فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال دوازدهم، شماره ۴۵، زمستان ۹۷

نقش گسل چاهشک بر کیفیت چاه های آب شرب شمال غرب دشت مشهد

عباس کنگی *[۱] و محمد رضا ارجمند [۲]

۱-دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شاهرود، a.kangi.geology@gmail.com

۲- شرکت آب و فاضلاب مشهد

چکیده

دشت مشهد در یک موقعیت ساختاری ویژه و تحت تاثیر عملکرد مجموعه ای از گسل های فعال حاشیه شمالی رشته کوه بینالود، حاشیه جنوبی رشته کوه کپه داغ و پهنه بخاردن قوچان در غرب قرار گرفته است. فعالیت این گسل ها مورفولوژی پله کانی سنگ کف دشت را شکل داده اند. همچنین عملکرد گسلهای فعال در دوره کواترنری ضخامت و گسترش رسوبات آبرفتی دارای پتانسیل بالای آبدهی را تحت تاثیر قرار داده است. گسل چاهشک به عنوان یکی از شاخه های فرعی پهنه گسل شاندیز در بخش مرکزی دشت مشهد، نقش مهمی در کنترل رفتار هیدرولیکی منابع آب زیرزمینی این دشت ایفا می کند. این گسل بر اساس تلفیق پروفیل های ژئوالکتریک و نتایج حفاریهای دستگاهی برای نخستین بار در این پژوهش شناسایی شده است. چاه های حفاری شده در شمال گسل چاهشک با آبدهی خوب غالبا در عمق بیش از ۲۵۰ متر به سنگ کف رسی و کنگلومرای نئوژن برخورد نموده اند. اما چاه های حفاری شده در جنوب گسل با آبدهی بسیار کم و یا فاقد آبدهی عموما در عمق ۱۰۰ تا ۱۴۰ متری به سنگ کف متامورفیک برخورد کرده اند. بالا آمدگی سنگ کف در جنوب گسل چاهشک سبب ایجاد مورفولوژی پله کانی در پی سنگ متاموفیک بخش جنوبی دشت مشهد گردیده است. این بالا آمدگی متامورفیک بصورت یک ساختمان گل مانند مثبت، تحت تاثیر سیستم گسلش امتداد لغز راست گرد، با مکانیسم ترنس تنشن ایجاد شده است.

واژگان کلیدی: گسل چاهشک، دشت مشهد، آب زیرزمینی، کوه کپه داغ، کوه بینالود.

مقدمه

گسل ها به عنوان یکی از اصلی ترین ساختارهای زمین شناسی در اغلب موارد الگوی جریان آب زیر زمینی در آبخوان ها را تحت تاثیر قرار می دهند. پهنه های گسلی به عنوان موانع یا عبور دهنده جریان آب آبخوان، کمیت و کیفیت آب زیرزمینی را تحت تاثیر قرار داده و در بسیاری موارد همانند کانالهای زهکش جریان آب زیرزمینی رفتار می کنند. بنابراین شناسایی وضعیت هندسی و نفوذ پذیری پهنه های گسلی موجود در آبخوان، به عنوان یک عامل اصلی کنترل کننده رفتار منابع آب زیرزمینی ضروری است. اثرات ناشی از گسل ها بر جریان آب زیرزمینی داخل آبخوان، بسیار پیچیده، متنوع و درک رفتار آب در پیرامون زون های گسلی دشوار است. زون خردشده گسل ها شامل مجموعه ای از گسل های فرعی و شکستگی ها در پیرامون صفحه گسل بخش‌های از فرادیواره و فرودیواره گسل را در بر می گیرد. در اغلب موارد این پهنه به شدت خرد شده با تراوایی بالا، به عنوان مجرایی برای عبور جریان آب زیرزمینی به موازاد امتداد گسل است (Caine et al., 1996). با این وجود هسته گسل های فشاری (معکوس و امتداد لغز) در اغلب موارد همانند یک سد زیرزمینی غیر قابل نفوذ، مانع جریان آب های زیرزمینی عمود بر راستای گسل می شوند (Bense et al., 2013) .

در این پژوهش به منظور بررسی ارتباط گسل چاهشک با منابع آب دشت مشهد، هیدرولیک آبخوان، نقشه های سنگ کف، ترازآب زیرزمینی، عمق سطح آب زیرزمینی و افت سطح آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته است. ارزیابی این اطلاعات با رویکرد شناسایی نقش گسل چاهشک بر منابع آب دشت مشهد، امکان تحلیل پایداری

و تقویت وضع موجود چاه های شرب و شناسایی زون های توسعه بهره برداری برای تأمین آب شرب شهر مشهد مقدس از آبخوان اصلی مشهد- چناران را فراهم می کند.

آبخوان دشت مشهد: از نظر زمین شناسی دشت مشهد بخشی از پهنه فرونشستی مشهد- قوچان می باشد که در بین دو حوضه رسوبی کپه داغ و بینالود قرار گرفته است (بربریان و همکاران ۱۳۷۸). مرز شمال شرقی این فرونشست را گسل چشمه گیلاس (کشف رود) و مرز جنوب غربی آن را گسل های جنوب مشهد و جنوب چناران می سازند. رسوبگذاری دشت مشهد کاملا در کنترل تکتونیک فعال می باشد. اشکال مورفولوژیکی جوان نظیر مخروط افکنه های تغییر شکل یافته، تغییر در مسیر رودخانه ها، سرعت رسوبگذاری زیاد، پرتگاه های گسلی جوان در محدوده دشت مشهد از جمله شواهد فعال بودن تکتونیک این دشت می باشد (قزی و همکاران، ۱۳۹۳).

نهشته های آبرفتی دشت مشهد تحت تاثیر دو حوضه عمده رسوبگذاری شامل رسوبگذاری سازندهای سخت رسوبی (کپه داغ- هزار مسجد)، و حوضه ناشی از رسوبگذاری فیلیت مشهد (بینالود) قرار دارد. در این راستا شناسایی مرزهای فیزیکی و هیدرولیکی آبخوان از اهمیت ویژه برخوردار است. براساس مطالعات زمین شناسی و تکتونیک منطقه، محل برخورد ساختار رسوبی کپه داغ- هزار مسجد (ارتفاعات شمالی دشت مشهد-چناران) با ساختار رسوبی بینالود (ارتفاعات جنوبی دشت مشهد- چناران) به عنوان زون مفصلی (Suture Zone) توسط نهشته های آبرفتی دشت مدفون شده است. احتمالا اتصال این زون ساختاری در بخش میانی دشت مشهد و منطبق با موقعیت گسل چاهشک می باشد. بر این اساس بخش شمالی گسل چاهشک تحت تاثیر مدل تکتونیکی حاکم بر کپه داغ، شامل گسل های رانده از نوع فلسی با شیب به سمت شمال شرق می باشد. این گسلهای رانده در برخی مناطق توسط گسل های امتداد لغز(بریده شده اند. بخش جنوبی گسل چاهشک تحت تاثیر تکتونیک حاکم بر رشته کوه بینالود قرار دارد.عامل اصلی کنترل کننده رفتار منابع آب زیرزمینی آبخوان دشت مشهد ، بسیار پیچیده، متنوع و درک رفتار آب در بخش های مختلف آن دشوار است. مهمترین عوامل کنترل کننده هیدرولیک آبخوان دشت مشهد شامل ساختارهای زمین شناسی، موانع زیرزمینی، توپوگرافی سنگ کف، موقعیت چاه های بهره برداری و منابع تغذیه آبخوان است.

گسل های کواترنری دشت مشهد: دشت مشهد توسط مجموعه ای از گسل های کواترنری احاطه شده است. عملکرد این گسل ها با ایجاد مورفولوژی پله کانی در سنگ کف دشت، تغییرات ناگهانی در ضخامت رسوبات آبرفتی، جنس رسوبات، کمیت و کیفیت آب های زیرزمینی دشت ایجاد کرده است. همچنین اختلاف جنس سنگ کف در دو سوی گسل های مورد نظر، دسترسی به منابع آب عمیق را تحت تاثیر قرار داده است. بنابراین شناسایی مکانیسم عملکرد گسل های کواترنری دشت مشهد نقش مهمی در اکتشافات آینده منابع آب زیرسطحی منطقه دارد. در این میان گسل چاهشک در بخش شمالی پهنه گسل شاندیز نقش اساسی در مورفولوژی بخش مرکزی آبخوان دشت مشهد دارند. مطالعات ژئوالکتریک دشت مشهد مهمترین مدارک شناسایی گسل های کواترنری این منطقه است. این مطالعات طی ۳ مرحله اصلی شامل عملیات ژئوالکتریک قبل از سال ۱۳۶۴، عملیات ژئوالکتریک سال ۱۳۸۷ و عملیات ژئوالکتریک سال ۱۳۹۵ شمال دشت مشهد می باشد (جدول ۱).

پهنه گسل شاندیز: پهنه گسل شاندیز به طول ۱۲۰ کیلومتر و راستای شمال غرب جنوب شرق، شامل چندین قطعه گسل باقیمانده از زون مفصلی پالئو تتیس می باشد.این پهنه گسلی از عرض جغرافیایی ۳۶ درجه، تا ۴۰ کیلومتری جنوب شهر چناران شامل چندین گسل موازی است. پهنه گسل شاندیز در سطح توپوگرافی با آثار گسلش خطی ظاهر شده است (Hollingsworth et al., 2010).

جدول ۱- مراحل مختلف مطالعات ژئوالکتریک دشت مشهد

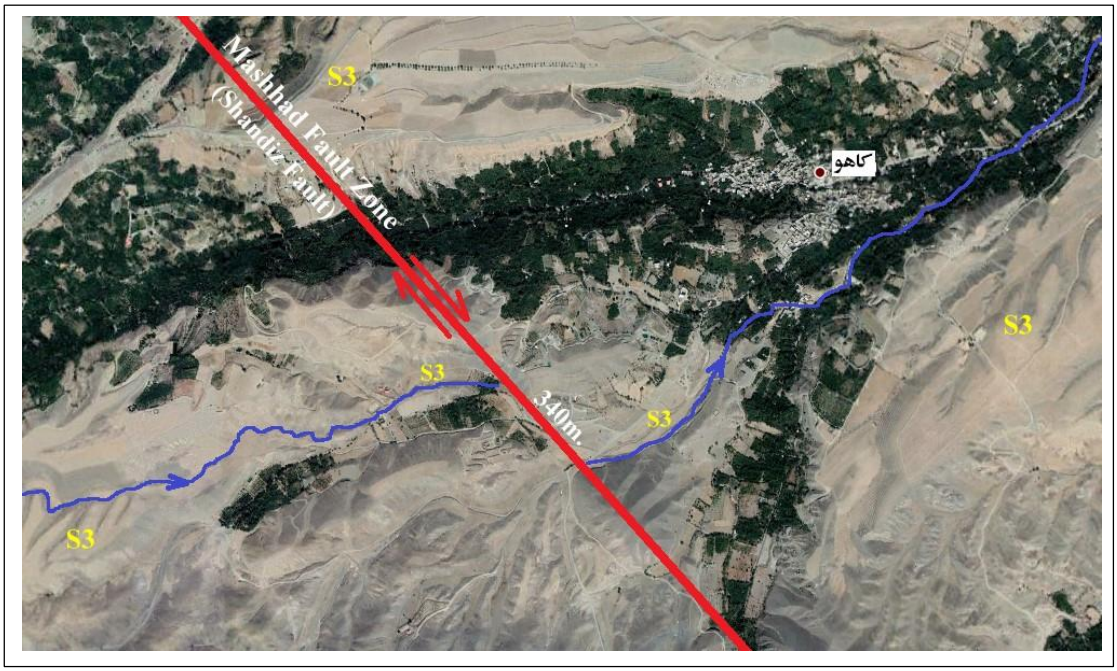
ردیف	سال (مرحله)	شرکت مشاور	تعداد سونداژ	خطوط برداشت	ملاحظات
۱	۱۳۴۲ (مرحله اول)	جنرال دو ژئوفیزیک (CGG)	۵۶	۱۵	شهر چناران تا شمال تپه سلام (رودخانه طرق) (حاوی سونداژهای منفرد)
	۱۳۴۸ (مرحله دوم)		۹۰		
۲	۱۳۴۹ (مرحله سوم)	ست کوپ	۱۰۴	۱۲	ابتدای دشت تا شهر چناران
۳	۱۳۵۲ (مرحله چهارم)	آبکاو	۴۸	۵	گلبهار، شهرک صنعتی، حوزه شهری و شمال شرق شهر مشهد (حاوی سونداژهای منفرد) و نیز ۲۰ گسترش لرزه ای
۴	۱۳۶۴ (مرحله پنجم)	دفتر بررسی های منابع آب وزارت نیرو	۸۲	۱۸	چشمه گیلاس تا جاده کارخانه سیمان و جنوب شرق شهر مشهد (حاوی سونداژهای منفرد)
جمع سونداژها			۳۸۰		

اثر خطی مستقیم و عدم وجود تغییرات مهم ارتفاعی در سرتاسر طول گسل، دلالت بر مکانیسم امتداد لغز با شیب قائم رشته گسل های موجود در پهنه گسل شاندیز دارد. آنالیز ریخت شناسی سیستم زهکشی آبرهه ها در بخش جنوبی دشت مشهد، بطور غیر مستقیم فعالیت پهنه گسل شاندیز در طی کواترنری را تایید می کند(Shabanian et al., 2012).

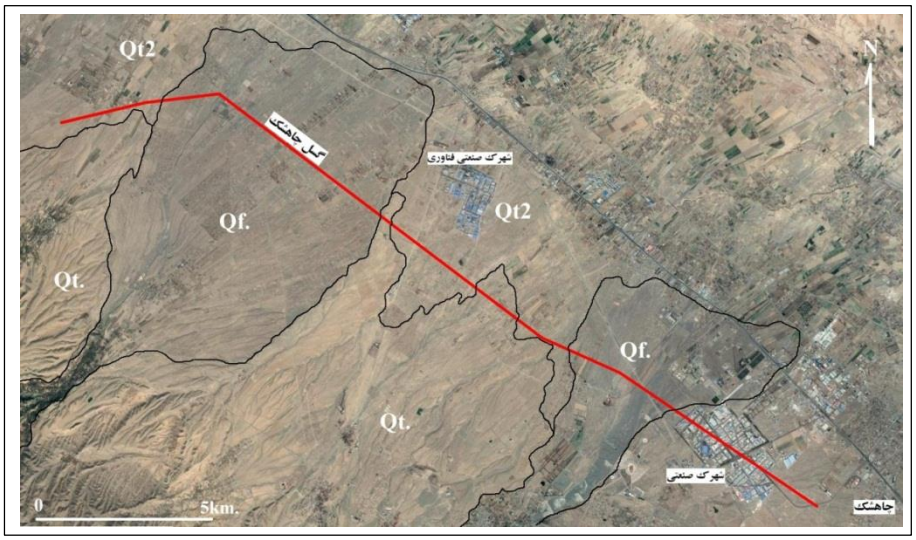
بطور کلی در یال شمالی رشته کوه بینالود نهشته های آبرفتی کواترنری از قدیم به جدید در سه سطح (S1, S2, S3) قابل شناسایی هستند. در این مجموعه، قدم ترین سطح کواترنری (S3) بصورت مرتفع ترین نهشته های آبرفتی، مخروط افکنه های فرسایش یافته دامنه های رشته کوه بینالود را تشکیل می دهند. در جنوب روستای کاهو پهنه گسل شاندیز علاوه بر ایجاد بریدگی در نهشته های آبرفتی قدیمی (S3)، مسیل کانالهای انتقال آب را با مکانیسم راست لغز جابجا نموده است. این میزان جابجایی در جنوب روستای کاهو ۳۴۰ متر اندازه گیری شده است (شکل ۱).

بر اساس نمونه برداری و تعیین سن رادیواکتیو انجام شده بر روی نمونه برداری های انجام شده بر روی نهشته های آبرفتی پیرامون پهنه گسل شاندیز در جنوب روستای کاهو، نرخ لغزش کواترنری این گسل ۱/۳ میلیمتر در سال اندازه گیری شده است .

گسل چاهشک:گسل چاهشک به عنوان یک شاخه فرعی از پهنه گسل شاندیز برای نخستین بار در این پژوهش شناسایی و نامگذاری شده است. این گسل به طول حدود ۲۵ کیلومتر و راستای شمال غرب – جنوب شرق در بخش مرکز دشت مشهد قرار دارد (شکل ۲). بخش قابل توجهی از گسل چاهشک توسط بسترهای سیلابی و مخروط افکنه های دو رودخانه شاندیز و کاهو پوشیده شده است. مهمترین شواهد سطحی گسل چاهشک در جنوب شهرک صنعتی فناوری برتر، تغییر توپوگرافی تپه ماهوری تراس های آبرفتی قدیمی به دشت آبرفتی جوان می باشد. در این منطقه گسل چاهشک در مرز این تغییر مورفولوژیکی قرار گرفته است. در جنوب گسل چاهشک، تراس های آبرفتی ریزدانه کواترنری با مورفولوژی تپه ماهوری و آبراهه های نسبتا عمیق قرار گرفته است. این اختلاف توپوگرافی به همراه تغییر جنس نهشته های کواترنری بر روی تصاویر ماهواره ای قابل مشاهده می باشد.



شکل ۱- جابجایی مسیل های روستای کاهو در امتداد پهنه گسل شاندیز

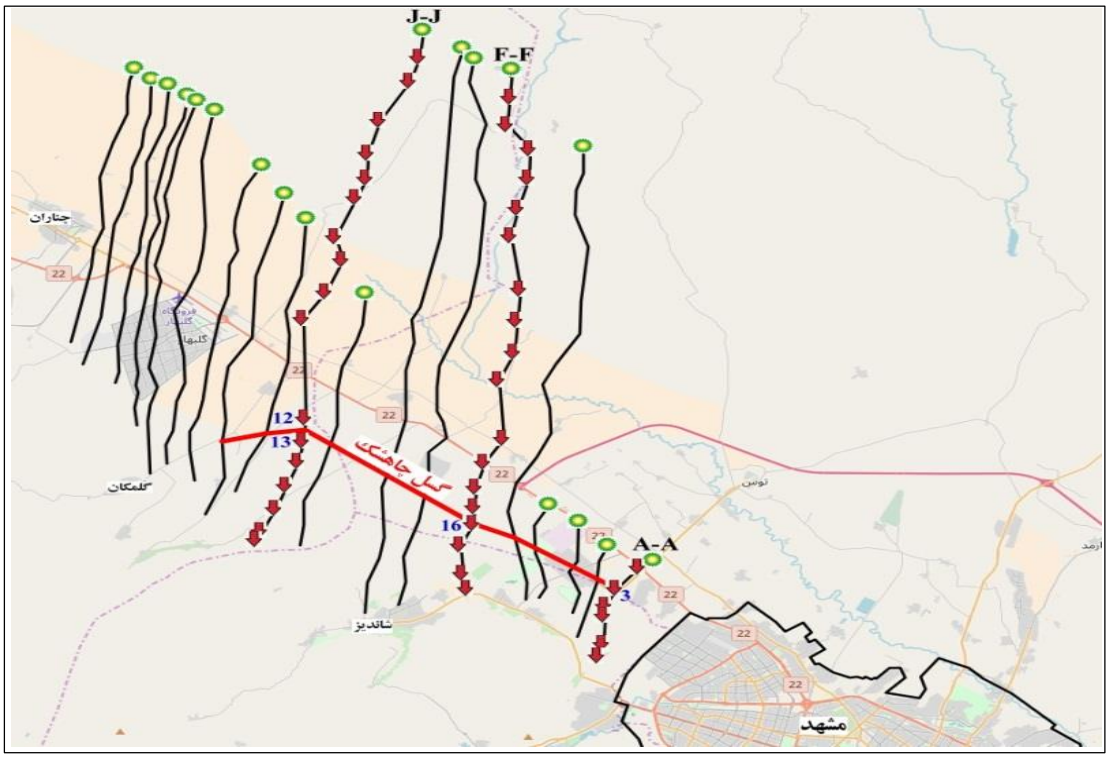


شکل ۲- موقعیت نهشته های کواترنری دشت مشهد نسبت به گسل چاهشک.

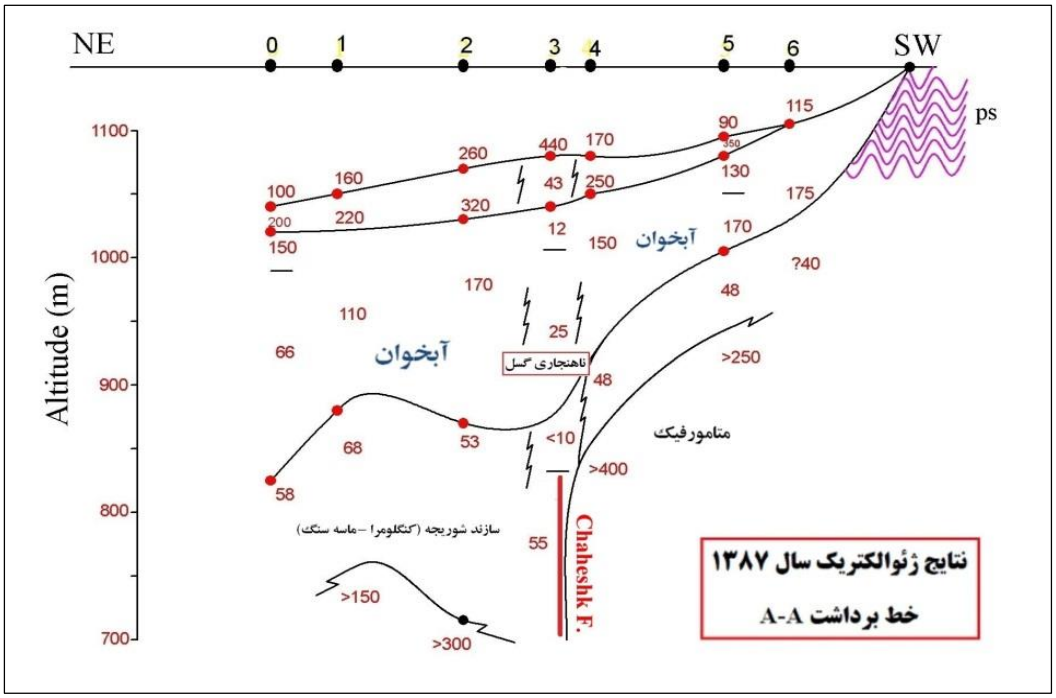
Qt: تراس های آبرفتی قدیمی (پادگانه) **Qt2**: دشت های آبرفتی **Qf**: مخروط افکنه

گسل چاهشک بر اساس پروفیل های ژئوالکتریک و نتایج حفاری های برخورد کرده به سنگ کف دشت شناسایی گردیده است. آثار گسل چاهشک در چند پروفیل ژئوالکتریک دشت مشهد قابل مشاهده است (شکل ۳). به عنوان مثال در محدوده سونداژ A3 در پروفیل ژئوالکتریک AA، ناهنجاری قابل توجه در میزان مقاومت ویژه لایه ها مشاهده می شود. در زیر این سونداژ میزان مقاومت ویژه در آبخوان اصلی (لایه دوم) ۱۲ تا ۲۵ اهم متر گزارش شده، حال آنکه در طرفین آن میزان مقاومت ویژه بین ۱۵۰ تا ۱۷۰ اهم متر افزایش یافته است (شکل ۴). این ناهنجاری در ارقام مقاومت ویژه در سایر لایه ها نیز به خوبی قابل مشاهده است. این میزان ناهنجاری مقاومت ویژه در نهشته های آبرفتی می تواند تحت تاثیر عملکرد یک گسل فعال ایجاد شده باشد. این احتمال وجود دارد که در محل زون خرد شده گسل مواد دانه ریز انباشته

گردیده و مقاومت ویژه تا ۱۲ اهم متر کاهش یافته است. عدم هماهنگی مقاومت ویژه نهشته‌ها در محل سونداژ A3 با ارقام مقاومت ویژه طرفین و عمیق‌تر شدن غیرعادی سنگ کف مقاوم متامورفیک، امکان رویداد یک گسل را مطرح می‌سازد که در این گزارش برای نخستین بار به عنوان گسل چاهشک معرفی گردیده است (کنگی، ۱۳۹۷).



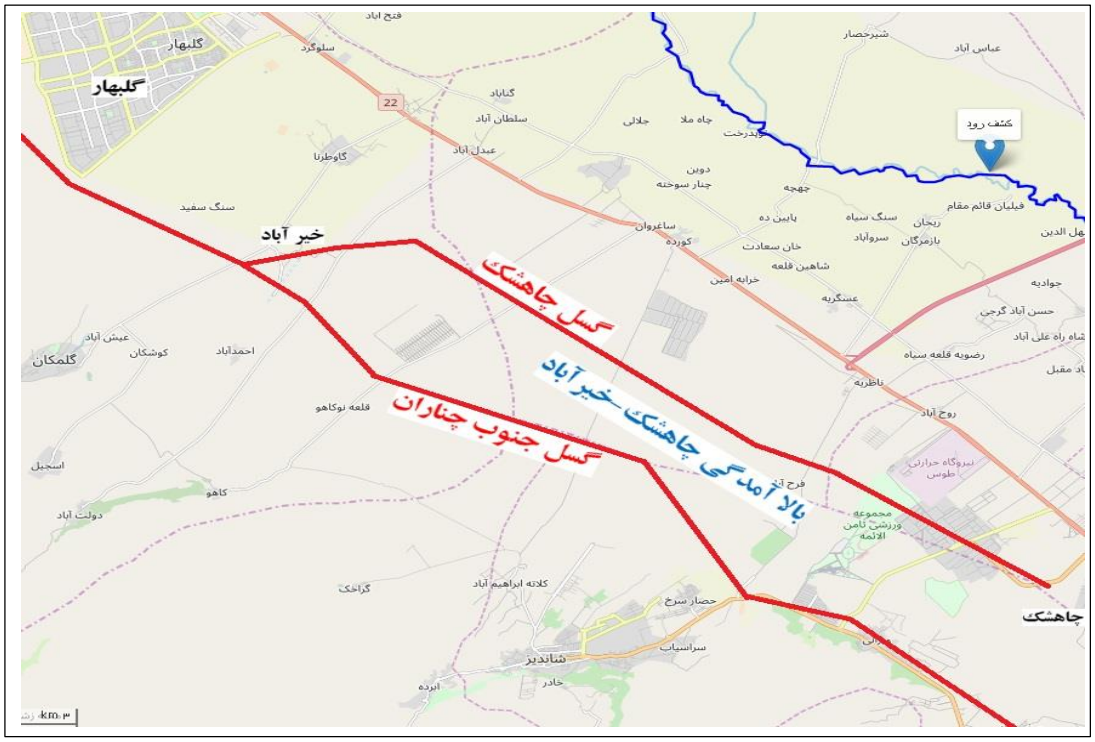
شکل ۳- موقعیت پروفیل های ژئوالکتریک ۱۳۸۷ نسبت به گسل چاهشک (سامانه WARED)



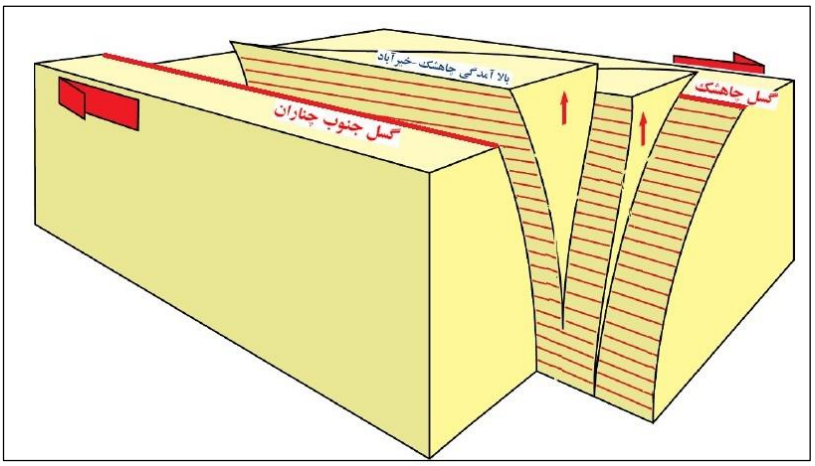
شکل ۴- موقعیت گسل پیشنهادی چاهشک نسبت به سوندژهای پرفیل ژئوالکتریک A-A.

مدل تکتونیکی حاکم بر گسل چاهشک

بر اساس تلفیق اطلاعات پروفیل های ژئوالکتریک و چاه های عمیق برخورد نموده به سنگ کف موقعیت گسل چاهشک در بخش مرکزی دشت مشهد قرار دارد. عملکرد ۲ گسل چاهشک و جنوب چناران سبب ایجاد مورفولوژی پله کانی در پی سنگ متامورفیک بخش جنوبی دشت مشهد در محدوده بین روستاهای چاهشک و خیرآباد گردیده است (شکل ۵). این بالا آمدگی متامورفیک با مقاومت ویژه ۲۰۰ تا ۵۰۰ اهم متر در عمق ۱۰۰ تا ۱۴۰ متری زیر سطح زمین قرار گرفته است. چاه‌های حفاری شده در شمال گسل چاهشک با آبدهی خوب غالبا در عمق بیش از ۲۵۰ متر به سنگ کف رسی و کنگلومراهایی نئوژن با مقاومت ویژه ۵۰ تا ۶۲ اهم متر برخورد نموده اند. اما چاه های حفاری شده در جنوب گسل با آبدهی های بسیار کم و یا فاقد آبدهی عموما در عمق ۱۰۰ تا ۱۴۰ متری به سنگ کف متامورفیک برخورد کرده اند. در شمال گسل چاهشک علاوه بر تغییر جنس سنگ کف از متامورفیک به رسوبات نئوژن، افزایش ناگهای عمق آبخوان اصلی قابل مشاهده است. گسل چاهشک به عنوان یک شاخه فرعی پهنه گسل شاندیز، از یک سیستم بزرگ گسلش امتداد لغز راست گرد پیروی می کند. پهنه گسل شاندیز به عنوان یک سیستم گسلش راست لغز، تحت تاثیر مکانیسم ترنس تنشن حاکم بر کل رشته کوه بینالود، بالا آمدگی و فروافتادگی های ساختاری با مکانیسم گل مانند (Flower Stracture) را در محل خمیدگی گسل ها خلق نموده است (شکل ۶). این سیستم گسلش به عنوان میراثی از زون مفصلی پالئوتتیس، وضعیت ساختاری، لیتولوژی و مورفولوژی سنگ کف بخش جنوب غرب دشت مشهد را تحت تاثیر قرار داده است. براین اساس احتمالا بالا آمدگی سنگ کف متامورفیک چاهشک- خیرآباد تحت تاثیر فعالیت گسل های امتداد لغز راست گرد تکامل یافته اند. احتمالا این بالا آمدگی های تکتونیکی در سنگ کف بخش جنوبی آبخوان مشهد، تحت تاثیر فعالیت مجموعه ای از گسل ها با ساختار گل مانند مثبت در یک سیستم گسلش امتداد لغز راستگرد ایجاد شده است (کنگی، ۱۳۹۷).



شکل ۵- موقعیت گسل های چاهشک و جنوب چناران نسبت به بالا آمدگی چاهشک-خیرآباد



شکل ۶- مدل سه بعدی بالا آمدگی چاهشک-خیرآباد تحت تاثیر ساختمان گل مانند مثبت (مکانیسم گسل امتداد لغز راستگرد)

نتیجه گیری

گسل چاهشک به طول حدود ۲۵ کیلومتر و راستای شمال غرب – جنوب شرق در بخش مرکز دشت مشهد برای نخستین بار در این پژوهش شناسایی و نامگذاری شده است. این گسل بر اساس پروفیل های ژئوالکتریک و نتایج حفاری های برخورد کرده به سنگ کف دشت شناسایی گردیده است. مهمترین شواهد سطحی گسل چاهشک در جنوب شهرک صنعتی فناوری برتر، تغییر توپوگرافی تپه ماهوری تراس های آبرفتی قدیمی (S3) به دشت آبرفتی جوان می باشد. در این منطقه گسل چاهشک در مرز این تغییر مورفولوژیکی قرار گرفته است. مهمترین شواهد ژئوالکتریکی گسل چاهشک افزایش ناگهای عمق آبخوان در شمال گسل، ناهنجاری قابل توجه در میزان مقاومت ویژه لایه ها در پهنه گسل و تغییرات ناگهانی جنس سنگ کف در دو سوی گسل می باشد. بطور کلی چاه های حفاری شده در شمال گسل چاهشک با آبدهی خوب غالبا در عمق بیش از ۲۵۰ متر به سنگ کف رسی و کنگلومراهایی نئوژن برخورد نموده اند. اما چاه های حفاری شده در جنوب گسل با آبدهی بسیار کم و یا فاقد آبدهی عموما در عمق ۱۰۰ تا ۱۴۰ متری به سنگ کف متامورفیک برخورد کرده اند. بالا آمدگی سنگ کف در جنوب گسل چاهشک سبب ایجاد مورفولوژی پله کانی در پی سنگ متاموفیک بخش جنوبی دشت مشهد (محدوده بین روستاهای چاهشک و خیرآباد) گردیده است. این بالا آمدگی متامورفیک بصورت یک ساختمان گل مانند مثبت تحت تاثیر سیستم گسلش امتداد لغز راست گرد، با مکانیسم ترنس تنشن ایجاد شده است. این سیستم گسلش، وضعیت ساختاری، لیتولوژی و مورفولوژی سنگ کف بخش جنوب غرب دشت مشهد را تحت تاثیر قرار داده است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مدیریت محترم شرکت آب و فاضلاب مشهد و کلیه افرادی که شرایط مناسب جهت انجام این تحقیق را فراهم نموده اند سپاسگزاری می شود.

منابع

-**بربریان، م.، قریشی، م.، شجاع طاهری، ج. و طالبیان، م.، (۱۳۷۸)** ، "پژوهش و بررسی ژرف نوزمین ساخت و خطر زمین لرزه – گسلش در گستره مشهد – نیشابور"، سازمان زمین شناسی کشور، شماره ۷۲.

-**قزی ا.، حافظی مقدس ن.، صادقی ح.، غفوری م. و لشکری پور غ.، (۱۳۹۳)**. "بررسی تأثیر زمین ریخت شناسی بر روی ویژ گی های زمین شناسی مهندسی نهشته های آبرفتی شهر مشهد". فصلنامه علوم زمین، سال بیست و چهارم، شماره ۹۴ ، ص ۱۷ تا ۲۸.

-**کنگی، (۱۳۹۷)**، "طرح پژوهشی بررسی و تحلیل گسل های موثر بر کیفیت چاه های آب شرب مشهد به ویژه در مناطق شمال غرب دشت مشهد"، شرکت آب و فاضلاب مشهد. ۱۱۲ ص.

-**Bense VF, Gleeson T, Loveless SE, Bour O, Scibek J, (2013)**," Fault zone hydrogeology". Earth Science Reviews, 127,171-192.

-**Caine JS, Evans JP, Forster CB, (1996)**," Faults zone architecture and permeability structure". Geology, 24, 1025-1028.

-**Hollingsworth, J., M. Fattahi, R. Walker, M. Talebian, A. Bahroudi, M. J. Bolourchi, J. Jackson, and A. Copley (2010),** "Oroclinal bending, distributed thrust and strike-slip faulting, and the accommodation of Arabia- Eurasia convergence in NE Iran since the Oligocene", Geophys. J. Int., 181, 1214-1246,

-**Majidi, B. (1978),** "Etude petrostructurale de la région de Mashhad, Iran: Les problèmes des métamorphites, serpentinites, et granitoïdes hercyniens", PhD thesis, 274 pp., Univ. Sci. et Méd. de Grenoble, Grenoble, France.

-**,Shabanian E., Bellier O., Siame, L. Abbassi, M.R., Bourlès, D., Braucher, R., and Farbod Y. (2012).** "The Binalud Mountains: A key piece for the geodynamic puzzle of NE Iran. TECTONICS", VOL. 31.

The Role of Chahshak Fault on Quality of Drinking Water Wells Northwest of Mashhad Plain

1-Associate Professor of Geology, Islamic Azad University, Shahrood Branch
2-Mashhad Water and Wastewater Company

Abstract

Mashhad plain in a special structural position and Influenced by the performance of a series of active faults in the northern margin of the Binaloud Mountain Range, The southern margin of the Kopet Dagh Mountain Range and the Quchan Eating Zone is located to the west. The activity of these faults has formed the stepping morphology of lowland rock. Also active faults in the thick Quaternary period and The expansion of alluvial sediments has a high potential for discharge. Chaheshk fault as a subsidiary of Shandiz fault zone in central part of Mashhad plain, It plays an important role in controlling the hydraulic behavior of the groundwater resources of this plain. This fault is based on the integration of geoelectric profiles and The results of machine excavations are first identified in this study.Wells drilled to the north of Chahshak fault with good discharge Often at depths of more than 250 meters, they have been impacted by clayey rocks and Neogene conglomerates. But wells drilled south of the fault with very low discharge and Or no discharge generally at a depth of 100 to 140 meters They have been struck by metamorphic rocks. The uplift of the rock in the south of the Chahshak Fault causes The stepping morphology has been followed by metamorphic rocks in the southern part of Mashhad plain. This metamorphic uplift as a positive flower-like building, Under the influence of a straight-strike strike-slip faulting system, it was created by a trance-tension mechanism.

Keywords: Chahshak Fault, Mashhad Plain, Groundwater, Kopet Dagh Mountain, Binalood Mountain.