

بررسی رابطه تخریبات دبی آب رودخانه چمشیر با شاخص‌های مورفوتکتونیکی در محل امدات سد چمشیر

مهدی مشعل*، ممد رضا صابری^۱، عبدالمجید اسدی^۲ و جهانمیش امسانی^۲

(۱) گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، Mahdi.Mashal@gmail.com

(۲) گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

(* عهده‌دار مکاتبات)

دریافت: ۸۹/۷/۳۰؛ دریافت اصلاح شده: ۸۹/۱۰/۱۹؛ پذیرش: ۸۹/۱۰/۳۰؛ قابل دسترس در تارنما: ۹۰/۴/۳۰

هکیده

در این تحقیق شاخص‌های مورفوتکتونیکی و وضعیت دبی رودخانه در بالادست و پایین دست محور سد مخزنی در حال احداث چمشیر مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات انجام شده نشان داد که مهم‌ترین عامل شکل‌گیری و تکامل منطقه، ساختارهای فعال تکتونیکی، از جمله گسل‌های رانده و نرمال موجود منطقه هستند. همچنین اندازه‌گیری دبی در فصول مختلف، به ویژه در شرایطی که تخریب اندک بود، نشان از افت حدود ۱۵ درصدی دبی رودخانه در اطراف ساختگاه داشت. میزان افت و گم‌شدگی آب ناشی از شکستگی و گسل موجود در فاصله حدود ۲۰۰ متری بالادست و در ۱۵۰۰ متری پایین‌دست سد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: دبی، چمشیر، مورفوتکتونیک، سد.

۱- مقدمه

(2002). در همین راستا در این مطالعه، ابتدا ساختارهای عمده منطقه

یعنی گسل‌ها، چین‌ها و درزه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و سپس اثرات گسل‌ها بر دبی رودخانه بررسی شد.

منطقه چمشیر به دلیل دارا بودن منابع نفتی (وجود سازندهایی با قابلیت ذخیره نفت و سنگ‌پوش) از دیرباز مورد توجه زمین‌شناسان شرکت نفت ایران بوده است. همچنین در سال‌های اخیر، به علت مناسب بودن مسیر رودخانه و حوزه آبریز، مطالعاتی در زمینه بررسی قابلیت منطقه برای ایجاد یک سد صورت گرفته است.

۲- روش تمقیق
هدف از این مطالعه، یافتن نقش عوامل تکتونیکی و مورفوتکتونیکی در شکل‌گیری الگوی پدیده‌های طبیعی و جهت حرکت جریان و تغییرات دبی آب در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. به این منظور علاوه بر مطالعه‌ی عکس‌های هوایی، داده‌های ماهواره‌ای و مطالعات قبلی، عملیات صحرایی با اندازه‌گیری‌ها و ابزارهای بسیار دقیق در منطقه انجام شد. باید اشاره نمود که برای تعیین سطح فعالیت تکتونیکی در منطقه، به شاخص‌های مورفوتکتونیکی توجهی ویژه‌ای شده است.

با توجه به وجود گسل‌های فعال و سابقه‌ی لرزه‌خیزی تاریخی و دستگاهی برای ایجاد یک سد بزرگ با ظرفیت بالا، محاسبات دبی رودخانه در مقاطع مختلف بالادست و پایین دست و شناسایی مورفوتکتونیک حوزه با اهمیت می‌باشد.

جهت بررسی مطالعات تکتونیکی در هر منطقه شناخت اولیه ساختارها از اهمیت زیادی برخوردار است (Keller & Pinter)

۳- بخت

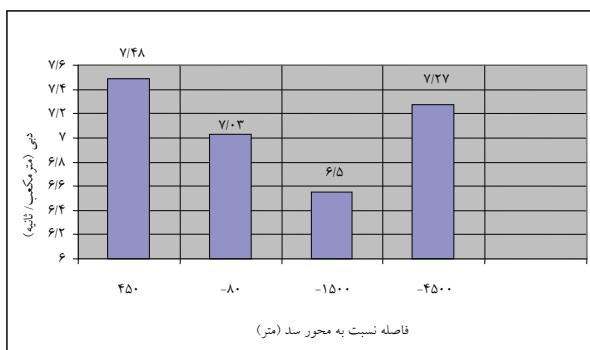
۳-۱- موقعیت جغرافیایی

تبخیر باشد، حدود ۴۰۷ لیتر بر ثانیه فرار و گم‌شدگی آب را داشته‌ایم (تصاویر ۱ و ۲).

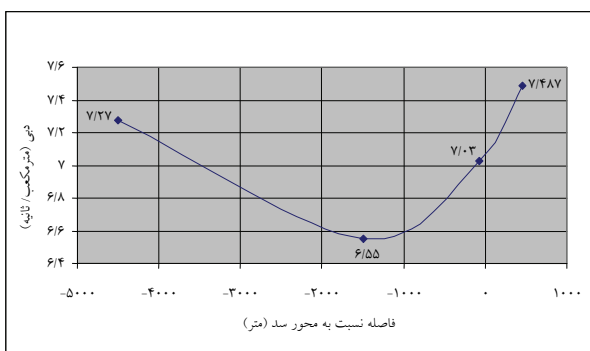
جدول ۱- میزان دبی اندازه‌گیری شده آب رودخانه در فصول مختلف بررسی وضعیت دبی رودخانه نسبت به محور سد در یک زمان (روز)

تاریخ اندازه‌گیری	میزان دبی	فاصله ایستگاه نسبت به محور سد	تاریخ اندازه‌گیری		ردیف
			عرض	طول	
۱۳۸۷/۷/۲	۷/۴۸۷	۴۵۰	۳۰ ۱۰ ۴۵	۵۰ ۵۲ ۴۱	۱
۱۳۸۷/۷/۲	۷/۰۳	-۸۰	۳۰ ۱۰ ۵۸	۵۰ ۵۲ ۳۱	۲
۱۳۸۷/۷/۲	۶/۵۵	-۱۵۰۰	۳۰ ۱۱ ۱۴	۵۰ ۵۱ ۳۷	۳
۱۳۸۷/۷/۲	۷/۲۷۶	-۴۵۰۰	۳۰ ۱۱ ۰۱	۵۰ ۵۲ ۱۸	۴
۱۳۸۶/۱۱/۱۶	۷/۴۱۷	۷۷۰۰	۳۰ ۰۹ ۵۳	۵۰ ۵۵ ۳۳	۱
۱۳۸۶/۱۱/۱۶	۱۶/۵۱۶	-۱۵۰۰	۳۰ ۱۱ ۱۴	۵۰ ۵۱ ۳۲	۲
۱۳۸۷/۲/۱۰	۱۳/۰۷	۵۰۰۰	۳۰ ۰۹ ۳۳	۵۰ ۵۵ ۲۲	۱
۱۳۸۷/۲/۱۰	۱۲/۳۴۵	-۱۵۰۰	۳۰ ۱۱ ۱۴	۵۰ ۵۱ ۳۲	۲

تذکر: فاصله بالای محور سد با علامت + و پایین سد با علامت - نمایش داده شده است



تصویر ۱- این نمودار میزان دبی رودخانه را در مقاطع مختلف نسبت به محل احداث سد نشان می‌دهد (میله‌ای)



تصویر ۲- این نمودار میزان دبی رودخانه را در مقاطع مختلف نسبت به محل احداث سد نشان می‌دهد (خطی)

۳-۳- زمین‌شناسی ساقماتی سدها در منطقه

چمشیر

کمر بند چین و راندگی زاگرس روی حاشیه شمال شرقی صفحه عربی و روی پی سنگ پرکامبرین واقع شده است. این کمر بند یک

منطقه چمشیر در جنوب استان کهگیلویه و بویراحمد و در جنوب شرق شهرستان گچساران در محدوده طول‌های $50^{\circ}55'13''$ تا $50^{\circ}54'06''$ و عرض‌های $30^{\circ}09'05''$ تا $30^{\circ}09'45''$ در قسمتی از رودخانه زهره واقع شده است. منطقه چمشیر از نظر زمین‌شناسی تا شعاع تقریباً ۱۵۰ کیلومتری، جزء زاگرس چین‌خورده محسوب می‌گردد. منطقه مورد مطالعه در شمال، پس از گذراندن این منطقه چین‌خورده، هم‌جوار زاگرس مرتفع و در قسمت جنوب و جنوب غرب هم‌جوار زاگرس پست یا دشت خوزستان است.

۳-۲- اندازه‌گیری دبی (رودخانه)

دبی رودخانه زهره در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفت. باتوجه به این‌که اندازه‌گیری‌ها در روزهای ابری صورت گرفته افت ناشی از تبخیر بسیار کم می‌باشد و این افت تقریباً به‌طور کامل ناشی از فرار آب بوده است.

اولین اندازه‌گیری در بهمن‌ماه سال ۱۳۸۶ در فاصله ۷۷۰۰ متری بالادست و ۱۵۰۰ متری پایین‌دست محل احداث سد دبی رودخانه انجام شد. میزان دبی در بالادست، $17/417$ متر مکعب بر ثانیه و در پایین‌دست $16/516$ متر مکعب بر ثانیه اندازه‌گیری شد. همچنین میزان افت دبی ۹۰۱ لیتر بر ثانیه محاسبه گردید. با توجه به این‌که اندازه‌گیری در فصل زمستان و یک روز ابری انجام شد، افت ناشی از تبخیر خیلی کم بوده و این افت تقریباً همگی ناشی از فرار آب بوده است (جدول ۱).

سپس در اردیبهشت سال ۱۳۸۷ در فاصله ۵۵۰۰ متری بالادست و ۱۵۰۰ متری پایین‌دست محل احداث سد، دبی رودخانه اندازه‌گیری شد. میزان دبی در بالادست $13/07$ متر مکعب بر ثانیه، در پایین‌دست $12/345$ متر مکعب بر ثانیه و میزان افت آن 725 لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری شد. میزان افت دبی 725 لیتر بر ثانیه بوده، با فرض این‌که از میزان افت فوق 100 لیتر بر ثانیه ناشی از تبخیر باشد، حدود 625 لیتر بر ثانیه فرار و گم‌شدگی آب داشته‌ایم (جدول ۱).

نهایتاً در مهر سال ۱۳۸۷، در فاصله ۴۵۰ متری بالادست و فاصله‌های ۸۰ متری، ۱۵۰۰ متری و ۴۵۰۰ متری پایین‌دست محل احداث سد، دبی رودخانه اندازه‌گیری شد. میزان دبی در بالادست $7/487$ متر مکعب بر ثانیه و در پایین‌دست به ترتیب $7/03$ ، $6/55$ و $7/276$ متر مکعب بر ثانیه اندازه‌گیری شد. میزان افت دبی در فاصله ۴۵۰ متری بالادست نسبت به نقطه ۸۰ متری پایین‌دست، 457 لیتر بر ثانیه محاسبه گردید. با فرض این‌که از میزان افت فوق 50 لیتر بر ثانیه ناشی از

(Solaymani Azad 2010). براساس میزان اطلاعات به دست آمده از این شاخص‌ها، مناطق مختلف از نظر فعالیت تکتونیک در ۵ دسته قرار می‌گیرند (Bull & Mcfadden 1977).

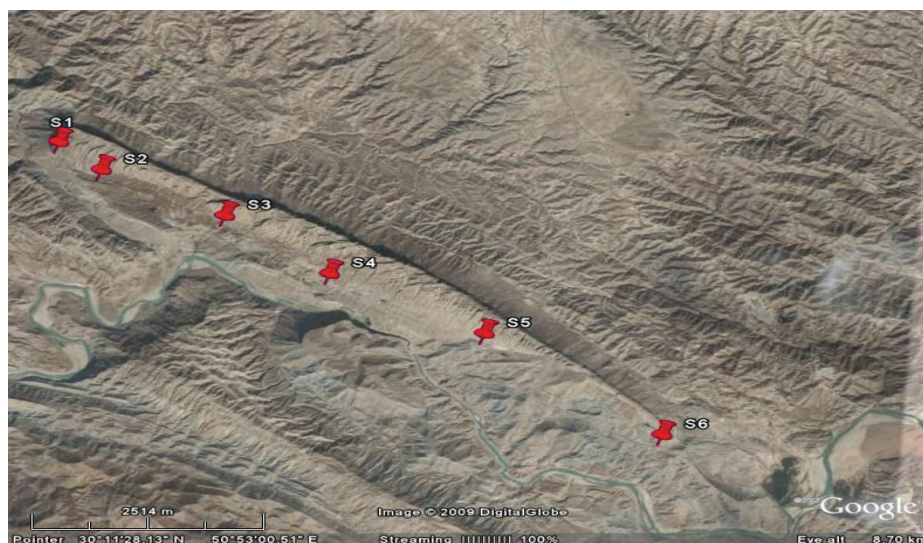
۳-۴-۱- پیچ و خم پیشانی کوهستان (mountain front sinosity)
شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان در منطقه مورد مطالعه، با اندازه‌گیری مقادیر L_s , L_{mf} در ۶ ایستگاه، محاسبه گردید. بر اساس جدول ۲، مقادیر این شاخص در منطقه بین ۱/۰۳ در S2-S3 تا ۱/۱۱ در S4-S5 متغیر بوده و تعداد متوسط آن در تمام منطقه برابر با ۱/۰۷ می‌باشد (تصویر ۳، جدول ۲).

۳-۴-۲- نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (Vf ratio)
مقدار شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن، در ۱۵ ایستگاه اندازه‌گیری و محاسبه شد. کمترین مقدار این شاخص در ایستگاه شماره ۶ (۰/۱۵) و بیشترین مقدار آن در ایستگاه شماره ۱۴ محاسبه گردید. میانگین این شاخص ۰/۷۲ اندازه‌گیری شد که این مقدار نشان‌دهنده دره‌های U شکل در منطقه می‌باشد (جدول ۳).

منطقه جوان است که در اثر برخورد صفحات عربی و ایران مرکزی دچار کوتاه‌شدگی و ضخیم‌شدگی شده است (Berberian 1995). ساخت‌گاه سد چمشیر، در جنوب قسمتی از گسل جبهه کوهستان زاگرس (منطقه گچساران) و در زیر واحد زاگرس چین‌خورده قرار دارد. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، برآوردی ریخت‌زمین‌ساختی در محل ساخت‌گاه، برای شناسایی عناصر مهم ساختاری انجام شده است. محدوده مورد مطالعه، در کمربند چین‌خورده - رانده زاگرس قرار داشته که متشکل از چین‌های تاقدیسی جعبه‌ای شکل طویل شده با طول موج‌های تقریباً یکسان می‌باشد و در طی زمان میوسن و پلیوسن چین‌خورده است. در حالی‌که تبخیری‌های میوسن مانند سازند گچساران، به صورت جریان‌ی چین‌خورده‌اند (آقباتی ۱۳۸۴، خسروتهرانی ۱۳۸۴).

۳-۴-۳- تحلیل مورفوتکتونیک منطقه چمشیر

به طور کلی، شاخص‌های مورفوتکتونیک علاوه بر انعکاس وضعیت تکتونیک منطقه، تحت تأثیر وضعیت آب، رطوبت، ساختار، مقاومت و جنس سنگ‌های منطقه نیز قرار دارند (Granja Bruña 2009).



تصویر ۳- ایستگاه‌های اندازه‌گیری شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان در منطقه مورد مطالعه (تصویر ماهواره‌ای بریده شده از تصاویر Google earth)

جدول ۲- شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان

طول	عرض	فاصله ایستگاهها	L_{mf} (m)	L_s (m)	L_{mf} / L_s
50 50 07	30 12 23	S1-S2	709	670	1.058209
50 51 25	30 12 10	S2-S3	1551	1500	1.034
50 51 16	30 11 49	S3-S4	1574	1450	1.085517
50 52 00	30 11 22	S4-S5	2125	1916	1.109081
50 53 05	30 10 55	S5-S6	2664	2481	1.073761
50 54 21	30 10 07	0	0		

جدول ۳- شاخص مورفوتکتونیکی رودخانه

Number	موقعیت نسبت به پل اصلی	$E_{sc}(m)$	مختصات سمت راست		E_{fd}	مختصات سمت چپ		E_{fd}	V_{fw}	V_f
			x	y		x	y			
1	130	503.5	488621	3338331	530	488426	3338224	535	30	1.034
2	590	503	488339	3338688	532	488215	3338834	527	45	1.698
3	-5	471.5	488194	3338950	507	488149	3338930	503	8.25	0.246
4	-50	471	488112	33339007	514	488105	3338980	520	9	0.196
5	-100	463	488076	3339025	520	488066	3338990	525	9.5	0.16
6	-200	460	487933	3339068	552	487941	3339028	541	13	0.15
7	-300	459	487857	3339114	551	487825	3339053	552	70	0.757
8	-350	458	487778	3339133	564	487748	3339062	567	24	0.223
9	-400	457	487732	3339173	573	487706	3339098	577	40	0.339
10	-450	456	487721	3339276	594	487666	3339125	587	60	0.446
11	-500	454	487723	3339300	600	487609	3339142	597	80	0.554
12	-680	450	487723	3339300	630	487810	3339042	621	150	0.855
13	50	479	488173	3338876	499	488156	3338859	505	7	0.304
14	1500	503	488901	3338058	535	488743	3337913	544	17	3.42
15	5500	507			532	491455	3335895	561	135	3.418

۳-۳-۳- نسبت V (V ratio)

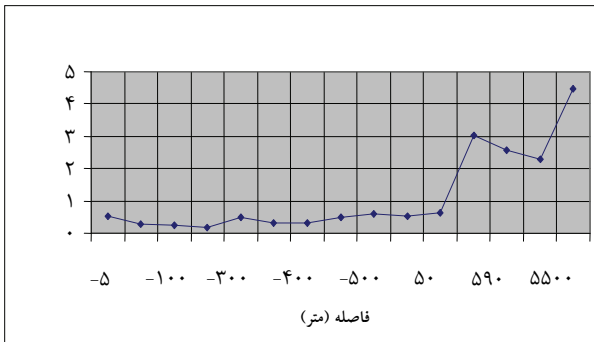
مقدار میانگین این شاخص در منطقه ۱/۱۳۱ می‌باشد. نتایج حاصله در جدول ۴ آورده شده است. محاسبه نسبت V در منطقه مورد مطالعه، بیانگر آن است که در منطقه حالت‌های مختلفی از دره (u, v) وجود دارد (جدول ۴).

مقدار این شاخص در ۱۵ ایستگاه در امتداد تاق‌دیس کاردریگون اندازه‌گیری شده است. مقدار شاخص مذکور بین ۰/۱۸۳ در ایستگاه شماره ۶ تا ۴/۴۵۸ در ایستگاه ۱۵ محاسبه گردید.

جدول ۴- نسبت V (V ratio) شاخص مورفوتکتونیکی رودخانه برای ۱۵ ایستگاه

Number	موقعیت نسبت به پل اصلی	ارتفاع کف دره	ارتفاع بالایی ترانشه دره	عرض بالا	عرض پایین	AV	AC	V=AV/AC	
									ارتفاع (h)
1	130	503.5	530	26.5	222	30	3339	1102.533	3.028
2	590	503	532	29	190	45	3407.5	1320.37	2.580
3	-5	471.5	507	35.5	50	8.25	1033.9	1978.593	0.522
4	-50	471	514	43	28	9	795.5	2902.93	0.274
5	-100	463	520	57	37	9.5	1325.3	5100.93	0.259
6	-200	460	552	92	40	13	2438	13288.48	0.183
7	-300	459	551	92	69	70	6394	13288.48	0.481
8	-350	458	564	106	76	24	5300	17640.52	0.300
9	-400	457	573	116	78	40	6844	21125.92	0.323
10	-450	456	594	138	160	60	15180	29899.08	0.507
11	-500	454	600	146	195	80	20075	33466.12	0.599
12	-680	450	630	180	155	150	27450	50868	0.539
13	50	479	499	20	32	7	390	628	0.621
14	1500	503	535	32	214	17	3696	1607.68	2.298
15	5500	507	532	25	215	135	4375	981.25	4.458

شکل) و عملکرد گسل معکوس است (تصویر ۶، جدول ۴).



تصویر ۶- این نمودار نشان‌دهنده نسبت ۷ دره در مسیر رودخانه زهره در محدوده احداث سد چمشیر است. (خطی)

۳-۴-۶- محاسبه نسبت پهنای کف دره به (ارتفاع آن (V_f))

مقدار این شاخص در ۱۵ ایستگاه در امتداد تاق‌دیس کاردریگون و در مسیر رودخانه زهره (محدوده سد چمشیر) اندازه‌گیری شد. مقدار شاخص مذکور در محدوده پایین‌دست سد همگی کمتر از عدد ۱ بوده و در بالادست تقریباً همگی بزرگ‌تر از ۱ اندازه‌گیری شدند. محاسبه نسبت (V_f) در این منطقه و پایین بودن آن، بیانگر زیاد بودن میزان بالآمدگی، وجود دره‌های عمیق و شکل ۷ عملکرد تکتونیک قائم (گسل نرمال) می‌باشد (تصویر ۷).

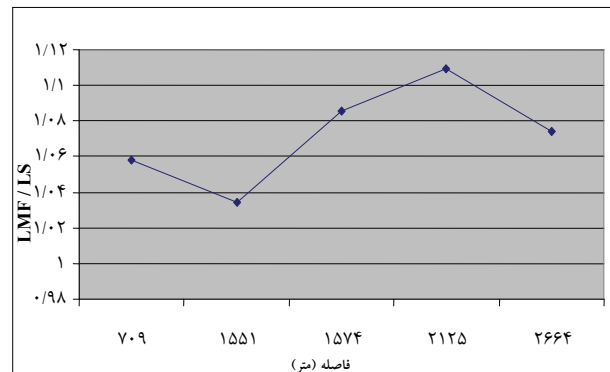


تصویر ۷- نمایی از افتادگی کف رودخانه حدود ۲۰ متر به علت عملکرد گسل نرمال (دید به سمت جنوب شرق)

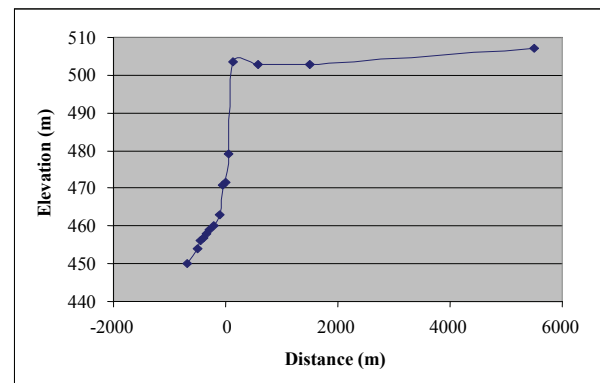
این شاخص می‌تواند راهی برای تشخیص دره‌های U شکل از دره‌های V شکل باشد، به طوری که مقادیر بالای V_f ، نشان‌دهنده کم بودن میزان بالآمدگی و در نتیجه وجود دره‌هایی با کف پهن و U شکل می‌باشد. در حالی که مقادیر کم V_f بیانگر زیاد بودن میزان بالآمدگی و وجود دره‌های عمیق و V شکل می‌باشد (جدول ۳، تصویر ۸).

۳-۴-۴- محاسبه پارامتر پیچ و خم پیشانی کوهستان (Smf)

شاخص پیچ‌وخم پیشانی کوهستان، در یال جنوبی تاق‌دیس کاردریگون (شمال و شمال شرق محل احداث سد) اندازه‌گیری شد. میزان متوسط شاخص، ۱/۰۷ محاسبه گردید. با توجه به این‌که این شاخص دارای پیشانی تقریباً مستقیم و فرورفتگی و بیرون‌زدگی کمتری بوده، بنابراین دارای فعالیت تکتونیکی قائم بوده است (تصویر ۴). به عبارتی گسل نرمال فعالیت دارد و باعث افتادگی کف رودخانه به میزان تقریباً ۲۰ متر شده که این مورد در محل احداث سد نمایان است (تصویر ۵).



تصویر ۴- این نمودار نشان‌دهنده پیچ‌وخم پیشانی کوهستان در امتداد تاق‌دیس کاردریگون است. (خطی)



تصویر ۵- این نمودار نشان‌دهنده افتادگی کف رودخانه به علت عملکرد گسل نرمال است.

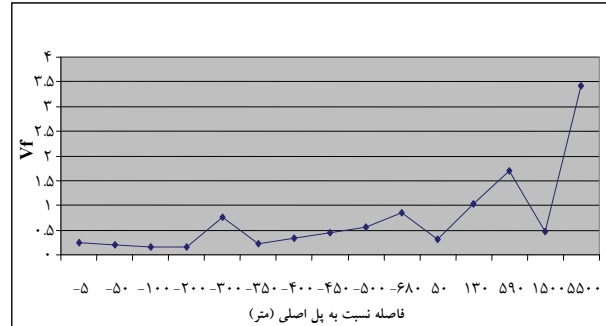
۳-۴-۵- محاسبه نسبت V

مقدار این شاخص در ۱۵ ایستگاه در امتداد تاق‌دیس کاردریگون اندازه‌گیری شد. مقدار شاخص مذکور در محدوده سد اغلب کمتر از عدد ۱ بوده و محاسبه نسبت V در این منطقه بیانگر عملکرد تکتونیک قائم (گسل نرمال) و همچنین وجود دره V شکل می‌باشد. البته در بالادست و پایین‌دست سد (۱۵۰۰ متری پایین‌تر) دره‌ها بیشتر پهن (U

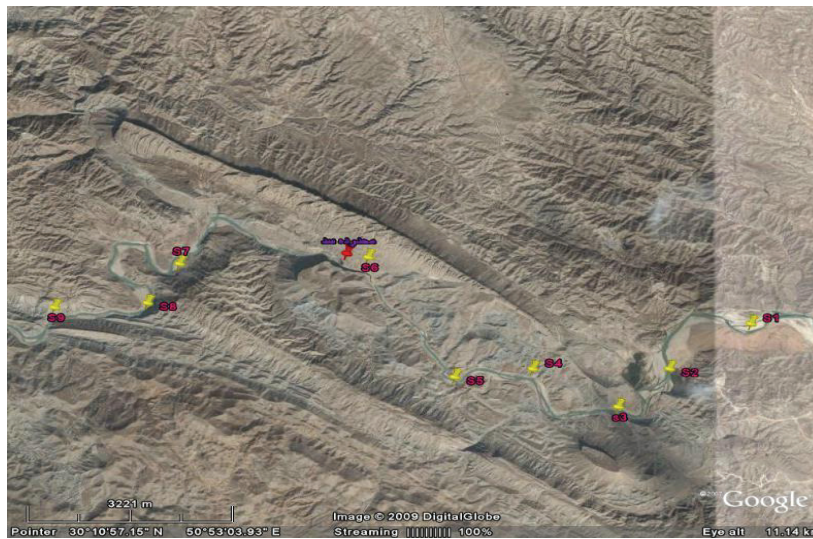
۳-۴-۷- اندازه‌گیری سینوسی‌شدن رودخانه (Sinuosity river)

با توجه به میزان Sin اندازه‌گیری شده در محدوده سد چمشیر، مشخص شد که حداکثر مقدار، $3/458$ در $1/5$ تا 2 کیلومتری پایین دست سد بوده که احتمالاً به علت بالا آمدگی بر اثر عملکرد گسل می‌باشد.

در بالادست سد، این میزان نزدیک به عدد ۱ بوده که نشان می‌دهد از لحاظ تکتونیکی آرام می‌باشد (تصاویر ۹، ۱۰ و جدول ۵).



تصویر ۸- این نمودار نشان‌دهنده نسبت V_f در مسیر رودخانه زهره در محدوده احداث سد چمشیر می‌باشد. (خطی)



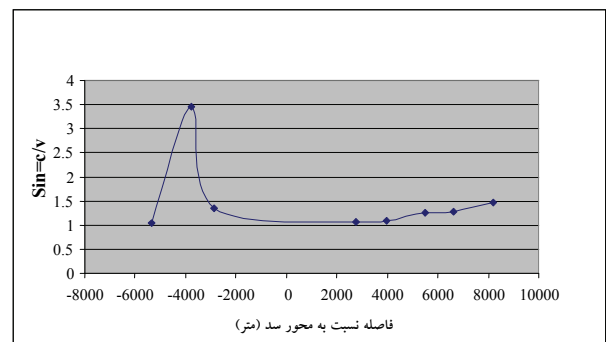
تصویر ۹- محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری حرکت موجی (Sinuosity) در مسیر رودخانه زهره، در محدوده سد چمشیر (تصویر ماهواره‌ای بریده شده از تصاویر Google earth)

۵- نتیجه‌گیری

میزان افت دبی در فاصله ۴۵۰ متری بالادست نسبت به نقطه ۱۵۰۰ متری پایین‌دست، ۹۳۷ لیتر بر ثانیه بوده است. بنابراین با فرض این‌که از میزان افت فوق ۸۰ لیتر بر ثانیه ناشی از تبخیر باشد، حدود ۸۵۷ لیتر بر ثانیه فرار و گم‌شدگی آب داشته‌ایم.

همچنین میزان افت دبی در فاصله ۴۵۰ متری بالادست نسبت به نقطه ۴۵۰۰ متری پایین دست، به میزان ۲۱۱ لیتر بر ثانیه بوده که با توجه به فاصله زیاد ۵ کیلومتری و پهن بودن رودخانه در پایین‌دست، می‌توان میزان افت فوق را به عملکرد تبخیر نسبت داد.

بر اساس موارد فوق می‌توان نتیجه گرفت که میزان افت و گم‌شدگی آب، ناشی از شکستگی و گسلی بوده که در فاصله اندکی (حدود ۲۰۰ متری) در بالادست محل احداث سد و در ۱۵۰۰ متری پایین‌دست سد وجود داشته است. این میزان افت دبی، در فاصله ۵ کیلومتری جبران می‌شود، به عبارتی در این فاصله مقداری از آب گم شده و در پایین دست سد مجدداً بازیافت می‌شود. تصاویر ماهواره‌ای، تفاوت لیتولوژی و بازدید صحرایی، این موضوع را تصدیق می‌کنند.



تصویر ۱۰- نمودار اندازه‌گیری (Sinuosity river)

جدول ۵- این جدول نشان‌دهنده حالت حرکت موجی (Sinuosity) رودخانه زهره در محدوده سد چمشیر می‌باشد.

ردیف	ایستگاه	Valley length(v)	Channel length(c)	$SIN=C/V$
1	S1-S2	1550	2285	1.474
2	S2-S3	1149	1470	1.279
3	S3-S4	1529	1903	1.244
4	S4-S5	1187	1280	1.078
5	S5-S6	2763	2925	1.058
6	S6-S7	2888	3866	1.338
7	S7-S8	903	3123	3.458
8	S8-S9	1547	1594	1.030

مراجع

- آقائاتی، س.ع.، ۱۳۸۵، "زمین‌شناسی ایران"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- خسروتهرانی، خ.، ۱۳۸۴، "زمین‌شناسی ایران"، جلد یک و دو کلیدر.
- Berberian, M., 1995**, "Master blind thrust faults hidden under the Zagros fold: Active basement tectonics and surface Morphotectonics", *Tectonophysics, Vol. 241: 193–224*.
- Bull, W. B. & McFadden, L. D., 1977**, "Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault", *California, Proceeding of the 8th Annual Geomorphology Symposium, New York*.
- Granja Bruña, J. L., Ten Brink, U. S., Carbó-Gorosabel, A., Muñoz-Martín, A. & Gómez Ballesteros, M., 2009**. "Morphotectonics of the central Muertos thrust belt and Muertos Trough (northeastern Caribbean)", *Marine Geology, Vol. 263 (1-4): 7-33*.
- Keller, E. A. & Pinter, N., 2002**, "Active tectonics", *New York prentice Hall Inc.*
- Solaymani Azad, S., François Ritz, J. & Abbassi, M., 2010**, "Left-lateral active deformation along the Moshah North Tehran fault system (Iran): Morphotectonics and paleoseismological investigations", *Tectonophysics, In Press, Accepted Manuscript, Available online 27 September 2010*.