

ارزیابی اثر عوامل ساختاری بر ضخامت آبرفت در جنوب غرب دشت مشهد

محمد رضا ارجمند*^۱، عباس کنگی^۲، ناصر حافظی مقدس^۳

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۰۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۲۹

چکیده

دشت مشهد در یک موقعیت ساختاری ویژه و تحت تاثیر عملکرد مجموعه ای از گسلهای فعال حاشیه شمالی رشته کوه بینالود و حاشیه جنوبی رشته کوه کپه داغ گرفته است. از سویی دیگر عملکرد گسلهای فعال اصلی و پنهان در دوره کواترنری می تواند ویژگی های زمین شناسی منطقه از قبیل عمق سنگ بستر، ضخامت، گسترش، جنس و نوع ذرات تشکیل دهنده آبرفت منطقه را تحت تاثیر خود قرار دهند. بررسی داده های حاصل از حفاری چاههای آب در دشت مشهد نشان می دهد که ضخامت آبخوان آبرفتی در فواصل خیلی کم نیز، تحت تاثیر گسلهای پنهان در دشت دچار تغییرات ناگهانی شده است. در مطالعه حاضر براساس داده های حاصل از حفاری چاههای اکتشافی و بهره برداری که به سنگ کف برخورد نموده اند و مطالعات ژئوالکتریک حاضر که در این تحقیق انجام شده است، نقشه هم ضخامت آبرفت مناطق جنوب غربی دشت مشهد که به لحاظ آبدهی نیز از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد تهیه شده و موقعیت گسلهای پنهان در دشت مشخص شده است. نتایج بدست آمده در این تحقیق نشانگر آن است که گسل های اصلی در لبه جنوبی دشت مشهد خصوصاً گسل جنوب چناران و قطعه گسلی سوران، نقش به سزایی در تغییرات ناگهانی عمق و جنس سنگ بستر دشت، ضخامت و بافت ذرات تشکیل دهنده آبرفت منطقه داشته است.

کلید واژه ها: دشت مشهد، گسلهای پنهان، ضخامت آبرفت، مطالعات ژئوالکتریک

۱. دانشجوی دکتری زمین شناسی - تکتونیک دانشگاه آزاد شاهرود

۲. دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد شاهرود

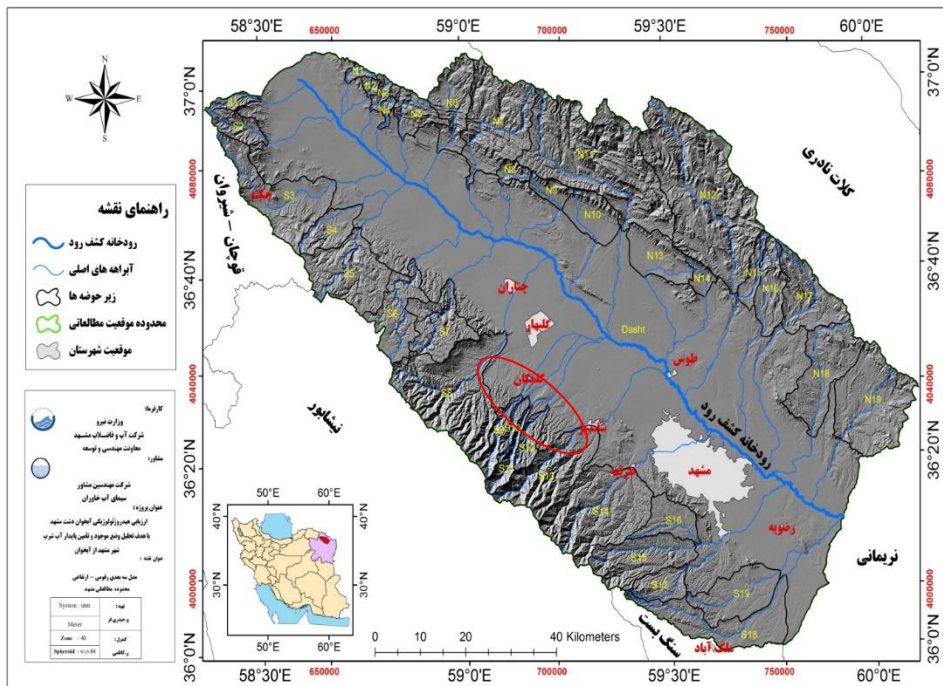
۳. استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

* محمد رضا ارجمند

۱. مقدمه

از نظر زمین شناسی دشت مشهد بخشی از پهنه فرونشستی مشهد-قوچان می باشد که در بین دو حوضه رسوبی کپه داغ (در شمال شرقی) و بینالود (در جنوب غربی) قرار گرفته است (بربریان و همکاران ۱۳۷۸، Natal'in and Sengör 2005). مرز شمال شرقی این فرونشست را گسله کشف رود و مرز جنوب غربی آن را گسله های جنوب مشهد و جنوب چناران در راستای زمین چاک پارینه تتیس می سازد (Alavi 1992). وسعت سازندهای رسوبی کل حوضه آبریز مشهد ۹۲۸۰ کیلومتر مربع می باشد، که ۹۳/۴ درصد وسعت کل حوضه را دربر می گیرد (شکل ۱). وسعت سنگهای آذرین ۴۶۴ کیلومتر مربع، که معادل ۴/۷ درصد و

سازندهای دگرگونی ۱۵۶ کیلومتر مربع که معادل ۱/۹ درصد وسعت کل حوضه آبریز مشهد می باشد دشت مشهد از زمین شناسی دارای موقعیت پیچیده ای می باشد، سنگ کف دشت در جنوب و جنوب غرب نهشته های دگرگونی، در جنوب شرق دشت نهشته های آذرین، در شمال شرق و شمال غرب نهشته های رسوبی تشکیل داده است. از نظر ساختاری دشت مشهد ناودیس باز با پلانژ به دو طرف می باشد که توسط گسلهای طولی بریده شده است (حافظی مقدس و همکاران، ۲۰۱۸). شواهد موجود حاکی از وجود گسلهای طولی به موازات گسل های لبه دشت می باشد. گسلهای کواترنری نقش مهمی در تغییر ضخامت آبرفت و همچنین بافت خاک در دشت مشهد داشته اند (حافظی مقدس و همکاران ۱۳۹۶).



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه نسبت به دشت مشهد

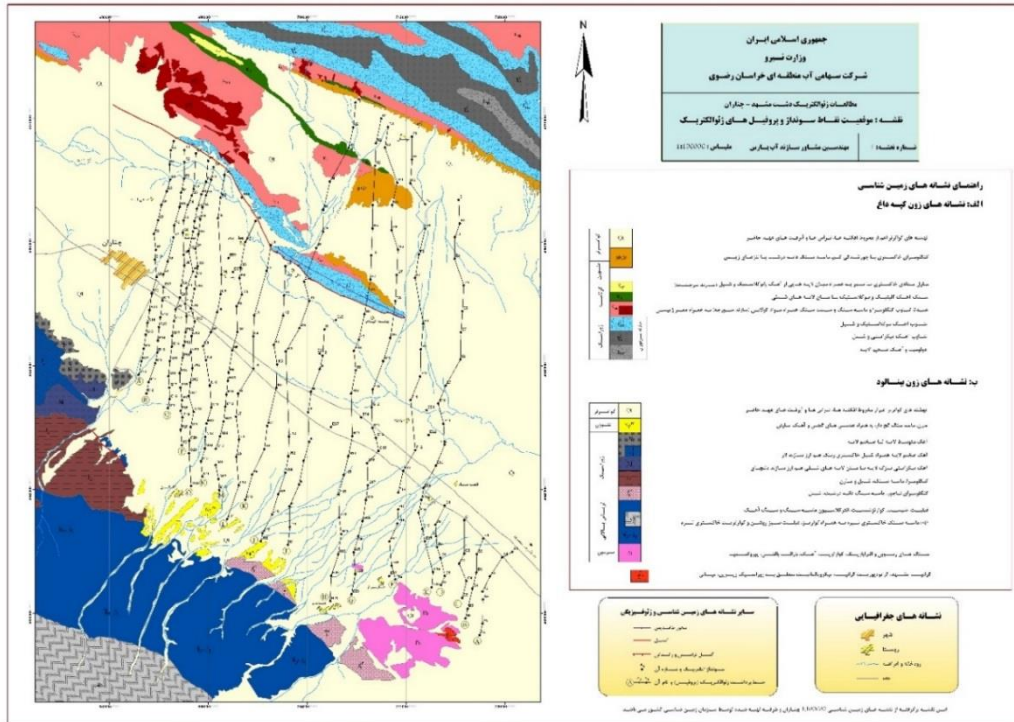
۲. روش تحقیق

در پژوهش حاضر از مطالعات ژئوالکتریک سال ۸۷ (مطالعات قبلی) شرکت سازند آب پارس که از دقت

و صحت خوبی برخوردار میباشند و از مطالعات ژئوالکتریک سال ۹۷ (مطالعات جدید) شرکت مهندسی مشاور زمین فیزیک پویا که به روش دو بعدی انجام شده استفاده گردیده است. همچنین

شکل ۲ موقعیت مطالعات ژئوفیزیک و چاههای عمیق مورد استفاده در مطالعات ارائه شده است.

داده‌های حاصل از حفاری بیش از ۴۸ حلقه چاههای عمیق آب در مناطق جنوب غرب دشت مشهد گردآوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.



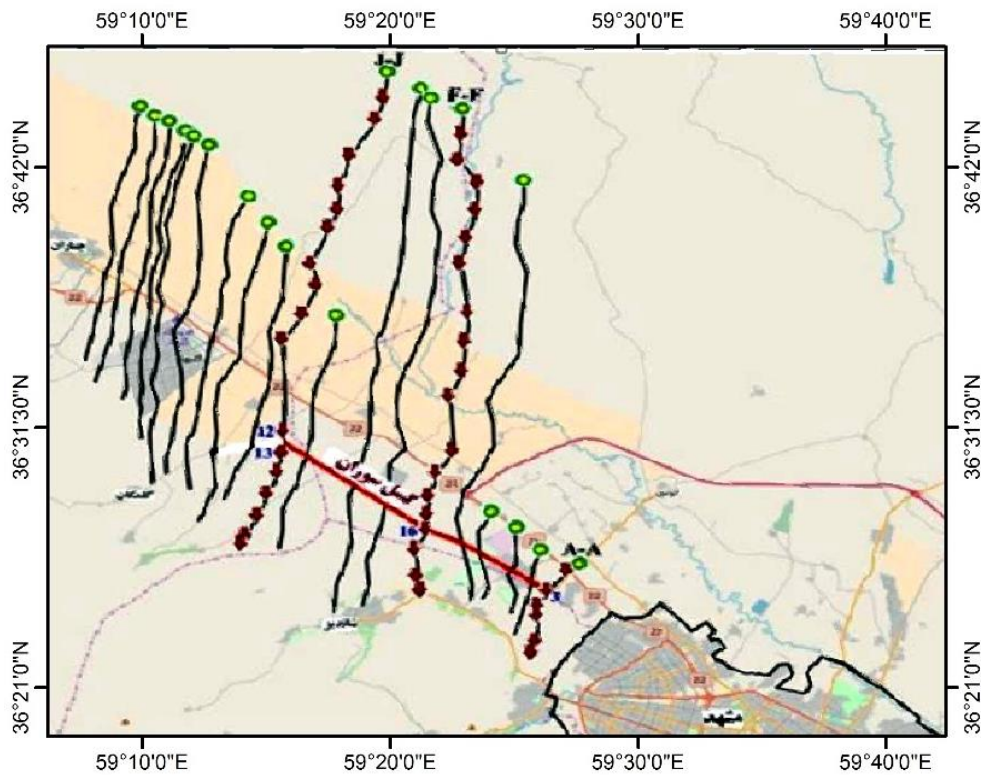
شکل ۲. موقعیت سونداژها و پروفیل‌های برداشت شده (مهندسين مشاورانند آب پارس، ۱۳۸۷)

محققين و صاحب نظران علاقه مند به مباحث زمين شناسی و منابع آب زیرزمینی بوده است. تاکنون مطالعات ژئوالکتریک متعددی در این نواحی انجام پذیرفته است و از جمله مطالعات ژئوالکتریک سال ۸۷ شرکت سازند پارس می‌باشد. در شکل ۳ موقعیت پروفیل‌های برداشت شده و قطعه گسلی سوران که بعنوان بخشی از سامانه گسل جنوب مشهد در این مقاله معرفی شده است را نشان می‌دهد.

۳. بحث

۳-۱. ارزیابی مطالعات ژئوالکتریک

آبخوان آبرفتی مناطق غرب و جنوب غرب دشت مشهد از یکسو به عنوان اصلی ترین و مهمترین منابع آب زیر زمینی در دشت مشهد و از سوی دیگر بدلیل تفاوت های زیاد و بحث برانگیزی که در حفاری های انجام شده در زمینه عمق برخورد به سنگ کف و میزان آبدهی چاههای محفوره وجود دارد همیشه مورد توجه

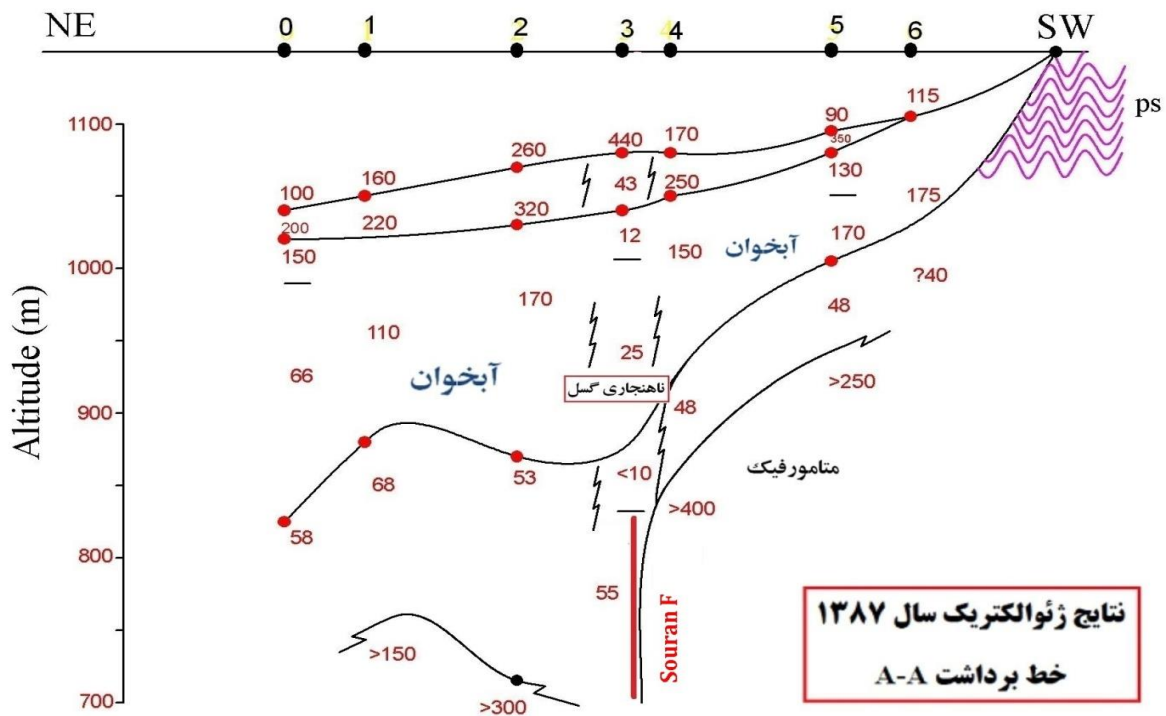


شکل ۳. موقعیت پروفیل های ژئوالکتریک ۱۳۸۷ نسبت به قطعه گسلی سوران

صورت داشتن تراکم کمتر می تواند تا حدودی در تغذیه جانبی آبخوان مؤثر واقع شود.

در محدوده سونداژ A3 این پروفیل ژئوالکتریک، 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. 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 نرمال ایجاد شده باشد.

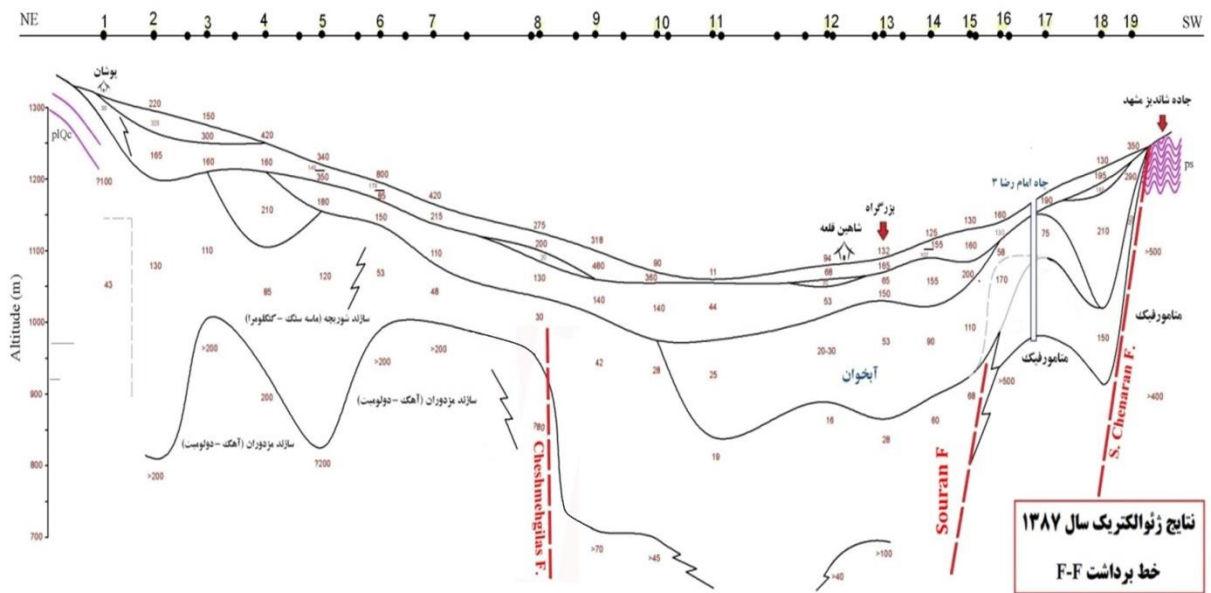
در شکل ۴ نتایج پروفیل ژئوالکتریک A-A با ۷ سونداژ، طول حدود ۸ کیلومتر و راستای شمال شرق- جنوب غرب که از روستای صفی آباد تا ابتدای بلوار شاهنامه ادامه دارد، آمده است. در این پروفیل افق آبرفتی اصلی آبخوان به عنوان لایه دوم با مقاومت ویژه ۶۶ تا ۱۷۵ اهم متر بر گسترش رسوبات آبرفتی تراوا دلالت دارد که میزان ضخامت آبرفت در محل سونداژ A0 (سونداژ مبنا) به حدود ۲۰۰ متر بالغ می گردد. در زیر این بخش لایه سوم با مقاومت ویژه ۵۰ تا ۶۰ اهم متر را می توان به رسوبات تخریبی سازند شوربچه (کنگومرا و ماسه سنگ)، رسوبات نیمه رسانای نئوژن و یا تراس های آبرفتی کهن نسبت داد. این نهشته ها غالباً نقش سنگ بستر زیرین آبرفت را ایفا نموده و صرفاً در



شکل ۴. موقعیت گسل شناسایی شده سوران نسبت به سونداژهای پروفیل ژئوالکتریک A-A (سازند آب پارس، ۱۳۸۷).

F17 لایه آبرفتی با مقاومت ویژه ۲۵ تا ۱۱۰ اهم متر و ضخامت ۱۲۵ تا ۱۵۰ متر آبخوان اصلی منطقه را تشکیل داده است. این رسوبات در بخش جنوب و جنوب غربی دشت بر روی پی سنگ متامورفیک با مقاومت ویژه ۴۰۰ تا ۵۰۰ اهم متر و در بخش مرکزی بر روی نهشته های رسی سیلتی با مقاومت ویژه ۱۶ تا ۶۰ اهم متر قرار گرفته است. عملکرد ۲ گسل سوران و جنوب چناران به ترتیب در زیر سونداژهای ۱۵ و ۱۹ سبب ایجاد مرفولوژی پله کانی در پی سنگ متامورفیک گردیده است.

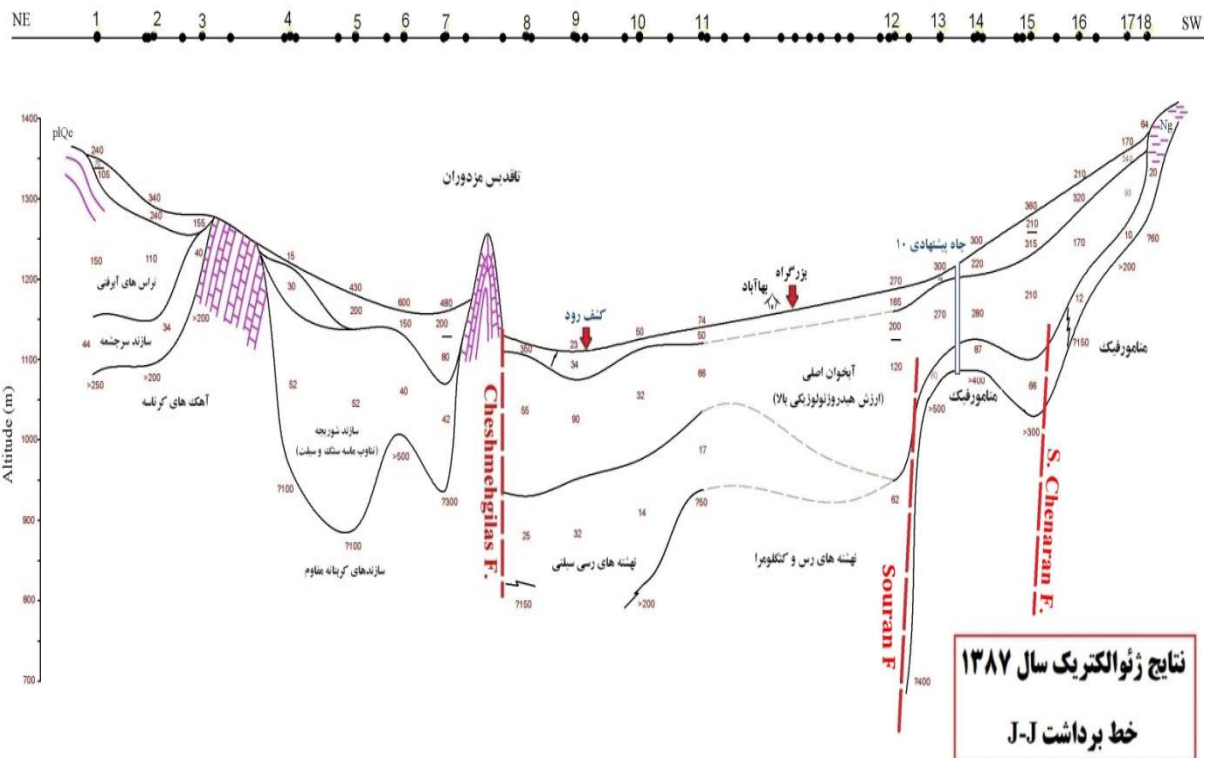
در شکل ۵ نیز پروفیل ژئوالکتریک F-F نشان داده شده است. این پروفیل با ۱۹ سونداژ، طول حدود ۳۸ کیلومتر و راستای شمال شرق - جنوب غرب که از روستای حصار سرخ (شاندیز) در جنوب تا روستای پوشان در شمال ادامه دارد. مهمترین گسلهای قابل مشاهده در این پروفیل، شامل گسل چشمه گیلاس در شمال دشت مشهد و گسل های جنوب چناران و قطعه گسلی سوران در جنوب دشت مشهد می باشند. عملکرد این گسلها فروافتادگی کاسه دشت مشهد را سبب شده است. به گونه ای که در محدوده مابین سونداژهای F10 تا



شکل ۵. موقعیت گسل شناسایی شده سوران نسبت به سونداژهای پروفیل ژئوالکتريک F-F. (سازند آب پارس، ۱۳۸۷)

علاوه بر گسل چشمه گیلان در شمال دشت مشهد، گسل های جنوب چناران و قطعه گسلی سوران مشاهده می گردد.

پروفیل ژئوالکتريک J-J با ۱۸ سونداژ، طول حدود ۳۷ کیلومتر و راستای شمال شرق - جنوب غرب از شمال شرق روستای کاهو در جنوب تا شمال غرب روستای گوری در شمال ادامه دارد (شکل ۶). در این پروفیل



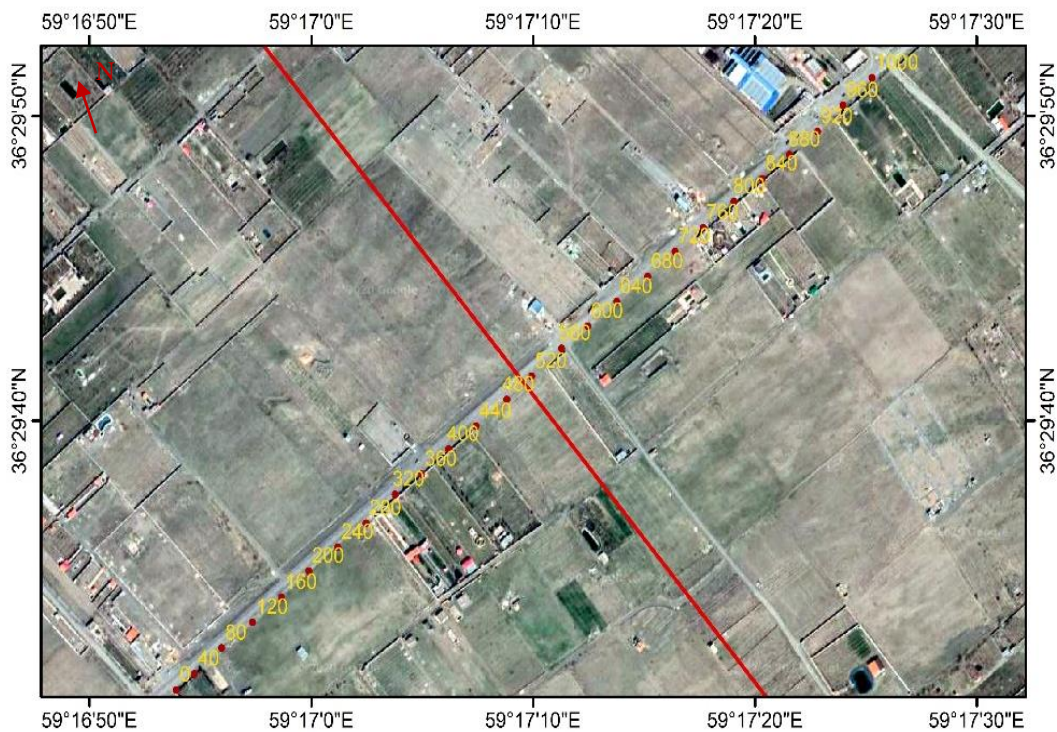
شکل ۶. موقعیت گسل پیشنهادی شناسایی شده سوران نسبت به سونداژهای پروفیل ژئوالکتريک J-J. (سازند آب پارس، ۱۳۸۷).

ایستگاهی ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ متر و عمق ۲۱۰ متر برداشت گردیده است. مختصات جغرافیایی هر یک از ایستگاه ها در (جدول ۱) ارائه شده است. (شکل های ۷ و ۸) موقعیت پروفیل ERT (دو بعدی) را نسبت به گسل سوران را نشان می دهد.

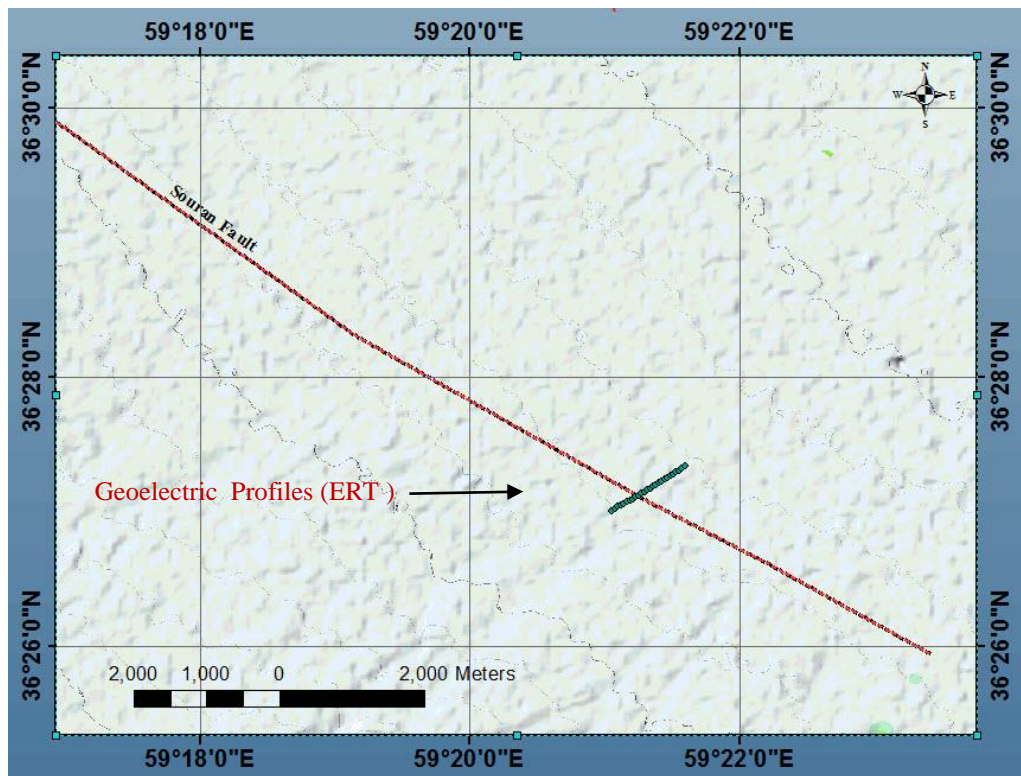
همانگونه که بیان گردید جهت ارزیابی دقیق تر موقعیت قطعه گسلی سوران یک پروفیل ژئوالکتریک دو بعدی (ERT) در محدوده روستای سوران از نواحی جنوب غرب دشت مشهد برداشت گردید. طول این پروفیل ۱۰۰۰ متر و عمق نفوذ آن ۲۱۰ متر بوده و در راستای عمود بر گسل سوران (جنوب غرب - شمال شرق) برداشت گردیده است. این پروفیل با فواصل

جدول ۱. مختصات جغرافیایی ایستگاههای پروفیل

Distance	X	Y	Elevation	Distance	X	Y	Elevation
0	704370	4040940	1208.581	520	704761	4041267	1203.034
40	704390	4040957	1208.919	560	704794	4041296	1202.652
80	704420	4040984	1208.234	600	704823	4041319	1201.949
120	704454	4041011	1205.96	640	704855	4041345	1201.113
160	704486	4041037	1204.671	680	704889	4041371	1199.825
200	704516	4041064	1203.414	720	704919	4041397	1199.028
240	704548	4041089	1203.664	760	704950	4041422	1198.071
280	704579	4041114	1202.59	800	704984	4041449	1196.722
320	704611	4041144	1203.319	840	705015	4041473	1196.733
360	704640	4041165	1206.896	880	705045	4041498	1195.131
400	704670	4041191	1203.797	920	705076	4041522	1193.958
440	704700	4041215	1204.995	960	705104	4041549	1193.69
480	704734	4041243	1203.187	1000	705136	4041578	1192.359



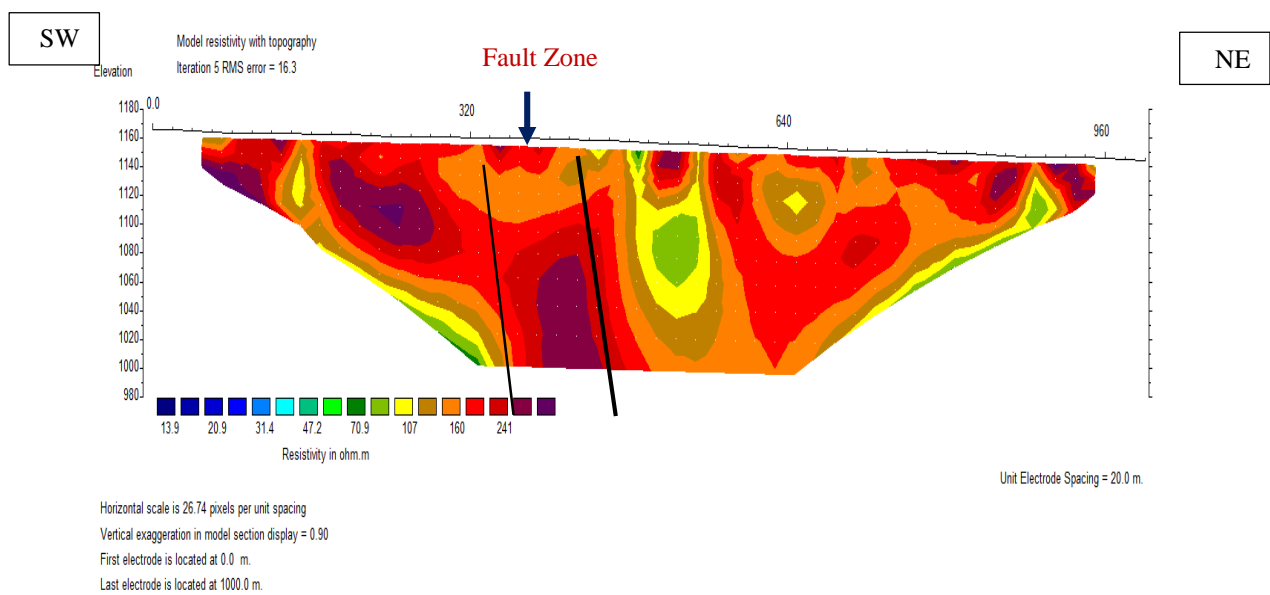
شکل ۷. تصویر ماهواره‌ای از موقعیت گسل سوران نسبت به موقعیت پروفیل های برداشت شده به روش ERT به طول ۱۰۰۰ متر



شکل ۸. موقیت پروفیل ERT (دو بعدی) نسبت به گسل سوران با استفاده از نرم افزار GIS را نشان می دهد

تغییرات مربوط به خردشدگی ناشی از قطعه گسلی سوران است (شکل ۹).

در این مقطع در فاصله ۴۸۰ متری از شروع پروفیل تغییرات قابل توجهی در مقدار مقاومت الکتریکی مشاهده می شود که تا فاصله ۵۲۰ متر ادامه پیدا کرده است.



شکل ۹. مقطع حاصل از اندازه گیری مقاومت الکتریکی ERT مربوط به پروفیل دو بعدی در منطقه سوران

۲-۳. بررسی ضخامت آبخوان آبرفتی توسط داده های حاصل
از حفاری چاههای عمیق آب

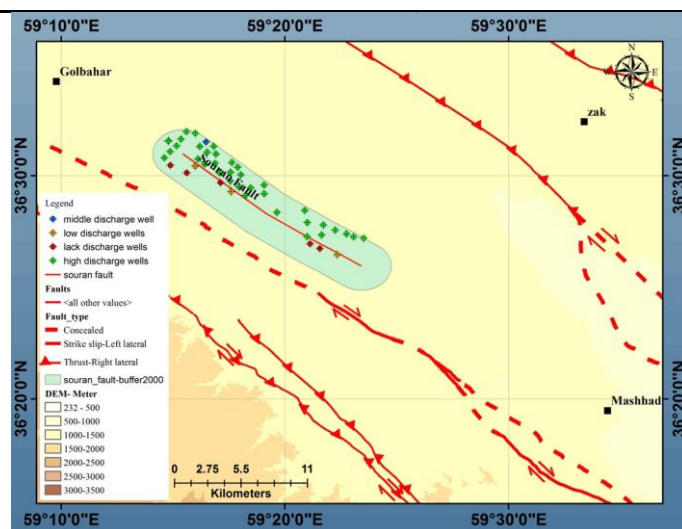
(high) با علامت سبز نشان داده شده‌اند، چاههای با
آبدهی کم (low) با علامت زرد و چاههای فاقد
آبدهی (lack) با علامت قرمز نشان داده شده‌اند.
ملاحظه می‌گردد که بعد از قطعه گسلی سوران
ضخامت آبرفت افزایش یافته و آبدهی چاهها افزایش
قابل توجه داشته است.

در جدول ۲ نتایج داده های حاصل از حفاری برخی از
چاههای آب شامل مختصات مکانی، پتانسیل آبدهی،
عمق برخورد به سنگ کف و جنس آن و همچنین
سطح آب زیر زمینی آبخوان منطقه و در شکل ۱۰
موقعیت ۴۸ حلقه از چاههای عمیق آب که در شعاع ۲
کیلومتری از گسل شناسایی سوران واقع شده‌اند را
نشان می‌دهند. در این نقشه چاههای عمیق با آبدهی بالا

جدول ۲. مشخصات و مختصات مکانی چاههای عمیق مناطق جنوب غرب بر اساس تحلیل داده های پژوهش حاضر

Notification	S.W.T (m)	Bed Rock Depth (m)	discharge potency (lit/s)	Discharge Quantity	UTM-Y	UTM-X	row
ultramafic bedrock	134.5	260	30	high	4036988	713696	1
ultramafic bedrock	130	260	27	high	4037226	713213	2
ultramafic bedrock	130	250	27	high	4039091	710382	3
ultramafic bedrock	138	250	30	high	4037925	711646	4
ultramafic bedrock	145	250	30	high	4038095	710561	5
ultramafic bedrock	146	240	33	high	4037085	711552	6
ultramafic bedrock	160	220	28	high	4036921	710585	7
ultramafic bedrock	130	240	34	high	4037515	712446	8
	110	240	30	high	4044216	703247	9
	153	240	30	high	4040405	707638	10
-	100	250	30	high	4044260	704172	11
	85	250	30	high	4042766	703603	12
	120	250	30	high	4043185	703154	13
	106	250	25	high	4043764	703738	14
	139	250	25	high	4036899	714368	15
	122.5	250	30	high	4042129	705350	16
	115.5	250	30	high	4042569	705810	17
	150	250	26	high	4038884	708515	18
	134.5	250	30	high	4040877	706723	19
	121.4	250	30	high	4041947	706039	20
ultramafic bedrock	140	250	35	high	4042939	705417	21
ultramafic bedrock	107	250	28	high	4042054	704627	22
ultramafic bedrock	131	260	35	high	4041415	705346	23

Notification	S.W.T (m)	Bed Rock Depth (m)	discharge potency (lit/s)	Discharge Quantity	UTM-Y	UTM-X	row
ultramafic bedrock	120	260	25	high	4040911	705946	24
ultramafic bedrock	90	260	25	high	4045295	702911	25
ultramafic bedrock	92	260	25	high	4045421	702316	26
ultramafic bedrock	113	260	29	high	4044234	701695	27
-	116	260	25	high	4043744	701275	28
-	110	260	28	high	4044642	701146	29
ultramafic bedrock	110	220	30	high	4040245	706385	30
ultramafic bedrock	110	250	27	high	4041118	707609	31
ultramafic bedrock	71	260	25	high	4041430	702756	32
ultramafic bedrock	103	260	28	high	4044793	701976	33
ultramafic bedrock	101	260	25	high	4044627	701136	34
ultramafic bedrock	147	240	25	high	4039420	704807	35
ultramafic bedrock	118	220	27	high	4043221	700899	36
ultramafic bedrock	115	250	25	high	4043613	704339	37
ultramafic bedrock	131	250	25	high	4042849	704299	38
ultramafic bedrock	153	200	4	lack	4035956	711467	39
ultramafic bedrock	133	200	4	lack	4036337	710792	40
ultramafic bedrock	122	180	4	lack	4042621	701316	41
ultramafic bedrock	150	140	0	lack	4042020	702423	42
ultramafic bedrock	157	180	4	lack	4041265	704692	43
ultramafic bedrock	114	180	9	low	4043762	702768	44
ultramafic bedrock	170	220	10	low	4035499	712632	45
ultramafic bedrock	110	220	9	low	4042590	702979	46
ultramafic bedrock	181	210	10	low	4040533	705414	47
ultramafic bedrock	120	240	16	middle	4044604	703650	48



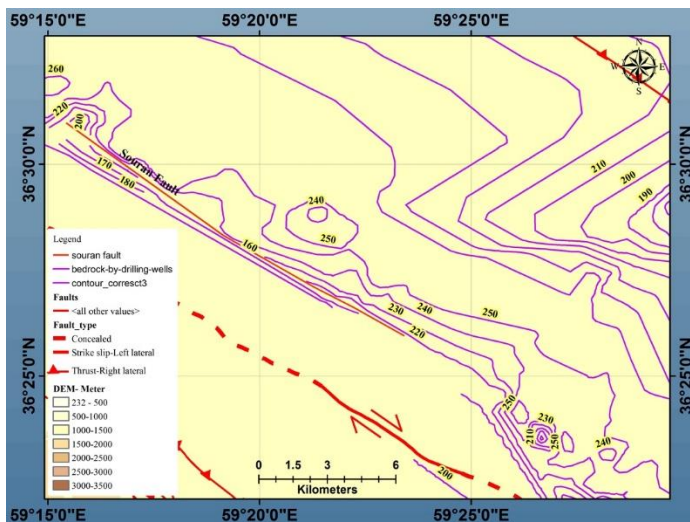
شکل ۱۰. موقعیت گسل سوران و گسل های اصلی و وضعیت منابع آب زیر زمینی مناطق جنوب غرب دشت مشهد با استفاده از نرم افزار GIS

۳-۳. تلفیق مطالعات ژئوالکتریک و داده های

حاصل از حفاری چاههای عمیق آب

در شکل ۱۱ منحنی های هم عمق آبرفت در جنوب غرب دشت مشهد بر اساس داده های حفاری چاههای آب و مطالعات ژئوفیزیک ترسیم شده است. ضخامت آبرفت در فاصله اندکی از ارتفاعات جنوب مشهد در شمال ناحیه سوران به بیش از ۲۵۰ متر می رسد،

افزایش ناگهانی ضخامت آبرفت به موازات قطعه گسلی سوران حاصل عملکرد نرمال گسل مزبور می باشد. در این منطقه بدلیل ضخامت زیاد آبرفت و درشت دانه بودن ذرات آبرفتی، آبخوان غنی شکل گرفته است.



شکل ۱۱. عملکرد گسل سوران بر منحنی های هم ضخامت آبرفت جنوب غرب دشت مشهد

۴. نتیجه گیری

- در مناطق جنوب غرب دشت مشهد (حوالی روستای سوران) عمق سنگ بستر به طور ناگهانی دچار تغییرات زیادی شده است . به عبارت دیگر در این مناطق در فواصل کمتر از ۳۰۰ متر ضخامت آبرفت از ۱۰۰ متر در بخش های جنوبی قطعه گسل سوران به بیش از ۲۵۰ متر در بخش های شمالی آن میرسد که این پدیده می تواند ناشی از عملکرد نرمال گسل فوق باشد . گسل مذکور پوشیده در زیر آبرفت و فاقد رخنمون سطحی می باشد.

- مطالعات ژئوالکتریک قبلی در محدوده مورد نظر و مطالعات جدید ژئوالکتریک که در راستای پژوهش حاضر صورت گرفته است به خوبی زون

گسلی سوران را نشان می دهد . در این منطقه ناهنجاری های قابل توجه در میزان مقاومت ویژه لایه ها مشاهده می شود. این ناهنجاری ها مربوط به خردشدگی ناشی از قطعه گسلی سوران است که می تواند بر اثر عملکرد نرمال گسل سوران ایجاد شده باشد .

- افزایش یا کاهش ضخامت آبرفت در مناطق فوق تاثیر عمده ای بر منابع آب زیر زمینی منطقه داشته است . به طوریکه آبدهی چاههای آب در جنوب گسل سوران با توجه به ضخامت کم آبرفت و پایین بودن سطوح ایستابی ناچیز می باشد در صورتیکه در شمال گسل مذکور سفره آب زیرزمینی غنی تشکیل شده است . از اینرو روند گسل سوران می تواند شاخص مناسبی برای مکان یابی چاههای جدید آب در منطقه باشد.

سپاسگزاری

از تمامی افرادی که در پیشبرد این پژوهش ما را یاری نمودند خصوصا از کارشناسان شرکت زمین فیزیک پویا و همچنین از حمایت‌های بسیار ارزنده شرکت آب و فاضلاب مشهد تشکر و سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

- بربریان: م، قریشی، م، شجاع طاهری، ج، طالبیان، م ۱۳۷۸، پژوهش و بررسی نو زمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه - گسلش در گستره مشهد - نیشابور، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، کتاب شماره ۷۲، ۲۳۳ ص.
- حافظی مقدس ن، آزادی ا، رحیمی ب، ۱۳۹۶، شناسایی مسیر و تعیین حریم گسل جنوبی مشهد و ارائه ضوابط ساخت و ساز، طرح پژوهشی دانشگاه فردوسی و سازمان نظام مهندسی خراسان رضوی.
- شرکت مهندسی مشاور سازند آب پارس، گزارش مطالعات ژئوالکترونیک دشت مشهد - چناران، ۱۳۸۷، ۷۱ ص.
- شرکت مهندسی مشاور زمین فیزیک پویا، پروژه مطالعات ژئوالکترونیک به روش های یک بعدی و دو بعدی دشت مشهد، ۱۳۹۷.
- Alavi, m., 1991 Sedimentary and structural characteristics of the paleotethys remnants in northeastern Iran, Geol. Soc. Am. Bull., v. 103. p. 983- 992.
- Natal'in, B.A. and A.M.C. Sengör 2005. Late Palaeozoic to Triassic evolution of the Turan and Scythian platforms; the pre-history of the Palaeo-Tethyan closure. Tectonophysics, v. 404, p. 175-202.
- Hafezi Moghaddas, N Chin, L., Rahimi, B., Azadi, A., 2018. Morpho- tectonics and Geoelectrical method applied to active faults characterization in South of Mashhad Plain, Northeast of Iran. Geopersia 8 (1), PP.13-26