

## برآورد میزان بار رسوب رودخانه اولنگ در اثر احداث سازه‌های هیدرولیکی

دکتر سید علیرضا آشفته، مدیر عامل شرکت مهندسی مشاور ژئودالامپیر

### چکیده

ایران با توجه به موقعیت خاص جغرافیایی از مناطق خشک جهان به شمار می‌آید. میزان بارندگی سالانه آن حدود 240 میلی‌متر است که این مقدار نیز توزیع یکنواختی ندارد. به علت کمبود میزان بارندگی به جز نواحی شمالی و شمال غرب و تا حدودی غرب کشور رودخانه‌های دائمی کمتر وجود دارد. با این وجود مدیریت آب‌ها اجتناب‌ناپذیر و احداث سد یکی از راهکارها می‌باشد. احداث سدها و سایر سازه‌های هیدرولیکی بر روی رودخانه‌ها روی رژیم جریان آبراهه و وضعیت انتقال رسوب تاثیر می‌گذارد. این تاثیرات در درازمدت حتی می‌تواند موجب تغییر مورفولوژی و مسیر رودخانه در پایین‌دست حوضه شود. تغییرات حاصل شده از لحاظ مورفولوژیکی بر روی رودخانه اولنگ (حوض سلطان) با توجه به احداث سد از نظر آورد رسوب به چه نحوی بر بالادست و پایین‌دست سد اثرگذار بوده است. جریان خروجی از دریچه‌ها و نیز جریان عبوری از روی سرریز سد دارای کمترین مواد رسوبی هستند و جریانی زلال یا نسبتاً زلال به شمار می‌رود. این جریان آب عاری از مواد رسوبی که دارای سرعت نسبتاً بالایی هم هست موجب فرسایش پایین‌دست سد می‌شود که این فرسایش تغییرات مورفولوژی حوضه را در پی خواهد داشت. به طور خلاصه اهداف مدنظر از مطالعه حوضه آبریز اولنگ عبارتند از: - مطالعات رسوب‌شناسی رودخانه و تحلیل پارامترهای نظیر میانگین، میانه، مد، جورشدگی، کج‌شدگی، کشیدگی - شناسایی عوامل موثر بر فرسایش پایین‌دست بر میزان آورد رسوب در حوضه - بررسی سازندهای زمین‌شناسی و موقعیت ساختار حوضه - بررسی مطالعات فیزیوگرافی حوضه - ترسیم نمودارهای آماری - تجزیه و تحلیل و ارائه طریق و پیشنهاد.

### کلید واژه

ارزیابی، مورفولوژی، رودخانه، سد، روش تحلیلی، آورد رسوب

### مقدمه

منطقه مورد مطالعه در 60 کیلومتری شمال شرق شاهرود واقع شده است و مساحت تقریبی آن 40 کیلومتر مربع می‌باشد. سد اولنگ (بند سلطان) بر روی رودخانه فصلی دوآب در سال 1371 به منظور تنظیم و ذخیره‌سازی آب برای فصول کم‌آب و اراضی پایین‌دست بنا شده است. فاصله محل سد تا شاهرود و از طریق جاده شاهرود - آزادشهر حدود 70 کیلومتر می‌باشد. این سد از نوع خاکی هموزن می‌باشد. حجم مخزن سد حدود 5/2 میلیون متر مکعب می‌باشد. طول تاج سد 345 متر و حداکثر ارتفاع آن 5/24 متر می‌باشد. حوضه مورد مطالعه در زون البرز جنوبی واقع گردیده است و خصوصیات لیتولوژیکی، چینه‌شناسی و تکتونیک این زون را دارا است. در این ناحیه عموماً سنگ‌های ماسه‌سنگ کمی دگرگون شده، ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک، چرت و سنگ‌های آواری قاره‌ای قابل رویت می‌باشد. رخنمون‌های سنگی و سازندهای حوضه مورد مطالعه شامل سازند الیکا، سازند شمشک، سازند مبارک، سازند خوش‌بیلاق، سازند روته و سازند درود می‌باشد. به دنبال این سازندها نهشته‌های کواترنر شامل نهشته‌های آبرفتی قدیمی ( $Q^{T1}$ )، نهشته‌های آبرفتی جدید ( $Q^{T2}$ ) و نهشته‌های رودخانه‌ای ( $Q^{al}$ ) رخنمون دارند.



شکل (1) نقشه راه‌های دسترسی محدوده مورد بررسی

### زمین‌شناسی منطقه

به طور خلاصه از مباحث زمین‌شناسی و تکتونیک منطقه می‌توان این طور نتیجه‌گیری نمود که: عمده رسوبات دربرگیرنده این حوضه مربوطه به رسوبات پالئوزوئیک و سنوزوئیک می‌باشد که در اثر عملکرد گسل‌های اصلی و فرعی در منطقه مدنظر موجب جابجایی و مجاورت سازندها یا حذف آنها در منطقه شده است. سازندهای حاکم بر منطقه سازند خوش بیلاق و ولکانیک‌های نگارمن می‌باشد. مهم‌ترین گسل‌های منطقه شامل گسل اولنگ جنوبی که از پای ارتفاعات حوضه می‌گذرد و گسل‌های شاه‌کوه و سیاه‌مرزکوه است که موجب تغییرات عمده در ساختمان و روند سازندها شده است. قدیمی‌ترین رسوبات مربوط به رسوبات دولومیتی، آهکی مربوط به دوره اردوسین و جدیدترین آن مربوط به رسوبات کواترنر می‌باشد. در قسمت مرکزی حوضه رسوبات نئوژن شامل مارن، مارن‌های گچ‌دار، کنگلومرا و ماسه‌سنگ وجود دارد. این رسوبات به صورت تپه‌های کم‌ارتفاع و در جهت غربی - شرقی دشت بسطام از نگارمن تا چهل‌دختر برونزد دارد. روند عمومی لایه‌ها شمال تا شمال شرقی به سمت جنوب تا جنوب غربی می‌باشد که در اثر عوامل تکتونیک و عملکرد گسل‌ها موجب تغییرات عمده در شیب و امتداد لایه‌ها و یا حذف و تکرار آنها شده است. رسوبات دوران دوم با وسعت بسیار کم در کوه‌های قسمت جنوبی حوضه مشاهده می‌شود لیکن در فاصله بسیار اندک رسوبات این دوران در حوضه مجاور (دشت شاهرود) در سطح وسیعی رخنمون دارد. رسوبات دوران دوم با وسعت بسیار کم در کوه‌های قسمت جنوبی حوضه مشاهده می‌شود لیکن در فاصله بسیار اندک رسوبات این دوران در حوضه مجاور (دشت شاهرود) در سطح وسیعی رخنمون دارد.



شکل (2) نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

### فیزیوگرافی و هواشناسی حوضه

مطالعات مربوط به خصوصیات فیزیکی و شکل‌شناسی یک حوضه آبریز را فیزیوگرافی می‌نامند. آگاهی از خصوصیات فیزیوگرافی یک حوضه همراه با اطلاعاتی از شرایط آب و هوایی منطقه می‌تواند تصویر نسبتاً دقیقی از کارکرد کمی و کیفی سیستم هیدرولوژیک آن حوضه را در اختیار ما قرار دهد. از جمله مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی یک حوضه می‌توان به مساحت، محیط، شکل، ارتفاع، شیب و تراکم زهکشی اشاره نمود. خصوصیات فیزیوگرافی حوضه آبریز سد اولنگ به طور خلاصه مطابق جدول می‌باشد. تعیین پارامترهای هواشناسی یکی از اساسی‌ترین مطالعات در بررسی توسعه پایدار منابع طبیعی تجدیدشونده جهت شناخت برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و اجتماعی کوتاه‌مدت و بلندمدت یک منطقه است. از آنجایی که پدیده ژئومرفولوژیکی و هیدرولوژیکی و آورد رسوب از فرآیندهای آب و هوایی تاثیر می‌پذیرند لذا در مطالعات جغرافیایی نیاز کلی به اطلاعات آب و هوایی منطقه که شامل دما، بارش، تبخیر، فشار هوا می‌باشد.

جدول (1) خلاصه شاخص‌های هندسی حوضه‌های آبریز سد اولنگ

پارامتر	مقدار	واحد
مساحت حوضه	2/32	کیلومتر مربع
محیط حوضه	26	کیلومتر
طول رودخانه اصلی	8/12	کیلومتر
حداقل ارتفاع حوضه	1771	متر
حداکثر ارتفاع حوضه	2965	متر
نقطه حداکثر رودخانه اصلی	2780	متر
ارتفاع متوسط حوضه	2368	متر
شیب متوسط حوضه	8/7	درصد
زمان تمرکز	66/1	ساعت
ضریب شکل	19	درصد
ضریب گراویلیوس	3/1	درصد

میانگین حداکثر درجه حرارت در منطقه مورد مطالعه 1/31 در تیرماه و میانگین حداقل 2/7- در دیماه می باشد. به دلیل خشکی منطقه و کم بودن رطوبت هوا درجه حرارت در زمستان به سرعت پایین آمده و ریزش به صورت برف می باشد و میزان یخبندان در ماه های سرد سال افزایش می یابد و تغییرات شدید دما و آستانه بالای نوسانات آن هوازدگی و تولید رسوب و فرسایش را شدت می بخشد. بر اساس آمار ایستگاه های هواشناسی در هر 4 ایستگاه ماه های آذر، دی، بهمن، اسفند درجه حرارت هوا زیر صفر بوده لذا احتمال وقوع یخبندان در این ماه ها بسیار بالاست. این مسئله از نظر کشاورزی، آبخیزداری، انجام عملیات راه سازی، پل سازی، سدسازی و احداث بنا و تولید رسوب حائز اهمیت می باشد چرا که به دلیل احاطه سرما و یخبندان در منطقه اغلب فعالیت های اقتصادی، صنعتی و کشاورزی با مشکل مواجه می شود.

جدول (2) مشخصات ایستگاه های هواشناسی موثر بر محدوده مورد بررسی

ردیف	نام ایستگاه	نوع ایستگاه	ارتفاع از سطح دریا (بر حسب متر)	میزان بارش (بر حسب میلی متر)
1	شاهرود	سینوپتیک	1345	167.01
2	بسطام	تبخیرسنجی	1450	175.71
3	خیج (چهل دختر)	تبخیرسنجی - باران سنجی	1520	202.64
4	مجن	تبخیرسنجی	2160	308.36

### ژئومورفولوژی رودخانه

مورفولوژی رودخانه ای و اشکال ژئومورفولوژی حاصل بر آن منطقه در بخش های زیر می تواند مورد بررسی قرار گیرد.

- 1- طرح کلی کانال (مستقیم - بریده بریده - ماندری - آناستوموسنگ)
- 2- رسوبات در حال انتقال (بار معلق و بار بستر) و ساختمان های رسوبی تشکیل شده در کف کانال
- 3- رسوب شناسی دیواره کانال و بررسی اشکال حاصل از فرسایش آن
- 4- رسوبات خارج از کانال (دشت سیلابی)

مورفولوژی رودخانه ها یکی از انواع اصلی کنترل کننده شکل هندسی رسوبات رودخانه ای است که بر اساس دو پارامتر سدی (Braiding) و پیچیده (Sinuosity) تعیین می شود. پیچش از نسبت طول کانال (d) به طول دره (d) به دست می آید. طول دره عبارت است از خط مستقیمی در مسیر دره که طول کانال در آن اندازه گیری می شود. بنابراین بر اساس میزان پیچش دو نوع رودخانه با پیچش کم ( $<1.5$ ) و با پیچش زیاد ( $>1.5$ ) تشخیص داده شده است. پارامتر سدی عبارت است از تعداد سدها و یا جزایر در هر طول موج مآندر. بنابراین پارامترهای سدی در رودخانه های که فقط از یک کانال تشکیل شده اند کمتر از یک و آنهایی که بیشتر از یک کانال دارند بیشتر از یک می باشند. در حوضه مدنظر اغلب رودخانه یک کانال داشته بنابراین پارامتر سدی رودخانه کمتر از یک می باشد. بر اساس دو پارامتر سدی و پیچش رودخانه ها به چهار دسته مستقیم، آناستوموسینگ (Anastomosing)، بریده بریده (Braided) و ماندری تقسیم می شوند.

### طبقه بندی رسوبات رودخانه ای

رسوبات رودخانه‌ای بر اساس موقعیت چینه‌شناسی آنها در توالی‌های عمودی به سه گروه رسوبات داخل رودخانه، رسوبات خارج از رودخانه (دشت سیلابی) و رسوبات حدواسط (رسوبات پرکننده کانال‌های قطع شده) تقسیم می‌شوند. در حوضه پایلوت از رسوبات داخل رودخانه‌ها، رسوبات کف حوضه، رسوبات قسمت‌های پیچیده و از رسوبات خارج از رودخانه رسوبات دشت سیلابی، رسوبات حوضه سیلابی و از رسوبات حدواسط نیز رسوبات پرکننده کانال قابل مشاهده می‌باشد.



شکل (3) رسوبات دشت سیلابی در محدوده مورد بررسی



#### شکل (4) رسوبات کف کانال در حوضه اولنگ

##### فرسایش در پایین دست سدها

از آنجایی که بیشتر مواد رسوبی همراه جریان آب در مخزن و پشت سد ته نشین می شوند لذا جریان خروجی از دریچه ها و نیز جریان عبوری از روی سرریز سد دارای کمترین مواد رسوبی است و جریانی زلال یا نسبتاً زلال به شمار می رود. این جریان آب عاری از مواد رسوبی که دارای سرعت نسبتاً بالایی نیز می باشد موجب فرسایش پایین دست حوضه می شود. هر چه دبی آب خروجی از سد بیشتر باشد میزان فرسایش بستر و در نتیجه بار بستر سد آبراهه پایین دست سد نیز بیشتر خواهد بود. لین (Lane) در سال 1955 رابطه بین دبی آبراهه و میزان بار رسوب را به صورت فرمول زیر ارائه داده که در آن

$$Q_s d \propto Q S$$

به ترتیب دبی آب و دبی رسوب هستند  $Q_s$  و  $Q$

اندازه قطر ذرات رسوب  $d$

شیب طولی مسیر آبراهه  $S$

رابطه اخیر نشان می دهد که حاصلضرب  $d$  و  $Q_s$  مستقیماً به مقدار  $Q_s$  بستگی دارد. در ضمن از آنجا که بار رسوب خروجی از مخزن به مراتب کمتر از میزان قابلیت ذاتی و ظرفیت انتقال رسوب رودخانه است لذا شیب آبراهه پایین دست از خلال تغییرات بستر کاهش می یابد. در منطقه مورد مطالعه و در بالادست سد به فاصله حدود 800 متری از دریاچه سد رسوب گیر با ارتفاع حدود 1 متر احداث شده است که رسوبات دانه درشت در پشت آن بوده و این مسئله ضمن جلوگیری از ورود رسوبات دانه درشت به داخل سد باعث کم شدن شیب رودخانه در مدخل آن گردیده است. این امر سبب ورود رسوبات دانه ریزتر در حد ماسه به داخل سد شده است.



شکل (5) رسوبات ورودی به سد



شکل (6) احداث رسوب‌گیر در بالادست سد

به دلیل اختلاف ارتفاع محل سرریز با سطح رودخانه و حجم زیاد آب خروجی به هنگام سرریز بستر رودخانه در پایین دست و بلافاصله بعد از آن دچار فرسایش شدید گردیده است اما پس از حدود 300 متر از محل سد مجدداً بستر به حالت اولیه خود درمی‌آید. به عبارتی با توجه به کاهش دبی رسوبات و قطر ذرات، شیب رودخانه در پایین دست در خلال تغییرات بستر کاهش می‌یابد.



شکل (7) بستر رودخانه در پایین دست سد



شکل (8) بستر رودخانه بلافاصله پس از سرریز

### رسوب‌شناسی

از آنجا که رودخانه‌ها در ایجاد فرسایش و تولید و انتقال و برجای نهادن رسوب و تغییر در مورفولوژی زمین نقش اساسی دارند از دیرباز مورد توجه دانشمندان قرار داشته‌اند. مطالعات رسوب‌شناسی شاخه‌های متعددی دارد مثل طبقه‌بندی و تعیین اندازه ذرات، تعیین پارامترهای بافتی، اندازه ذرات و عوامل تعیین‌کننده آنها، شناخت رخساره‌های بافتی و سنگی موجود در آن و غیره.

### محاسبه پارامترهای آماری

پارامترهای آماری رسوب‌شناسی برای تفسیر و مقایسه هر چه بهتر نمونه‌های رسوبی محاسبه می‌گردند. برای محاسبه این پارامترها پس از مشخص کردن درصد رسوب بر روی الک نمودارهای تجمعی هر نمونه ترسیم و سپس پارامترهایی مانند میانگین MZ، میانه MD، انحراف معیار جامع SDI، چولگی جامع SKI و کشیدگی KU به دست می‌آید. نمونه‌برداری انجام‌شده با استفاده از نقشه توپوگرافی (1:25000) صورت پذیرفت و محدوده طرح مطالعاتی از روی این نقشه مشخص گردید. نمونه‌برداری در 25 نقطه از مسیر رودخانه انجام شد و از هر ایستگاه 1 نمونه توسط بیلچه زمین‌شناسی از وسط یک مربع یک در یک متر در عمق 10 سانتیمتر برداشت گردید مختصات و موقعیت هر ایستگاه توسط دستگاه GPS تعیین شد.

جدول (3) موقعیت نقاط برداشت‌شده از حوضه اولنگ

ردیف	UTM (X)	UTM (Y)	ارتفاع
1	346855	4071775	1782
2	346750	4071926	1793
3	346220	4072054	1814
4	346174	4072101	1817
5	345884	4072366	1828
6	345820	4072671	1847





1867	4072321	345903	7
1898	4072855	345343	8
1942	4073299	344657	9
1958	4073659	343353	10
1962	4073922	344284	11
1977	4074152	343532	12
1985	4074775	343146	13
2002	4074446	342620	14

جدول (4) محاسبه در نمونه‌های برداشت‌شده از حوضه اولنگ

شماره نمونه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	ضریب کجی	ضریب کجی	ضریب کجی	ضریب کجی
1	-4.5	-4.1	-3.7	-2.3	-0.5	1.1	3
2	-4.6	-3.8	-3.2	-2.2	-1.2	-0.1	1.7
3	-4.9	-4.2	-3.8	-2.7	1	0.5	1.5
4	-0.8	0.2	0.7	1.1	1.9	2.2	3.3
5	-4.5	-3.8	-3.6	-2.7	-0.7	0.3	2
6	-5.7	-4.4	-5.2	-3.8	-1.7	-0.2	1.4
7	-4.5	-3.2	-3.5	-2.8	-1.7	-0.3	1.7
8	-4.1	-3.9	-3.1	-2	-1	0.1	2.2
9	-4.3	-3.5	-3.2	-2.4	-1	0.1	2
10	-3.9	-3.6	-3	-2	-0.5	0.9	2.6
11	-4.8	-4	-3.2	-2.1	-1.2	0.2	2.1
12	-4.2	-3.5	-3	-2	-1.3	0.3	2.5
13	-4	-3.1	-2.7	-1.9	-1.1	0.5	2
14	-3.9	-3	-2.7	-2.2	-1.4	0.8	1.4

جدول (5) تفسیر پارامترهای بافتی اندازه دانه

شماره نمونه	میانگین MZ	جورشدگی SDI	جورشدگی SDI	کجشدگی SKI	کجشدگی SKI	کشدگی KG	کشدگی KG
1	1.7 -7	2.44	جورشدگی بسیار بد	0.36	بسیار کجشدگی	0.9 6	متوسط
2	2.0 -3	1.88	جورشدگی بد	0.19	کجشدگی	1.2 3	کشیده
3	2.1 -3	2.14	جورشدگی بسیار بد	0.34	بسیار کجشدگی	0.7 7	پهن
4	1.1	0.9	جورشدگی	0.09	تقریبا	1.4	کشیده



	7		متوسط		مقارن		
5	1.9 -3	2.11	جورشدگی بسیار بد	0.48	بسیار کج شد ه	0.9 2	متوس ط
6	3.1 -3	2.38	جورشدگی بسیار بد	0.42	بسیار کج شد ه	0.8 3	پهن
7	2.4 -3	1.91	جورشدگی بد	0.37	بسیار کج شد ه	0.9 1	متوس ط
8	1.9 -3	1.95	جورشدگی بد	0.22	کج شد ه	1.2 3	کشیده
9	-2	1.8	جورشدگی بد	0.37	بسیار کج شد ه	1.1 7	کشیده
10	1.5 -	2.16	جورشدگی بسیار بد	0.37	بسیار کج شد ه	1.0 7	متوس ط
11	1.9 -7	2.25	جورشدگی بسیار بد	0.26	کج شد ه	1.4 1	کشیده
12	1.7 -	2.12	جورشدگی بسیار بد	0.29	کج شد ه	1.6 2	بسیار کشیده
13	1.5 -	1.81	جورشدگی بد	0.32	بسیار کج شد ه	1.5 4	بسیار کشیده
14	1.6 -3	1.63	جورشدگی بد	0.44	بسیار کج شد ه	1.6 7	بسیار کشیده

جدول (6) درصد گراول، ماسه و رس در نمونه‌های برداشت شده و نامگذاری رسوبات بر اساس طبقه‌بندی فولک

شماره نمونه	درصد گراول	درصد ماسه	درصد رس	نام رسوب
1	77	22	ناچیز	گراول ماسه‌ای
2	80	19	ناچیز	گراول
3	70	29	ناچیز	گراول ماسه‌ای
4	5	85	10	ماسه گلی
5	74	25	ناچیز	گراول ماسه‌ای
6	82	17	ناچیز	گراول
7	76	23	ناچیز	گراول ماسه‌ای



این رخساره معرف طبقاتی است که بدنه اصلی آن را گراول تشکیل داده است و بیشتر فضای بین آنها نیز از ذرات خرده‌دار نیز تشکیل شده است. گراول‌های موجود در این رخساره به صورت نیمه گردشده توسط سیمانی محکم از جنس سیلیس به همراه ذرات ریزتر به همدیگر جوش خورده‌اند.

ب- رخساره‌های ماسه‌ای

1- رخساره Sm (ماسه با طبقه‌بندی توده‌ای)

در این رخساره بیشتر ذرات در اندازه ماسه بوده و فاقد ساختار رسوبی و دارای حالت توده‌ای می‌باشد. علت توده‌ای بودن ماسه‌ای ممکن است بر اثر آشفتنگی زمینی و یا ریزش دیواره کانال تحت تاثیر نیروی گراویته باشد.



شکل (10) نمایی از رخساره‌های گراولی Gmg

### فرسایش و رسوب دهی حوضه آبخیز اولنگ

مسئله فرسایش و رسوب‌دهی آبخیز سدها یکی از عوامل مهم و تعیین‌کننده به شمار می‌آید زیرا عمر مفید مخازن سدها در گرو تولید رسوب حوضه می‌باشد. فرمول‌های تجربی متعددی به منظور برآورد میزان ورودی به مخازن سدها ارائه گردیده است که اکثرا با مقادیر آبدهی و مساحت حوضه آبریز مورد مطالعه رابطه مستقیم داشته و اصولا پارامترهای اصلی روابط ارائه شده همان مساحت و آبدهی می‌باشد. نام برخی از روش‌های تجربی برآورد رسوب به قرار زیر است.

1 - روش فلمینگ (Fleming)

2 - روش داگلاس (Douglas)

3 - روش پسیاک (PSIAC)

4 - روش جدید پسیاک (MPSIAC)

از میان روش‌های فوق‌الذکر روش پسیاک به دلیل استفاده از جمیع خصوصیات فیزیکی حوضه‌های آبریز از دقت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار بوده و نتایج معقول‌تری را به دست می‌دهد. در این روش 9 عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آبخیز ارزیابی می‌گردد که برای هر عامل امتیاز داده شده و از نظر کیفی و کمی مورد بررسی قرار گرفته‌اند به طوری که از نظر کیفی دارای پنج درجه خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و ناچیز می‌باشد و از نظر کمی از 10- تا 25+ نمره‌گذاری شده‌اند. به منظور دقت بیشتر برای محاسبه میزان فرسایش و رسوب، میزان رسوب از فرمول زیر نیز محاسبه می‌گردد.

$$Q_s = 38.77e^{0.0353R}$$

که در این فرمول

QS میزان رسوب (بر حسب متر مکعب در کیلومتر مربع در سال)

e عدد ثابت 2/718

R درجه رسوب دهی (به عبارت دیگر مجموع عامل های 9 گانه) معادل 57

با توجه به فرمول فوق میزان رسوب 290 متر مکعب در کیلومتر مربع در سال می باشد و با توجه به میزان مساحت حوضه آبریز اولنگ میران تولید رسوب برابر با 9338 متر مکعب در سال می باشد.



شکل (11) نمایی از رخساره های گراولی Gmm در منطقه مورد مطالعه

### پیشنهادهات

سابقه بالای 20 سال ساخت سد مدل کوچک و مناسبی از وضعیت رسوب دهی و آبخیزی را در اختیار ما قرار می دهد و از آنجا که غالباً در ایران سدهای احداثی به علت افزایش روند تخریب در حوضه آبخیز قبل از اتمام زمان بهره برداری و عمر مفید آنها پرمی گردند بدیهی است فرصت ایجاد شده امکان رفتارسنجی سدهای آینده را در اختیار ما قرار می دهد. لذا پیشنهاد می گردد :

1- به منظور تکمیل مطالعه و آنالیز رفتار حوضه در صورت امکان تجهیزات مناسب و ایمن جهت نمونه برداری از کف کانال در طول مسیر رودخانه ایجاد تا انجام سیستماتیک و دقیق نمونه برداری جهت تحلیل مناسب ضمن به دست آوردن اطلاعات نزدیک به واقع فراهم گردد.

2- به جهت بررسی دقیق تر وضعیت رسوب گذاری و تحلیل آن نسبت به مطالعه تکمیلی در رابطه با خصوصیات فیزیکی ذرات رسوب مثل شکل، گردشگی، بافت سطح دانه اقدام گردد.

3- شرایط لازم به منظور نمونه برداری رسوب در مواقع سیلابی که حداکثر رسوب در این مواقع به رودخانه وارد می گردد اهمیت ویژه ای داشته و توصیه می شود شرایط لازم برای این امر مهیا گردد.

4- احداث، تکمیل و تجهیز ایستگاه های رسوب سنجی و هیدرومتری به ابزارهای پیشرفته و در صورت امکان خودکار (مانند غلظت سنج خودکار) نمونه گیری بار معلق و غیره به منظور تکمیل مطالعه حوضه ضرورت داشته و توصیه می شود.

5- تخلیه و برداشت رسوبات نهشته شده در بالادست سد و در محل رسوب گیر بتنی احداث شده عمود بر مسیر جریان رودخانه که به منظور رسوب مواد حاصل از سیلاب ساخته شده است و انتقال آن به کارگاه شن و ماسه که در 10 کیلو متری آن واقع شده است زمینه را جهت افزایش عمر مفید سد فراهم می آورد.

### نتیجه گیری

حوضه آبریز رودخانه اولنگ (رودخانه دوآب) با هدف بررسی آثار مورفولوژیکی رودخانه اولنگ در اثر احداث سد و تحلیل آورد رسوب آن مطالعه و نتایج زیر به دست آمده است.

1- مساحت حوضه 2/32 کیلومتر مربع و محیط آن 26 کیلومتر اندازه گیری گردید که با این توصیف حوضه جزو حوضه های کوچک به شمار می آید. شکل حوضه به صورت کشیده می باشد.

2- طول آبراهه اصلی 8/12 کیلومتر و شیب حوضه 8/7 درصد می باشد. بیشترین ارتفاع 2965 متر و کمترین ارتفاع 1771 متر می باشد.

3- بارندگی در محدوده مورد مطالعه با توجه به کوهستانی بودن آن شامل برف و باران است به طوری که ارتفاعات حوضه از اوایل زمستان تا اواخر اردیبهشت پوشیده از برف می باشد. رواناب ناشی از ذوب برف، بارندگی های ماههای اسفند، فروردین، اردیبهشت که در بستر رودخانه ها و مسیل ها جریان دارد بخش عمده جریان های مقطعی حوضه را تشکیل می دهد که منجر به ایجاد اشکال ژئومورفولوژی مختلف همانند واریزه، دشت های سیلابی و غیره را می نماید.

4- میانگین حداکثر درجه حرارت در منطقه مورد مطالعه 1/31 در تیر ماه و میانگین حداقل 2/7- در دی ماه می باشد. به دلیل خشکی منطقه و کم بودن رطوبت هوا در زمستان به سرعت پایین آمده و ریزش به صورت برف می باشد و میزان یخبندان در ماه های سرد سال افزایش می یابد و تغییرات شدید دما و آستانه بالای نوسانات آن هوازدگی و تولید رسوب و فرسایش را شدت می بخشد.

5- به منظور بررسی پارامترهای بافتی 14 نمونه رسوب از کانال های اصلی و فرعی برداشت گردید که بیشترین درصد وزنی نمونه های برداشت شده از حوضه آبریز را ذرات گراول تشکیل می دهند. به طور کلی اندازه ذرات به طرف پایین دست رودخانه با بستر گراولی عمدتاً کاهش می یابد.

6- با توجه به انجام آزمایش های دانه سنجی و درصد گراول، ماسه و رس در نمونه های برداشت شده نامگذاری رسوبات بر اساس طبقه بندی فولک گراول تا گراول ماسه ای تعیین گردید.

7- رسوبات مطالعه شده در این حوضه دارای جورشدگی بسیار بد تا بد، کج شدگی مثبت تا بسیار مثبت و اکثراً کشیدگی متوسط تا بسیار کشیده می باشند. جورشدگی به دلیل بالابودن انرژی در مدت زمان کوتاه می باشد که مقدار زیادی رسوب به منطقه در اثر این انرژی زیاد وارد می گردد.

8- رخساره های سنگی شناخته شده در این حوضه از لحاظ حجم اکثراً از نوع گراولی Gmm، Gmg، Gcm و Sm می باشد رخساره ماسه ای بسیار اندک و رخساره گلی در آن مشاهده نگردید.

9- مقدار رسوب ویژه با استفاده از روش پسیاک 290 متر مکعب در کیلومتر مربع در سال می باشد که با توجه به میزان مساحت حوضه آبریز اولنگ میران تولید رسوب برابر با 9338 متر مکعب در سال برآورد گردید.

10- طبقه بندی کیفی فرسایش متوسط و کلاس فرسایش درجه 3 می باشد.

11- با توجه به مطالعات و مشاهدات صورت گرفته و همچنین موقعیت حوضه اولنگ، رودخانه آن از نوع بریده بریده کم عمق بوده که عمده رسوبات آن از نوع گراولی می باشد.

## منابع

- 1- زمین شناسی مهندسی احداث مجتمع تولید پلی اتیلن سنگین پتروشیمی دهدشت، سید علیرضا آشفته و قدرت الله محمدی، اولین کنفرانس ملی معماری و شهرسازی اسلامی، دانشگاه جامع علمی کاربردی با همکاری دانشگاه علمی کاربردی زاهدان(2)، 20 بهمن ماه 1392، HN10107050761
- 2- مطالعه ماکروسکوپی سنگدانه‌ها برای ساخت بتن، قدرت الله محمدی و سید علیرضا آشفته، اولین کنفرانس ملی معماری و شهرسازی اسلامی، دانشگاه جامع علمی کاربردی با همکاری دانشگاه علمی کاربردی زاهدان(2)، 20 بهمن ماه 1392، HN10107050764
- 3- پیژومتر کردن گمانه به روش کاساگرانده در ایستگاه میدان صنعت از خط هفت متروی تهران، سید علیرضا آشفته و قدرت الله محمدی، کنفرانس پژوهش‌های نوین در علوم فنی و مهندسی، دانشگاه پیام نور و موسسه حامیان زیست‌اندیش محیط آرمانی با همکاری استانداری اردبیل و سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور، 3 خرداد ماه 1395، ibsnS16-00510022
- 4- رسوب‌شناسی ماسه‌های ساحلی با روش ترسیم و لحظه‌ای، سید علیرضا آشفته و قدرت الله محمدی، اولین همایش تخصصی و ملی کاربرد سیالات درگیر در علوم زمین، دانشگاه زنجان با همکاری مرکز مطالعات فلئوئید اینکلوژن دانشگاه مونتان لئوبن اتریش، 9 تا 10 اردیبهشت ماه 1394، 15
- 5- تشریح پتروگرافی رسوبات آبرفتی شمال ساختگاه سد باروق، قدرت الله محمدی، امیر موسوی و سید علیرضا آشفته، اولین همایش ملی پژوهش‌های کاربردی در علوم و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان با همکاری، 4 تا 6 اردیبهشت ماه 1392، TIAUConfP1528T12
- 6- تشریح پتروگرافی رسوبات آبرفتی سد حاجیلر خاروانا در شهرستان ورزقان (شمال غرب ایران)، سید علیرضا آشفته، نهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن ایران، دانشگاه بیرجند، انجمن علمی کرونا با همکاری وزارت صنعت، معدن و تجارت و سازمان نظام مهندسی معدن خراسان جنوبی، 7 تا 9 آبان ماه 1392، 200191
- 7- اثرات زیست‌محیطی و ژئوشیمی سرب و روی معدن انگوران زنجان، سید علیرضا آشفته، دهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی معدن ایران، دانشگاه کاشان و انجمن مکانیک سنگ ایران با همکاری سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و سازمان نظام مهندسی معدن ایران، 7 تا 9 اردیبهشت ماه 1395، 10smec0011
- 8- برآورد میزان بار رسوب در مخزن ایستگاه سیرا ورودی سد امیرکبیر، سید علیرضا آشفته، اولین همایش ملی محیط‌زیست طبیعی، دانشگاه پیام نور استان گیلان و پژوهشکده محیط‌زیست جهاد دانشگاهی گیلان با همکاری دانشگاه گیلان و جهاد کشاورزی گیلان، 10 اسفند ماه 1394، neconf15-00680048
- 9- برآورد میزان بار رسوب در مخزن سد دهستان پشتکوه، سید علیرضا آشفته، نوزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و نهمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور، دانشگاه پیام نور و انجمن



دومین کنفرانس منطقه ای مهندسی عمران  
27 اسفند 1395 ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

زمین شناسی ایران با همکاری سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت زرآزما، 26 تا 27  
آذر ماه 1394،