گردیده است (مهندسین مشاور زایندآب،۱۳۷۸). در این رهگذر و در فراسوی مباحث اقتصادی- اجتماعی و سیاسی مطرح شده در خصوص این پروژه، کمتر به معضلات ژئومورفولوژیکی این طرح پرداخته شده است. لذا در این مقاله تلاش گردیده تا به طور اجمال به مهم ترین ویژگی های ژئومورفولوژیکی این طرح ملی و چالش های جدی فرا روی طرح پرداخته شود.

مواد و روشها

به منظور انجام مطالعات و دستیابی به اهداف موردنظر از روش اسنادی-کتابخانه ای و به منظور درک بهتر از نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استفاده شده است.

محدوده مورد مطالعه

موقعیت طرح انتقال آب به فلات مرکزی ایران در دو استان چهارمحال و بختیاری و اصفهان واقع است. ورودی تونل انتقال آب به فلات مرکزی ایران بر روی شاخه بهشت آباد و تقریباً از منتهی الیه آن در مختصات ′۳۸ °۵۰ و ′۰۲ °۳۲ شروع شده است. این تونل در راستای شمال شرق به طول حدود ۶۵ کیلومتر در بالادست سد چم آسمان و در مختصات ′۰۱۲ °۵۱ و ′۰۲۲ °۳۲ به زاینده رود منتهی می گردد .



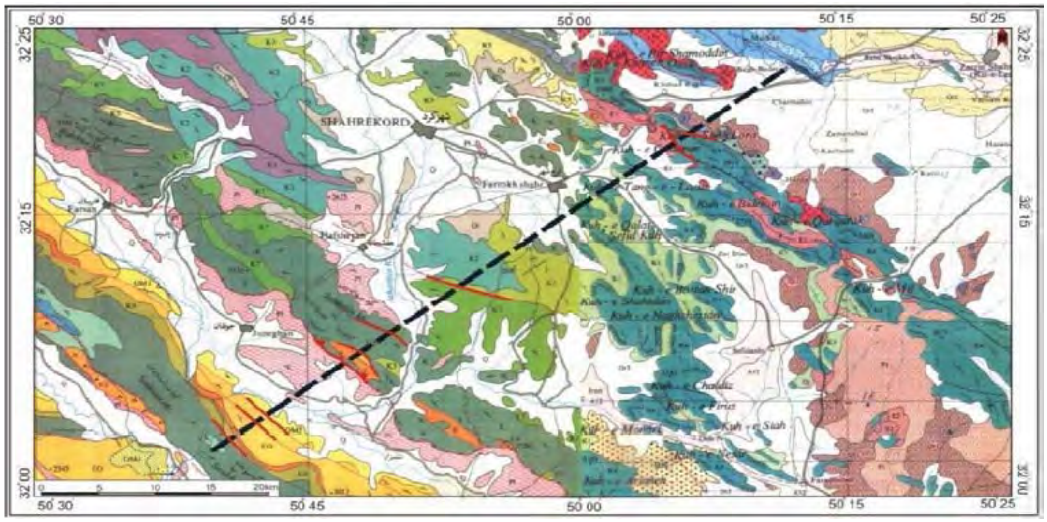
شکل (۱) موقعیت جغرافیایی طرح انتقال آب بهشت آباد به فلات مرکزی

نتایج و بحث

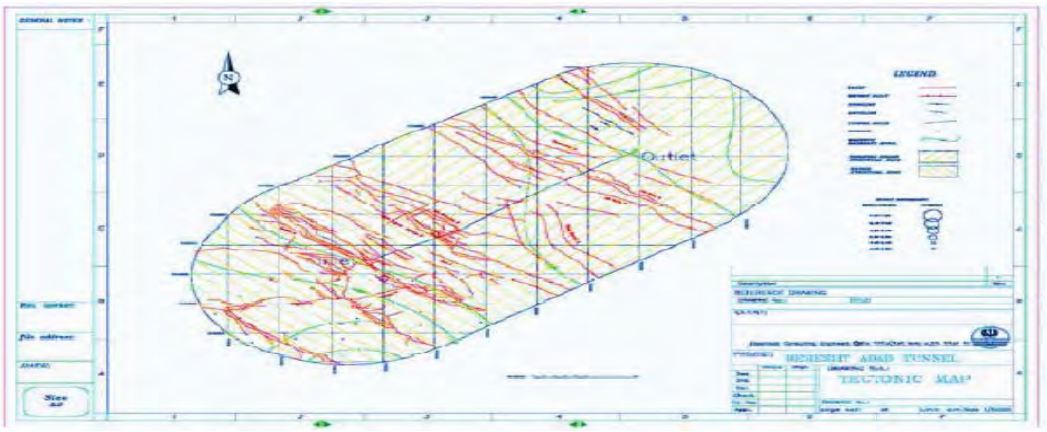
سابقه مطالعات طرح انتقال آب بهشت آباد به دهه ۷۰ بر می گردد. مطالعات مرحله اول آن در سال ۱۳۸۷ به صورت تک گزینه ای (انتقال با تونل) انجام شده که در این مطالعات تنها گزینه بررسی شده احداث تونل ۶۵ کیلومتری از اراضی شرق استان چهارمحال بختیاری است. اجزاء پروژه انتقال آب بهشت آباد به فلات مرکزی در مرز زون های زاگرس مرتفع و سنندج سیرجان قرار گرفته اند. همانگونه که در شکل (۲) بر روی نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شهرکرد ملاحظه می گردد، دریاچه سد که محدوده قبل از ورودی تونل را به خود اختصاص می دهد عمدتاً متشکل از رخنمون هایی از رسوبات آبرفتی کواترنر بوده که پیکره این واحد را مارن های زرد و کرم رنگ منفصل و به شدت فرسایش پذیر تشکیل می دهد. در بالا دست محدوده آبرفتی، تراس های کهن با سیمان ضعیف و به فرم تپه ماهوری رخنمون یافته اند که آثار فرسایش سطحی، خزش و شروع حرکات توده ای بر روی آن ها آشکار است.علاوه بر نهشته های عهد حاضر، برونزدهایی از مارن و کنگلومرا و ماسه سنگ های سست دوران سنوزوییک(عضوی از سازند آسماری و سازن کشکان) در محدوده مخزن سد واقع شده اند که در زمره حساس ترین سازندها به فرسایش قلمداد می شوند. مسیر تونل از محل ورود تا خروجی به ترتیب از آهک های ضخیم لایه به شدت کارستیک متعلق به دوره کرتاسه، کنگلومراهای حاوی قلوه های چرت و سیمان لیمونیتی- هماتیتی در کوه سوخته، آهک های توده ای ضخیم لایه خاکستری رنگ کرتاسه عبور می کند. مهمترین ویژگی زمین شناختی حاکم بر سازندهای ذکر شده در درازای تونل را می توان وجود گسل های متواتر و متعدد و نیز توسعه پدیده کارستیفیکاسیون و متعاقب آن وجود ذخائر قابل اعتنای منابع آب کارستیک در پیکره این سازندها در نظر گرفت. این دو شاخصه از چالشهای مهم فرا روی پروژه بوده است.

در مسیر ۶۵ کیلومتری تونل انتقال، حدود ۲۵ گسل اصلی و همین تعداد گسل فرعی وجود دارد. در شکل (۳) نقشه گسل های محدوده طرح و مسیر انتقال با خطوط قرمز متراکم نشان داده شده اند. همانگونه که در این شکل مشهود است، به ویژه در ۳۵ کیلومتر ابتدایی مسیر تونل واحدهای سنگ چینه شناسی مسیر به شدت تکتونیزه و خرد بوده است. علت این خرد شدگی ها قرارگیری مسیر تونل در مرز دو پهنه زمین ساختی زاگرس مرتفع و سنندج_سیرجان در ابتدای مسیر و در میانه راه است. به جرأت می توان مرز بین زون های زمین ساختی را، جزء مخاطره آمیزترین نواحی پوسته زمین درنظر گرفت که ایجاد هر سازه ای را با خطرات قابل پیش بینی و غیرمترقبه روبرو می سازند. وجود شبکه درهم تنیده ای از گسل های معکوس نسبت به امتداد تونل انتقال همراه با کارستیفیکاسیون شدید سازندهای متعلق به دوره کرتاسه حفر تونل را با خطرات بیشماری از جمله برهم خوردن تعادل هیدروژئولوژیکی آبخوان های کارستیک و حتی آبرفتی شرق استان و خشک شدن چشمه ها و چاه های کارستیک مهمی مانند چشمه سلم، پل تلفریک و چشمه آب شرب روستای سلم، چشمه وقت و ساعت و لری، چاه آب شرب فرخ شهر و منبع آب دشت شهرکرد و خراجی را موجب خواهد شد(امامی،۱۳۹۱).

وجود گنبد نمکینیز در منطقه مشهود است این واحددر امتداد گسل بین دو روستای دشتک و الیکوه با جهت گیری شمالغرب- جنوب شرق واقع شده و داراینمک، مارن پیریت دار آهک، ماسه سنگ و شیل می باشد. در این واحد به عنوان یکی از گنبد نمکی سریهرمز تائید شده که سن آن انتهای پرکامبرین و ابتدای کامبرین نسبت می دهند (آقانباتی، ۱۳۸۳). درمکانهای حضور گنبدهای نمکی موارد قابل توجه، حرکات دیاپیری این گنبد و قابلیت انحلال پذیری و تغییرکیفیت آب در محدوده مخزن در پی دارد.



شکل (۲) نقشه زمین شناسی محدوده تحت تأثیر پروژه انتقال آب بهشت آباد (خط چین سیاه مسیر تونل را نشان می دهد)



شکل(۳) نقشه تکتونیک محدوده پروژه انتقال آب بهشت آب

تصویر شماره (۱)آثار سطحی یک گسل در مجاورت مسیر تونل(دید بسوی شمال)

بر اساس مطالعات صورت گرفته و داده‌هایی که از طریق اکتشافات سطحی و زیر سطحی زمین در منطقه اردل به دست آمده است؛ عامل اصلی وقوع لغزش در این منطقه، فشار آب از طریق افزایش سطح آب‌های زیرزمینی و یا تماس با آب سطحی است که با احداث سد بهشت آباد در این منطقه، تمامی توده‌های مارنی دچار لغزش‌های شدید شده و تمامی منطقه را با کانون‌های جدیدی از لغزش مواجه کرده است. اولین نتیجه این رخداد، رسوب زایی فراتر از حد تصور و پر شدن سریع مخزن خواهد بود.فرسایش شدید در بستر رودخانه های بهشت آباد و کوهرنگ و ایجاد شیب زیاد در دامنه ها و بالا بودن پتانسیل لغزش، باعث شده که هر ساله لغزش های بسیاری در دامنه های مخزن به وقوع بپیوندد.از آنجا که وجود لایه های مارنی با توجه به بررسی نقشه زمینشناسی در منطقه کاملاً تائید میشود،حضور همین لایه در دیواره هایمخزن قطعاً وجود زمین لغزش را افزایش می دهد.در صورت آبگیری بسیار مستعد لغزش و ریزش و حتی فروریختگی می باشد.

تصویر شماره(۲)زمین لغزش در شهرستان اردلتصویر شماره(۳) زمین لغزش در شهرستان اردل

مراجع

۱- امامی،کامران،چالشهایانتقالآبحوضهبهحوضه،سمینارانتقالبینحوضهایآبونقشآندرتوسعهپایدارکشور،دانشگاهصنعتآبوبرق،۱۳۸۳.

۲- رستمافشار،ناصروپیره،علیرضا، انتقالآببینحوضهای،سمینارانتقالبینحوضهایآبونقشآندر توسعهپایدارکشور،دانشگاهصنعتآبوبرق،۱۳۸۳.

۳- سازمانآبمنطقهایاصفهان، آمارمربوطبهدبیهایورودیوخروجیسدزایندهرود،۱۳۸۴

۴- سازمانآبمنطقهایاصفهان، آمارمربوطبهنیازهایآبی،منابعوکمبودهایحوضهزاینده رود،۱۳۸۵

۵- قدرتنما،قهرمان، انتقالحوضهبهحوضهایآبمعیارهاوسیاستها،سمینارانتقالبینحوضهایآبونقشآندر توسعهپایدارکشور،دانشگاهصنعتآبوبرق،۱۳۸۳.

۶- معماری،غلامعلی، سیاستآب،وزارتنیرو،حوزهمعاونتآب، ۱۳۷۸

۷- مهندسینمشاورجاماب، طرحجامعآبکشور،گزارشنهاییحوضهآبریزکاروندز، ۱۳۷۸

۸- مهندسینمشاورزایندآب، طرحانتقالآببهشت آبادبهزایندهرود، ۱۳۸۵

۹- وزارتکشاورزی، مطالعاتجامعاحیاوتوسعهکشاورزیومنابعطبیعیحوضههایآبخیزرودخانه های زایندهرودواردستان، ۱۳۷۶

10- Feng, S., Li, L., X., Duan, Z.G., and Zhang, J.L. (2007). **"Assessing the impacts of south-to-north watertransfer project with decision support systems."** Decision Support Systems, 42 (4), 1989-2003.

11- - Karamouz, M., Mojahedi, E., and Ahadi, A. (2007). **"Economic assessment in development of operatingplices for inter-basin water transfer."** Iran Water Resources Reserch, 3(2), 10-25. (In Persian)

12- Shao, X., and Wang, H. (2003)**. "Inter-basin transfer projects and their implications: A china case study."**Intl.J. River Basin Management, 1 (1), 5-14.

هیدروژئومرفولوژی رودخانه با تاکید بر پتانسیل احیا و وضعیت پوشش گیاهی بر اساس مدل کیفی روزگن (مطالعه موردی: رودخانه جاجرود)

صدیقه لایقی۱ ، امیر کرم۲، سیاوش شایان۳
کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی گرایش هیدروژئومرفولوژی در برنامه ریزی محیطی
۲- استادیار دانشگاه خوارزمی
۳- استادیار دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه :

در ایران همه ساله پهنه‌های وسیعی از اراضی مرغوب و حاصلخیز سواحل رودخانه‌ها و مسیل‌ها بر اثر عبور جریان‌های سیلابی فرسایش یافته و تخریب می‌شوند. تداوم فرسایش کناره‌ای هر ساله موجب تخریب اراضی کشاورزی، تأسیسات ساحلی، پل‌ها و اماکن مسکونی و عمومی می‌شود. بنابراین جهت سازماندهی و مدیریت رودخانه و کنترل فرسایش و شناخت وضعیت کنونی و پتانسیل تغییرات احتمالی آن درآینده، بررسی مورفولوژی رودخانه ها ضروری است. البته می توان با بررسی عکس‌العمل طبیعی رودخانه، تغییرات طبیعی یا تغییرات ناشی از اقدامات و اجرای طرح‌ها و اصلاح مسیر و حفاظت و تثبیت دیواره‌ها را در آینده پیش-بینی نمود.

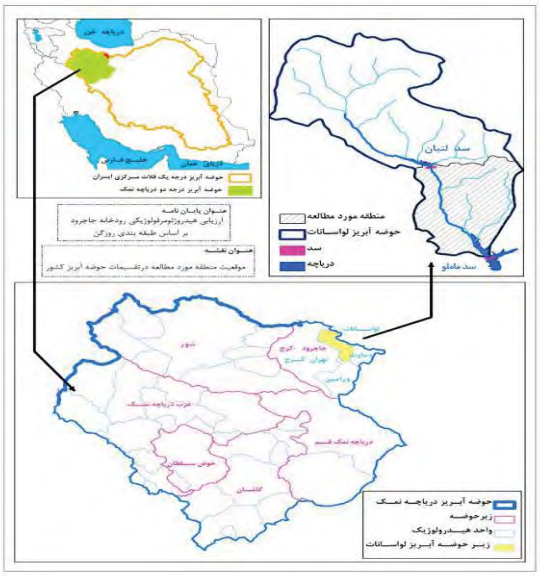
یکی از روش‌هایی که در بررسی رودخانه‌ها در دنیا استفاده می شود، طبقه‌بندی رودخانه است. هدف اصلی از طبقه‌بندی رودخانه، ساده‌سازی فرایندهای هیدرولیکی و رسوب‌شناسی و در نهایت پیش‌بینی رفتار رودخانه است. در این پژوهش از طبقه‌بندی روزگن۱۹(۱۹۹۴) استفاده شده است. روزگن منطق طبقه‌بندی رودخانه‌ها را از حالت صرفاً توصیفی خارج کرده و ضمن بهره‌گیری از مباحث کیفی، معیارهای کمی مهندسی را نیز لحاظ نموده است.

طبقه بندی روزگن شامل چهار سطح است. سطح I شامل ویژگی های ژئومورفیکی رودخانه است . سطح IIشامل بررسی مورفولوژیکی است که با استفاده از فاکتور های به دست آمده از سطحI وهمچنین اندازه ذرات تشکیل دهنده آبراهه به دست می آید. سطحIII بر وضعیت رودخانه مشتمل بر پوشش رودکنار ،الگوهای رسوبی ،الگوهای مئاندری ،رژیم جریان،فرسایش پذیری رودکنار،وجود ووقوع جریان های واریزه ای ، زیست ماهیان تاکید می کند. سطح IVشامل بررسی فاکتورهای موثر بر مورفولوژی رودخانه و روابط آنها با یکدیگر است. این طبقه‌بندی تنها در تعداد اندکی از رودخانه‌های ایران انجام شده است.

مواد و روش ها:

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۲۸۷کیلو متر مربع در طول جغرافیایی ' ۳۹- °۵۱ تا '۵۱ - °۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی '۳۶-°۳۵ تا '۴۹-°۳۵ شمالی واقع شده است. بازه مورد مطالعه بخشی از حوضه آبریز لواسانات است که در جنوب شرق شهر تهران قرار گرفته است و در حدفاصل دو سد لتیان در شمال و سد ماملو در جنوب منطقه واقع شده است. در تصویر ۱موقعیت منطقه مورد مطالعه درتقسیمات حوضه آبریز کشور نشان داده شده است.

[19] Rosgen

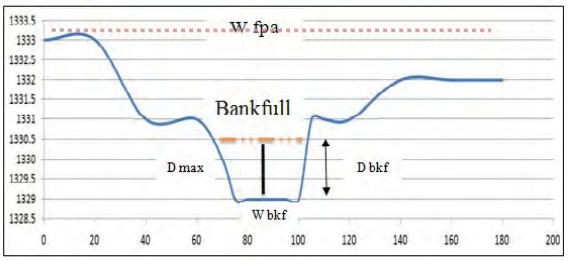


رودخانه جاجرود از لحاظ ریخت شناسی در دشت های رسوبی رسی در انتهای حوضه زهکشی جاجرود و مخروط افکنه آن قرار گرفته است. دارای بافت خیلی سنگین و زهکشی نامناسب می باشد. در فصول بارندگی گاهاً حالت ماندابی به خود می‌گیرند و بر روی مسیل های متعدد آبی به صورت شاخه‌شاخه مشاهده می‌شود.کابری فعلی این اراضی بایر و چراگاه اتفاقی با پوشش درختچه‌ای و مرتعی گیاهان رطوبت پسند است. در حاشیه رودخانه جاجرود لندفرم های کوهستانهای نسبتاً مرتفع با کاربری بایر، اراضی کوهستانی کم ارتفاع با کاربری مرتع، تپه‌های کم ارتفاع با کاربری بایر و تراس‌های آبرفتی کوچک و محدود بین کوهی با کاربری زراعی و باغی دیده می شود. تراس‌های آبرفتی دارای خاک‌های نیمه عمیق تا عمیق بافت سنگین می‌باشند که در سرتاسر مسیر در کناره های رودخانه جاجرود به وفور دیده می شوند. واریزه های بادبزنی شکل سنگریزه دار در قطعات کوچک در شمال و بصورت یک پهنه بزرگ در میانه حوضه آبخیز مستقر شده‌اند که اغلب دارای پوشش مرتعی و چراگاه فصلی دام می باشند. وجود زه‌آب در منطقه و به بیانی مناسبتر فاضلاب‌ها در بسیاری از قسمت های رودخانه جاجرود، باعث تخریب هرچه بیشتر پوشش گیاهی موجود در بستر و حاشیه رودخانه گشته است. البته رخداد فرسایش کناره‌ای در منطقه در بیشتر سواحل رودخانه با حجم وسیع دیده می شود.

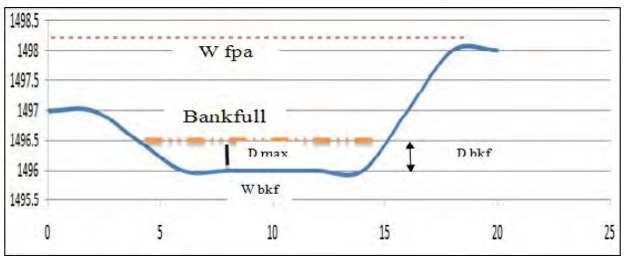
اطلاعات و یافته‌های مورد نیاز این پژوهش به صورت کتابخانه‌ای و عملیات میدانی جمع‌آوری شده است. برای تکمیل اطلاعات منطقه، طی ۲ بازدید میدانی، عکسبرداری از کل رودخانه جاجرود صورت گرفته است. در ۱۸ مقطع از بازه نیز پروفیل عرضی زده شده است. همچنین در بازه هایی مقداری از رسوبات اطراف رودخانه برداشت شده و اندازه آنها با الک و تلق نمونه، اندازه گیری گردیده است.

یافته ها و نتیجه گیری:

در این پژوهش۲۳ کیلومتر طول رودخانه جاجرود مورد مطالعه قرار گرفته است. ۵ تیپ B, C, D , DA , E از سطح یک روزگن بدست آمده است. با توجه به ریز جزئیات برداشت شده از محیط طی عملیات میدانی ۲۱ زیر تیپ از سطح دوم روزگن هم شناسایی شده است.



تصویر ۱ : نمونه ای از الگوی پیچان رود



تصویر ۲ : نمونه ای از الگوی شریانی

تصاویر شماره ۳و ۴ : وضعیت آب شستگی پوشش گیاهی درون رودخانه و انباشته شدن آلودگی ها پای آنها

حوضچه های پروش ماهی در داخل بستر رودخانه سبب کاهش شیب بالادست، افزایش نسبت عرض به عمق، کاهش اندازه متوسط قطر ذرات و کاهش قدرت حمل رسوب می شوند. در نتیجه رودخانه در بالادست این حوضچه ها شروع به رسوبگذاری نموده و باعث کاهش شیب، افزایش ضریب مارپیچی، در نتیجه حرکت عرضی رودخانه می شود. فرسایش کناره ها به مرور زمان افزایش می یابد. الگوی رودخانه در نهایت تغییرمی کند و موجب عدم تعادل خواهد شد. این عدم تعادل در طولانی مدت موجب از بین رفتن محل زندگی آبزیان می شود.

الگوی جریان	پتانسیل احیاء	تاثیر کنترلی پوشش گیاهی
B2	عالی	ناچیز
B3	عالی	متوسط
B4	عالی	متوسط
B5	عالی	متوسط
B6	عالی	متوسط
C4	خوب	خیلی زیاد
C5	نسبتا خوب	خیلی زیاد
C6	خوب	خیلی زیاد
D4	ضعیف	متوسط
D5	ضعیف	متوسط
DA4	خوب	خیلی زیاد
DA5	خوب	خیلی زیاد
E5	خوب	خیلی زیاد
E6	خوب	خیلی زیاد

جدول شماره ۱ : تفاسیر مدیریتی الگوهای رودخانه (روزگن ، ۱۹۹۸)

در قسمتهایی با الگوی جریان D3 تغییر در دبی رودخانه به نفع آن نمی باشد و بایستی تدابیر مدیریتی مناسب برای احیاء این قمست از روخانه با مقاوم سازی کناره های رودخانه انجام داد. در قسمتهایی با الگوی جریان D4 رودخانه، بهتره مدیریت مناسبی در خصوص عدم استفاده از برداشت مصالح، عدم اجازه احداث حوضچه های پرورش ماهی سنتی در داخل بستر رودخانه و کنترل کاربری اراضی حاشیه صورت گیرد. تاثیر کنترلی که پوشش گیاهی بر الگوی جریانهای D , E , DA , C می گذارد بسیار بیشتراست، بطوریکه در صورت استفاده از پوشش مناسب می توان پایداری مجرا را بیشتر و پتانسیل فرسایش پذیری سواحل را کاهش و کناره های سواحل را مقاوم سازیم. تغذیه رسوبی در الگوهای جریانی C6 , C4 , D5 , D4 , C5خیلی زیاد تا زیاد می باشد پس با انجام اقدامات کنترلی در بالادست رودخانه و عملیات آبخیزداری در کناره ها با احداث گابیون ، کنترل پوشش کناره ها و اصلاح خاک تا حد زیادی این امر را می توان کاهش داد.

منابع و ماخذ :

۱- آب و توسعه پایدار، مهندسین مشاور. ۱۳۸۹. مطالعات بهنگام سازی بیلان منابع آب حوزه آبریز دریاچه نمک (اطلس منابع آب). جلد سوم، گزارشهای آب سطحی و آب زیرزمینی. شرکت آب منطقه ای تهران، معاونت مطالعات پایه منابع آب.

۲- آبادگران عصرنو، مهندسین مشاور معماری و شهرسازی. ۱۳۸۹. طرح ساماندهی مبدأ ورودی جنوب شرق شهر تهران (ورودی گرمسار- تهران). مطالعات وضع موجود محیط زیست. سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران.

۳- جاماب، مهندسین مشاور.۱۳۸۴. مطالعات برنامه جامع سازگاری با اقلیم. وضعیت موجود و آینده منابع آب. حوضه آبریز دریاچه نمک. جلدهای اول و دوم.
۴- بوم آباد، مهندسین مشاور. ۱۳۸۰. مطالعه طرح مدیریت زیست محیطی منطقه جاجرود. سازمان حفاظت محیط زیست، دفتر زیستگاهها و امور مناطق.
۵- تاک سبز، مهندسین مشاور منابع طبیعی، ۱۳۸۹. مطالعات توجیهی آبخیزداری و منابع طبیعی تجدید شونده حوزه آبخیز سد ماملو. جلدهای هوا و اقلیم، هیدرولوژی، محیط زیست، مرتعداری و جنگل.
۶- جاماب، مهندسین مشاور.۱۳۸۴. اطلاعات رقومی حوضه‌های آبریز، زیر حوضه‌ها و واحدهای هیدرولوژیک ایران.
۷- سازمان مدیریت منابع آب ایران، دفتر مطالعات پایه منابع آب. آمار و اطلاعات و تصویر های رقومی مربوط به منابع آب سطحی و زیرزمینی واحد هیدرولوژیک تهران- کرج.
۸- متدولوژی ارزیابی گزارشات مطالعات توجیهی آبخیزداری، کمیته فنی، دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها، معاونت آبخیزداری وزارت جهاد سازندگی، ۱۳۷۹

۹. Rosgen, D.L., (1994), “A classification of natural rivers, ” In: EISEVIER.

۱۰. Rosgen, D.L., (1985), “A stream classification system. In: Riparian Ecosystem and their Management,

First North American Riparian Conference, Rocky Mountain Forest and Rosgen Experiment station, RM-۱۲۰

۱۱. Rosgen, D.L., (1980), “An approach to water resources evaluation of non-point Silvicultural sources, ”

USEPA (U. S. Environmental Protection Agency), Chap, VI, Total potential sediment, EPA- Athens, GA, pp 39-41.

۱۲. Wiliams, G. P. and Rosgen, D.L., (1989), “Measured total sediment loads (suspended loads and bed loads)

۱۳- Barenes,H.H. , (1967)," Roughness Characteristics of Natural Channels " ,U.S. Geological Survey Water-Supply

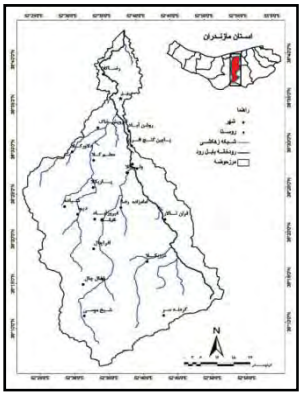
۱۴- Bradley,C., and Smith, D.G.(1984), “ Meandering Channel response to Altered Flow Regime:Milk River, Alberta and Montana” , Water Resources Research, Vol.20,No.12,pp.(1913-1920)

پیامدهای مورفولوژیکی ناشی از توسعه فعالیت‌های انسانی در حاشیه آبراهه بابل رود

[1] مجتبی یمانی، [2] ابوالقاسم گورابی، [3] زهرا عابدینی
[1] استاد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، myamani@ut.ac.ir
[2] استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، goorabi@ut.ac.ir
[3] کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، Zahra.abedini@ut.ac.ir

مقدمه

رودخانه بستر حیات است و غالباً تمدن‌های بزرگ دنیا در کنار رودخانه‌ها شکل‌گرفته‌اند (رفاهی،۱۳۷۸). وجود رودخانه در هر منطقه نعمت پراهمیتی است که باید به حفظ و حراست آن توجه شود. در ایران بخش عمده‌ای از آبادی‌ها، اراضی زراعی، فعالیت‌های صنعتی و ...که نیازمند بهره‌برداری از منابع آب می‌باشند در سواحل رودخانه‌ها استقراریافته‌اند. ازآنجاکه سواحل رودخانه‌ها تحت تأثیر دینامیک جریان پایدار نیستند، بنابراین مطالعه و بررسی آن‌ها به‌منظور شناخت دینامیک آن‌ها، نحوه تحول و تکامل الگوی آن‌ها و سرانجام دستیابی به سیاست‌های اجرایی به‌منظور پایدارسازی آن‌ها، انجام این‌گونه مطالعات را توجیه می‌نماید (حسین زاده، ۱۳۸۰). مطالعه رودخانه‌ها در ژئومورفولوژی به‌منظور شناسایی شکل و الگوی کلی، نحوه تغییر و تحول آن‌ها جهت تحلیل پایداری و فرسایش کناری آن‌ها صورت می‌گیرد (مقصودی و همکاران،۱۳۸۹). علاوه بر عوامل طبیعی شکل‌دهنده الگو و مشخصات رودخانه‌ها و تغییرات آن‌ها در طی زمان، عوامل انسانی نیز در بستر طبیعت و به‌ویژه در مجاورت رودخانه‌ها موجب تغییر روند فرسایش کناره‌ها و بستر می‌شود (حسینی،۱۳۹۱). توسعه مناطق شهری نیز اثرات معناداری بر رواناب سطحی آبخیزهای کوچک دارد(شیدر[20] و همکاران،۲۰۰۲).حوضه آبریز بابل رود از رودخانه‌های اصلی حوضه آبریز دریای مازندران است که شاخه‌ی اصلی این رودخانه به نام بابل رود است که جهت جریان آن از جنوب به شمال است. شاخه‌ی سجاد رود از سمت غرب رودخانه‌ی اصلی سرچشمه گرفته و پس از طی مسیری حدود ۵۰ کیلومتر، از شروع جلگه به بابل رود می‌ریزد (شکل ۱). رودخانه بابل رود نیز به دلیل استقرار سکونتگاه‌های شهری و روستایی و کاربری‌های زراعی متعدد در جوار آن دستخوش تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسان بوده است و تغییرات آن اهمیت بسزایی در مدیریت اراضی کنار رودخانه دارد. همچنین تغییر کاربری‌های اراضی و احداث و توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل را در ۶۰ سال اخیر در این منطقه شاهد بودیم. ازآنجاکه رودخانه بابل رود یکی از منابع مهم تأمین آب‌وخاک در منطقه موردمطالعه است و نقش آن در پایداری و ثبات اقتصادی-زیست محیطی منطقه موردتوجه است باید در راستای مدیریت بهینه زمین‌های اطراف رودخانه‌ها و پایداری بستر رودخانه توجه زیادی شود؛ بنابراین مطالعه روند و میزان تغییرات بستر و کناره‌ها و شناسایی عوامل مؤثر بر این تغییرات مدنظر پژوهش حاضر است.



شکل ۱: منطقه موردمطالعه

[20] Sheeder

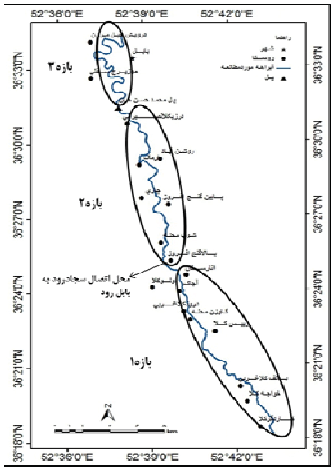
مواد و روش‌ها

برای بررسی میزان تغییرات رودخانه بابل رود، با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای جابجایی بستر آبراهه در دوره‌ی زمانی ۱۳۳۴ تا ۱۳۹۳ موردمطالعه قرار گرفت. در این روش بستر رودخانه در محدوده موردمطالعه از روی عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ سازمان جغرافیایی ارتش و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸[21] سال ۱۳۹۳ در نرم‌افزار Arc map ترسیم شد. سپس بر اساس لایه‌های تهیه‌شده اقدام به مقایسه تغییرات گردید. از طرفی علاوه بر مقایسه تغییرات در بعد زمانی، مسیر موردمطالعه با توجه به شکل آبراهه و الگوی زهکشی آن به سه بازه از جنوب به شمال (خروجی حوضه) تقسیم‌شده است (شکل ۲).

الف: بازه اول یا بازه شریانی: این بازه با طول ۱۵/۴۴ کیلومتر از محدوده‌ی آبادی کاردگرکلا تا محل اتصال سجاد رود به بابل رود امتداد دارد.

ب: بازه دوم یا بازه حد واسط بین حالت مئاندری و بریده بریده (شریانی): این بازه با طول ۱۶/۸۹ کیلومتر از محل اتصال سجاد رود به بابل رود تا پل محمدحسن خان امتداد دارد.

پ: بازه سوم یا بازه پیچان‌رودی: این بازه با طول تقریبی ۱۲/۸۵ کیلومتر از پل محمدحسن خان تا حدود شهر بابل امتداد دارد.



شکل ۲: بازه بندی منطقه موردمطالعه

بحث و یافته‌ها

نتایج حاصل از بررسی پهنه‌های پسروی و پیشروی در ساحل چپ وراست رودخانه در دوره زمانی و بازه‌های مکانی موردمطالعه نشان داد که آبراهه در دوره موردمطالعه در بازه اول ۱/۷۵ کیلومترمربع و در بازه دوم و سوم نیز به ترتیب ۳/۹۵ و ۰/۷ کیلومترمربع پسروی داشته است. میزان پسروی در بازه دوم نسبت به دو بازه دیگر بیشتر بوده است (جدول ۱).

جدول ۱: داده‌های تغییرات کل آبراهه در بازه‌های موردمطالعه

تغییرات کل	بازه اول		بازه دوم		بازه سوم	
دوره سوم	پیشروی	پسروی	پیشروی	پسروی	پیشروی	پسروی
ساحل راست	۰/۲۹	۱/۱۶	۰/۱۲	۱/۷۳	۰/۰۱	۰/۳۷
برآیند تغییر	۰/۸۷		−۱/۶۱		−۰/۳۶	
وضعیت	+		−		−	
ساحل چپ	۰/۲۶	۱/۱۴	۰/۱	۲/۴۴	۰/۰۲	۰/۳۶
برآیند تغییر	−۰/۸۸		−۲/۳۴		−۰/۳۴	

[21] Landsat8

برآیند تغییرات	-۱/۷۵	-۳/۹۵	-۰/۷
وضعیت	-	-	-

+ پیشروی و- پسروی

عوامل تغییر بستر در رودخانه موردمطالعه به دو دسته عوامل طبیعی و انسانی تقسیم می‌شوند:

۳-۱ عوامل طبیعی

پوشش گیاهی از طریق تثبیت حاشیه بستر در مقابل تنش برشی آب مانع پیشروی رودخانه بوده است. عوامل هیدرولوژیکی به‌ویژه در سال‌های ترسالی و مواقع سیلاب از طریق افزایش قدرت فرسایندگی سبب تغییرات شکل آبراهه در منطقه موردمطالعه شده است. از دیگر عوامل می‌توان به عامل شیب، از طریق تأثیر آن برافزایش قدرت فرسایندگی، بار رسوبی و رسوب‌گذاری و عامل زمین‌شناسی از طریق مقاومت بافت در برابر فرسایش اشاره کرد. به‌طورکلی بیشترین تغییرات در آبراهه موردنظر طی دوره موردمطالعه تحت تأثیر عوامل طبیعی رخداده است.

۳-۲ عامل انسانی

مهم‌ترین تأثیر محسوس عوامل انسانی را می‌توان در توسعه زمین‌های کشاورزی، خدمات زیرساخت و تغییر کاربری اراضی نام برد. انجام عملیات کشاورزی در حریم و بستر رودخانه موجب می‌گردد تا زه آب‌های ناشی از آبیاری زراعی به‌صورت سطحی و زیرزمینی، زمینه فرسایش بستر و کناره‌ها و درنتیجه جابجایی آن را فراهم نماید. همچنین تجاوز اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه سبب جابجایی خط ساحلی رودخانه شده است. خدمات زیرساختی مانند جاده‌های ساحلی، دیواره‌های ساحلی و پل در محدوده شهر و شهرک‌های اطراف بابل سبب پسروی دیواره‌های ساحلی آبراهه موردنظر شده و این دیواره‌ها را در مقابل فرسایش پایدار ساخته است. صنایعی مانند سدسازی سبب تغییر رژیم آبدهی رودخانه موردنظر شده که خود سبب تغییرات بستر و کم عرض تر شدن بستر رودخانه شده است. کارخانه‌های شن و ماسه با برداشت از بستر رودخانه سبب افزایش بار جامد و تغییر در کیفیت آب رودخانه شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی پهنه‌های پسروی و پیشروی در ساحل چپ وراست رودخانه نشان داد که بستر رودخانه (مسیر موردمطالعه) در دوره موردمطالعه در هر سه بازه دارای روند پسروی بوده است. تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی و پیشروی این اراضی به سمت بستر رودخانه تا حدودی باعث تغییر در مسیر آبراهه شده است. همچنین در بازه اول و دوم برای کنترل سیلاب، خاکریزهایی در قسمت‌هایی از ساحل رودخانه ایجاد کرده‌اند که سبب پسروی ساحل رودخانه شده است. کارگاه‌های شن و ماسه در اطراف بازه اول و دوم با پیشروی خود در بستر قدیم، در جابجایی بستر رودخانه نقش داشته‌اند. احداث سد انحرافی گنج افروز در سال ۱۳۸۱ در روستای بالا گنج افروز و دیواره‌ها و خاکریزهای ایجادشده از جمله عوامل تغییرات مورفولوژیک آبراهه مورد نظر در بازه دوم است. بازه سوم در سال ۱۳۳۴ که کلا تحت پوشش زمین کشاورزی بوده است به‌مرورزمان تبدیل به مناطق مسکونی و شهرک‌ها شده است. لذا این تغییرات جزئی اهمیت تثبیت بیشتر رود در مناطق مسکونی را نسبت به زمین-های کشاورزی در سال‌های قبل بیشتر کرده است و سبب شده است در بعضی مناطق دیوارهایی را برای تثبیت بستر رود مشاهده شود. پوشش انبوه درختچه‌ای و نیزارها در بازه سوم مانع از پیشروی رودخانه به دو طرف بستر و مخصوصاً زمین‌های زراعی اطراف شده است و در تحدید آبراهه در این بازه نقش داشته است. توسعه و احداث زیرساخت‌ها شامل احداث پل بزرگ موزیرج در شهر بابل، پل دوم محمدحسن خان در تغییرات بستر در بازه سوم به‌صورت محدود مؤثر بوده است. به دلیل عبور رودخانه از بافت شهری در بازه سوم تغییرات بسیار جزئی بوده است و اغلب توسط دیوارهای ساحلی و پوشش گیاهی حاشیه رودخانه تثبیت‌شده است. همچنین احداث جاده ساحلی ارتباطی پل موزیرج به پل محمدحسن خان در سال ۱۳۸۹ و احداث سه فاز دیگر این جاده تا سال ۱۳۹۱، شهرک‌سازی در حاشیه رود به این تثبیت کمک کرده است. دیواره‌هایی که برای حفظ حریم جاده ایجاد کردند سبب محدودشدگی و تثبیت بستر رودخانه شده است. روند تغییرات ۶۰ سال اخیر شامل تبدیل مناطق جنگلی به اراضی کشاورزی، باغ‌ها که در هر سه بازه مشاهده می‌شود و ساخت شهرک‌های بسیار در بازه سوم ازجمله شهرک شهرداری، طالقانی، اندیشه، آزادگان و غیره است. بیشتر این زمین‌های زراعی آب موردنیاز خود را از این رودخانه به دست می‌آورند و آب مازاد آن‌ها موجب فرسایش و تغییر بستر رودخانه شده است. همچنین ایجاد شهرک‌ها و ساخت‌وساز در حاشیه رودخانه در بازه سوم موجب تثبیت حاشیه رودخانه توسط شهرداری و سازمان‌های مربوطه شده است. تخلیه زه آب‌های ناشی از بارش در سطح شهر بابل، سبب افزایش حجم دبی رودخانه و تغییر در کیفیت آب رودخانه شده است.

مراجع

۱. حسین زاده، محمدمهدی،۱۳۸۰،"تجزیه‌وتحلیل علل تغییر الگوی رودخانه بابل و تالار (با تأکید بر مورفولوژی پیچان‌رودی)"، رساله دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.

۲. حسینی، سید جواد،۱۳۹۲،"بررسی عوامل مؤثر در تکامل پیچان‌رودی زنجان رود و پهنه‌بندی پایداری پادگانه‌های آن"پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا

۳. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، عکس‌های هوایی مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴

۴. رفاهی، حسینقلی،۱۳۷۸، "فرسایش آبی و کنترل آن"، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۵۵۱ ص

۵. مقصودی، مهران، شرفی، سیامک، مقامی، یاسر،۱۳۸۹،"روند تغییرات الگوی مورفولوژیکی رودخانه خرم‌آباد با استفاده از RS,GIS,Auto cad"مدرس علوم انسانی، شماره ۳

6.Ollero,Alfredo.(2009),” Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Dept. of Geography and Land Management, University of Zaragoza, Spain,jurnal of Geomorphology

7. Sheeder, Scott A; Ross, Jeremy D; Carlson, Toby N..(2002).”Daul urban and Rural hydrograph signals in three small watersheds”,jurnal of the American water Resources Association,vol.38.NO.4,pp:102.104.

بررسی نقش واحدهای ژئومورفولوژیک، ژئومورفوتکتونیک و سازندهای زمین‌شناسی درظهور منابع آب زیرزمینی (کویر مرکزی ایران، حوضه مطالعاتی بردسکن)

[1]بهاره برومند دانش، [2] عذرا خسروی
[1] کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، Danesh.bahar@yahoo.com
[2] دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، Khosravyz20@yahoo.com

مقدمه

با توجه به قرار گرفتن بسیاری از شهرها و روستاها و سطح وسیعی از اراضی کشاورزی و در نتیجه نیاز به آب شرب و کشاورزی در حاشیه بسیاری از کویرها و بادیه‌های کشور و از سوی دیگر افت شدید سطح آب زیرزمینی که هر ساله شاهد آن هستیم، مهمترین مسئله موجود در حال حاضر و آینده، تامین آب مورد نیاز ساکنین این مناطق می‌باشد. از طرفی با توجه به نبود جریانات آب سطحی دائمی و یا حتی فصلی مهم در بسیاری از کویرها و دشت‌های کشور، وجود چشمه‌های آب دائمی می‌تواند به عنوان منبع ارزشمندی جهت استحصال منابع آب زیرزمینی مورد استفاده قرار گیرد. در توسعه منابع آب زیرزمینی موجود، عوامل متعددی تأثیرگذار می‌باشد که از جمله این عوامل می‌توان به نقش عوامل ساختاری نظیر گسل‌ها، درز و شکاف‌ها، عوامل سنگ شناسی مانند نوع سازندهای منطقه و عوامل توپوگرافی همچون شیب و ارتفاع و عوامل ژئومورفیک منطقه اشاره کرد فرم‌ها و فرایندهای ژئومورفیک از جمله مهمترین عواملی هستند که می‌توانند بر میزان ذخیره، جهت جریان و کمیت و کیفیت آب زیرزمینی اثرگذار بوده و آن را در کنترل خود داشته باشند(خلفی و اسدیان،۱۳۹۱: ۱). سابقه دخالت ژئومورفولوژی در زمینه منابع آب، بخصوص آب زیرزمینی به آغاز نیمه دوم قرن بیستم بر می‌گردد. زیرا در این زمان اطلاعات هیدرولوژیکی موجود در خصوص منابع آب زیرزمینی کافی به نظر نمی‌رسیده است و در نتیجه هیدرولوژیست‌ها مجبور بوده‌اند به منظور ارزیابی صحیح از ویژگی‌های این عنصر حیاتی در قلمرو مورد مطالعه خود از روش‌های دیگری استفاده کنند. از آنجا که ژئومورفولوژی به توصیف و بررسی محیطی می‌پردازد که آب در آن نقش اساسی دارد، خیلی زود توانست در بررسی‌های هیدرولوژیکی مورد توجه هیدرولوژیست‌ها قرار گیرد(علایی طالقانی و سعیدی‌کیا،۱۳۹۲:۱۷۷). وارن[22](۲۰۱۰) مطالعات مفصلی در دشت‌های مرتفع جنوب ایالات متحده انجام داد و تأثیر متقابل فرایندهای ژئومورفولوژی، واحدهای زمین شناسی و منابع آب زیرزمینی را مورد بررسی قرار داده است. حسنی شریعت پناهی(۱۳۸۴) با استفاده از تکنیک RS – GIS به بررسی نقش ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی در منابع آبی شمال کویر حاجی قلی پرداخته است. جوانی و جباری(۱۳۸۸) با استفاده از شاخص-های ژئومورفولوژی منابع آب زیرزمینی در دشت اهر را مورد بررسی قرار داده و پادگانه‌های آبرفتی را به عنوان منابع ارزشمندی در برخورداری از سفره‌های آب زیرزمینی برشمرده است. در پژوهشی دیگر علایی طالقانی و سعیدی کیا نقش مؤلفه‌های ژئومورفولوژی در تشکیل و تغذیه سفره آب زیرزمینی در دشت ذهاب را مورد بررسی قرار داده‌اند نتایج پژوهش ایشان نشان می‌دهد که از نظر هیدروژئومورفولوژی، دشت تراکمی با رسوب‌های آبرفتی و مخروط افکنه‌ای، بیشترین نقش در نفوذ آب به داخل زمین را دارند دشت‌های فرسایشی(گلاسی) پوشیده از مواد دامنه ای از این لحاظ در درجه دوم و دامنه‌های نامنظم با مواد واریزه‌ای در درجه سوم اهمیت قرار دارند نقش اراضی بدلندی در تغذیه دشت نیز غیر مستقیم است(علایی طالقانی و سعیدی کیا، ۱۳۹۲: ۱۷۱).

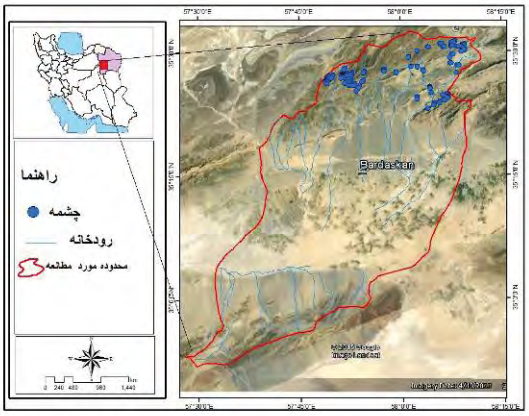
در این پژوهش تأکید نگارندگان بر این است تا ارتباط بین اشکال و فرم‌های ژئومورفولوژی، واحدهای زمین شناسی، طبقات بارش و منابع آب زیرزمینی(چشمه‌های دائمی) در منطقه مطالعاتی بردسکن مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج حاصل از آن به عنوان گامی در جهت معضل آب در این مناطق باشد.

۱-۱- موقعیت و خصوصیات کلی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه با مساحت حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع منطبق بر یکی از زیر حوضه‌های کویر مرکزی ایران و محدوده مطالعاتی بردسکن می-باشد این منطقه در مختصات جغرافیایی ˝۵۰ ´۵۰ ˚۳۴ و ˝۲۰ ´۳۳ ˚۳۵ عرض شمالی تا ˝۵۰ ´۳۰ ˚۵۷ و ˝۲۰ ´۱۳ ˚۵۸ طول شرقی واقع شده است و از نظر

[22] - Warren

تقسیمات سیاسی در جنوب غربی استان خراسان رضوی قرار دارد. بیشترین ارتفاع این محدوده ۲۱۴۰ متر است که در قسمت شمال منطقه واقع است و کمترین ارتفاع آن ۸۳۰ متر می‌باشد که مربوط به جنوب غرب محدوده است. در محدوده مورد مطالعه ۷۹ چشمه دائمی و غیر دائمی وجود دارد که از این تعداد ۶۰چشمه با جریان دائم مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. شکل شماره‌ی(۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه را در ایران و استان خراسان رضوی نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱- موقعت محدوده مورد مطالعه

مواد و روشها

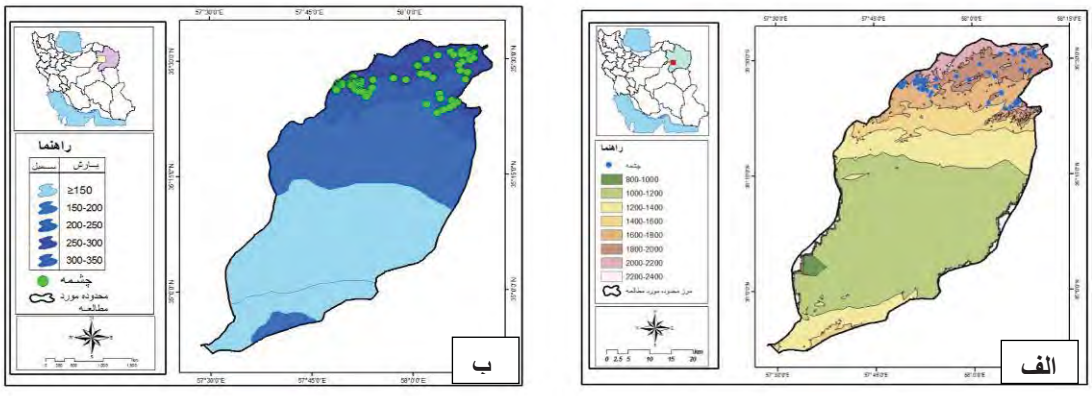
در این مطالعه ابتدا محدوده مورد مطالعه بر روی تصاویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس(تصاویر ماهواره لندست سال ۲۰۱۲) مشخص شده و سپس اطلاعات پایه مانند نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقشه‌های زمین‌شناسی و همچنین آمار مربوط به اقلیم(پارامتر بارش) و آمار آبدهی چشمه‌ها تهیه و سپس در محیط نرم افزار ArcGis10.3 نقشه‌های مورد نظر رقومی گردید. در بررسی پارامترهای اقلیمی عامل مهم بارش مورد بررسی قرار گرفته است. جهت تهیه نقشه بارش منطقه ابتدا داده‌های آماری مورد نیاز از سازمان اقلیم شناسی استان خراسان رضوی(سال های ۱۳۹۰-۱۳۶۳) تهیه شده و سپس با استفاده از داده‌های مکمل نرم افزار new loc clime این آمار تکمیل و سپس داده ها وارد نرم افزار اکسل شده و پردازش‌های لازم صورت گرفته و در نهایت این داده‌ها وارد ArcGis شده و نقشه هم بارش منطقه ترسیم گردید(شکل شماره). در مرحله‌ی بعد برای شناسایی و تعیین مکان چشمه‌ها در محدوده مورد مطالعه، با انجام عملیات میدانی و با کمک GPS موقعیت دقیق آنها مشخص و سپس با انتقال موقعیت نقاط برداشت شده از GPS به نرم افزار GIS10.3 موقعیت دقیق چشمه‌ها مشخص گردیده و مشخصات آنها مورد مطالعه قرار گرفت. پس از آن، موقعیت دقیق پراکنش چشمه‌ها نسبت به واحدهای ژئومورفولوژی، سازندهای زمین‌شناسی، سطوح هم ارزش بارش و همچنین نسبت به سطوح طبقات ارتفاعی منطقه، تعیین موقعیت گردید و سپس اطلاعات مربوط به چشمه‌ها در محیط نرم افزار EXCEL تهیه گردید در نهایت با تلفیق اطلاعات و نقشه‌های موجود، تهیه بانک اطلاعاتی، استفاده از نتایج داده‌ها، نقشه‌ها و اطلاعات جمع آوری شده، به بررسی روابط بین پدیده‌های ژئومورفولوژی موجود با توزیع و موقعیت منابع آب چشمه‌ها پرداخته شده و مهمترین پدیده‌ها و اشکال ژئومورفولوژیکی و مهم‌ترین سازندهای زمین‌شناسی تاثیرگذار بر منابع آب زیرزمینی در دشت مورد مطالعه شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفت .

بحث و نتایج و یافته‌ها

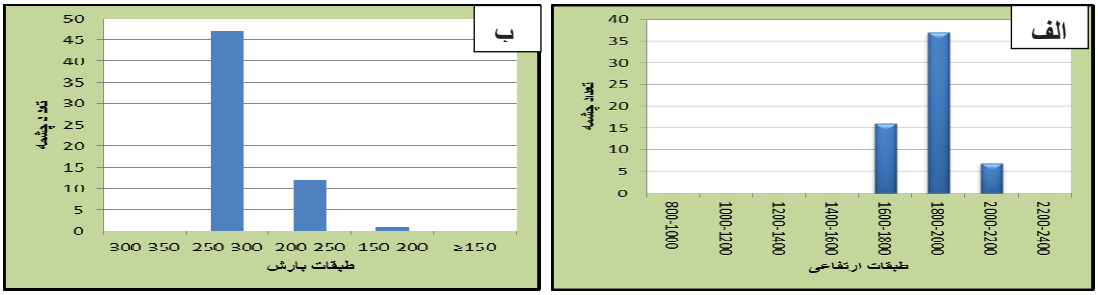
بر اساس همپوشانی نقشه‌ی طبقات ارتفاعی و لایه چشمه‌ها بیشترین تراکم چشمه‌ها در طبقات ارتفاعی ۲۰۰۰-۱۸۰۰ متر(۳۷ چشمه) قرار دارند و طبقات ارتفاعی ۱۶۰۰متر به پایین هیچ چشمه‌ای که دارای دبی دائمی باشد وجود ندارد(شکل شماره۲ الف و شکل شماره ۳ الف). همچنین براساس همپوشانی نقشه هم‌بارش تهیه شده و لایه توزیع چشمه‌ها در محدوده مطالعاتی بردسکن، بیشترین توزیع چشمه‌ها مربوط به سطوح بارشی ۳۰۰-۲۵۰ میلیمتر می‌باشد و با توجه به این که در منطقه مورد نظر بالاترین سطوح بارشی درشمال و شمال‌غرب حوضه قرار دارد به تبع و به طور معمول تقریبا همه چشمه‌ها دارای تخلیه دبی دائمی در این محدوده ازحوضه مورد مطالعه قرار دارند(شکل شماره۲ ب و شکل شماره ۳ ب). هچنین پس از

انطباق چشمه‌ها و نقشه زمین شناسی منطقه، با استفاده از برنامه تحلیل فضایی در GIS ، تمرکز چشمه ها در واحد سازندها محاسبه شده است که نتایج این تحلیل نشان می دهد که به نسبت وسعت بیشترین تراکم و پراکنش چشمه ها به ترتیب در سازندهایK2V(آندزیت سبز ،توف و رادیولاریت) و سپس QT(تراس های قدیمی) می‌باشد(شکل شماره ۴الف و شکل شماره ۵ الف). سایر نتایج مربوط به دیگر سازندها درشکل شماره (۵الف) آمده است البته به دلیل تنوع در سازندهای منطقه مورد مطالعه، در این نمودارها تنها سازندهای دارای قابلیت ظهور چشمه مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از تهیه نقشه‌ی توان سازندها درظهور چشمه‌های آب دائمی(شکل شماره ۴ ب)، نشان می‌دهد که قلمروهایی با طیف رنگ سبز تیره دارای بیشترین توان برای ظهور چشمه‌ها می‌باشد، که این محدوده ۷.۲۲ درصد از سطح محدوده مورد مطالعه را پوشانده و در شمال و شمال غرب حوضه واقع شده‌اند و طیف رنگی قرمز در واقع در ظهور چشمه‌ها از هیچ قابلیتی برخوردار نیستند و در کلاس نامناسب قرار می‌گیرند(شکل شماره ۵ ب).

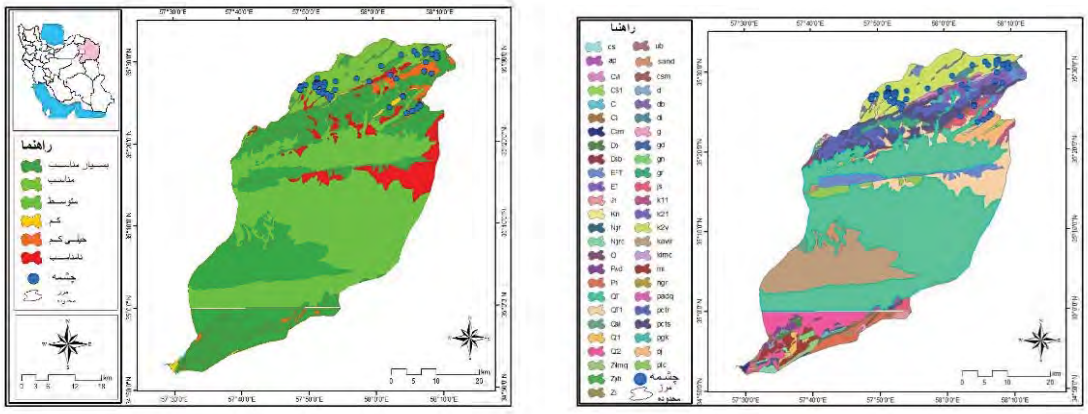
در ادامه به منظور شناسایی تأثیر پدیده‌های ژئومورفولوژی بر منابع آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه، پس از تهیه نقشه ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه اقدام به همپوشانی نقشه‌های منابع آب چشمه‌ها با نقشه ژئومورفولوژی شده و تأثیرات آنها بر این منابع بررسی گردید(شکل شماره ۶ الف). نتایج حاصله از تلفیق نقشه ها، ارتباط تنگاتنگی بین اشکال توپوگرافی و ژئومورفولوژی و سیستمهای هیدرولوژی در محدوده مطالعاتی دارد، به عنوان مثال از ۶۰ چشمه ثبت گردیده، فقط ۱۱ چشمه در مناطق دشت سیلابی و آبرفتی است و پراکنش آنها بیشتر در مناطق نیمه کوهستانی شمال و شمال غرب حوضه محدوده مورد مطالعه و در تشکیلات توف و ماسه سنگ سازند ائوسن (تشکیلات کرج) و گاهی در رسوبات آبگذاشتی و کنگلومرایی مشاهده است. همچنین با بررسی بافر ۱۰۰ متر در محدوده گسل‌های فعال در حوضه مطالعاتی مشخص گردید که یک برآورد کمی بین فعالیت‌های تکتونیکی و وجود چشمه‌ها وجود دارد به طوریکه، ۲۹ چشمه در مجاورت ۱۰۰ متر از مناطق فعال گسلی در شمال و شمال غربی دشت ایجاد شده است(شکل ۶ ب). این موضوع بیانگر این مطلب است که انتقال آب در این نقاط از حوضه تحت تأثیر فرایند خطواره‌های گسلی قرار گرفته است. احتمالا این گسل‌ها به عنوان یکی از منابع تغذیه کننده آبخوان‌های دشت می‌تواند مطرح باشد. البته در اینجا باید یادآور شدکه هرچند در محدوده مورد مطالعه درصد مساحتی که از قابلیت ظهور چشمه‌های دائمی برخوردارباشد چندان زیاد نیست اما با توجه به کویری بودن محدوده وجود چنین چشمه‌هایی در دل کویر می‌تواند به عنوان غنیمت شمرده شود. روشن است که در منطقه‌ای کویری به مانند بردسکن ،چشمه‌ها دارای جریان آب دائمی می‌تواند به عنوان یکی از پتانسیل‌های منابع آبی مورد برنامه ریزی و استفاده قرار گیرد که این امر نیازمند تدوین برنامه ریزی و صد البته اجرا توسط مسئولین زیربط می‌باشد. بنابراین شناخت ویژگی‌های ژئومورفولوژی و زمین شناسی منطقه و رفتار هیدرولوژیکی چشمه‌ها می‌تواند نقش بسیار مهمی در مدیریت و استفاده بهینه از منابع آب حوضه‌ها بالاخص حوضه‌های مناطق کویری ایفا نماید.



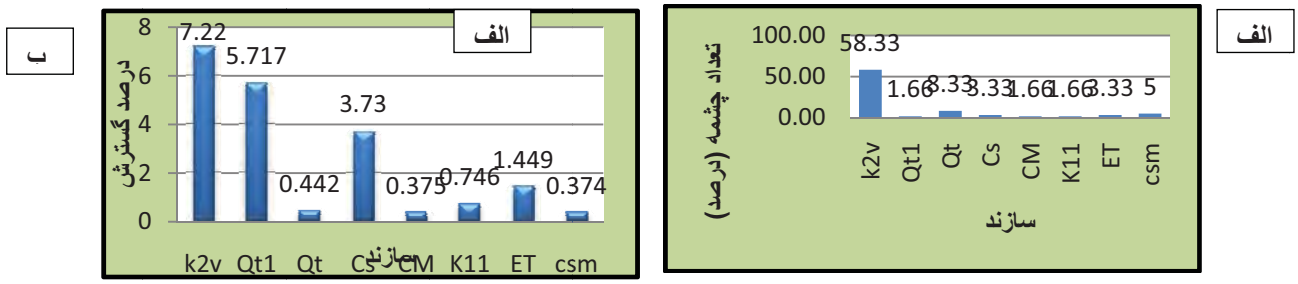
شکل شماره (۲)-الف: نقشه همپوشانی بارش و توزیع چشمه‌ها ،ب: نقشه همپوشانی طبقات ارتفاعی وتوزیع چشمه‌ها



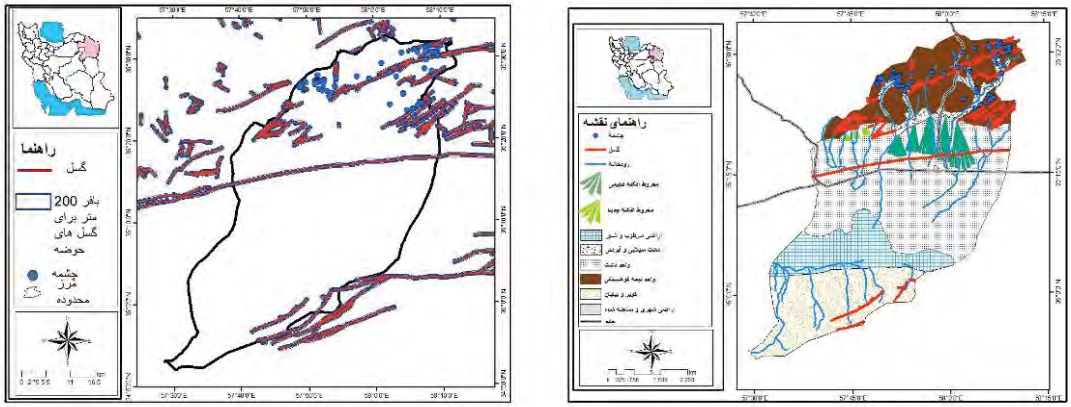
شکل شماره (۳) –الف: نمودارتوزیع چشمه‌ها نسبت به سطوح طبقه‌بندی شده بارش ب: نمودار توزیع چشمه‌ها نسبت به سطوح طبقه‌بندی شده ارتفاع.



شکل شماره (۴)- الف: نقشه همپوشانی سازندهای زمین شناسی و چشمه‌ها- ب: نقشه قابلیت سازندها در پراکندگی چشمه ها



شکل شماره (۵)-الف: نمودار تراکم تعداد چشمه‌ها در سازندهای دارای ظهور چشمه ب: نمودارصد گسترش سازندهای دارای قابلیت ظهور چشمه



شکل شماره(۶)- الف: تلفیق نقشه منابع آب زیرزمین با نقشه‌ی ژئومورفولوژی محدوده مورد مطالعه ب: نقشه‌ی پراکندگی گسل‌های فعال محدوده مورد مطالعه

مراجع

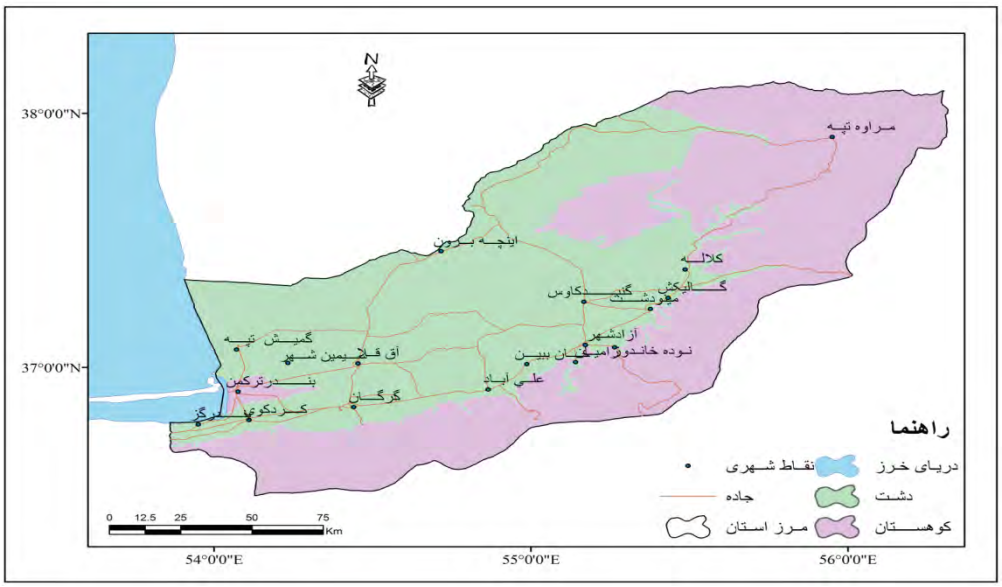
- اداره اقلیم شناسی خراسان رضوی، مشهد، آمار اقلیم سال‌های ۹۰-۱۳۶۷.
- جوانی، ولی، و ایرج جباری(۱۳۸۸). شاخص‌های زمین ریخت‌شناسی در شناسایی منابع آب زیر زمینی(مطالعه موردی: دشت اهر)، فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی، شماره ۲۵، صص۷۱-۵۱.
- حسنی شریعت پناهی، فردین(۱۳۸۴). بررسی نقش ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی در منابع آب شمال کویر حاج علیقلی و امکان سنجی بهره‌برداری بهینه در توسعه منطقه با استفاده از RS-GIS پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده روانشناسی و علوم اجتماعی، گروه . جغرافیا.
- خلفی، جعفر، و فریده اسدیان (۱۳۹۱). کاربرد مطالعات ژئومورفولوژی در توسعه ذخایر منابع آب زیر زمینی با استفاده از فنون RS-GIS مطالعه موردی: دشت سهرین زنجان، دومین همایش «جایگاه مطالعات ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط »، دانشگاه آزاد تهران، تهران.
- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی شیت بردسکن.
- شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، آمار دبی چشمه‌ها ۱۳۹۰.
- علایی طالقانی، محمود، و منصور سعیدی کیا(۱۳۹۲)، نقش مؤلفه‌های ژئومورفولوژی در تشکیل و تغذیه سفره آب زیرزمینی(مطالعه موردی :دشت ذهاب)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال۲۸، شماره دوم، شماره پیاپی ۱۰۹، صص۱۸۶-۱۷۱.
- Warren W. Wood, 2010. Role of Ground Water in Geomorphology, Geology, and Paleoclimate of the Southern High Plains, USA. Journal compilation © 2010 National Ground Water Association.

بررسی پدیده فرونشست زمین و ارتباط آن با خشکسالی با استفاده از داده های ژئودینامیک (مطالعه موردی: دشت گرگان)

سمیه عمادالدین، فخرالدین نامجو
استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه گلستان، S.emadodin@gu.ac.ir
کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، F.namjoo@mail.sbu.ac.ir

۱- مقدمه

پدیده فرونشست زمین شامل فروریزش یا نشست رو به پایین سطح زمین است. فرونشست به طور کلی ناشی از دلایلی همچون انحلال تشکیلات زیر سطحی، تراکم رسوبات در اثر استخراج سیالات و ذخایر زیرزمینی، بارگذاری، زهکشی و یا ارتعاش، تراکم هیدرولیکی، ناپایداری خاک ها در سطح شیب دار، انقباض خاک های رسی، ذوب یخ لایه های منجمد در اعماق زمین و ... پدیدار می شود(مهشاد نیا، ۱۳۸۵، ۲۶۱۳). در چند سال اخیر این پدیده به عنوان یک بحران جدی در اغلب دشت های کشور پدیدار شده است. ایران به سبب واقع شدن بر روی کمربند خشکسالی جهانی، شاهد افت شدید سطح آب زیرزمینی در اثر خشکسالی های اخیر و به تبع آن شاهد مشکلات و معضلات ناشی از آن شده است و اگر خشکسالی و برداشت بی رویه از منابع آبی همچنان ادامه یابد سبب ایجاد فرونشست و شکاف هایی در سطح زمین می شود که به آهستگی و به تدریج گسترش می یابند و شاید همان تاثیر خطرهای ناگهانی و فاجعه بار مانند سیل و زلزله را نداشته باشد اما به طور معمول خسارت ناشی از فرونشست ها و شکاف های زمینی ترمیم ناپذیر، پرهزینه و مخرب است(رهنما و همکاران، ۱۳۹۳، ۶۳۰). فرونشست زمین سبب بروز مشکلاتی همچون تغییر شکل شبکه آبراهه ها به دلیل تغییر شیب، آسیب به شریان های حیاتی(پل ها، راه ها، خطوط راه آهن، مجاری فاضلاب ها و ...)، خسارت به سازه ها، تخریب سفره های آب زیرزمینی و عدم امکان ذخیره طبیعی آب در آبخوان ها و ... می شود. در مقیاس جهانی، خطر فرونشست زمین بر اثر افت سطح آب در بین سال های ۱۹۵۰-۱۹۷۰ هم زمان با صنعتی شدن و رشد شهر نشینی به اوج خود رسیده است(Waltham, A.C. 198) گزارش های متعددی از فرونشست زمین خصوصا از نقاط خشک و کم باران در سراسر جهان ارائه گردیده است. مانند حداکثر نشست سالانه ۱۲۰ میلی متر به دلیل پمپاژ آب در ۳۵ سال گذشته در شهر بانکوک تایلند که در اوایل دهه ۱۹۸۰ گزارش گردیده است(Phien-wej, N., & at all, 2006). یکی از مهمترین فرونشست های منطقه ای سطح زمین در جهان در اثر بهره برداری بی رویه از آب های زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی در ایالت کالیفرنیا در آمریکا گزارش شده است که تا سال ۱۹۶۹ مقدار نشست در این ایالت ۸ متر گزارش گردید(Poland, J.F., 1981). در سال های اخیر پدیده فرونشست منطقه ای زمین در ارتباط با افت سطح آب های زیرزمینی در بسیاری از دشت های کشور ایران از جمله در دشت سیرجان، زرند کرمان، اردکان یزد، فامینین کبودرآهنگ همدان، معین آباد ورامین، تهران شهریار و دشت گرگان گزارش شده است. در دشت رفسنجان به ازای هر ۱۰ متر افت سطح آب زیرزمینی، سطح زمین حدود ۴۲ سانتی متر نشست کرده است(عباس نژاد، ۱۳۷۷). در منطقه سیرجان به ازای هر ۱۰ متر افت سطح آب، نشست زمین حدود ۲۷ سانتی متر گزارش گردیده است(رحمانیان، ۱۳۶۵). در چنین شرایطی با کاهش بارش ها، افزایش تبخیر از سطح زمین، برداشت بی رویه از آب های زیرزمینی، مهار آب های جاری و مصرف غیر اصولی آب، بروز بحران آب در دشت ها و تالاب های کشور و ایجاد پدیده فرونشست را امری کاملا قابل انتظار ساخته است. منطقه مورد مطالعه از شرق با شهرستان مراوه تپه و از شمال با کشور ترکمنستان و از جنوب با یال شمالی رشته کوه البرز و از غرب با سواحل دریای خزر در استان گلستان هم مرز می باشد. دشت گرگان به طور کلی از آبرفت گذاری رودها در حاشیه دریای خزر بوجود آمده است. سطح هموار و یکنواخت از ویژگی های آن است شیب آن بسیار آرام و از پایکوه ها به سمت دریای خزر است گاهی شیب آنقدر کم می شود که آب های جاری با توجه به بافت ریز رسوب ها باتلاق هایی را بوجود می آورد. ارتفاع مطلق دشت گرگان در کناره خط ساحلی ۲۶- متر و در پایکوه ها اندکی بالاتر از سطح آزاد آبهاست.



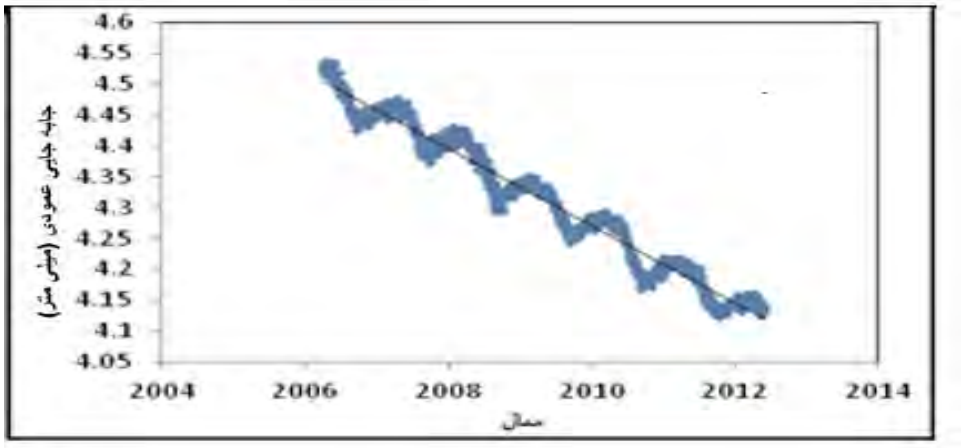
شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

۲- مواد و روشها

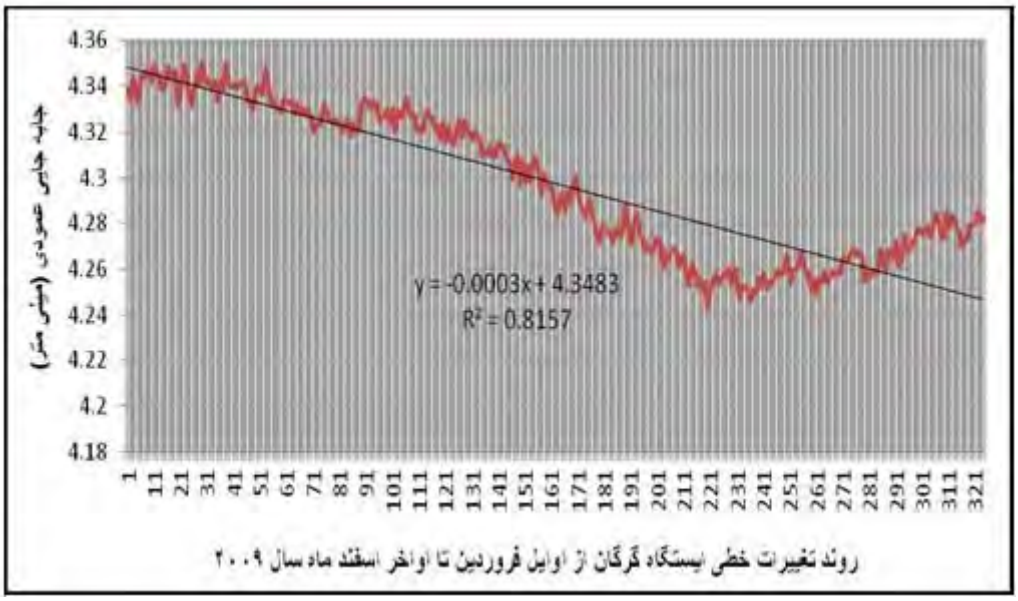
در این پژوهش روش تحقیق بر پایه روش تحلیلی –توصیفی بوده است. به منظور دستیابی به هدف تحقیق از داده های سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت گرگان، برای تغییرات ایستابی آبخوان و همچنین از داده های ژئودینامیک(GPS) ایستگاه گرگان مربوط به سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۱ ، برای بررسی روند فرونشینی منطقه استفاده شده است. و در نهایت از نرم افزار GIS برای ترسیم موقعیت منطقه مورد مطالعه استفاده گردیده است.

۳- بحث و نتایج

در ایران نیز پدیده فرونشست بالاخص در اثر استخراج بی رویه آب های زیرزمینی به وفور مشاهده شده است. آمار دشت های کشور که در آن نشست زمین مشاهده شده، شامل ۲۰۹ دشت می باشد. نخستین بررسی های علمی در جهت تعیین نرخ فرونشست از حدود دو دهه قبل در دشت رفسنجان که واجد بالاترین سابقه و نرخ فرونشست بوده، آغاز گردیده است(شفیعی ثابت، ۱۳۷۳). جلگه های ساحلی شمال از مهمترین جلگه های کشور از نظر توسعه کشاورزی، صنعتی و تراکم جمعیتی به شمار می آید. در دهه های اخیر برداشت از منابع آب زیرزمینی از این جلگه ها رشد چشمگیری داشته و طبق آمار و اطلاعات موجود بیشترین برداشت آب از منابع آب زیرزمینی این جلگه ها مربوط به استان گلستان می باشد. دشت گرگان یکی از دشت های وسیع و با اهمیت کشور است که فعالیت کشاورزی به علت حاصلخیزی اراضی از رونق بالا برخوردار بوده و در حال حاضر نیز یکی از قطب های کشاورزی کشور محسوب می گردد، لذا برای تأمین کمبود آب آبیاری و رفع نیاز حفر چاه و بهره برداری از سفره آب ز یرزمینی در دشت گرگان رواج یافته است. داده های ژئودینامیک ایستگاه گرگان نشان می دهد که مولفه ی ارتفاعی به بررسی حرکت قائم می پردازد که مبین فرونشست ایستگاه گرگان با روندی نامنظم در طول دوره آماری می باشد. میزان تغییرات ارتفاعی منطقه افزایش یافته و برعکس بر میزان تراز سطح ایستابی آبخوان منطقه کاسته می شود. میزان این تغییرات از اوائل سال ۲۰۰۶ میلادی تا اواسط سال ۲۰۰۷ میلادی کاهش ارتفاع به میزان تقریبی ۱۱۵ میلی متر در ناحیه گرگان می باشد. اما در مجموع در طول دوره آماری، میزان این تغییرات برای ایستگاه گرگان برابر ۴۲۰ میلیمتر است. با بررسی آماری بین سال های ثبت اطلاعات، می توان نتیجه گیری نمود که روند جابه جایی های زمین در ایستگاه گرگان در جهت ارتفاعی(قائم) از همبستگی آماری خیلی قوی یعنی (R_2 =% ۹۶) برخوردار می باشد.



شکل۲- میزان تغییرات عمودی ایستگاه ژئودینامیک گرگان (سازمان نقشه‌برداری کشور)



شکل۳-روند خطی کاهش ارتفاع از اوایل فروردین تا اواخر آبان ماه و بالاآمدگی ناگهانی از اوایل آذر تا اواخر اسفند ماه سال ۲۰۰۹ میلادی، که رابطه خوبی با سطح ایستابی دارد. (به نقل از خلیلی و همکاران،۱۳۹۲)

همچنین نتایج بررسی شکل ۳ نشان می دهد که ارتباط خوبی بین افزایش سطح ایستابی در ماه های مختلف(فروردین – آبان)، با مقدار فرونشینی در منطقه و کاهش سطح ایستابی در ماه های مختلف(آذر- اسفند)، با مقدارباالآمدگی در منطقه دارد.

۴- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از داده های ژئودینامیک(GPS) وقوع فرونشست زمین در پهنه های وسیع از دشت گرگان را تأیید می نماید میزان جابه جایی عمودی چشمگیر بوده است که در طول مدت ۶ سال نشان می دهد این منطقه به میزان ۴۲۰ میلی متر در جهت عمودی در حال فرونشینی می باشد. با بررسی آماری بین سال های ثبت اطلاعات، می توان نتیجه گیری نمود که روند جابه جایی های زمین در جهت ارتفاعی(قائم) از همبستگی آماری خیلی قوی یعنی (۹۶ % R_2 =) برخوردار می باشد. دلیل نوسانات ارتفاعات گرگان را شاید بتوان به خشکسالی های متوالی در کشور روی داده، مرتبط دانست. با بروز خشکسالی و برداشت بی رویه از ذخایر آب های زیرزمینی، سطح آب به شده افت نموده و حاصل این فرآیند، افت سطح زمین در بعضی نقاط از جمله گرگان می باشد. که ارتباط خوبی بین افزایش سطح ایستابی در ماه های مختلف با مقدار فرو نشینی در منطقه و کاهش سطح ایستابی در ماه های مختلف با مقدار بالاآمدگی در منطقه دارد. میزان افت سطح آب های زیرزمینی در آبخوان دشت گرگان در سال های اخیر بسیار محسوس بوده است.

۵- منابع

۱-خلیلی، یاسر، قلیچی، عبادالله، حبیبی، مهدی، تحلیل فرونشست زمین با استفاده ازداده های ژئودینامیک(GPS) ،)مطالعه موردی: شمال ایران(، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین،۱۳۹۲.

۲- شفیعی ثابت، بهنام، مدل کردن نشست منطقه این زمین در اثر پایین رفتن سطح آب های زیرزمینی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان. دانشکده فنی، ۱۳۹۰.

۳- عباس نژاد، احمد، بررسی شرایط و مسائل زمین شناسی محیط زیست دشت رفسنجان، فشرده مقالات دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ۳۰۳-۳۱۰، ۱۳۷۷.

۴- رحمانیان، داود، نشست زمین و ایجاد شکاف بر اثر تخلیه آب های زیرزمینی در کرمان .مجله آب، شماره ۶، صفحات ۳۵-۴۲، ۱۳۶۵.

۵- رهنما، حسین و سهراب میراثی، مدیریت بحران افت سطح آب های زیرزمینی و مخاطره فرونشست سطح زمین در دشت های ایران، پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحرانهای طبیعی،صفحات ۶۲۹-۶۵۱،۱۳۹۳.

۶- مهشادنیا، فاطمه، مروری بر نشست منطقه ای زمین در ایران و تدوین بانک اطلاعات فرونشست زمین، دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران دانشگاه تربیت مدرس،صفحات ۲۶۱۲-۲۶۱۹، ۱۳۸۵.

6- Phien-wej, N., Giao, P.H., & Nutalaya, P. Land subsidence in Bangkok, Thailand. Engineering Geology, 82,187-201, 2006.

7- Poland, J.F., The occurrence and control of land subsidence due to groundwater withdrawal with special reference to the San Joaquin and Santa Clara Valleys, California, Ph.D Dissetation, Stanford University, Palo Alto, California, 1981.

8- Waltham, A.C. Ground subsidence. Blackie & Son Limites. 1989.

طراحی پوشش ریپ‌رپ جهت کنترل تغییرات بستر رودخانه تلوار بر اساس شاخص فرسایش‌کناری رزگن

[1]شیرین محمدخان، [2]انور مرادی، [3]موسی عباسی، [4]محسن برزکار
[1] استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، Mohamadkh@ut.ac.ir
[2] دانشجوی ارشد هیدروژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، Anvar.moradi@ut.ac.ir
[3] دانشجوی ارشد هیدروژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، Mosa.abbasi@ut.ac.ir
[4] دانشجوی ارشد هیدروژئومورفولوژی دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، Mohsen.barzkar@ut.ac.ir

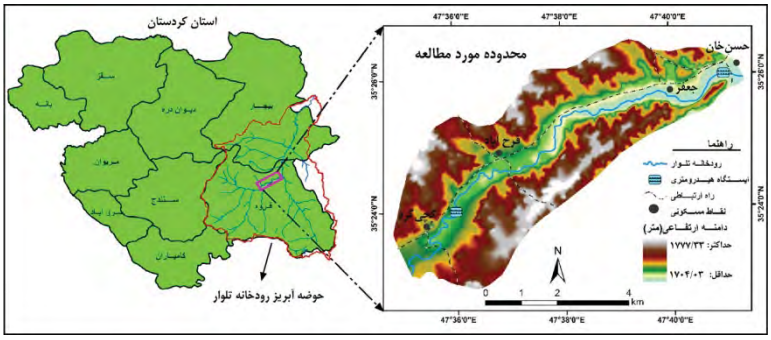
مقدمه

رودخانه‌ها به عنوان یکی از با ارزش‌ترین و مهم‌ترین منابع آب‌های سطحی کشور در زمینه‌های کشاورزی، اقتصادی، صنعتی و شرب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. وقوع سیلاب و خسارات فراوان ناشی از آن و تأثیر این رخداد بر روی ساختار رودخانه‌ها به صورت بروز فرسایش و رسوب‌گذاری از جمله عواملی هستند که می‌توان با بررسی هیدرولیکی جریان در رودخانه‌ها روند حاکم بر این پدیده‌ها را شبیه‌سازی و با استفاده از نتایج حاصل از آن اقدام به اتخاذ تدابیر مدیریتی لازم به‌منظور بهره‌برداری و حفاظت از رودخانه‌ها نمود. مطالعات پروفیل سطح آب رودخانه که نشان‌دهنده تغییرات طولی پارامترهای جریان آب رودخانه در یک محدوده خاص است، یکی از اجزای اصلی مجموعه مطالعات لازم در طراحی سیستم‌های مهندسی رودخانه و مدیریت منابع آب و نیز طراحی سازه‌های هیدرولیکی می‌باشد. از جمله مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: مساعدی و توکلی (۱۳۸۲) با در نظر گرفتن بازه‌ای از رودخانه اترک ضمن محاسبه ضریب مانینگ و تراز سطح آب در هر مقطع اقدام به ترسیم نیمرخ طولی سطح آب و پهنه‌های خطر سیل برای دوره برگشت‌های مختلف نمودند. جانسون و همکاران (۱۹۹۹) مدل عددی HEC-RAS را برای پیش‌بینی و تعیین حدود اراضی غرقاب در طول ۱۰ کیلومتر از رودخانه ویومینگ- گری بال در آمریکا بکار برده و با استفاده از مدل فوق پروفیل سطح آب رودخانه را ترسیم نمودند. ملویل و همکاران (۲۰۰۷) آزمایشاتی را جهت بررسی پایداری ریپ رپ در اطراف دیواره‌ها انجام دادند. هدف از این تحقیق تعیین اندازه مناسب سنگ‌های ریپ‌رپ جهت مقاومت کردن در مقابل گسیختگی ناشی از برش جریان بوده است. گیسونی و هاگر (۲۰۰۸) با استفاده از یک مدل آزمایشگاهی به بررسی تأثیر پارامترهایی از قبیل طول آبشکن، فاصله آبشکن‌ها، ارتفاع آبشکن به همراه قطر و تعداد ردیف‌های ریپ‌رپ و تعداد ردیف‌های آن جهت محافظت از آبشکن بوده است. هدف از این تحقیق ارائه معادلاتی جهت تخمین اندازه قطر ریپ رپ و تعداد ردیف‌های آن جهت محافظت از آبشکن بوده است. کاردوسو و کریستینا(۲۰۰۹) آزمایشاتی را در یک کانال مستطیلی با بستر ماسه‌ای و چهار طول مختلف دیواره، سه اندازه مختلف ریپ‌رپ و دو نوع ماسه مختلف انجام دادند. هدف از این پژوهش طراحی پوشش ریپ رپ جهت مقابله با فرسایش در نزدیکی دیواره‌های عمودی پل تحت شرایط آب تمیز بوده است. سیمارو و همکاران(۲۰۱۱) در یک تحقیق آزمایشگاهی به تعیین اندازه ریپ رپ جهت محافظت از پایه‌های پل در مقابل فرسایش موضعی پرداختند. در این تحقیق اثر هیدرولیک جریان و هم‌چنین فاصله میان پایه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. هدف اصلی تحقیق حاضر طراحی ریپ‌رپ (پوشش سنگچین) مناسب به عنوان گزینه نهایی جهت حفاظت و مدیریت سیلاب رودخانه تلوار است.

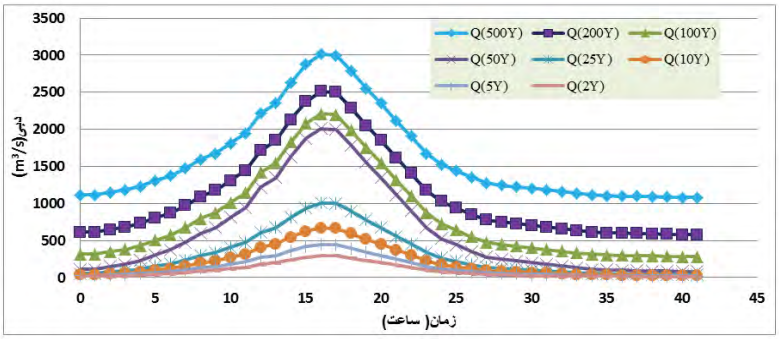
مواد و روش‌ها

رودخانه تلوار از سر شاخه‌های اصلی و مهم رودخانه قزل‌اوزن است که موقعیت آن در شکل۱ نشان داده شده است. پس از بازه‌بندی مسیر رودخانه با تکیه بر بازدیدهای میدانی و سپس ورود داده‌های مورد نیاز به محیط نرم‌افزارهای WMS9.1 و HEC-RAS و اجرای مدل، پارامترهای مختلف هیدرولیکی جریان در محدوده مطالعاتی در سه حالت و با در نظر گرفتن ضریب زبری حداقل، متوسط و حداکثر، مدل‌سازی گردید و بر اساس آن پوشش ریپ‌رپ طراحی گردید. داده‌ها و اطلاعات لازم برای انجام این تحقیق به شرح زیر می‌باشند: الف) دبی سیلاب رودخانه که بر اساس مطالعات انجام شده هیدروگراف سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در رودخانه تلوار در شکل ۲ نشان داده شده است. ب) مقاطع عرضی رودخانه و سیلاب دشت آن که شامل موقعیت ایستگاه اندازه‌گیری و ارتفاع آن است. در محدوده مطالعه به طول ۱۴ کیلومتر تعداد ۲۴۰ مقطع عرضی برداشت شده است. ج) ضرایب هیدرولیکی رودخانه از جمله ضریب مقاومت بستر، دیواره‌ها و سیلاب دشت رودخانه و هم‌چنین ضرایب انبساط و انقباض مقاطع عرضی رودخانه در طول مسیر مورد مطالعه، که جزء داده‌های پایه با اهمیت محسوب می‌گردد بر دو پارامتر استوار می‌باشد: ۱- تعیین ضریب‌زبری پایه که با توجه به جنس بستر اصلی رودخانه و دشت سیلاب‌گیر آن و یکنواخت بودن نسبی این دو محدوده با توجه به مقادیر دبی‌های مورد بررسی،

ضریب‌زبری پایه بین حداقل ۰/۰۲۴ و حداکثر ۰/۰۳۰ برآورد شده است. ۲- اعمال ضرایب اصلاحی و انتخاب ضریب‌زبری نهایی که در این مرحله با استفاده از جداول موجود در مراجع مختلف و با توجه به ویژگی‌های ساختاری و مورفولوژیک رودخانه، ضرایبی به منظور تعدیل مقدار اولیه ضریب زبری بر روی آن اعمال می‌گردد؛ بنابراین با توجه به رابطه کاون، میزان ضرایب اصلاحی و در نهایت نحوه محاسبه ضریب‌زبری کل در رودخانه تلوار جدول ۱ آمده است. همواره در مطالعات مهندسی رودخانه رسیدن به قطعیت در ارتباط با ضریب مانینگ میسر نبوده، ولی می‌توان با اطمینان مناسب، طیفی از میزان ضریب مانینگ را به عنوان حدود منتخب گزینش نمود. با توجه به مجموعه نتایج بدست آمده، محدوده ارائه شده برای ضرایب مانینگ در (جدول۲) ارائه گردیده است. د) شرایط مرزی مدل برای شرایط مرزی در محدوده پایین دست بازه مطالعاتی، از عمق نرمال(y_n) رودخانه بهره گرفته شده است. شرایط مرزی حد بالادست مدل نیز متناظر با عمق بحرانی(y_c) با شیب ۰/۰۰۴۵ منظور گردیده است.



شکل۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان کردستان و حوزه آبریز رودخانه تلوار



شکل۲: هیدروگراف سیلاب رودخانه تلوار با دوره برگشت‌های مختلف

جدول۱: شرح روش محاسبه ضریب زبری در رودخانه تلوار

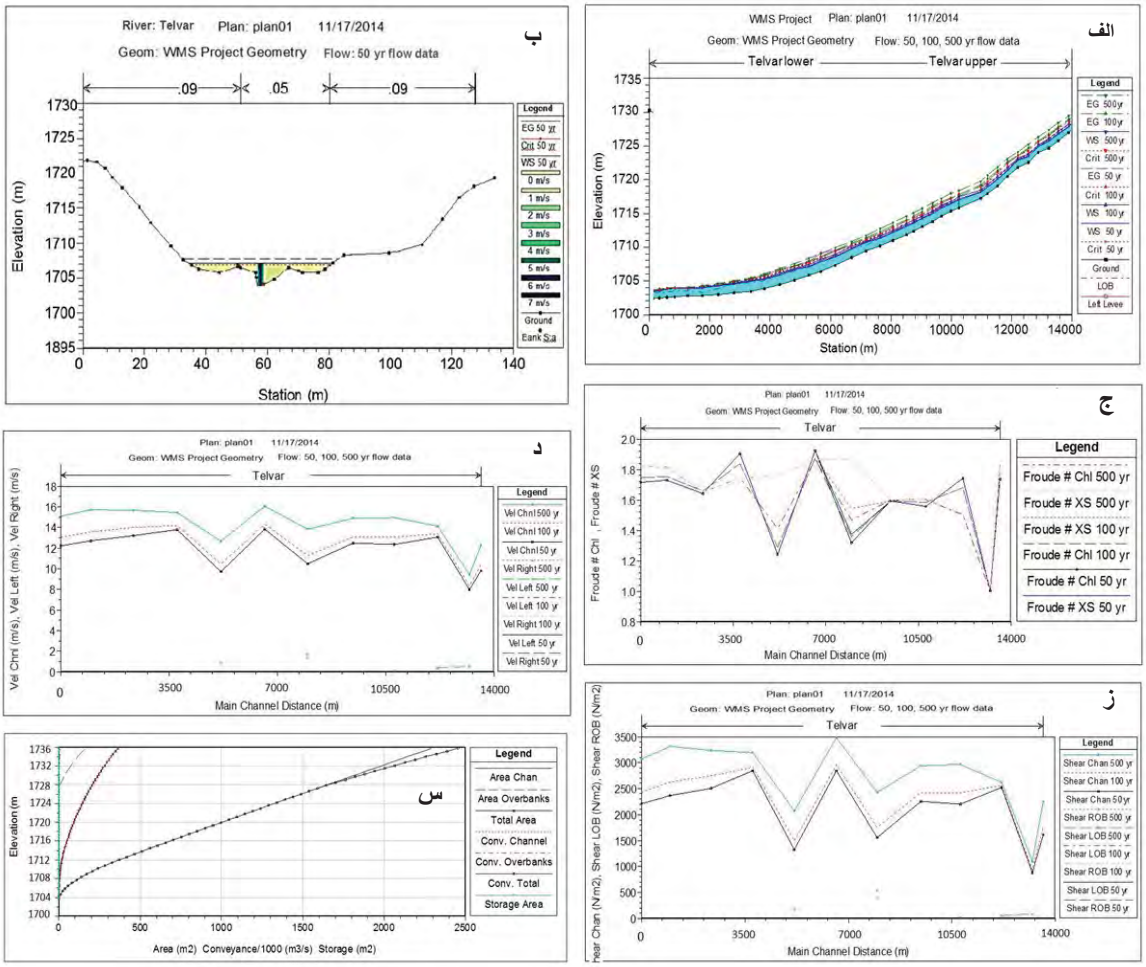
پارامتر	حداقل	حداکثر
انتخاب یک میزان اولیه ضریب مانینگ	۰/۰۴	۰/۰۵
اصلاح برای پوشش گیاهی	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸
اصلاح برای تغییرات شکل و اندازه مقاطع عرضی	۰/۰۰	۰/۰۰۵
اصلاح برای نامنظمی مقطع	۰/۰۰۷	۰/۰۱۶
اصلاح برای وجود موانع	۰/۰۰۵	۰/۰۱۴
مجموع	۰/۰۵۸	۰/۰۹۸
اصلاح برای تغییر در راستای رودخانه	۰/۹	۱/۱۴
ضریب برآوردی مانینگ	۰/۰۵۰	۰/۰۹۰

جدول۲: حدود ضرایب مانینگ انتخابی در رودخانه تلوار در محدوده مورد مطالعه

ضریب مانینگ	حداقل	متوسط	حداکثر
بستر رودخانه	۰/۰۴۸	۰/۰۵۸	۰/۰۷۲
دشت سیلابی	۰/۰۴۷	۰/۰۶۹	۰/۰۹۱

بحث و یافته‌ها

در این تحقیق پارامترهای مختلف هیدرولیکی جریان در محدوده مطالعاتی رودخانه تلوار در سه حالت و با در نظر گرفتن ضریب زبری حداقل، متوسط و حداکثر، مدل سازی گردیده و نیمرخ طولی جریان آب و نمای عبور جریان در طول بازه مطالعاتی در حالت عبور جریان در سامانه انتقال آب و نیز دبی‌های سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف و هم‌چنین شکل‌های نمونه مقاطع عرضی رودخانه و نیز منحنی دبی - اشل در مقاطع مختلف و در تمامی حالات ممکن، شبیه سازی و ترسیم گردیده است. در نهایت با توجه به مجموعه شرایط موجود طراحی بر مبنای ضریب زبری متوسط انجام پذیرفته است. نیمرخ طولی جریان در هنگام عبور سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف در شکل۳-الف و نمونه مقطع عرضی جریان در مقطع شماره ۲ در شکل۳-ب نمایش داده شده است. هم‌چنین تغییرات عدد فرود جریان(شکل۳-ج) و پروفیل سرعت(شکل۳-د) در مقاطع مختلف رودخانه تلوار و سیلاب دشت‌های آن، در سیلاب با دوره بازگشت های مختلف، نمایش داده شده است. شکل۳-ز به عنوان پروفیل تنش برشی جریان در این رودخانه و در شکل۳-س نمودار تیپ تغییرات مساحت و مقادیر انتقال جریان و ذخیره با ارتفاع در مقطع شماره ۸ نشان داده شده است که با استفاده از آن می‌توان پهنه‌های سیل خیز رودخانه را مشخص نمود. برای محاسبه شاخص فرسایش‌پذیری کناره رودخانه که توسط رزگن ارائه گردیده است از جدول ۳ استفاده شده است. در این روش گرادیان سرعت حاصل تقسیم اختلاف سرعت در کناره نسبت به مرکز خطوط هم‌سرعت در راستای عمود بر خطوط هم‌سرعت به طول کناره تا مرکز بر حسب متر بر ثانیه می‌باشد و نسبت تنش برشی از تنش برشی کناره تقسیم بر تنش برشی متوسط حاصل می‌شود (جانسون و همکاران: ۲۰۰۰).



شکل۳: الف) نیمرخ طولی جریان آب رودخانه تلوار در هنگام عبور سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف، **ب)** نمونه مقطع عرضی جریان در مقطع شماره ۲۱۲ رودخانه، **ج)** تغییرات عدد فرود جریان در مقاطع مختلف رودخانه، **د)** پروفیل سرعت جریان رودخانه، **ز)** پروفیل تنش برشی جریان رودخانه، **س)** نمودار تیپ تغییرات مساحت، انتقال و ذخیره جریان در مقطع شماره ۲۲۰ محدوده مورد مطالعه.

جدول۳: حدود تغییرات عوامل مؤثر بر فرسایش کناره رودخانه و شاخص‌های آن

میزان فرسایش پذیری کناره	گرادیان سرعت (m/s/m)	نسبت تنش برشی
خیلی کم	کم‌تر از ۰/۵	کم‌تر از ۰/۸
کم	۰/۵ – ۱	۰/۸ -۱/۰۵
متوسط	۱/۱ – ۱/۶	۱/۰۶ – ۱/۱۴
زیاد	۱/۶۱- ۲	۱/۱۵ – ۱/۱۹
خیلی زیاد	۲/۱ – ۲/۴	۱/۲– ۱/۶
شدید	بیش‌تر از ۲/۴	بیش‌تر از ۱/۶

ابعاد و اندازه ریپ‌رپ (پوشش سنگ‌چین): برای تعیین ابعاد و اندازه سنگ‌ها جهت تثبیت جداره و بستر رودخانه روش‌های مختلفی ارائه شده است. چگونگی تعیین بازه‌های فرسایش‌پذیر و ابعاد و اندازه ریپ‌رپ به شرح زیر است: جنس مصالح رودخانه عمدتا از نوع ماسه ریز تا شن دانه درشت با درجه تراکم متوسط و نسبت پوکی ۰/۷ تا حدود۱می‌باشد. مقادیر سرعت‌های محاسبه شده برای دبی توسط نرم افزار Hec-Ras برای دبی سیلاب با دوره‌های کمتر از ۱۰ ساله به لحاظ فرسایش‌پذیری مسیر جریان در محدوده مجاز قرار دارند. البته با اعمال محاسبات حداکثر سرعت مجاز برای دبی سیلاب با دوره بازگشت ۱۰ ساله و بیشتر مشاهده می‌شود که مقادیر سرعت‌های متناظر در محدوده مجاز قرار نداشته و بنابراین نیاز به حفاظت در مقابل فرسایش ضروری است. بدین منظور مسیر جریان بر اساس سرعت‌های محاسبه شده، به چندین بازه حفاظتی تقسیم گردیده و محاسبات مربوط به تعیین اندازه پوشش سنگی هر کدام به دست آمده است. اندازه قطر مشخصه سنگ‌ها برای روش‌های مختلف محاسبه گردید و ابعاد مشخصه سنگ در هر یک از روش‌ها به D_{50} تبدیل گردیده و مقادیر محاسباتی آن بر حسب سانتی‌متر ارائه شده است (جدول۴).

جدول۴: اندازه D_{50} پوشش سنگی محافظ (سانتی متر)

لین(رهیافت تنش برشی)	لین(رهیافت سرعت)	بیلارزیخ	والینگفورد	استیوئز و سیموئز	FHWA	UASCE	رابطه
۳۲	۲۱	۲۲	۲۱	۴۲	۱۲	۲۲	بازه ۱
۲۸	۲۳	۱۵	۲۳	۴۵	۱۴	۲۵	بازه ۲
۴۱	۲۲	۲۶	۳۱	۵۳	۲۲	۲۷	بازه ۳
۳۵	۲۷	۲۴	۳۲	۴۹	۱۷	۲۹	بازه ۴
۳۷	۲۳	۱۸	۲۸	۵۱	۱۴	۲۴	بازه ۵
۳۱	۲۵	۲۰	۳۶	۴۸	۱۶	۲۱	بازه۶

نتیجه‌گیری

با استفاده از نمودار مقاطع عرضی و نیز پروفیل طولی جریان آب در رودخانه تلوار و منحنی‌های دبی-اشل، رقوم سطح آب این رودخانه در شرایط نرمال و بحرانی در سیلاب‌های مختلف و هم‌چنین مقادیر سرعت جریان و سایر پارامترهای هیدرولیکی بررسی گردید. با توجه به شکل۲و۳ و جدوال مربوطه مشاهده گردید که برای برخی از دبی‌ها در مقاطع دارای انحناء در قسمت میانی بازه مطالعاتی و تا حدودی مسیر انتهایی رودخانه میزان شاخص فرسایش‌پذیری کناری رزگن در محدوده زیاد و خیلی زیاد قرار دارد بنابراین نیاز به حفاظت در مقابل فرسایش و هم‌چنین مدیریت سیلاب و فرسایش ضروری است. بدین منظور باید مسیر جریان بر اساس سرعت‌های محاسبه شده به چندین بازه حفاظتی تقسیم گردیده و محاسبات مربوط به تعیین نوع، اندازه و حجم پوشش محافظتی مورد نیاز در هر یک از این بازه‌ها با استفاده از روابط موجود انجام پذیرد.

مراجع

- مساعدی، ا. و توکلی،(۱۳۸۲)، بررسی مناسب ترین روش تعیین ضریب مانینگ و پهنه‌بندی خطر سیل در بخشی از اترک میانی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۸۲، ص ۱۶۰-۱۵۳.

بررسی فرونشست زمین بر اثر برداشت بی رویه آبهای زیر زمینی (مطالعه موردی: رستاق یزد)

[1]منیره رعیتی شوازی*، [2] مریم جان احمدی
[1] دانشجوی دکتری دانشگاه خوارزمی تهران، monireh.rayati@yahoo.com
[2] مریم جان احمدی، janahmadim@yahoo.com

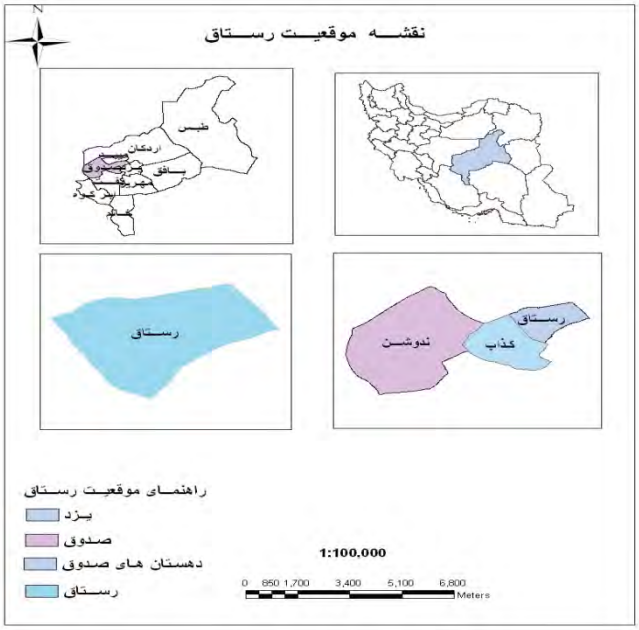
مقدمه

طبق تعریف انستیتو زمین شناسی ایالات متحده، پدیده فرونشست زمین شامل فروریزش یا نشست رو به پائین سطح زمین است که می تواند دارای بردار جابجایی افقی اندک باشد. حرکت از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر محدود نمی باشد (www.gsi.ir). علل عمده فرونشینی سطح زمین عبارتند از: الف)عوامل طبیعی مانند فشردگی (تراکم)حاصل از ارتعاش در اثنای زلزله ها، طبقات رسوبی روی هم قرار گرفته، خشکی رسوبات ریز دانه، حل شدن زیر زمینی سنگ آهک، نمکها و غیره ب)عوامل انسانی مانند فشردگی (تراکم) به علت مرطوب ساختن رسوبات آبرفتی خشک، ،برداشت مایعات زیر زمین(مثلا: نفت،آب و گاز)و برداشت مواد سخت زیر زمین(کوک و دورکمپ،۱۳۷۷). نمودهای ژئومورفولوژیک فرونشینی شامل پدیده های ناحیه ای بسیار وسیع مانند فرونشینی حوضه ها و گروهی مناظر کوچک از قبیل چاله ها، گودیها، زمین دارای پشته، شکاف ها، شکاف های تنشی، تراس های کوچک و پرتگاه های کوچک است. مهمتر آنکه فرونشینی سطح زمین می تواند خسارت های جدی به بناهای ساخت انسان وارد کند. زیان می تواند شامل شکافتن جاده ها، قطع خطوط نیرو، غیر قابل سکونت شدن ساختمان ها، خرد شدگی پوشش بدنه چاه ها، بهم ریختگی انهار آبیاری و ایجاد سیل باشد(کوک و دورکمپ،۱۳۷۷).

در دو دهه اخیر بر اساس بررسی ها و مشاهدات انجام گرفته در دشت یزد-اردکان و بویژه در منطقه رستاق مجموعه ای از شکاف ها و حفره های فرونشستی و شکستگی هایی در سطح زمین، باعث مخاطراتی در اراضی کشاورزی، جاده ها، ساختمان ها و شکستن لوله های آب و رشد ظاهری لوله جداره چاه ها و ظاهر شدن ریشه گیاهان طبیعی و جنگل های مصنوعی تاغ شده است. در ابتدا چنین تصور شد که این امر در اثر فرسایش بادی خاک سطحی پدید آمده است. ولی وقتی چنین پدیده ای در چاه هایی که در محیط سر پوشیده قرار داشتند، پدید آمد تصور فرسایش بادی رد شد و تئوری نشست زمین مورد توجه قرار گرفت. به طور کلی در این منطقه وسعت مناطق دارای پدیده گسیختگی ۴۰ کیلومتر مربع برآورد گردیده است و محدوده های زیر را شامل می شود : -از شرق به غرب : از حوالی کارخانه فولاد آلیاژی یزد تا مناطق نزدیک حاجی آباد -از شمال به جنوب : از منطقه عزآباد تا منطقه همت آباد

پدیده گسیختگی (شق زمین) را نیز می توان بوفور در بسیاری از نقاط میبد و رستاق و بعضی از نقاط یزد و اردکان مشاهده کرد که در یزد و رستاق جهت عمومی شقهای اصلی شمالغربی- جنوب شرقی و در میبد بیشتر شمالی- جنوبی است (موازی حد جانبی سفره آب زیر زمینی و موازی با رشته ارتفاعات حاشیه دشت) و می توان آنرا بعلت اختلاف نشست زمین در راستای عرضی سفره یعنی از مرکز دشت بطرف دامنه ها و گسیختگی را معلول نیروهای کششی حاصل از نشست زمین در این راستا دانست (اخوان طباطبائی، ۱۳۸۲).

دهستان رستاق در فاصله ۳۵ کیلومتری شمال غربی یزد، در دشت یزد - اردکان در امتداد جاده اصلی قرار دارد. این دهستان از توابع شهرستان صدوق، جزئی از بخش اشکذر می باشد که بخش اشکذر نیز مرکب از شهرهای زارچ و اشکذر و دهستان رستاق می باشد. منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه تا ۳۲/۱۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه شرقی تا ۵۴/۱۳ دقیقه قرار دارد(شکل۱).



شکل(۱): موقعیت دهستان رستاق در ایران

مواد و روشها

در این مقاله از مطالعات کتابخانه ای، عملیات میدانی جهت بررسی و انطباق، جمع آوری داده های آزمایشگاهی، استفاده از نقشه زمین شناسی اردکان با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰۰، نقشه توپوگرافی میبد در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، آمارهای سطح ایستابی از سال ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۳، آمار مربوط به میزان بارندگی سالیانه در طول ۳۰ سال (ایستگاه یزد)در منطقه رستاق استفاده شده است. هدف از این پژوهش شناخت عوامل مؤثر و مرتبط با استفاده بی رویه از آبهای زیر زمینی که در شکل گیری پدیده فرونشست رستاق نقش داشته اند هست.

بحث و نتایج

در بررسی علل بروز نشست زمین مطالعه عواملی مانند بارندگی سالیانه در طول ۳۰ سال (ایستگاه یزد)در منطقه و میزان سطح ایستابی از سال ۱۳۵۲ الی ۱۳۸۳، مقدار تخلیه ی آب زیر زمینی از طریق چاه ها و چشمه ها در منطقه مورد تاکید بیشتری است. همچنین اطلاعات خاک منطقه در ارتباط با آب های زیر زمینی بررسی شده است.

-بر اساس طبقه بندی دومارتون آب و هوای این منطقه جزو اقلیم خشک و بیابانی با ضریب خشکی ۳/۲۴ محسوب می شود که دارای تابستان های گرم و زمستان های نسبتا سرد می باشد. ویژگی های کلی آن بارندگی، رطوبت کم و نامنظم، نوسانات شدید دما، تبخیر زیاد، دوره های گرم و طولانی است. حداکثر مطلق دما در طول ۳۰ سال آماری۴۵/۶ درجه سانتیگراد و حداقل مطلق دما در طول ۳۰ سال آماری ۱۰- درجه سانتیگراد می باشد. میانگین سالانه بارندگی به عنوان مهمترین شاخصه اقلیمی بوده و بر اساس دوره آماری ۳۰ ساله(۱۳۵۵-۱۳۸۴)ایستگاه سینوپتیک یزد میانگین سالانه بارندگی ۶۴/۳۸ میلیمتر است.

- این منطقه فاقد هر گونه رودخانه دائمی و فصلی می باشد. استفاده آب در این منطقه از طریق سفره های زیر زمینی، در گذشته با استفاده از حفر قنات و امروزه از طریق حفر چاه های عمیق و نیمه عمیق صورت می گرفت. منابع آب زیر زمینی منطقه مطالعاتی مربوط به واحد هیدرولوژیکی دشت یزد-اردکان می باشد. که از نوع آزاد بوده و ضخامت آبرفت در بخش های مختلف دشت متفاوت است. حداکثر ضخامت آبرفت در مرکز دشت به ۲۰۰ متر می ر سد که منبع اصلی آب های زیر زمینی را تشکیل می دهند و قسمت عمده دشت یزد-اردکان بوسیله آبرفت های دانه متوسط تا درشت دانه با ضخامت های متفاوت پر شده است. ضخامت آبرفت در بعضی نواحی تا ۴۰۰ متر می رسد. عمق برخورد به آب زیرزمینی۶۰ متر می باشد. وسعت آبخوان دشت یزد – اردکان ۲۱۰۰ کیلومتر مربع است که بر اساس بهره برداری از منابع آبی این دشت ممنوع می باشد(جدول۱). تخلیه کل از چاه و چشمه و قنات ۵۱۶.۹۸ میلیون متر مکعب می باشد. برداشت از آب زیر زمینی در دشت مورد مطالعه برداشت میزان آبهای

خروجی از منطقه ۶۱۹/۶۲۳ میلیون متر مکعب می باشد. به علت اضافه برداشت از سفره های زیر زمینی دارای بیلان منفی ۱۳۲ میلیون متر مکعب در سال می باشد(شرکت سهامی آب منطقه ای یزد،۱۳۷۶).

جدول(۱):ویژگی های آبخوان دشت یزد- اردکان

نام محدوده مطالعاتی	کد محدوده مطالعاتی	متوسط ضریب ذخیره (درصد)	وسعت (کیلومترمربع)	میانگین تغییرحجم (متر مکعب)	میانگین تغییر حجم (متر مکعب)	میانگین تغییر سطح (متر)	میانگین تغییر سطح (متر)	سال آبی	
یزد -اردکان	۴۸۰۸	۰.۰۶	۲۱۰۰	-۱۶,۳۸	-۱۶,۳۸	-۰,۱۳	-۰,۱۳	۱۳۵۲	۵۳
				-۸۳,۱۶	-۶۶,۷۸	-۰,۵۳	-۰,۶۶	۱۳۵۳	۵۴
				-۸۴,۴۲	-۱,۲۶	-۰,۰۱	-۰,۶۷	۱۳۵۴	۵۵
				-۱۱۰,۸۸	-۲۶,۴۶	-۰,۲۱	-۰,۸۸	۱۳۵۵	۵۶
				-۱۲۹,۷۸	-۱۸,۹۰	-۰,۱۵	-۱,۰۳	۱۳۵۶	۵۷
				-۱۴۵,۴۰	-۱۵,۰۲	-۰,۱۲	-۱,۵۵	۱۳۵۷	۵۸
				-۲۲۹,۴۲	-۳۴,۰۲	-۰,۲۷	-۱,۸۲	۱۳۵۸	۵۹
				-۳۱۱,۲۲	-۸۱,۹۰	-۰,۶۵	-۲,۴۷	۱۳۵۹	۶۰
				-۳۵۴,۰۶	-۴۲,۸۴	-۰,۳۴	-۲,۸۱	۱۳۶۰	۶۱
				-۴۰۶,۲۸	-۵۲,۲۲	-۰,۴۲	-۳,۲۳	۱۳۶۱	۶۲
				-۴۸۸,۸۸	-۸۱,۶۰	-۰,۶۵	-۳,۸۸	۱۳۶۲	۶۳
				-۵۷۵,۸۲	-۸۶,۹۴	-۰,۶۹	-۴,۵۷	۱۳۶۳	۶۴
				-۶۴۵,۱۲	-۶۹,۳۰	-۰,۵۵	-۵,۱۲	۱۳۶۴	۶۵
				-۷۲۶,۶۲	-۸۱,۵۰	-۰,۶۵	-۵,۳۷	۱۳۶۵	۶۶
				-۷۳۴,۰۸	-۵۷,۴۶	-۰,۴۶	-۵,۸۳	۱۳۶۶	۶۷
				-۸۱۵,۲۲	-۸۰,۶۴	-۰,۶۴	-۶,۴۷	۱۳۶۷	۶۸
				-۸۶۵,۶۲	-۵۰,۴۰	-۰,۴۰	-۶,۸۷	۱۳۶۸	۶۹
				-۹۰۰,۰۴	-۸۴,۴۲	-۰,۶۷	-۷,۵۴	۱۳۶۹	۷۰
				-۹۰۰,۴۸	-۵۵,۴۴	-۰,۴۴	-۷,۹۸	۱۳۷۰	۷۱
				-۱۰۶۲,۱۸	-۵۶,۷۰	-۰,۴۵	-۸,۴۳	۱۳۷۱	۷۲
				-۱۱۵۹,۲۰	-۹۷,۰۲	-۰,۷۷	-۹,۲۰	۱۳۷۲	۷۳
				-۱۱۷۶,۸۴	-۱۷,۶۴	-۰,۱۴	-۹,۳۴	۱۳۷۳	۷۴
				-۱۲۱۸,۴۲	-۴۱,۵۸	-۰,۳۳	-۹,۶۷	۱۳۷۴	۷۵
				-۱۳۱۴,۱۸	-۹۵,۷۶	-۰,۷۶	-۱۰,۴۳	۱۳۷۵	۷۶
				-۱۳۸۳,۴۸	-۶۹,۳۰	-۰,۵۵	-۱۰,۹۸	۱۳۷۶	۷۷
				-۱۴۳۲,۶۲	-۴۹,۱۴	-۰,۳۹	-۱۱,۳۷	۱۳۷۷	۷۸
				-۱۴۸۰,۹۸	-۱۰۸,۳۶	-۰,۸۶	-۱۲,۲۳	۱۳۷۸	۷۹
				-۱۵۳۲,۲۲	-۴۲,۶۸	-۰,۳۴	-۱۲,۶۶	۱۳۷۹	۸۰
				-۱۷۲۶,۲۰	-۱۹۴,۲۴	-۰,۷۴	-۱۴,۴۰	۱۳۸۰	۸۱
				-۱۷۶۰,۲۲	-۳۴,۰۲	-۰,۲۷	-۱۴,۶۷	۱۳۸۱	۸۲
				-۱۷۹۵,۵۰	-۳۵,۲۸	-۰,۲۸	-۱۴,۹۵	۱۳۸۲	۸۳
				-۱۸۲۳,۲۲	-۲۷,۷۲	-۰,۲۲	-۱۵,۱۷	۱۳۸۳	۸۴
				-۵۶,۲۸		-۰,۴۵		متوسط سالانه	

-مطالعات شرکت آب منطقه ای یزد(۱۳۷۶) بر اساس چاه های پیزومتری که در منطقه حفر کرده، نشان داده است که قسمت عمده خاک منطقه دارای ۵۰ تا ۹۰ درصد سیلت می باشد و این سیلت ها به وسیله چسبندگی رس های موجود بین ۲ تا ۴۵ درصد ساختمان خاک را تشکیل می دهد. وجود این رسوبات ریز دانه ناشی از این عامل است که منطقه مورد مطالعه در مرکز یک ناودیس بزرگ، بین دو رشته کوه شمال شرق کوه های خرانق و جنوب غرب، رشته کوه های شیرکوه قرار گرفته است، رودخانه هایی که در گذشته از کوههای مذکور سرچشمه می گرفته اند به سمت منطقه مورد مطالعه جریان داشته اند. ریزترین رسوبات یعنی رس و سیلت توسط جریان آب به این منطقه آورده و روی هم انباشته شده است. به طوری که بخش مرکزی منطقه عمق رسوبات تا ۲۰۰ متر می رسیده است. این رسوبات سفره تحت فشار یا نیمه آزاد را بوجود آورده اند(رضائیان،۱۳۸۳).

یافته‌ها

نتایج حاصل از جدول آمار سطح ایستابی آبهای زیر زمینی یزد-اردکان نشان می دهد که متوسط ضریب ذخیره در آبخوان یزد-اردکان ۰/۰۶ درصد می باشد متوسط نوسان سالانه سطح آب در این آبخوان ۰/۴۷– بوده و متوسط تغییر سطح ایستابی در این آبخوان از سال ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۴، ۰/۴۵–

بوده است که بر این اساس بهره برداری از منابع آبی این دشت ممنوع می باشد، همچنین تغییرات سطح آب زیر زمینی در این منطقه قابل توجه بوده است و مهمترین عامل نشست زمین و ایجاد شکاف ها و حفره های فرونشستی(شکل۲) در رستاق محسوب می شود زیرا این عامل باعث از بین رفتن خاصیت شناوری ذرات جامد در آبخوان که سطح آب در آن پایین افتاده است می شود و کاهش خلل و فرج آبخوان موجب کاهش نفوذپذیری و افزایش تراکم رسوبات می شود و در نتیجه زمین نشست می کند. چاه های منطقه دارای وضعیت ممنوعه ی بحرانی است و متاسفانه به علت اضافه برداشت کلیه قنوات محدوده رستاق خشک شده اند بیلان منطقه نیز منفی است و بارندگی کم در منطقه رستاق که طبق آمار ۳۰ ساله ایستگاه یزد ۶۴/۳۸ میلیمتر می باشد و میزان تبخیر سالانه۳۱۰۳/۷۸ میلیمتر می باشد این شرایط را تشدید می کند.

شکل(۲): الف)شکاف موازی ب)شکاف انشعابی ج)حفره فرونشستی

آبرفت های منطقه به صورت لایه های متداخل از ماسه، رس و سیلت هستند و سفره آب های تحت فشار و یا نیمه فشار آزاد بوجود آورده اند اما بدلیل برداشت بی رویه از این سفره و تغذیه ناکافی که بتواند جایگزین تخلیه گردد حالت تحت فشار بودن از دست رفته و حالت سفره آزاد بخود گرفته است. میزان تبخیر شدید در منطقه مورد مطالعه سبب شده است تا بطور اخص از این منطقه، تغذیه ای بطور مستقیم در سطح دشت صورت نگیرد و آبهای نفوذی در سطح دشت پس از یک الی دو متر نفوذ در سطح خاک تحت تاثیر درجه حرارت واقع شود و مجددا در حالی که مقداری از نمک های لایه ی سطحی را نیز در خود حل کرده اند، به سطح زمین برگشت کند و تبخیر شود. تنها محل تغذیه سفره آبهای زیر زمینی ارتفاعات و مخروط افکنه های پای دامنه ها است که ممکن است به صورت مستقیم از نفوذ نزولات جوی ناشی شود و یا به شکل نفوذ از آب سیلاب انجام پذیرد.

مراجع

- اخوان طباطبائی، محمد مهدی، **گزارش نشست زمین بر اثر برداشت شدید آب زیر زمینی دشت یزد و اردکان**، امور آب استان یزد، ۸، ۱۳۸۲.
- رضائیان،علی، **بررسی علل و پیامدهای زمین ریخت شناسی نشست زمین در اشکذر یزد**،پایان نامه کارشناسی ارشد، ۴۳، ۱۳۸۳.
- کوک،آر،یو، دورکمپ،جی،سی، **ژئومورفولوژی و مدیریت محیط**، ترجمه شاپور، گودرزی نژاد، جلد اول، تهران، سمت، ۲۴۵، ۱۳۷۷.
- وزارت نیرو، **گزارش آماری و بیلان آبهای زیر زمینی دشت یزد-اردکان**، شرکت سهامی آب منطقه ای یزد-اداره کل امور آب استان یزد-امور مطالعات منابع آب، ۳۸، ۱۳۷۶.
- www.gsi.ir

بررسی فرونشست دشت رفسنجان با استفاده از مدل ANP

[1]مهدی صداقت*، [2]محمد علی زنگی آبادی، [3]نادر اسماعیل پور
[1] استادیار دانشگاه پیام نور مرکز کرمان sedaghat.me@gmail.com
[2] کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران m.zangi.1988@gmail.com
[3] کارشناس ارشد هیدروژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران Naderkerman1366@gmail.com

۱-مقدمه

بنا به تعریف یونسکو فرو نشست عبارت است از فروریزش و یا نشست سطح زمین که به علت های متفاوتی در مقیاس بزرگ روی می دهد(رزمگر، ۱۳۸۹). بهره برداری های بی رویه از آبهای زیر زمینی در حوضه هایی که با نهشه های آبرفتی، دریاهای کم عمق یا دریاچه ای ناپایدار (Unconsolidated) انباشته گشته اند موجب نشست (Subsidence) و یا فروریزش سطح زمین می شود(سازمان زمین شناسی ایالات متحده، ۲۰۰۰). طبق تعریف انستیتو زمین شناسی ایالات متحده، پدیده فرونشست، نشست رو به پایین سطح زمین با جابجایی افقی اندک است که از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر محدود نمی‌باشد(لیک، ۲۰۰۲). نشست در اثر پدیده‌های طبیعی زمین شناختی مانند انحلال، آب شدگی یخها وتراکم نهشته ها، حرکت آرام پوسته و خروج گدازه از پوسته جامد زمین و یا فعالیت‌های انسانی نظیر معدن کاوی، برداشت آبهای زیر زمینی و یا نفت ایجاد شود(رهنما راد، ۱۳۸۶). از عوامل موثر در فرو نشست سطح زمین می تواند به فاکتورهای ذیل اشاره کرد:

۱. ضخامت لایه آبدار ۲. ساختمان خاک(جنس خاک)، ۳. نوع آبخوان، ۴. تخلخل و نفوذ پذیری آبخوان، ۵. قابلیت تراکم پذیری آبخوان، ۶. رفتار میان لایه ای، ۷. فشار بین دانه ای در آبخوان، ۸. میزان افت سطح آب زیر زمینی(رهنماراد، ۱۳۸۶).

وقتی که افت سطح آب زیادتر و لایه های آبدار ضخیم تر و تراکم پذیرتر باشند، نشست سطح زمین بیشتر خواهد بود. مکانیزم فرونشست سطح زمین به گونه‌ای است که بخشی از وزن لایه های بالایی توسط اسکلت آبخوان و بخش دیگر آن توسط آب موجود در آبخوان تحمل می شود. فشار بین دانه ای یا فشار موثر آبخوان ها و مواد دیگر، فشار انتقال یافته از طریق نقاط تماس ذرات منفرد می باشد. فشار بین دانه ای در هر عمق برابر با تفاضل بین دانه ای در هر عمق با تفاضل بین فشار کل و فشار هیدرولیکی یا فشار آب منفذی در همان عمق است(فاریابی، ۱۳۸۷).

سرعت حرکت افقی آبهای زیر زمینی نیز می تواند فشارهای جانبی ایجاد کند که به علت افزایش فشار موئینه یا اصطکاک حاصل از جریان آب در مواد جامد، حرکات جانبی سطح زمین را پدید می آورد. افت ناموزون سطح آب زیر زمینی و ناهمگنی تراکم آبرفت منطقه نیز موجب نشست ناموزون سطح آب زیر زمینی می شود و شکافهایی در پوسته زمین ایجاد می کند. مقدار نشست زمین برای هر ۱۰ متر افت سطح آب، بین ۱ تا ۵۰ سانتی متر متغیر است که دامنه این تغییرات به ضخامت و تراکم پذیری لایه ها، طول زمان بارگذاری، درجه و نوع تنش وارده بستگی دارد(لافگرن،۱۹۶۹ به نقل از تردست و همکاران).

پدیده نشست منطقه ای و ایجاد شکاف در سطح زمین در دهها کشور جهان از جمله آمریکا، ژاپن، مکزیک، ایتالیا، تایوان، تایلند، انگلستان، هلند، چین، ایران که با اضافه برداشت از منابع آبهای زیر زمینی مواجه اند، مشاهده شده است(رزم گر، ۱۳۸۹). بررسی اثر برداشت آبهای زیر زمینی در نیوجرسی جنوبی نشان داد که با افزایش برداشت آب از چاه های عمیق، نشست زمین شدیدتر شده است(سان و همکاران، ۱۹۹۹). در این رابطه تحقیق جانسیس و همکاران (۲۰۰۴) برروی پایش و تحلیل تاثیر پمپاژ آب در منطقه تپه های تسالونیکا نشان داد که این عمل موجب تغییر مورفولوژی تپه ها شده است.

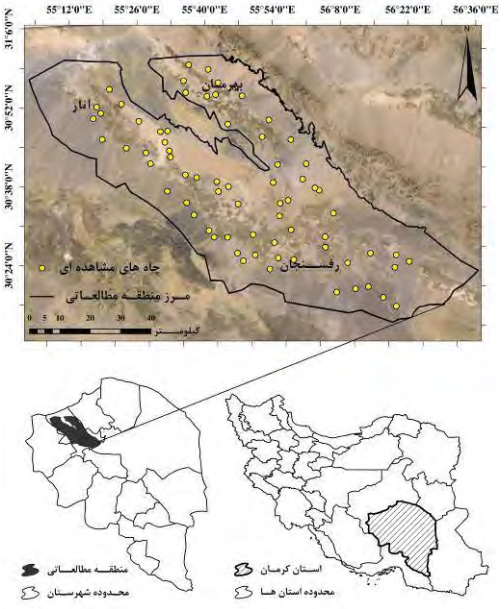
موسوی و همکاران (۲۰۰۱) با اندازی گیری میزان و روند نشست زمین در ایران با استفاده از GPS، دشت های دارای بیشترین نشست را مشخص نمودند. در مقاله ای دیگر با عنوان فرونشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در دشت رفسنجان، با استفاده از مدل Modflow میزان نشست در دو نقطه مشاهداتی ۰/۳۵ و۰/۵۱ متر اندازه گیری شده است(رهنما و کاظمی آذر، ۱۳۸۵). رهنما راد و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی،

میزان فرونشست در دشت مشهد را ۶۰ سانتیمتر ارزیابی کردند. علاوه بر آن در پژوهشی بر روی دشت رفسنجان عنوان گردید که علاوه بر برداشت آب زیرزمینی، عامل تکتونیک نیز می تواند در این امر موثر باشد (فاریابی و همکاران، ۱۳۸۷).

در این راستا مقاله حاضر با مروری بر تجربیات سایر محققین در زمینه استخراج استاندارد های رخداد نشست در مناطق مختلف و اولویتهای تعیین شده برای عوامل تأثیرگذار بر این پدیده در پی پهنه بندی خطر فرونشست در دست رفسنجان با استفاده از مدل های تصمیم گیری چند متغیره می باشد.

۲-موقعیت منطقه مورد مطالعه

حوضه رفسنجان با ارتفاع کلی بین ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و وسعتی در حدود ۱۰۹۰۵ کیلومتر مربع در ایران مرکزی قرار دارد. از این سطح ۴۶۳۶ کیلومتر مربع بصورت دشت و ۶۲۶۹ کیلومتر مربع بصورت کوهستان می باشد. شکل شماره ۱موقعیت جغرافیایی دشت رفسنجان را نشان می دهد. طول جغرافیایی این حوضه بین ′۵۶°۳۲ و ′۵۴°۳۰ شرقی و عرض جغرافیایی آن بین ′۳۱°۱۵ و ′۲۹°۵۲ شمالی قرار دارد. حوضه رفسنجان به سه بخش رفسنجان-کبوترخان، انار-کشکوئیه و نوق تقسیم می شود. در مطالعه حاظر منظور از دشت رفسنجان کل منطقه که عمده ترین محصول کشاورزی آن پسته می باشد. جنس زمین اغلب از نوع مخروط افکنه های جوان، ماسه بادی، رس و سیلت می باشد. جنس سنگ کف در حاشیه شمالی دشت رفسنجان از کنگلومرا و قسمت اعظم سنگ کف نواحی جنوب دشت رفسنجان از نوع کنگلومرا و اکولومراهای نئوژن می باشد. قسمتهایی از سنگ کف نوق از سازندهای آهکی و فلیشهای کرتاسه تشکیل شده و سنگ نواحی مرکزی دشتهای رفسنجان، انار و نواحی شمالی دشت نوق از جنس رسوبات دریاچه ای می باشد. بر اساس مطالعات ژئوفیزیکی انجام شده در سالهای ۱۳۴۹ و ۱۳۵۰ متوسط ضخامت آبرفت در دشت رفسنجان ۱۵۰ متر و حداکثر ۳۵۰ متر می باشد(رهنما، ۱۳۸۶).



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

۳-مواد و روش

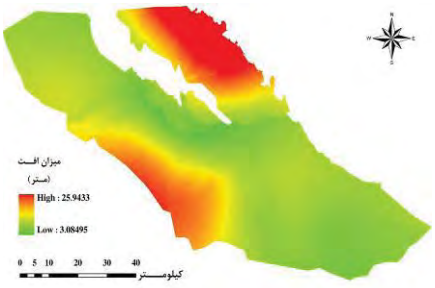
روش های ارزیابی چند معیاره کاربرد وسیعی در همه علوم از جمله جغرافیا پیدا کرده اند. از بین این روشها فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) یکی از روشهایی است که بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. یکی از محدودیت های جدی در AHP این است که وابستگی های متقابل بین عناصر تصمیم، یعنی معیار ها و گزینه ها را در نظر نمی گیرد و ارتباط بین عناصر تصمیم گیری را سلسله مراتبی و یکطرفه فرض می کند. روش فرآیند تحلیل شبکه ای(ANP) ارتباط پیچیده بین و میان(چهار سویه) عناصر تصمیم را از طریق جایگزینی ساختار سلسله مراتبی با ساختار شبکه ای در نظر می گیرد. به همین دلیل در سالهای اخیر استفاده از ANP به جایAHP در اغلب زمینه ها افزایش پیدا کرده است.

بنابر این یکی از محدودیت های جدی در AHP این است که وابستگی متقابل بین عناصر تصمیم، یعنی وابستگی معیارها، زیر معیارها و گزینه ها را در نظر نمی گیرد و ارتباط بین عناصر تصمیم را سلسله مراتبی و یکطرفه فرض می کند. این فرض ممکن است در بعضی موارد صادق نباشد و در چنین شرایطی نتیجه روش AHP ممکن است موجب برعکس شدن رتبه ها شود. یعنی با حذف گزینه ای ممکن است نتیجه رتبه بندی تغییر کند. بنابر این باید در استفاده از AHP اندکی محتاط بود، زیرا کلیه مسائل و مشکلات برنامه ریزی لزوما دارای ساختار سلسله مراتبی نیستند(زبردست، ۱۳۸۰، ۱۹).

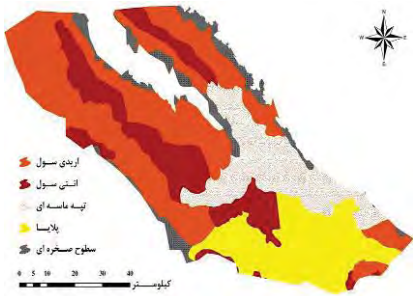
داده های مورد استفاده در این پژوهش سه بخش را در بر می‌گیرند که بخش اول: داده های افت سطح آب زیرزمینی چاه های مشاهده ای اخذ شده از سازمان آب منطقه‌ای استان کرمان بوده است. بخش دوم: اطلاعات مربوط به طبقه بندی خاک های موجود در منطقه از دیتابانک موسسه تحقیقات خاک و آب گرفته شده و همچنین بخش سوم مربوط به اطلاعات عمق سنگ بستر در منطقه بوده که حاصل بررسی میدان و برداشت سوندژ در دشت رفسنجان بوده است.

۴-نتیجه گیری

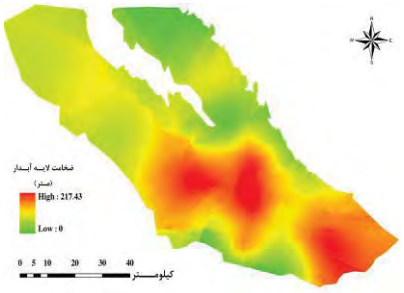
لایه افت سطح آب زیرزمین حاصل درونیابی داده های چاه های مشاهده ای که پس از انجام فرآیند باز طبقه بندی برای وارد سازی به مدل آماده گردید(شکل شماره ۲). به همین ترتیب بعد از اعمال نظرات کارشناسی نسبت به باز طبقه بندی پهنه های خاکی در منطقه اقدام شد(شکل شماره ۳). در نهایت با پهنه بندی داده های حاصل از سونداژ عمق سنگ بستر و کم کردن آن از لایه ارتفاع سطح ایستابی پهنه بندی ضخامت لایه آبدار در نقاط مختلف محدوده تولید و باز طبقه بندی شد(شکل شماره ۴). لازم به ذکر تمامی درونیابی ها در مقاله حاضر بنا به مطالعه ویجی به روش کریجینگ صورت گرفته است (ویجی و ریمادوی، ۲۰۰۶).



شکل ۲: نقشه میزان افت سطح آب زیرزمینی



شکل ۳: نقشه خاک شناسی منطقه



شکل ۴: نقشه ضخامت لایه آبدار

مدل *AHP*:

اجرای مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در بخش الحاقی نرم افزار ArcGIS(مارینونی، ۲۰۰۴) و تعیین سطح اولویت کارشناسی متغیرها در مدل یک سطح بندی از احتمال رخداد پدیده نشست در منطقه ارائه نمود(شکل ۵). وزن محاسباتی در پهنه بندی مدل AHP در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: ماتریس اولویت مدل AHP

متغیر	افت سطح آب	جنس خاک	ضخامت لایه آبدار	وزن متغیر
افت سطح آب	۱	٤	٦	۰.۷
جنس خاک	۰.۲۵	۱	۲	۰.۱۹
ضخامت لایه آبدار	۰.۱٦٦	۰.۵	۱	۰.۱
نرخ سازگاری	۰.۱			۱

مدل *ANP*:

پیاده سازی مدل فرآیند شبکه ای تحلیل ANP در نرم افزار Super decision و مقایسه های زوجی و تعیین سطح اولویت متغیرها نیز منجر به استخراج سه ماتریس جامع گردید: *ماتریس جامع اولیه:* این ماتریس تمامی بردارهای ویژه ای که از ماتریس مقایسه جفتی مدل حاصل شده را در بر می گیرد. *ماتریس جامع وزنی:* این ماتریس از ضرب مقادیر ماتریس اولیه در ماترین وزنی خوشه ای حاصل می شود. *ماتریس جامع حدی:* با به توان رساندن ماتریس جامع وزنی در بزرگترین عدد دلخواه استخراج می شود.

ماتریس حدی شکلی مشابه ماترین وزنی دارد. وزن های نهایی تمامی عناصر(جدول ۲) در ماتریس می توانند بوسیله نرمال سازی هر خوشه ی ماتریس جامع استخراج شوند. ماتریس حدی وزن های معیارها را همانگونه که در جدول شماره ۲ آمده نشان می دهد (الدراندیلی و عماری، ۲۰۱۴).

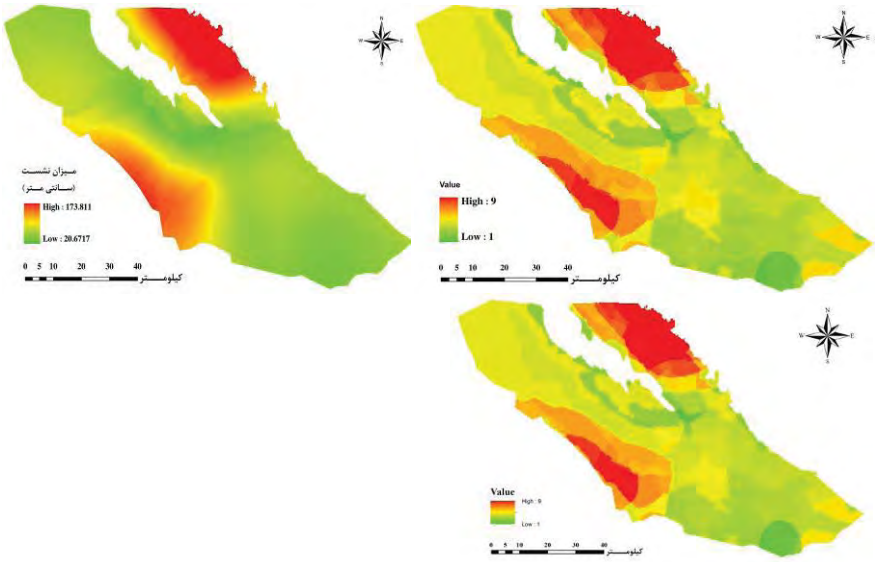
جدول ۲: وزن نهایی عناصر در مدل ANP

معیارها	اولویت معیارها	وزن
افت سطح آب	۵←	۰.۰۲۶
	۱۰-۵	۰.۰۷۸
	۱۵-۱۰	۰.۱۳
	۲۰-۱۵	۰.۱۸۲
	۲۵-۲۰	۰.۲۳۵
جنس خاک	اریدی سول	۰.۰۷۶
	انتی سول	۰.۰۵۹
	تپه ماسه ای	۰.۰۴۲
	پلایا	۰.۰۲۵
	صخره ای	۰.۰۰۸
ضخامت لایه آبدار	۵۰←	۰.۰۰۵
	۱۰۰-۵۰	۰.۰۱۵
	۱۵۰-۱۰۰	۰.۰۲۶
	۲۰۰-۱۵۰	۰.۰۳۷
	۲۵۰-۲۰۰	۰.۰۴۷

جدول ۲: وزن معیارهای ماتریس حدی و وزنی مدل ANP

	وزن معیارها	اولویت معیارها
افت سطح آب	۰.۶۵۳	۰.۳۲۶
جنس خاک	۰.۲۱۳	۰.۱۰۶
ضخامت لایه آبدار	۰.۱۳۳	۰.۰۶۶

مقایسه نتایج خروجی های حاصل از دو مدل و شیوه پیشنهادی سازمان زمین شناسی در دشت رفسنجان نشان داد که در ساختار کلی ارزیابی خطر فرونشست تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند با این تفاوت که مدل AHP و روش سازمان زمین شناسی نسبت به اراضی بخش مرکزی دشت رفسنجان و بخصوص اراضی اطراف بافت شهر رفسنجان پیش بینی های خوش بینانه ای را انجام داده اند و آن مناطق را در رده خطر متوسط تا خیلی کم طبقه بندی نموده اند. این در حالی است که بازبینی و گزارشات میدانی حکایت از مشاهده این پدیده و تأثیر آن بر ابنیه در این مناطق است.



شکل ۵: نقشه خطر نشست حاصل مدل AHP شکل ۶: نقشه خطر نشست حاصل مدل ANP شکل ۷: نقشه برآورد نشست سازمان زمین شناسی

در نتیجه پس از اجرا مدل دو مدل AHP و ANP نتایج هر دو مدل با مدل پیشنهادی سازمان زمین شناسی در برآورد سطح نشت مقایسه گردید. در این مقاله فرایند تحلیل شبکه ای ANP و کاربرد آن در ژئومورفولوژی با بکارگیری آن در تعیین میزان فرونشست در نقاط مختلف دشت رفسنجان مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که فرایند تحلیل شبکه ای، ضمن حفظ کلیه قابلیتهای AHP از جمله سادگی، انعطاف پذیری، بکارگیری معیارهای کمی و کیفی به طور همزمان، قابلت بررسی سازگاری در قضاوتها، و امکان رتبه بندی گزینه ها، می تواند بر محدودیت های جدی آن از جمله در نظر نگرفتن وابستگی های متقابل بین عناصر تصمیم و فرض اینکه عناصر تصمیم، سلسله مراتبی و یکطرفه است، فایق آمده و چارچوب مناسبی را برای تحلیل مسایل ژئومورفولوژی فراهم آورد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی ابتدا مسئله یا موضوع مورد نظر را به یک ساختار سلسله مراتبی تبدیل می کند که در آن عناصر تشکیل دهنده این ساختار که اجزا تصمیم نیز تلقی می شود، مستقل از یکدیگر فرض می شوند.

۵- منابع

[۱]تردست، ع.، بلورچی، م.، شمشکی، ا.، فرونشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در جنوب غربی تهران، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۹۰

[۲]رزمگر، ر.، موسوی، م.، شمشکی، ا.، و بلوچی، م، ج.، فرونشست دشت تهران- شهریار بر اثر برداشت بی رویه آبهای زیر زمینی. دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع بهره برداری از منابع آب، ۱۳۸۹.

[۳]فاریابی، م.، کلانتری، ن.، چیت سازان، م و رحیمی، م.، نگاهی نو به فرونشست زمین در دشت رفسنجان در اثر بهره برداری از آب زیرزمینی، دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چران اهواز، ۱۳۸۷

[۴]رهنما، م.ب.، کاظمی آذر، ف.، فرونشست زمبن در اثر افت آب زیر زمینی در دشت رفسنجان. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، ۱۳۸۵

[۵]رهنما راد، ج.، فرهنگ، ر.، و حسینی، س، ع.، فرونشست دشت مشهد بر اثر برداشت بی رویه آبهای زیرزمینی. دومین همایش مقابله با سوانح طبیعی، ۱۳۸۶

[۶]زبردست، ا.، کاربرد فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) در برنامه ریزی شهری و منطقه ای. نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهر سازی، شماره ۴۱، صفحات ۹۰-۷۹، ۱۳۸۹

[۷]محمدی، ص.، سلاجقه، ع.، مهدوی، م.، و باقری، ر.، بررسی تغییرات مکانی و زمانی سطح آب زیر زمینی دشت کرمان با استفاده از روش زمین آماری مناسب،فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۹ شماره ۱، صفحه ۷۱- ۶۰، ۱۳۹۱

[۸]لشکری پور، غ.، غزنفری، م.، و صالحی، ر.، فرونشست دشت مهیار جنوبی و تأثیر شکافهای ناشی از آن بر مناطق مسکونی، ۱۳۸۷.