نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال دوازدهم- شماره ۴۳- زمستان ۱۳۹۷

Vol. 12, No. 43, Winter 2019

تهیه مدل مفهومی چینه‌ای نهشته‌های کواترنر و سنگ‌کف آبخوان جم استان بوشهر با استفاده از مدل GMS

علی جعفری[۱]، رسول مهدوی[۲]، آرش ملکیان[۳]، حمید غلامی[۴] و احد حبیب زاده[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۳

چکیده

برای بررسی‌های زمین‌آماری مقاطع مختلف نهشته‌های کواترنر آبخوان جم با استفاده از داده‌های چاه‌ها و گمانه‌های ژئوالکتریکی به تعداد ۵۱ چاه و گمانه، اقدام به استخراج عمق مقاطع شد. در نرم‌افزار GMS با انتخاب ID، نهشته‌های کواترنر شناسایی و در چاه‌ها و سوندژها اقدام به کدگذاری گردید. بر اساس مقاطع ژئوالکتریک دشت جم، با توجه به مقاومت ویژه الکتریکی غالب (اهم‌متر) و تجزیه و تحلیل سوندژهای نمونه، سه کلاس چینه‌ای برای نهشته‌های کواترنر شامل رسوبات آبرفتی خشک (Q_2)، رسوبات آبرفتی احتمالاً آبدار(Q_1) و سنگ کف مارنی(M) تفکیک شد. پس از ورود داده‌های مقاطع نهشته‌های کواترنر به نرم‌افزار ArcGIS، از طریق لگاریتم‌گیری، نرمال‌سازی داده‌ها انجام شد. نتایج نشان داد سنگ کف آبخوان جم در نواحی شمال غربی از جنس رس خالص قرمز رنگ، در ناحیه شمالی از جنس مارن سبزرنگ و سنگ کف منطقه میانی، از جنس مارن خالص می‌باشد. لایه سطحی شامل رسوبات آبرفتی خشک (Q_2) بوده و در زیر این لایه، لایه حاوی رسوبات آبرفتی احتمالاً آبدار (Q_1) قرار دارد. سنگ کف مارنی (M) در تمام طول مقاطع دیده می‌شود. حداکثر ارتفاع ۷۳۰ متر در شمال شرقی دشت و حداقل ارتفاع ۶۳۰ متر در شمال غربی آن می‌باشد. بررسی نشان داد عمده ضخامت نهشته‌های کواترنر Q_2 در ناحیه شمال شرقی محدوده مورد مطالعه قرار دارد و در بخش میانی و به سمت شمال غربی دشت از میزان ضخامت Q_2 کاسته شده است. ضخامت نهشته‌های کواترنر Q_1 در جهت شمال غربی به شمال شرقی، به ویژه در میانه‌های دشت، افزایش می‌یابد. از ویژگی‌های نهشته‌های کواترنر محدوده مورد مطالعه، عدم وجود لایه‌های آبدار سطحی، نفوذپذیری بالا و کاهش ناخاصی‌های رسی می‌باشد که از خصوصیات مناسب اقدامات تغذیه مصنوعی و آبخوانداری به شمار می‌آید.

کلید واژه‌ها: *مدل آب‌زیرزمینی، ضخامت رسوبات آبرفتی، خصوصیات هیدرودینامیکی*

مقدمه

آب‌های زیرزمینی یکی از منابع اصلی آب مصرفی است. در مقابله با افزایش تقاضای 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 کواترنر 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 می‌گردد. همچنین نحوه تغییرات سطح ایستابی 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 این محدوده طی سال‌های اخیر و تخلیه بسیار زیاد از این منابع [حدود ۸ 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 کواترنر آبخوان جم را انکارناپذیر می‌نماید [۹]. دوره کواترنر و نهشته‌های آن، بستر زیستی را تشکیل داده و اکثر فعالیت‌های حیاتی نظیر منابع طبیعی، کشاورزی، شهرسازی و غیره در روی سازندهای این دوره بنا شده و بیش از نیمی از مساحت

۱-فارغ‌التحصیل دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه هرمزگان
۲- نویسنده مسئول و دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان (ra_mahdavi2000@yahoo.com)
۳- دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان
۵- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

Archive of SID
www.SID.ir

کشور را پوشانده است [۲]. نهشته‌های کواترنر در طول تاریخ، ظرف اصلی تامین‌کننده آب برای بشر محسوب شده و به عنوان بهترین مکان‌های زندگی به شمار می‌آیند و همیشه تحت تاثیر فعالیت‌های کشت و زرع، سکونت و استفاده‌های مختلف بشر قرار داشته‌اند [۶].

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 کواترنر به شمار می‌آیند. موقعیت این ته‌نشست‌ها از محل خروجی کوهستان جایی‌که 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 بستان آباد 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 پخش‌سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی و پردازش آن‌ها در محیط GIS، به بررسی مشخصات بافتی و نفوذپذیری رسوبات کواترنری پرداختند. با اندازه‌گیری مقاومت مخصوص ظاهری و عرضی بدست 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 پخش‌سیلاب 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 سیستم 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 پخش‌سیلاب در حوزه آبخیز سمل بوشهر انجام داد. برای این منظور از نقشه‌های شیب، قابلیت اراضی، نفوذپذیری سطحی، واحدهای کواترنر، ضخامت آبرفت و کاربری اراضی استفاده کرد و آن‌ها در محیط GIS کلاسه‌بندی 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 = ۰/۱ و gamma= ۰/۲ و ۰ و از مدل منطقی فازی بیشترین درصد همپوشانی را با عرصه کنترلی دارا هستند.

نوری [۱۰] در تحقیقی به منظور تعیین مناطق مناسب جهت تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در حوزه آبخیز گاوبندی بندرلنگه استان هرمزگان از لایه‌های اطلاعاتی شیب، نفوذپذیری سطحی، ضخامت آبرفت، کاربری اراضی، لندفرم‌ها استفاده کرد. با کلاسه‌بندی لایه‌های اطلاعاتی و تلفیق آن‌ها بر اساس منطق‌های بولین و فازی، مناطق مناسب تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی را مشخص کرده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان که مناطق مناسب جهت پخش‌سیلاب 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 [۷] در بررسی تاثیر تغذیه مصنوعی و آبخوانداری بر سفره زیرزمینی دشت تسوج (شمال دریاچه ارومیه) ضمن بررسی هیدروژئولوژیکی سفره، با حفر دو حلقه چاه پیزومتری و یک حلقه چاه اکتشافی در محدوده اجرایی طرح، و با استفاده از ۶ حلقه چاه پیزومتری 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 می‌باشد. بررسی نتایج نقشه‌های ژئوفیزیکی منطقه، لوگ‌های چاه‌های پیزومتری 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 پیزومتریک 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[1]، ایستگارستون[2] و وست‌شفرد[3] بودند. لایه آب‌دار آبرفتی گراولی واقع در عمق دره، توسط رودخانه دائمی تغذیه می‌گردد. این بررسی نشان داد تغذیه توسط رودخانه در حاشیه دشت‌های سیلابی، جریانات چشمه مانندی را بوجود آورده است.

بلاسی و مهل [۷] 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 می‌باشند.

سهرابی [۱۰] در بررسی منابع آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی دشت

1- Bockhampton
2- EastGarston
3- West Shefford

Archive of SID
www.SID.ir

ایوان در خوزستان با به کارگیری مدل مفهومی آب‌های زیرزمینی با استفاده مدل ریاضی (GMS) به بررسی منابع آب ورودی، تغذیه، استخراج و جریان بازگشتی به این دشت پرداخت. مدل برای تولید سناریو آب‌های زیرزمینی یک دوره ۱۰ساله 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 سیستم ذخیره‌سازی آب‌های زیرزمینی دارد.

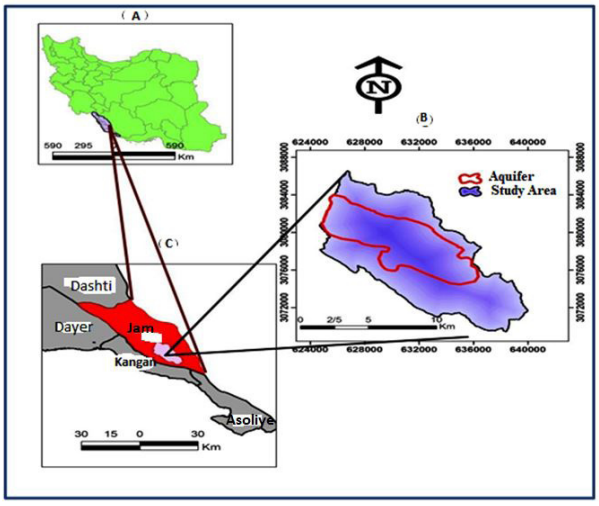
جمع‌بندی سوابق تحقیق نشان می‌دهد محققان به مواردی همچون تعیین محل‌های مناسب پخش سیلاب و تغذیه مصنوعی برای ذخیره‌سازی آب‌های سطحی، تقویت سفره‌های آب زیرزمینی و تعیین سطح عرصه‌های کواترنری پرداخته‌اند. لذا انجام مطالعات اساسی در جهت شناخت خصوصیات هیدروژئومورفولوژیکی نهشته‌های کواترنر این حوزه از قبیل ضخامت،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

این تحقیق با هدف تهیه مدل مفهومی چینه‌ای نهشته‌های کواترنر 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 ژئومورفولوژی و تلفیق آن‌ها با یکدیگر، به طور خاص رفتار هیدرودینامیکی انواع سازندها، تجزیه و تحلیل و بررسی شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدود مورد تحقیق به صورت دشت کشیده‌ای با عرض کم در میان ارتفاعات عمدتاً آهکی در فاصله ۲۰۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بوشهر، در استان بوشهر قرار گرفته است. شهرستان جم منطقه اصلی تمرکز جمعیت در 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

Fig 1.The Location map of the Study Area in Bushehr Province.

هوا و اقلیم

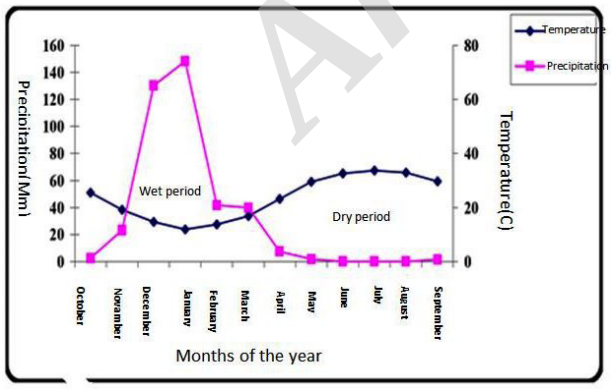
بررسی بارندگی سالانه نشان داد حداکثر بارندگی سالانه مشاهده شده در ایستگاه باغان به میزان ۷۲۹/۵ میلی‌متر و کمترین مقدار ۸۲ میلی‌متر در ایستگاه قنطره نازل شده است. گرادیان متوسط بارندگی سالانه حاکی است با افزایش ارتفاع به مقدار ۱۰۰۰ متر، میزان بارندگی ۱۶۰ میلی‌متر افزوده می‌گردد. بر این اساس متوسط بارندگی سالانه حوزه 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 تحقیقاتی منحنی‌های آمبروترمیک ترسیم و طول دوره خشکی تعیین گردید(شکل ۲). بر اساس سیستم دومارتن گسترش یافته، اشکوب اقلیمی خشک گرم، اقلیم غالب محدوده را تشکیل می‌دهد.

بررسی منحنی آمبروترمیک در حوزه 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



شکل۲- منحنی آمبروترمیک ایستگاه منطقه مورد مطالعه

Fig 2. Ambrothermic Cure of the station in the Study Area

Archive of SID

www.SID.ir

ژئومورفولوژی در این منطقه می‌باشد. 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.

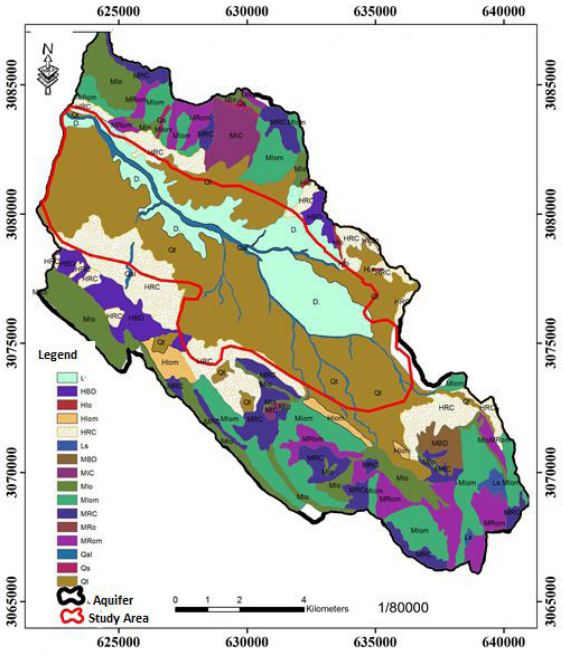
تیپ دامنه منظم و هموار به دامنه‌هایی گفته می‌شود که صاف و فاقد برجستگی‌های مشخص و عمده می‌باشند و تغییرات شیب در نیمرخ پروفیل آن‌ها تدریجی و یا ثابت می‌باشد. رخساره‌ها در دامنه منظم بر اساس شواهدی چون، کیفیت تظاهر واحدهای سنگی، وجود پوشش نهشته‌های تخریبی و خاک بر روی آن‌ها و درصد مخلوط آن‌ها همراه با توسعه اشکال ژئومورفولوژیک و غیره تفکیک می‌گردد. 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 خصوصیاتی 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 ما را از نوع رخنمون، نهشته‌ها و ناهمواری‌ها و نیز شرایط آب و هوائی و وضعیت پوشش گیاهی آگاه می‌سازد. 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 تپه ماهور، دشت و آبرفت بستر رودخانه و اراضی کشاورزی به ترتیب از علائم Qc، H و Qt بهره‌گیری شده است. جهت 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 شد. درصد متوسط هر یک از این دو نوع رخنمون را حرف m بیان می‌نماید. جهت 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، رخساره‌های ژئومورفولوژیک

Fig 3.The Map of Units, Types, Geomorphologic Facies

روش مطالعه

اساساً هر بررسی علمی و فنی بر پایه‌ی ریاضیات استوار بوده، به ویژه در بخش مهندسی آب، محاسبات ریاضی و روش‌های بکارگیری آن نقش کلیدی دارد. در بین مدل‌های ارایه شده مدل MODFLOW بیشترین کاربرد را در شبیه‌سازی جریان آب زیرزمینی و مدل MT3DMS بیشترین کاربرد را در زمینه مدل‌سازی آلودگی آب‌های زیرزمینی دارند. در بین مدل‌های ارایه شده، مدل GMS که خود از چندین مدل تشکیل شده است، جامع‌ترین مدل آب زیرزمینی است که روز به روز کاربرد آن در اکثر کشورهای دنیا گسترش می‌یابد.

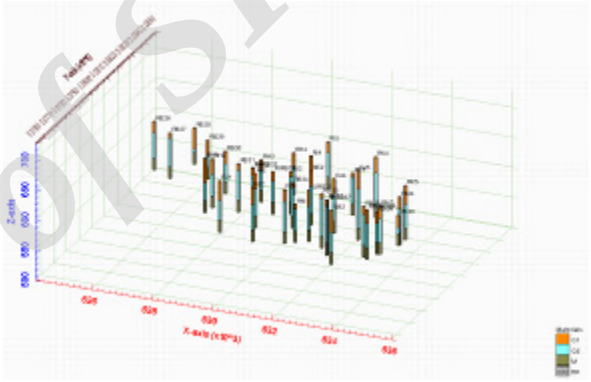
برای تهیه مدل مفهومی چینه‌ای ورود اطلاعات لوگ چاه‌ها و گمانه‌ها بر اساس نقشه توپوگرافی منطقه و ارتفاع نقاط نشانه چاه‌ها انجام شد. این اطلاعات شامل اطلاعات نام‌گذاری، دانه‌بندی چاه از سنگ کف تا سطح زمین، مختصات مکانی چاه، سطح آب، جنس مواد و ضخامت هر لایه می‌باشد. در این راستا براساس لوگ‌های زمین‌شناسی چاه‌های پیزومتری به تعداد ۹ حلقه و سوندژهای ژئوالکتریکی به تعداد ۴۲ گمانه مجموعاً ۵۱ چاه و گمانه، مدل‌مفهومی چینه‌ای نهشته‌های کواترنر محدوده آبخوان و دشت جم، در نرم‌افزار GMS بخش ID-Horizon تهیه و ترسیم شد. در این تحقیق برای مدل‌سازی مفهومی نهشته‌های کواترنر از نرم‌افزار GMS و برای تحلیل‌های آماری، از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. پس از تهیه لوگ

Archive of SID

www.SID.ir

چینه‌ای، هرکدام از چاه‌ها در قسمت Borholes وارد کرده و ID برای هرکدام از نهشته‌های کواترنر تعریف شد (شکل ۴). سپس بر اساس نقاط چاه‌ها و توپوگرافی نهشته‌های کواترنر، اقدام به تهیه نقشه رقومی پلیگونی محدوده مطالعاتی و نقشه TIN شد. در مرحله بعدی مدل مفهومی چینه‌ای سنگ کف آبخوان و نهشته‌های کواترنر اجرا و نتایج مربوط به آبخوان به تفکیک نهشته‌ها و سنگ کف تهیه گردید.

برای تهیه نقشه‌های درونیابی داده‌های مکانی نهشته‌های کواترنر (Q_1 و Q_2) از لوگ‌های زمین‌شناسی چاه‌های پیزومتری و مقاطع ژئوفیزیک محدوده آبخوان جم استفاده شده است. در این مطالعه از میان همه سوندژهای الکتریک برداشت شده، پنج مقطع اصلی به نام‌های RH تا RM و بخشی از مقطع RB_3 واقع در جهت شمال غربی- شمال شرقی منطقه مورد مطالعه و تقریبا عمود بر مقطع‌های RH تا RM تهیه شده است. پس از آن با استفاده از ابزار تحلیل‌گرهای زمین‌آمار نرم افزار ArcGIS، ضمن تهیه نقشه توزیعی، آنالیز روند داده‌های نهشته‌های کواترنر (Q_1 و Q_2) آبخوان دشت جم نیز انجام شد.



شکل ۴- مدل ID-Horizon چاه‌ها و گمانه‌های ژئوالکتریک

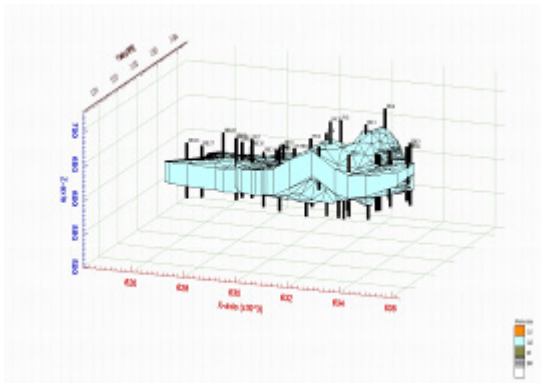
Fig 4.The ID-Horizon Model of Geoelectric Wells and Boreholes

نتایج

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

مدل مفهومی چینه‌ای سنگ کف

سنگ‌کف رسی‌مارنی آبخوان دشت جم در نواحی شمال غربی از جنس رس خالص قرمز رنگ و در ناحیه شمالی دشت از جنس مارن سبزرنگ می‌باشد. در حاشیه جنوبی آبخوان از جنس گراول متوسط تا درشت شروع شده که در انتها میزان رس آن بیشتر می‌شود. سنگ کف در میانه‌های دشت از جنس مارن خالص بوده که در حرکت به سمت شرق ادامه دارد (شکل ۵).

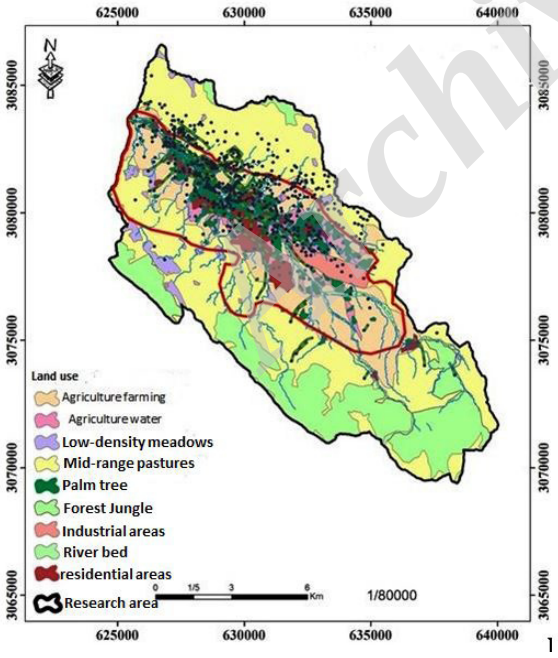


شکل ۵- بلوک‌دیگرام سنگ کف، چاه‌ها و سوندژهای ژئوالکتریک

Fig 5.The Block Diagram of Bed Rock, Wells and Geoelectic Sondages

مدل مفهومی نهشته‌های کواترنر Q_1

نهشته‌های کواترنر 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 ناودیسی بودن دشت و به دنبال آن تجمع واریزه‌های تخریبی ارتفاعات، در این منطقه معقول بوده و تراکم بیشتر چاه‌های کم‌عمق در این محدوده نیز موید این مسئله می‌باشد (شکل ۶).

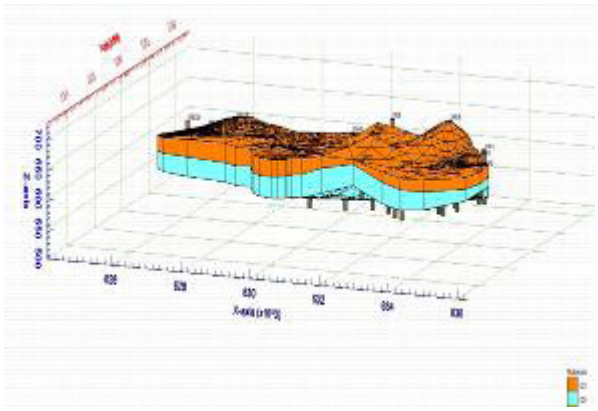


شکل ۶- نقشه منابع آبی محدوده مورد مطالعه

Fig 6.The Water Resources Map of the Study Area

Archive of SID
www.SID.ir

کمترین ضخامت آبرفت در سونداژ شماره یک از مقاطع RK و RI در حاشیه غربی دشت دیده می‌شود (شکل۷).



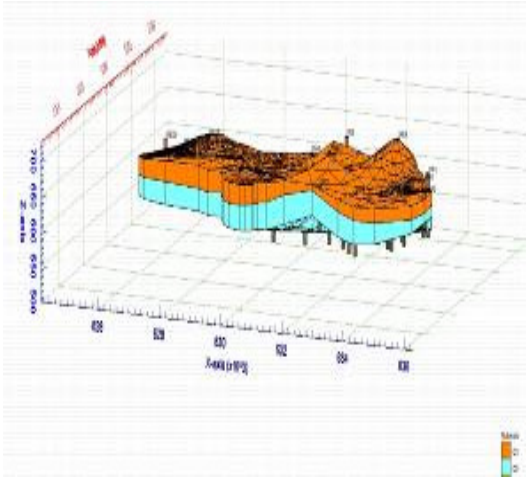
شکل ۷- بلوک‌دیگرام نهشته‌های کواترنر Q_1، چاه‌ها و سوندا‌ژهای ژئوالکتریک

Fig 7.The Block Diagram of Quaternary deposits (Q_1), Wells and Geoelectic Sondages

مدل مفهومی چینه‌ای (Q_2+Qal)

نهشته‌های کواترنر این لایه شامل رسوبات واریزه‌ای، آبرفتی و رودخانه‌ای بوده و مدل چینه‌ای یک پوشش کامل را ارایه می‌دهد(شکل ۸).

از خصوصیات نهشته‌های کواترنر این لایه نفوذپذیری بالا، کاهش ناخاصی‌های رسی و عدم وجود لایه‌های آبدار در لایه‌های اولیه می‌باشد. به دلیل نفوذپذیری مناسب و قابلیت هدایت هیدرولیکی بالا، به عنوان مکان‌های مناسب اقدامات تغذیه مصنوعی و آبخوانداری به شمار می‌آید. به طورکلی می‌توان گفت ضخامت رسوبات آبرفتی و واریزه‌ای در دشت جم از حداکثر ۹۵ متر در سونداژ RJ تا حداقل صفر در مقاطع RI و RK تغییر می‌کند.

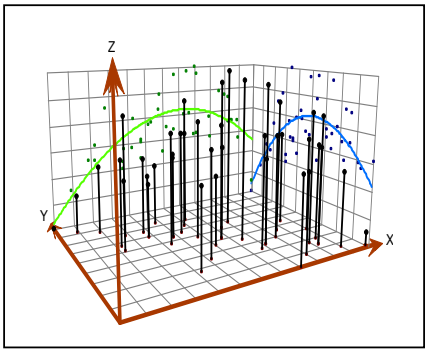


شکل ۸- بلوک‌دیگرام نهشته‌های کواترنر Q_2+Qal، چاه‌ها و سوندا‌ژهای ژئوالکتریک

Fig 8.The Block Diagram of Quaternary deposits Q_2+Qal, Wells and Geoelectic Sondages

درون‌یابی نهشته‌های کواترنر نوع Q_2

در شکل ۹ روند تغییرات مکانی داده‌های نهشته‌های کواترنر Q_2 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 چاهه به سمت منطقه قایدی عمق نهشته‌های کواترنر Q_2 کاهش به عبارت دیگر ضخامت رسوبات آبرفتی آبخوان کاهش می‌یابد. رنگ آبی نمایانگر روند تغییرات عمق نهشته‌های کواترنر Q_2 از شمال به جنوب است. با توجه به شکل، عمق نهشته‌های کواترنر Q_2 از جنوب به سمت شمال محدوده مطالعاتی افزایش می‌یابد.

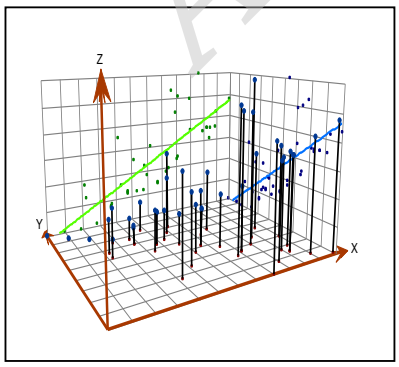


شکل۹-تغییرات مکانی نهشته‌های کواترنر(Q_2)

Fig 9. Spatial variability of Quaternary Deposits (Q_2)

درون‌یابی نهشته‌های کواترنر Q_1

در شکل ۱۰ روند تغییرات مکانی داده‌های نهشته‌های کواترنر (Q_1) 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 کوه یاحسین به سمت منطقه کوه پردیس جم عمق نهشته‌های کواترنر (Q_2) در میانه‌های دشت افزایش، سپس در بخش‌های غربی کاهش یافته است. رنگ آبی نمایانگر روند تغییرات عمق نهشته‌های کواترنر (Q_1) از شمال به جنوب یعنی منطقه قایدی به سمت چاهه بوده که عمق نهشته‌ها در میانه بیشتر از حاشیه‌ها نشان می‌دهد.



شکل۱۰- تغییرات مکانی نهشته‌های کواترنر(Q_1)

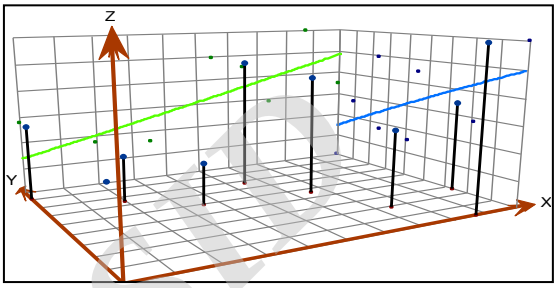
Fig 10. Spatial variability of Quaternary Deposits (Q_1)

Archive of SID

www.SID.ir

روند مکانی تغییرات ضرایب هدایت هیدرولیکی و قابلیت انتقال نهشته‌های کواترنر

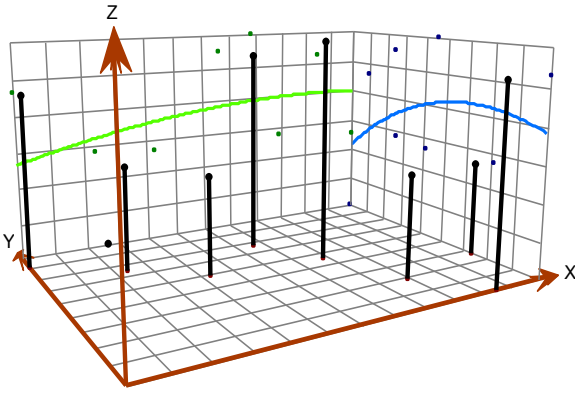
روند مکانی‌داده‌های ضریب قابلیت هدایت هیدرولیکی با دو رنگ آبی و سبز نشان داده شده است. رنگ سبز نمایانگر روند تغییرات داده‌ها از شرق به غرب است. بررسی نمودار نشان می‌دهد از شرق به غرب یعنی از منطقه چاهه به سمت اکبرآباد، ضریب قابلیت هدایت هیدرولیکی کاهش یافته یعنی نفوذپذیری رسوبات آبرفتی آبخوان کاهش می‌یابد. 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 مکانی‌داده‌های ضریب قابلیت هدایت هیدرولیکی

Fig 11.Trend In Spatial variability of Hydraulic Conductivity Coefficient.

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 مکانی‌داده‌های ضریب قابلیت انتقال

Fig 12. Trend In Spatial variability of Transmisivity Coefficient.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج نشان داد لایه سطحی شامل رسوبات آبرفتی خشک (Q_2) بوده و در زیر آن، لایه حاوی رسوبات آبرفتی احتمالاً آبدار (Q_1) 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 می‌باشد. 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 سنگ‌کف مارنی است.

آنچه در مورد این مقاطع می‌توان بیان کرد این است که لایه سطحی شامل رسوبات آبرفتی خشک (Q_2) بوده و در زیر آن لایه حاوی رسوبات آبرفتی آبدار (Q_1) 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 مفهومی‌چینه‌ای سنگ کف نهشته‌های کواترنر Q_2 و بررسی لوگ حفاری چاه‌ها و مطالعات ژئوفیزیک نشان داد سنگ‌کف رسی‌مارنی در نواحی شمال غربی محدوده آبخوان، از جنس رس خالص قرمز رنگ و ناحیه شمالی دشت از جنس مارن سبز رنگ می‌باشد. 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 ارایه 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 [۹] و حبیب زاده [۵] مطابقت دارد.

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

بررسی مدل مفهومی‌چینه‌ای نهشته‌های کواترنر Q_1 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

Archive of SID
www.SID.ir

بوده و دارای سفره آب زیرزمینی شیرین می‌باشند. بیشترین مقدار ضخامت این نوع آبرفت در مرکز دشت و کمترین ضخامت در سوندآژهای شماره یک از مقاطع RK و RI در حاشیه غربی دشت وجود دارد. ناودیسی بودن دشت و به دنبال آن تجمع واریزه‌های تخریبی ارتفاعات موجب افزایش ضخامت مرکز دشت گردیده است و دلیل تراکم بیشتر چاه‌های کم عمق در مرکز دشت می‌باشد.

نتایج حاصل از تحقیقات نوری و حبیب‌زاده نشان داد مناطق مناسب جهت پخش‌سیلاب 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 آبگذری و قابلیت انتقال است.

منابع

1. Abdi, P. and Ghyvmyan, 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(In Persian).

2. Ahamadi, H. 2013. Quaternary formations (The Oritical and Applied Principals in Natural Resources), (3rd Ed.), University of Tehran Press(In Persian).

3. Alizadeh, A. 2007. Applied Hydrology Principles, University of Imam Reza, 17th edition(In Persian).

4. 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(In Persian).

5. Grapes, T. R., Bradley, C. and Petts, G.E. 2005. Hydrodynamics of floodplain

6. 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(In Persian).

7. 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(In Persian).

8. 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.

9. Ministry of Oil, Gas Refining Company Fajr Jam. 2007. Detailed - Executive studies of watershed and aquifer of Baghan Watershed Basin(In Persian).

10. 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(In Persian).

11. Sohrabi, N., Chitsazan, M. Amiri. V. 2013. Evaluation of Groundwater Resources in Alluvial. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(11):1164-1170(In Persian).

12. 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(In Persian).

13. Vijay, K. and Ramadeivi. 2006. Kriging of groundwater levels, A case study, Jurnal of spatial hydrology. 6(1): 9.

14. 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(In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir