

تهیه مدل مفهومی چینه‌های نهشته‌های کواترنر و سنگ کف آبخوان جم استان بوشهر با استفاده از مدل GMS

علی جعفری^۱، رسول مهدوی^۲

۱- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری مرکز تحقیقات آموزش و تحقیقات کشاورزی استان بوشهر

۲- دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج

چکیده

برای بررسی‌های زمین‌آماری مقاطع مختلف نهشته‌های کواترنر آبخوان، با استفاده از داده‌های چاه‌ها و گمانه‌ها، اقدام به استخراج عمق مقاطع شد. سپس در نرم‌افزار GMS اقدام به کدگذاری شد. بر اساس مقاطع ژئوالکتریک دشت، با توجه به مقاومت ویژه الکتریکی غالب و تجزیه و تحلیل سونداژهای نمونه، سه کلاس چینه‌ای، رسوبات آبرفتی خشک (Q₂)، رسوبات آبرفتی آبدار (Q₁) و سنگ کف مارنی (M) تفکیک شد. پس از ورود داده‌های مقاطع نهشته‌ها به نرم‌افزار ArcGIS، از طریق لگاریتم‌گیری، نرمال‌سازی داده‌ها انجام شد. نتایج نشان داد سنگ کف آبخوان در نواحی شمال غربی از جنس رس خالص قرمز رنگ، در ناحیه شمالی از جنس مارن سبز رنگ و سنگ کف منطقه میانی، از جنس مارن خالص می‌باشد. لایه سطحی شامل رسوبات آبرفتی خشک بوده و در زیر آن، لایه حاوی رسوبات آبرفتی آبدار قرار دارد. سنگ کف مارنی (M) در تمام طول مقاطع دیده می‌شود. بیشینه ارتفاع ۷۳۰ متر در شمال شرقی دشت و کمینه ارتفاع ۶۳۰ متر در شمال غربی آن است. بررسی‌ها نشان داد عمده ضخامت نهشته‌های کواترنر Q₁ در ناحیه شمال شرقی محدوده تحقیق قرار دارد و در بخش میانی و به سمت شمال غربی دشت از میزان ضخامت Q₁ کاسته شده است. ضخامت نهشته‌های کواترنر Q₂ در جهت شمال غربی به شمال شرقی، به ویژه در میانه‌های دشت، افزایش می‌یابد. از ویژگی‌های نهشته‌های کواترنر لایه سطحی محل تحقیق، عدم وجود لایه‌های آبدار سطحی، نفوذپذیری بالا و کاهش ناخالصی‌های رسی می‌باشد که از خصوصیات مناسب اقدامات تغذیه مصنوعی و آبخوانداری به شمار می‌آید. نتایج بررسی رسوبات آبرفتی خشک و رسوبات آبرفتی آبدار نشان داد رابطه مستقیمی بین ضرایب هیدرودینامیکی و تغییرات ضخامت نهشته‌های کواترنر وجود دارد که با کاهش ضخامت رسوبات آبرفتی آبدار، ضرایب هیدرودینامیکی نیز کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: مدل آب‌بازرسی، ضخامت رسوبات آبرفتی، خصوصیات هیدرودینامیکی

مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از منابع اصلی آب مصرفی است. در مقابله با افزایش تقاضا برای استفاده‌های آب شرب، کشاورزی و صنعتی، مدیریت این منابع بسیار مهم است. اقدامات مدیریتی نیاز به دانستن رفتار مکانی و زمانی آب‌های زیرزمینی است [۱۳]. در منطقه مورد مطالعه، نهشته‌های کواترن با ضخامت‌های مختلف گسترده شده و روابط هیدرودینامیکی خاصی بر این نهشته‌ها به صورت تحت‌الارضی از قبیل، ضخامت نهشته‌ها و تکتونیک موثر بر آن‌ها در منطقه حاکم شده است. ضرایب هیدرودینامیکی نشان می‌دهند آب در محیط‌های متخلخل با چه سرعتی وارد شده، در خلال منافذ حرکت کرده و از آن‌ها خارج می‌شود. همچنین نحوه تغییرات سطح ایستابی و یا سطح پیرومتریک را مشخص می‌کند (۳). با در نظر گرفتن آبرفت‌های درشت‌دانه این منطقه که نقش مهمی در تغذیه سفره آب زیرزمینی دارند می‌توان با انجام مطالعات دقیق، علاوه بر شناسایی ویژگی‌های هیدرودینامیکی رسوبات عهد حاضر این دشت، روش و مکان مناسبی نیز برای تغذیه مصنوعی آبخوان این دشت تعیین کرد. با توجه به افت قابل ملاحظه سطح آب زیرزمینی سفره‌های آب زیرزمینی موجود در این محدوده طی سال‌های اخیر و تخلیه بسیار زیاد از این منابع (حدود هشت میلیون مترمکعب در سال) و افزایش جمعیت منطقه، از طرفی وجود بارش‌های سیل‌آسای زمستانی که حجم بالایی از رواناب (بیش از ۴۲ میلیون مترمکعب در سال) را ایجاد می‌نماید، بافت درشت‌دانه آبرفت دشت‌های منطقه، لزوم بررسی خصوصیات نهشته‌های کواترن آبخوان جم را انکارناپذیر می‌نماید [۹]. دوره کواترن و نهشته‌های آن، بستر زیستی را تشکیل داده و بیشتر فعالیت‌های حیاتی نظیر منابع طبیعی، کشاورزی، شهرسازی و غیره در روی سازندهای این دوره بنا شده و بیش از نیمی از مساحت کشور را پوشانده است [۲]. نهشته‌های کواترن در طول تاریخ، ظرف اصلی تامین‌کننده آب برای بشر محسوب شده و به‌عنوان بهترین مکان‌های زندگی به شمار می‌آیند و همیشه تحت تاثیر فعالیت‌های کشت و زرع، سکونت و استفاده‌های مختلف بشر قرار داشته‌اند [۵].

ژئومورفولوژی دشت‌های آبرفتی شامل مخروط‌افکنه‌ها، دشت‌های سیلابی، تراس‌های آبرفتی و دلتاها هستند. این نهشته‌ها معمولاً به عنوان لندفرم‌های رودخانه‌ای شناخته می‌شوند و از نظر زمین‌شناسی جزء نهشته‌های دوره کواترن به شمار می‌آیند. موقعیت این ته‌نشست‌ها از محل خروجی کوهستان جایی که رودخانه توان حمل و فرسایش خود را از دست می‌دهد شروع و تا مصب رودخانه در دریا و یا دریاچه ادامه می‌یابد [۶].

نتایج تحقیق زینالی [۱۴] در بررسی پساب خروجی مزارع پرورش ماهی و امکان تزریق آن به چاه‌های جذبی در منطقه قوریگل شهرستان بستان‌آباد نشان داد که آبخوان آبرفتی منطقه با تالاب قوریگل، پیوند هیدرولیکی دارد. مقدار ضریب قابلیت انتقال از ۱۵ مترمربع بر روز در شمال شرق آبخوان تا ۱۶۵ مترمربع بر روز در شمال غرب آبخوان (حوالی سایت پرورش ماهی) متغیر است. عبدی و غیومیان [۱] در تحقیقات خود برای تعیین محل‌های مناسب پخش سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی و پردازش آن‌ها در محیط GIS، به بررسی مشخصات بافتی و نفوذپذیری رسوبات کواترنی پرداختند. با اندازه‌گیری مقاومت مخصوص ظاهری و عرضی به‌دست آمده برای مجموعه نهشته‌های دشت زنجان، اقدام به طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی نمودند. سپس با تلفیق و همپوشانی لایه‌ها و تجزیه و تحلیل نقشه‌های بدست آمده، محل‌های مناسب برای ذخیره‌سازی آب‌های سطحی و تقویت منابع آب زیرزمینی را اولویت‌بندی کردند.

قرمزچشمه [۴] در مطالعه مکان‌یابی عرصه‌های مناسب پخش سیلاب در دشت میمه اصفهان پنج عامل شیب، نفوذپذیری، قابلیت انتقال، ضخامت آبرفت و هدایت الکتریکی را بررسی و هر کدام از عوامل را به چهار طبقه خیلی مناسب تا نامناسب با استفاده از سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری، تقسیم‌بندی کردند. از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، نقشه پهنه‌بندی مناطق مستعد برای اجرای طرح‌های پخش سیلاب، تهیه شد.

سلطانی [۱۲] تحقیقی را به منظور تعیین مناطق مستعد پخش سیلاب در حوزه آبخیز سمل بوشهر انجام داد. برای این منظور از نقشه‌های شیب، قابلیت اراضی، نفوذپذیری سطحی، واحدهای کواترن، ضخامت آبرفت و کاربری اراضی استفاده کرد و آن‌ها در محیط GIS طبقه‌بندی نمود. در مرحله بعد لایه‌های اطلاعاتی را بر اساس اهمیت هر یک در مکان‌یابی، وزن‌دهی کرد و با تلفیق نقشه‌ها مناطق مستعد را تعیین نمود. نتیجه تحقیق نشان داد که اپراتورهای $\gamma = 0.1$ و $\gamma = 0.2$ و از مدل منطقی فازی بیشترین درصد همپوشانی را با عرصه کنترلی دارا هستند.

نوری [۱۰] در تحقیقی به منظور تعیین مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز گاوبندی شهرستان بندرلنگه استان هرمزگان از لایه‌های اطلاعاتی شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت، کاربری اراضی و اشکال زمین استفاده کرد. با طبقه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی و تلفیق آن‌ها بر اساس منطق‌های بولین و فازی، مناطق مناسب برای تغذیه مصنوعی آبهای زیرزمینی را مشخص کرده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان که مناطق مناسب برای پخش سیلاب به طور عمده در واحد دشت‌سر و مناطق مناسب تغذیه مصنوعی به طریق حوضچه‌های تغذیه بیشتر در واحدهای دشت‌سر و مخروط‌افکنه واقع شده است.

حبیبزاده [۶] در بررسی تاثیر تغذیه مصنوعی و آبخوانداری بر سفره زیرزمینی دشت تسوج (شمال دریاچه ارومیه) ضمن بررسی هیدروژئولوژیکی سفره، با حفر دو حلقه چاه پیژومتری و یک حلقه چاه اکتشافی در محدوده اجرایی طرح، و با استفاده از شش حلقه چاه پیژومتری مربوط به سازمان آب منطقه‌ای استان شبکه پایش و آماربرداری تشکیل داد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق در طول دوره آماری کمترین عمق آبهای زیرزمینی مربوط به چاه قلعه مراغوش با ۶/۹ متر و بیشترین عمق مربوط به چاه آبخوانداری امستجان با ۸۴/۵۸ متر است. بررسی نتایج نقشه‌های ژئوفیزیکی منطقه، لوگ‌های چاه‌های پیژومتری و اکتشافی نشان داد که منطقه دارای استعدادهای قابل ملاحظه‌ای برای اجرای عملیات تغذیه مصنوعی است. میزان قابلیت نفوذپذیری ۶۷/۵-۱۰۰ متر برآورد شده است.

گرپس و همکاران [۵] در بررسی خصوصیات هیدرودینامیکی دشت سیلابی در حوزه چاک رودخانه لامبورن در جنوب با استفاده از اطلاعات مربوط به گمانه‌ها و چاه‌های پیژومتری منطقه، سطوح مختلف عمق آب زیرزمینی در کانال‌های دشت سیلابی و کف دره‌ها را تهیه کردند. شیب هیدرولیکی با استفاده از گمانه‌های موجود در سه سایت در دشت سیلابی اندازه‌گیری شد که شامل سایت‌های بوکه‌متون^۱، ایستگارستون^۲ و وست‌شفرد^۳ بودند. لایه آبدار آبرفتی گراولی واقع در عمق دره، به‌وسیله رودخانه دائمی تغذیه می‌شود. این بررسی نشان داد تغذیه توسط رودخانه در حاشیه دشت‌های سیلابی، جریان‌ات چشمه ماندی را بوجود آورده است.

بلاسی و مهل [۸] ترکیب و منشاء رسوبات آبرفتی هولوسن- پلیستوسن در کوهپایه‌های مناطق شرقی کوه‌های آند بین مختصات ۳۳ تا ۳۴ درجه جنوبی را مورد بررسی قرار دادند. رشته کوه‌های کوردیلا در آند و کوهپایه‌های آن در غرب آرژانتین منشاء اصلی تپه‌های ماسه‌ای دشت چاکوپامپین و نهشته‌های لسی- شبه‌لسی مرکز آرژانتین هستند.

سهرابی و همکاران [۱۱] در بررسی منابع آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی دشت ایوان در خوزستان با به‌کارگیری مدل مفهومی آب‌های زیرزمینی با استفاده مدل ریاضی (GMS) و (MODFLOW) به بررسی منابع آب ورودی، تغذیه، استخراج و جریان بازگشتی به این دشت پرداختند. مدل برای تولید سناریو آب‌های زیرزمینی یک دوره ۱۰ ساله از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ با توجه به نرخ تغذیه و برداشت آب‌های زیرزمینی اجرا شد. پیش‌بینی ذخیره آب نشان از کاهش حجم ۸/۳۴ میلیون مترمکعب به ۴/۴۳ میلیون مترمکعب در سامانه ذخیره‌سازی آب‌های زیرزمینی دارد.

جمع‌بندی سوابق تحقیق نشان می‌دهد محققان به مواردی همچون تعیین محل‌های مناسب پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی برای ذخیره‌سازی آب‌های سطحی، تقویت سفره‌های آب زیرزمینی و تعیین سطح عرصه‌های کواترنری پرداخته‌اند. لذا انجام مطالعات اساسی در جهت شناخت خصوصیات هیدروژئومورفولوژیکی نهشته‌های کواترنر این حوضه از قبیل ضخامت، نفوذپذیری و پارامترهای هیدرودینامیکی و آرایه مدل مفهومی از نهشته‌های کواترنر و سنگ کف آبخوان ضروری است.

این تحقیق با هدف تهیه مدل مفهومی چینه‌ای نهشته‌های کواترنر در محدوده آبخوان جم انجام شد و با استفاده از تحلیل‌گرهای زمین‌آماری، نهشته‌ها و ضرایب هیدرودینامیکی مورد بررسی قرار گرفت. ضخامت لایه‌های نهشته‌های کواترنر در مقاطع طولی و عرضی این محدوده، مدل‌سازی و رابطه ضرایب هیدرودینامیکی و تغییرات ضخامت نهشته‌های کواترنر مدنظر قرار گرفت. با مقایسه نتایج

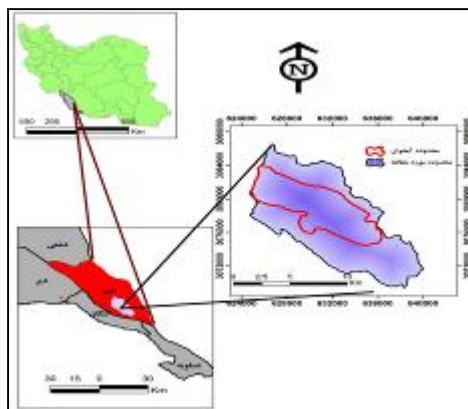
1- Bockhampton
2 - EastGarston
3 - West Shefford

ژئومورفولوژی و تلفیق آن‌ها با یکدیگر، به طور خاص رفتار هیدرودینامیکی انواع سازندها در گستره منطقه مورد مطالعه، تجزیه و تحلیل و بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

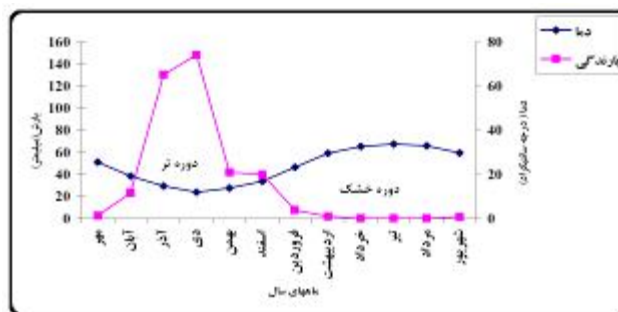
محدود مورد مطالعه به صورت دشت کشیده‌ای با عرض کم در میان ارتفاعات عمدتاً آهکی در جنوب غربی شهرستان شیراز و نیز در فاصله ۲۰۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بوشهر در استان بوشهر قرار گرفته است. شهرستان جم منطقه اصلی تمرکز جمعیت در محدوده مطالعاتی می‌باشد. این منطقه بین طول‌های جغرافیایی ۱۵' ۵۲° تا ۲۵' ۵۲° شرقی و عرض‌های ۴۴' ۲۷° تا ۵۴' ۲۷° شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی در استان بوشهر

هوا و اقلیم

بررسی بارندگی سالانه نشان می‌دهد که بیشینه بارندگی سالانه مشاهده شده در ایستگاه باغان به میزان ۷۲۹/۵ میلی‌متر و کمترین مقدار برابر با ۸۲ میلی‌متر در ایستگاه قنطره نازل شده است. گرادیان متوسط بارندگی سالانه حاکی از آن است که با افزایش ارتفاع به مقدار ۱۰۰۰ متر، میزان بارندگی به مقدار ۱۶۰ میلی‌متر افزوده می‌شود. بر این اساس متوسط بارندگی سالانه حوضه برابر با ۳۲۶/۴ میلی‌متر و حجم بارش برابر با ۲۹۶/۸ میلیون مترمکعب است. در مجموع سالانه حدود ۳۵۴۸ میلی‌متر تبخیر وجود دارد. بر این اساس با توجه به آمار موجود برای ایستگاه کنگان جم و منطقه مطالعاتی منحنی‌های آمبروترمیک ترسیم و طول دوره خشکی تعیین شد که در شکل ۲ آمده است. بر اساس سامانه دومارتن گسترش یافته، اشکوب اقلیمی خشک گرم، اقلیم غالب محدوده را تشکیل می‌دهد.



شکل ۲- منحنی آمبروترمیک ایستگاه منطقه مورد مطالعه

بررسی منحنی آمبروترمیک در حوضه مطالعاتی نشان می‌دهد که دوره خشک از اواسط اسفند شروع شده و تا اواخر آبان ماه ادامه دارد و باقی سال جزء دوره مرطوب به حساب می‌آید.

ژئومورفولوژی حوزه آبخیز و محدوده مورد مطالعه

واحدهای ژئومورفولوژیک

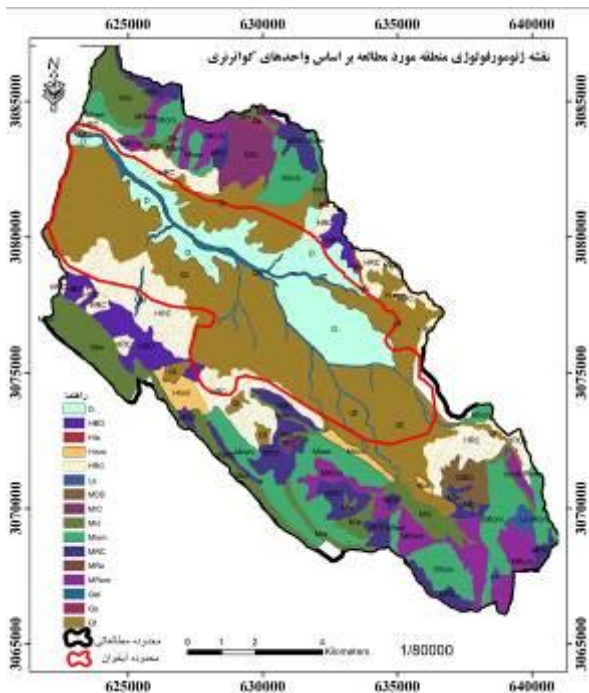
ریختشناسی، ارتفاع نسبی از سطح دریا، شیب و ارتفاع نسبی عوارض نسبت به یکدیگر معیار تشخیص واحدهای مختلف ژئومورفولوژی در این منطقه است. واحد کوهستان، واحد تپه‌ماهور و واحد فلات و دشت آبرفتی میانکوهی سطح کل این مطالعه را تشکیل داده‌اند. در واحد فلات و دشت آبرفتی، فلات‌ها سطح بیشتری را از دشت‌های آبرفتی و بستر رودخانه‌ها تشکیل داده‌اند.

تیپ‌های ژئومورفولوژیک

واحدهای کوهستان و تپه‌ماهور به دو نوع تیپ دامنه‌های منظم و دامنه‌های نامنظم تفکیک می‌شوند و بر همین پایه واحد مخروط‌افکنه و دشت میانکوهی بر اساس پروفیل طولی و عرضی دامنه به تیپ‌های ناهموار و هموار تقسیم‌بندی می‌شوند. تیپ دامنه منظم و هموار به دامنه‌هایی گفته می‌شود که صاف و فاقد برجستگی‌های مشخص و عمده هستند و تغییرات شیب در نیمرخ پروفیل آن‌ها تدریجی و یا ثابت است. رخساره‌ها در دامنه منظم بر اساس شواهدی چون، کیفیت تظاهر واحدهای سنگی، وجود پوشش نهشته‌های تخریبی و خاک بر روی آن‌ها و درصد مخلوط آن‌ها همراه با توسعه اشکال ژئومورفولوژیک و غیره تفکیک می‌شود. دامنه‌های نامنظم از شیب غیریکنواخت و ناهمگن برخوردار بوده و تغییرات شیب در نیمرخ آن‌ها به طور ناگهانی کم و زیاد می‌شود. رخساره‌ها در این نوع تیپ صرف نظر از عوامل به وجود آورنده آن بر پایه خصوصیات همچون کیفیت تظاهر واحدهای سنگی و درصد پوشش نهشته‌های منفصل واقع بر روی آن‌ها تشخیص داده می‌شوند. در واحد فلات و دشت میانکوهی فقط تیپ هموار دیده می‌شود.

رخساره‌های ژئومورفولوژیک و تهیه نقشه

رخساره حالت خاص یک واحد کاری است که نوع رخنمون، نهشته‌ها و ناهمواری‌ها و نیز شرایط آب و هوایی و وضعیت پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. به عبارت بهتر تقسیم‌بندی تیپ به اجزاء کوچک بر اساس شکل ظاهری، نوع رخنمون، اشکال فرسایش و تخریب را، رخساره می‌نامند. پس از تعیین رخساره‌ها و تهیه نقشه ژئومورفولوژی با تلفیق نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع، نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژیک، واحدهای همگن مشخص خواهد شد که آن را واحد کاری می‌نامند. برای نامگذاری هر یک از واحدها، تیپ‌ها و رخساره‌های علائم اختصاری ویژه‌ای انتخاب شده است. در این روش برای معرفی واحد کوهستان از علامت M و برای واحدهای تپه‌ماهور، دشت و آبرفت بستر رودخانه و اراضی کشاورزی به ترتیب از علائم H، Qc و Qt بهره‌گیری شده است. برای تعیین تیپ‌های ژئومورفولوژیک که بر اساس انتظام دامنه‌ها صورت گرفته از حروف I به معنی نامنظم و R به معنای منظم استفاده شده است. به منظور مشخص نمودن رخساره‌های ژئومورفولوژیک از علائم O به معنی رخنمون سنگی و C به معنی دامنه‌های پوشیده از نهشته‌های منفصل و خاک استفاده شده است. درصد متوسط برای هر یک از این دو نوع رخنمون را حرف m بیان می‌نماید. برای تعیین هر یک از رخساره‌های ژئومورفولوژیک از حروف فوق به نحوی استفاده شده است که از سمت چپ به راست به ترتیب حروف نوع واحد، تیپ، رخساره و رخنمون و درصد آن را در پهنه مورد نظر نشان می‌دهند (شکل ۳).

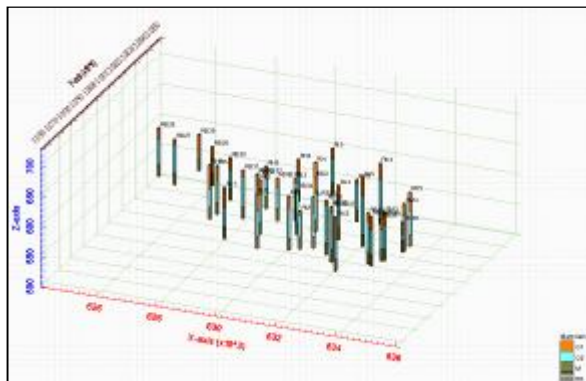


شکل ۳- نقشه واحدها، تیپها، رخساره های ژئومورفولوژیک

روش مطالعه

اساساً هر بررسی علمی و فنی بر پایه ریاضیات استوار بوده، به ویژه در بخش مهندسی آب، محاسبات ریاضی و روش های به کارگیری آن نقش کلیدی دارد. در بین مدل های ارایه شده مدل MODFLOW بیشترین کاربرد را در شبیه سازی جریان آب زیرزمینی و مدل MT3DMS بیشترین کاربرد را در زمینه مدل سازی آلودگی آب های زیرزمینی دارند. در بین مدل های ارایه شده، مدل GMS که خود از چندین مدل تشکیل شده است، جامع ترین مدل آب زیرزمینی است که روز به روز کاربرد آن در بیشتر کشورهای دنیا گسترش می یابد. برای تهیه مدل مفهومی چینه ای ورود اطلاعات لوگ چاه ها و گمانه ها بر اساس نقشه توپوگرافی منطقه و ارتفاع نقاط نشانه چاه ها انجام شد. این اطلاعات شامل اطلاعات نام گذاری، دانه بندی چاه از سنگ کف تا سطح زمین، مختصات مکانی چاه، سطح آب، جنس مواد و ضخامت هر لایه است. در این راستا بر اساس لوگ های زمین شناسی چاه های پیژومتری به تعداد نه حلقه و سونداژهای ژئوالکتریکی به تعداد ۴۲ گمانه مجموعاً ۵۱ چاه و گمانه، مدل مفهومی چینه ای نهشته های کواترنر محدوده آبخوان و دشت جم، در نرم افزار GMS بخش ID-Horizon تهیه و ترسیم شد. در این تحقیق برای مدل سازی مفهومی نهشته های کواترنر از نرم افزار GMS و برای تحلیل های آماری، از نرم افزار ArcGIS استفاده شد. پس از تهیه لوگ چینه ای، هر کدام از چاه ها در قسمت Borholes وارد کرده و ID برای هر کدام از نهشته های کواترنر تعریف شد (شکل ۴). سپس بر اساس نقاط چاه ها و توپوگرافی نهشته های کواترنر، اقدام به تهیه نقشه رقمی پلیگونی محدوده مطالعاتی و نقشه TIN شد. در مرحله بعدی مدل مفهومی چینه ای سنگ کف آبخوان و نهشته های کواترنر اجرا و نتایج مربوط به آبخوان به تفکیک نهشته ها و سنگ کف تهیه شد.

برای تهیه نقشه های درونبایی داده های مکانی نهشته های کواترنر (Q_1 و Q_2) از لوگ های زمین شناسی چاه های پیژومتری و مقاطع ژئوفیزیک محدوده آبخوان جم استفاده شده است. در این مطالعه از میان همه سونداژهای الکتریک برداشت شده، پنج مقطع اصلی به نام های RH تا RM و بخشی از مقطع RB_3 واقع در جهت شمال غربی - شمال شرقی منطقه مورد مطالعه و تقریباً عمود بر مقطع های RH تا RM تهیه شده است. پس از آن با استفاده از ابزار تحلیل گره های زمین آمار نرم افزار ArcGIS، ضمن تهیه نقشه توزیعی، تحلیل روند داده های نهشته های کواترنر (Q_1 و Q_2) آبخوان دشت جم نیز انجام شد.



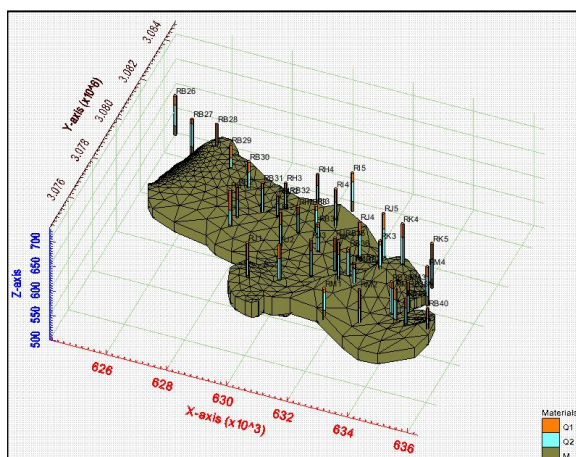
شکل ۴- مدل ID-Horizon چاه‌ها و گمانه‌های ژئوالکتریک

نتایج و بحث

بر اساس مقاطع ژئوالکتریک سه طبقه چینه‌ای برای نهشته‌های کواترنری در دشت جم با توجه به مقاومت ویژه الکتریکی غالب (اهم‌متر) و تجزیه و تحلیل سونداژهای نمونه، تفکیک شد که شامل رسوبات آبرفتی خشک (Q_1)، رسوبات آبرفتی احتمالاً آبدار (Q_2) و سنگ کف مارنی (M) هستند.

مدل مفهومی چینه‌ای سنگ کف

سنگ کف رسی مارنی آبخوان دشت جم در نواحی شمال غربی از روستای قایدی با توجه به لوگ حفاری چاه قایدی و مطالعات ژئوفیزیک از جنس رس خالص قرمز رنگ ولی در منطقه روستای فرامرزی که در ناحیه شمالی دشت قرار دارد، از جنس مارن سبزرنگ است. در حاشیه جنوبی آبخوان و در منطقه حاجی‌آباد صیدی و جم از جنس گراول متوسط تا درشت شروع شده که در انتها میزان رس آن بیشتر می‌شود. سنگ کف در منطقه گچی از جنس مارن خالص بوده که در حرکت به سمت شرق و چاه‌های دولنگه و پلنگی ادامه دارد (شکل ۵).

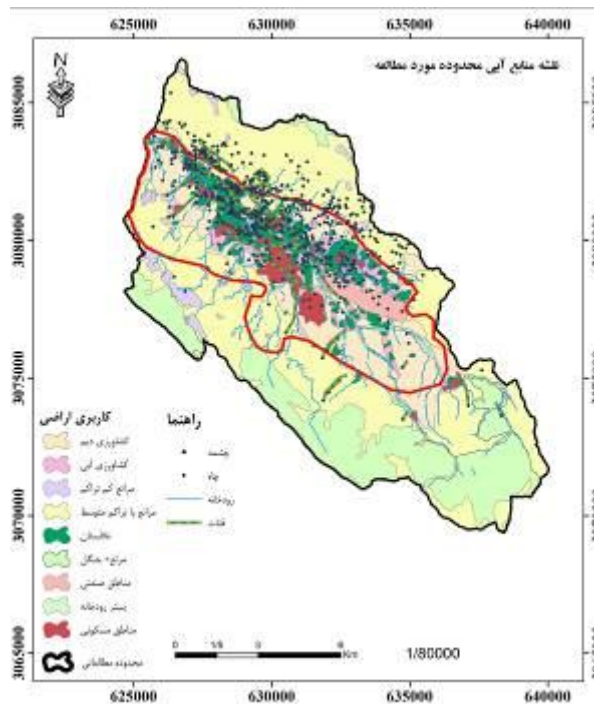


شکل ۵- بلوک دیگرگام سنگ کف، چاه‌ها و سونداژهای ژئوالکتریک

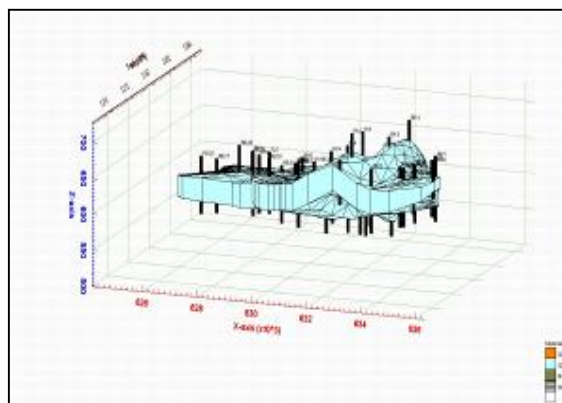
مدل مفهومی نهشته‌های کواترنری Q_2

نهشته‌های کواترنری این لایه شامل رسوبات آبرفتی ریزدانه تا متوسط گراول و قلوه‌سنگ احتمالاً آبدار بوده که همه آبخوان دشت جم را پوشش می‌دهد. این نهشته‌ها از نفوذپذیری متوسط تا بالا برخوردار بوده و دارای سفره زیرزمینی شیرین می‌باشند. ضخامت این نوع آبرفت در مرکز دشت بیشترین مقدار (سونداژ شماره ۳۶ از مقطع RB با ضخامت ۶۰ متر) که با توجه به وضعیت ناودیسسی بودن دشت

و به دنبال آن تجمع واریزه های تخریبی ارتفاعات، در این منطقه معقول بوده و تراکم بیشتر چاه های کم عمق در این محدوده نیز موید این مسئله است (شکل ۶). کمترین ضخامت آبرفت در سونداژ شماره یک از مقاطع RK و RI در حاشیه غربی دشت دیده می شود (شکل ۷).



شکل ۶- نقشه منابع آبی محدوده مورد مطالعه

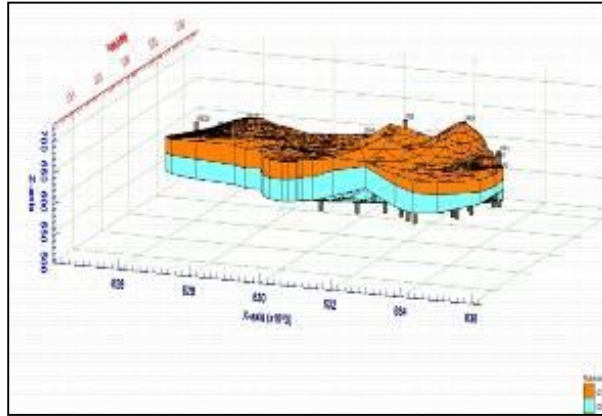


شکل ۷- بلوک دیگرام نهشته های کواترنر Q_2 ، چاه ها و سونداژهای ژئوالکتریک

مدل مفهومی چینه ای (Q1+Qal)

نهشته های کواترنر این لایه شامل رسوبات واریزه ای، آبرفتی و رودخانه ای بوده و مدل چینه ای یک پوشش کامل را ارائه می دهد (شکل ۸). از خصوصیات نهشته های کواترنر این لایه نفوذپذیری بالا، کاهش ناخاصی های رسی و عدم وجود لایه های آبدار در لایه های اولیه است. به دلیل نفوذپذیری مناسب و قابلیت هدایت هیدرولیکی بالا، به عنوان مکان های مناسب اقدامات تغذیه مصنوعی و

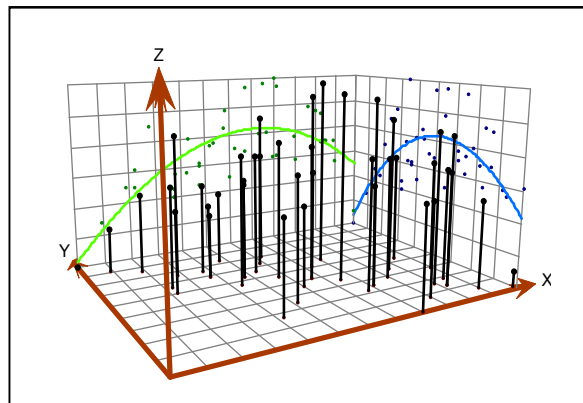
آبخوانداری به شمار می آید. به طور کلی می توان گفت ضخامت رسوبات آبرفتی و واریزه های در دشت جم از بیشینه ۹۵ متر در سونداژ RJ تا کمینه صفر در مقاطع RI و RK تغییر می کند.



شکل ۸- بلوک دیگرام نهشته های کواترنر Q_1+Q_{al} ، چاه ها و سونداژهای ژئوالکتربیک

درون یابی نهشته های کواترنر نوع Q_1

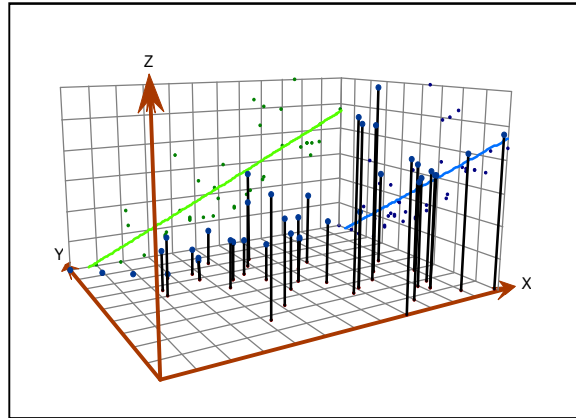
در شکل ۹ روند تغییرات مکانی داده های نهشته های کواترنر Q_1 با دو رنگ آبی و سبز نشان داده شده است. رنگ سبز نمایانگر روند تغییرات داده ها از شرق به غرب است. بررسی نمودار نشان می دهد از شرق به غرب یعنی از منطقه چاهه به سمت منطقه قایدی عمق نهشته های کواترنر Q_1 کاهش به عبارت دیگر ضخامت رسوبات آبرفتی آبخوان کاهش می یابد. رنگ آبی نمایانگر روند تغییرات عمق نهشته های کواترنر Q_1 از شمال به جنوب است. با توجه به شکل، عمق نهشته های کواترنر Q_1 از جنوب به سمت شمال محدوده مطالعاتی افزایش می یابد.



شکل ۹- تغییرات مکانی نهشته های کواترنر (Q_1)

درون یابی نهشته های کواترنر Q_2

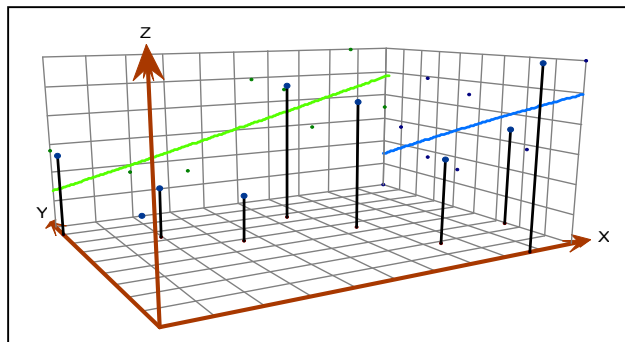
در شکل ۱۰ روند تغییرات مکانی داده های نهشته های کواترنر (Q_2) با دو رنگ آبی و سبز نشان داده شده است. رنگ سبز نمایانگر روند تغییرات داده ها از شرق به غرب است. بررسی نمودار نشان می دهد از شرق به غرب یعنی از منطقه کوه یاحسین به سمت منطقه کوه پردیس عمق نهشته های کواترنر (Q_2) در میانه های دشت افزایش، سپس در بخش های غربی کاهش یافته است. رنگ آبی نمایانگر روند تغییرات عمق نهشته های کواترنر (Q_2) از شمال به جنوب یعنی منطقه قایدی به سمت چاهه بوده که عمق نهشته ها در میانه بیشتر از حاشیه ها نشان می دهد.



شکل ۱۰- تغییرات مکانی نهشته‌های کواترنر (Q_2)

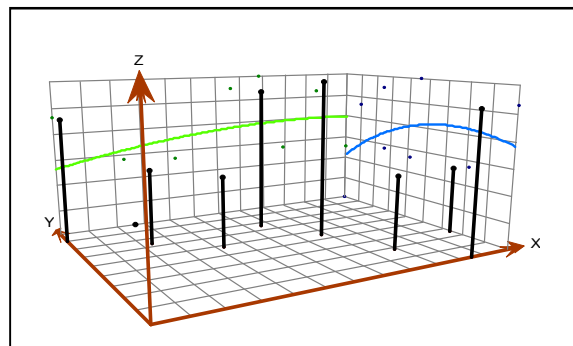
روند مکانی تغییرات ضرایب هدایت هیدرولیکی و قابلیت انتقال نهشته‌های کواترنر

روند مکانی داده‌های ضریب هدایت هیدرولیکی با دو رنگ آبی و سبز نشان داده شده است. رنگ سبز نمایانگر روند تغییرات داده‌ها از شرق به غرب است. بررسی نمودار نشان می‌دهد از شرق به غرب یعنی از منطقه چاه به سمت اکبرآباد، ضریب هدایت هیدرولیکی کاهش یافته یعنی نفوذپذیری رسوبات آبرفتی آبخوان کاهش می‌یابد. رنگ آبی نشان دهنده روند تغییرات از شمال به جنوب یعنی از کوه یاحسین به سمت کوه پردیس کاهش پیدا می‌کند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- روند مکانی داده‌های ضریب هدایت هیدرولیکی

در بررسی روند مکانی ضریب قابلیت انتقال نهشته‌های کواترنر، تغییرات آن در جهت شرق به غرب رو به کاهش و روند آن از شمال به جنوب رو به افزایش است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- روند مکانی داده‌های ضریب قابلیت انتقال

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج نشان داد لایه سطحی شامل رسوبات آبرفتی خشک (Q_1) بوده و در زیر آن، لایه حاوی رسوبات آبرفتی احتمالاً آبدار (Q_2) قرار دارد. سنگ کف مارنی (M) در تمام طول مقاطع دیده شد. چگونگی روند و مقدار منحنی‌های هم‌مقاومت ویژه ظاهری و چگونگی توزیع آن‌ها نشان داد در لایه سطحی روند منحنی‌های بالای ۲۰۰ اهم‌متر، در طول تمامی مقاطع، بیانگر وجود رسوبات آبرفتی خشک دانه‌درشت است. روند منحنی‌های ۱۰۰ اهم‌متر حاکی از وجود رسوبات آبرفتی دانه متوسط احتمالاً آبدار در عمق متوسط است. در طول کلیه مقاطع با افزایش عمق از مقدار منحنی‌های هم‌مقاومت ویژه ظاهری کاسته می‌شود که دلیل بر وجود سنگ کف مارنی است. آنچه در مورد این مقاطع می‌توان بیان کرد این است که لایه سطحی شامل رسوبات آبرفتی خشک (Q_1) بوده و در زیر آن لایه حاوی رسوبات آبرفتی آبدار (Q_2) قرار دارد. سنگ کف مارنی (M) در تمام طول مقاطع دیده می‌شود. آنچه در مقاطع طولی و عرضی مشاهده شد رسوبات آبرفتی خشک در بخش‌های جنوب غربی بیشتر و در بخش‌های شمال شرقی ضخامت کمتری دارند. در بخش‌های شمال شرقی لایه رسوبات آبرفتی آبدار ضخیم‌تر و در بخش‌های جنوب غربی باریک‌تر می‌شود. نتایج بررسی رسوبات آبرفتی خشک و رسوبات آبرفتی آبدار نشان داد رابطه مستقیمی بین ضرایب هیدرودینامیکی و تغییرات ضخامت نهشته‌های کواترنر وجود دارد که با کاهش ضخامت رسوبات آبرفتی آبدار، ضرایب هیدرودینامیکی نیز کاهش می‌یابد.

مدل مفهومی چینه‌ای سنگ کف نهشته‌های کواترنر Q_1 و بررسی لوگ حفاری چاه‌ها و مطالعات ژئوفیزیک نشان داد سنگ کف رسی مارنی در نواحی شمال غربی محدوده آبخوان، از جنس رس خالص قرمز رنگ و ناحیه شمالی دشت از جنس مارن سبز رنگ است. سنگ کف در حاشیه جنوبی آبخوان از جنس گراول متوسط تا درشت تشکیل شده، که در لایه زیرین میزان رس آن بیشتر می‌شود. نهشته‌های کواترنر این لایه شامل رسوبات واریزه‌ای، آبرفتی و رودخانه‌ای بوده و مدل چینه‌ای یک پوشش کامل ارائه می‌دهد. از خصوصیات نهشته‌های کواترنر این لایه نفوذپذیری بالا، کاهش ناخاصی‌های رسی و عدم وجود لایه‌های آبدار می‌باشد. به دلیل قابلیت نفوذ مناسب و قابلیت هدایت هیدرولیکی بالا به عنوان مکان‌های مناسب اقدامات تغذیه مصنوعی و آبخوانداری به شمار می‌آید که با نتایج تحقیقات نوری [۱۰] و حبیب زاده [۶] مطابقت دارد.

بیشترین و کمترین ارتفاع مطلق سنگ کف محدوده مورد مطالعه به ترتیب ۷۳۰ و ۵۸۲ متر بدست آمد. نتایج مقدار و روند منحنی‌های ارتفاع مطلق سنگ کف نشان داد جنوب شرق محدوده نسبت به شمال غرب، ارتفاع مطلق بیشتری دارد.

بررسی مدل مفهومی چینه‌ای نهشته‌های کواترنر Q_2 شامل رسوبات آبرفتی ریزدانه تا متوسط گراول و قلوه‌سنگ آبدار بوده، که با ضخامت‌های مختلف در تمام بخش‌های محدوده آبخوان دشت جم گسترده است. این نهشته‌ها از نفوذپذیری متوسط تا بالا برخوردار بوده و دارای سفره آب زیرزمینی شیرین هستند. بیشترین مقدار ضخامت این نوع آبرفت در مرکز دشت و کمترین ضخامت در سونداژهای شماره یک از مقاطع RK و RI در حاشیه غربی دشت وجود دارد. ناودیسسی بودن دشت و به دنبال آن تجمع واریزه‌های تخریبی ارتفاعات موجب افزایش ضخامت مرکز دشت شده است و دلیل تراکم بیشتر چاه‌های کم عمق در مرکز دشت می‌باشد.

نتایج حاصل از تحقیقات نوری و حبیب‌زاده نشان داد مناطق مناسب جهت پخش سیلاب به طور عمده در واحد دشت‌سر و مناطق مناسب تغذیه مصنوعی به طریق حوضچه‌های تغذیه بیشتر در واحدهای دشت‌سر و مخروط‌افکنه واقع شده است و با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. با توجه به اینکه نهشته‌های کواترنر از عمده‌ترین منابع و مخازن آب زیرزمینی بوده و همچنین بررسی دانه‌بندی لوگ‌های چاه‌های مشاهده‌ای منطقه نشان داد در صورت فراهم شدن شرایط اقلیمی، مکان‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی اغلب همین رسوبات خواهند بود، لذا از جمله شاخص‌های اساسی برای دستیابی به منابع آب زیرزمینی و یا اجرای عملیات تغذیه مصنوعی، شناسایی ضرایب قابلیت هدایت هیدرولیکی یا ضریب آبداری و قابلیت انتقال است.

منابع:

- Abdi, P. and Ghaymian, J. 2001. Determine suitable locations for water spreading in Zanjan plain using geophysical data and GIS, The National Symposium on Groundwater Recharge Projects' achievements, Tehran.
- Ahamadi, H. 2013. Quaternary formations (The Critical and Applied Principles in Natural Resources), (3rd Ed.), University of Tehran Press.
- Alizadeh, A. 2007. Applied Hydrology Principles, University of Imam Reza, 17th edition.
- Ghermezcheshmeh, B. and Ghayomian, J. 2001. The determination of required indicators in locating water spreading (Case Study of Meymeh plain, Isfahan), the Second National Symposium on Groundwater Recharge Projects' achievements.
- Grapes, T. R., Bradley, C. and Petts, G.E. 2005. Hydrodynamics of floodplain
- Habibzadeh, A. 2015. Hydrodynamic and geomorphological evaluate to analysis the Quaternary deposits of underground water crisis north of Lake Urmia(Case Study Tasuj plain).Jornal of Geomorphological researches, third year, Number 2, Pp. 1-15.
- Habibzadeh, A. and Majidi, A. 2005. The effect of artificial recharge and aquifer on underground water Tasuj Plain. The second National Conference of watershed management and water resources management, Bahonar university of Kerman.
- Mehl ,A., Blasi and Zárate, M. 2012. Composition and provenance of Late Pleistocene–Holocene alluvial sediments of the eastern Andean piedmont between 33 and 34°S (Mendoza Province, Argentina),Sedimentary Geology journal, Accepted 23 May 2012.
- Ministry of Oil, Gas Refining Company Fajr Jam. 2007. Detailed - Executive studies of watershed and aquifer of Baghan Watershed Basin.
- Nouri, B. 2004. The determination of suitable areas for artificial recharge of groundwater using data from remote sensing and Geographic Information System in Gavbandi catchment, MSc thesis, Tehran University.
- Sohrabi, N., Chitsazan, M. Amiri. V. 2013. Evaluation of Groundwater Resources in Alluvial. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(11):1164-1170.
- Soltani, M. J. 2003. The Land evaluation in order to locate potential areas of water spreading operation GIS environment, MSc Thesis, University of Khajeh Nasiraldin Tusi.
- Vijay, K. and Ramadeivi. 2006. Kriging of groundwater levels, A case study, Jurnal of spatial hydrology. 6(1): 9.
- Zeinali, H. 2008. Identification of fish farms effluent and investigation in the possibility of injecting it into absorbed wells in Gorigoal Lake in Bostanabad County, The 3rd Iran Water Resources Management Conference.