

بررسی رسوب زایی حوضه آبریز سد زنوز در آذربایجان شرقی

ابراهیم اصغری کلجاهی*

دانشیار گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز

حسین عبادی

کارشناس ارشد شرکت آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی

چکیده

آثار زیست محیطی احداث سدها چالشهای زیادی پیش روی صنعت سدسازی ایجاد کرده و جهت توسعه پایدار باید مطالعات زیست محیطی قبل از احداث سد به صورت کامل و دقیق انجام گیرد و آثار زیست محیطی آن بررسی شود. یکی از این آثار زیست محیطی که تاثیر زیادی در زیست بوم منطقه و عمر مفید سدها و تجهیزات تعبیه شده در مخزن سد دارد، رسوب زایی حوضه آبریز سد و رسوبگذاری در مخزن سد است. در این مقاله رسوب زایی حوضه آبریز سد مخزنی زنوز در آذربایجان شرقی بررسی شده است. در مدت ۱۳ سال از بهره برداری این سد، حدود ۲۰ درصد از حجم مخزن این سد ۶ میلیون متر مکعبی با رسوب پر شده است. در صورت تداوم ورود رسوب با این نرخ، تا ۲۰ سال آینده، سد زنوز کارایی خود را از دست خواهد داد. با توجه به نیاز منطقه به آب حتماً باید تدابیری جهت بالا بردن عمر مفید این سد در نظر گرفته شود. با مطالعه عکسهای ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی حوضه آبریز سد و همچنین بررسی های صحرایی با استفاده از روشهای پسیاک و ام پسیاک نتیجه گرفته شد که شرایط موجود در حوضه آبریز از جمله خشکسالی، دامداری و کاهش پوشش گیاهی مراتع، کشاورزی در دامنه‌ها و حاشیه رودخانه‌ها و فعالیتهای معدنی موجب افزایش رسوب زایی در این حوضه شده است. با نمونه برداری از رسوبات مخزن سد و بررسی‌های انجام گرفته، دانه بندی رسوبات مخزن سد از نوع شن و ماسه ای تا رسوبات ریزدانه است. جهت کاهش رسوبزایی، حمل و انباشت رسوبات در مخزن سد، ضمن اجرای طرحهای آبخیزداری، بایستی از چرای بیش از حد مراتع جلوگیری شود. برای افزایش طول عمر این سد مخزنی لازم است که همه یا بخشی از رسوبات مخزن سد لایروبی شود.

کلمات کلیدی: توسعه پایدار، سد زنوز، حوضه آبریز، رسوب زایی، پسیاک

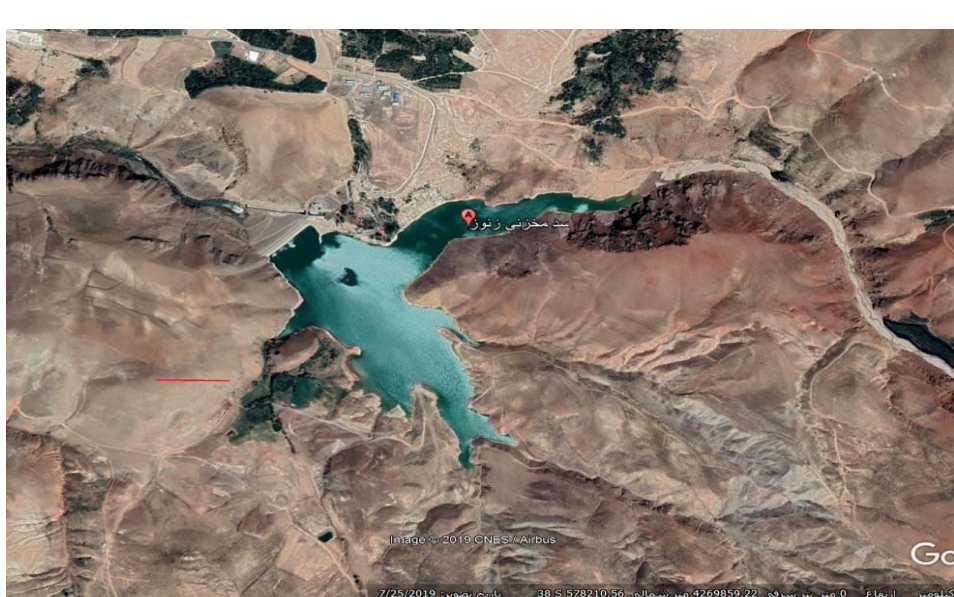
مقدمه

پروژه‌های سدسازی عموماً در عمران و آبادانی منطقه نقش موثری دارند ولی از دیدگاه زیست محیطی ایراداتی برای سدها وارد است. از نظر توسعه پایدار و سالم نگه داشتن منابع برای آیندگاه در ساخت سدها باید مطالعات دقیقتر انجام گیرد و در ساخت سدها نهایت احتیاط صورت گیرد تا برای آیندگاه میراث بیابان زایی و ریزگردها بعد از اتمام عمر مفید سدها برچای نگذاریم (لویسی نژاد و همکاران ۱۳۹۰). سدسازی با یک دید مهندسی دقیق می‌تواند ما را از بحران کم آبی که تقریباً تمام مردم خاورمیانه با آن رو برو هستند، نجات دهد. سیلابهایی که در اواخر سال ۱۳۹۸ و اوایل سال ۱۳۹۹ استانهای غربی و جنوبی و جنوب غربی را مورد حمله قرار داد و تلفات جانی و مالی زیادی بر جای گذاشت با برنامه ریزی و ساخت سدهای مناسب می‌توانست تبدیل به فرصت برای کشور گردد. اخیراً با توجه به کارگردها و عملکردهای مختلف سد و سدسازی در کشور، نظرات و ایده های مختلفی در مورد این سازه ها بیان می‌شود. اطلاع دقیق از مزایا و معایب سدها و نحوه عملکرد آنها و تأثیرات آنها بر محیط زیست می‌تواند بر تصمیم گیری درست و کارشناسی در مورد آنها کمک کند. همچنین با توجه به ورود کشور به مرحله بحران آب، اطلاع از نحوه عملکرد سدها در سالهای اخیر در کشور با توجه به میزان بارندگیها، می‌تواند در شفاف سازی نقش آنها در مدیریت منابع آب کشور کمک کند. لذا دسترسی به آماری کلی از سدها، حجم مخزن آنها و مسائل وابسته در سطح حوضه های آبریز کشور، می‌تواند به مدیران و دست اندرکاران بخش آب، دید بهتری را ارائه کند (مظاهری و همکاران، ۱۳۹۵).

در این مقاله رسوب زایی حوضه آبریز سد زنوز به مساحت حدود ۴۵ کیلومتر مربع و مشکلات ایجاد شده برای این سد مخزنی بررسی شده است.

مواد و روش کار

سد مخزنی زنوز در ۴ کیلومتری شرق شهر زنوز و در ۳۰ کیلومتری شهر مرند ساخته شده و بهره برداری از آن از سال ۱۳۸۵ شروع گردیده است. حجم مخزن سد حدود ۶ میلیون مترمکعب و ارتفاع آن از روی پی ۶۰ متر و طول تاج ۱۸۰ متر می‌باشد (مهندسین مشاور بند آب، ۱۳۷۷). در شکل ۱ عکس ماهواره‌ای سد زنوز نشان داده شده است. اراضی پایاب شامل ترانس رودخانه و اراضی زراعی پایاب این سد با بهره گیری توام آب مخزن سد و حوضه آبریز میانی ازمحل سد تا پل روستای چرچر می باشد.



شکل ۱- عکس ماهواره ای سد زنوز و پیرامون

در مطالعات پایه سد مخزنی زنوز که توسط شرکت مهندسین مشاور بندآب (۱۳۷۷) صورت گرفته است، رسوب ویژه طرح ۴۲۸ مترمکعب در کیلومتر مربع در سال منظور شده است که در مقایسه با طرحهای مشابه رقم منظور شده برای رسوب ویژه چندان پایین نیست. سایر مشخصات این طرح به شرح زیر است:

مساحت حوضه: $A=45.25\ km^2$

رسوب ویژه: $Q_z=428\ m^3 / km^2 / yr$

حجم رسوب سالیانه: $V_z=19400\ m^3 / yr$

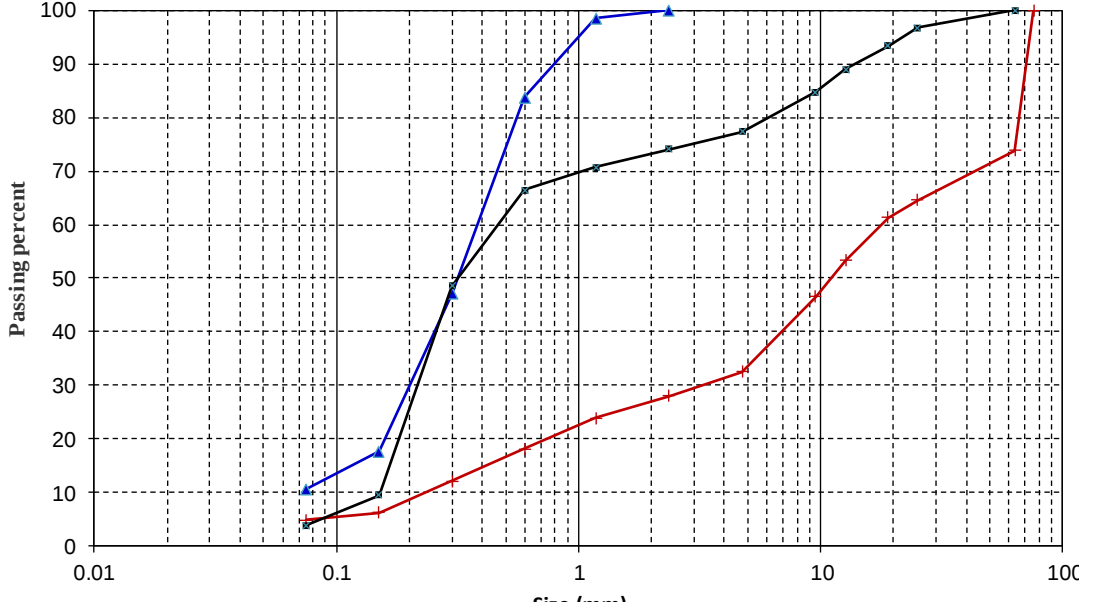
حجم مرده سد: $V_r=0.97\ MCM$

با مقایسه حجم رسوب وارده در هر سال با مبانی طرح ملاحظه می‌گردد که رسوب وارده بیش از ۷ برابری ارقام منظور شده در طراحی اولیه می‌باشد. این پدیده بهره‌برداری بهینه از حجم ذخیره شده در مخزن سد را با مشکلاتی مواجه ساخته است. در شکل ۲ تصویری از انباشت رسوبات در مخزن سد نشان داده شده است.



شکل ۲- تصویری از رسوبات انباشت شده در انتهای مخزن سد زنوز

از پخشهای مختلف مخزن سد ۳ نمونه از رسوبات موجود برداشته شده و دانه بندی انجام شده است (شکل ۳). دانه بندی دو نمونه ماسه ای و یک نمونه شنی بدست آمده است. البته در قسمتهای عمیق مخزن سد رسوبات ریزدانه هم دیده می‌شود که امکان نمونه گیری نبود.



شکل ۳ - نمودار دانه بندی رسوبات انباشته شده در مخزن سد زنوز

حوضه آبریز سد زنوز دارای مساحت ۴۵ کیلومتر مربع و محیط ۳۰ کیلومتر و ارتفاع حداکثر حوضه ۳۱۸۲ متر و ارتفاع حداقل حوضه ۱۸۵۵ متر، شیب متوسط حوضه ۱۰۰۴ درصد است. چهره ریختاری حوضه بر سه گونه می‌باشد. در نیمه جنوبی که امتداد رودخانه زنوز آن را از دو بخش بالایی جدا می‌کند دره های کشیده و چهره تقریباً هموار و زمین های سست و فرسایش پذیر دارد. بخش شمالی خود به دو بخش کوچکتر تقسیم می‌شود (در شمال رودخانه زنوز). بخش شمال شرقی که ریختاری تقریباً خشن دارد و زمینهای آن رو به سوی شمال شرق به سرعت ارتفاع می‌گیرند. بخش دیگر (بخش شمال غربی) چهره ریختاری حد واسط دویخش بالایی را دارد (مهندسین مشاور بند آب ۱۳۷۷). طبقه بندی شیب و مساحت حوضه ها با توجه به این که احتمال آن وجود دارد که رسوب زایی در شیب های مختلف متفاوت باشد، در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- طبقه بندی شیب و مساحت حوضه (تحلیل توپوگرافی با نرم افزار Civi3d)

Slopes Table				
Number	Minimum Slope	Maximum Slope	Area	
1	0.00%	15.00%	S=5.18Km ^۲	
2	15.00%	25.00%	S=9.19Km ^۲	
3	25.00%	35.00%	S=10.92Km ^۲	
4	35.00%	45.00%	S=9.21Km ^۲	
5	45.00%	55.00%	S=5.92Km ^۲	
6	55.00%	75.00%	S=4.56Km ^۲	
7	75.00%	100.00%	S=1.09Km ^۲	
8	10.00%	150.00%	S=0.25Km ^۲	
9	150.00%	245.80%	S=0.02Km ^۲	

برآورد رسوب با استفاده از روش PSIAC

این مدل مبتنی بر ارزیابی ۹ عامل زمین شناسی، خاک، اقلیم، رواناب، پستی و بلندی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، فرسایش فعلی و فرسایش رودخانه‌ای می‌باشد و به هر عامل امتیازی تعلق می‌گیرد. در سال ۱۹۸۲ مطالعه جانسون و گمهارت اصلاحاتی را در این مدل به وجود آوردند و آن را فرمول (MPSIAC) و اصلاح شده پسیاک نامیدند. مدل را از حالت کیفی به صورت کمی تبدیل کردند (دیوسالار و همکاران، ۱۳۹۲). در روش PSIAC که یکی از روش های تجربی برآورد میزان فرسایش و رسوب ویژه می باشد، در حال حاضر در نقاط مختلف که فاقد هر گونه آمار و اطلاعات فرسایش و رسوب می باشد کاربرد زیادی پیدا کرده است. این روش به وسیله کمیته مشترک رسوب ایالات جنوب غربی امریکا در سال ۱۹۶۸ پیشنهاد گردیده که بعلت دقت نسبی آن در برابر فرسایش و رسوب در کشورهای دیگر کاربرد پیدا کرده است. عوامل مختلفی که در این روش دخالت داده شده و بسته به شدت و ضعف هر یک از آنها در در فرسایش امتیاز بندی شده است (شجاعی و همکاران، ۱۳۹۷).

با بررسی های حوضه آبریز توسط مهندسین مشاور بند آب (۱۳۷۷) مجموع امتیازات برآورد شده ۶۸ می باشد که حوضه آبریز در کلاس رسوب دهی متوسط قرار گرفته است. رسوب ویژه برابر ۴۲۸ مترمکعب در کیلومتر مربع و بنابر این حجم رسوب سالیانه در حدود ۱۹۴۰۰ متر مکعب در سال برآورد می‌گردد.

با توجه به این که مطالعات انجام شده توسط شرکت دریا ترسیم در سال ۱۳۹۰ حجم کل رسوب در مدت ۶ سال بهره برداری ۹۰۴ هزار متر مکعب اندازه گیری شده که متوسط رسوب دهی سالانه ۱۵۰۰۰۰ متر مکعب در سال می باشد. مطالعات نرم افزاری و مدل های ریاضی انجام شده توسط احمدی (۱۳۹۴) بیانگر آن است که پس از طی ۵۰ سال حجم رسوبات انباشته شده در مخزن به حدود ۱۰۲ میلیون متر مکعب می‌رسد که تقریباً معادل ۲۱ درصد حجم مخزن می‌رسد. نتایج اجرای مدل ریاضی GSTARS3 نشان می‌دهد که مدل نسبت به تابع انتقال رسوب دارای بالاترین حساسیت می باشد. مطالعه موردی انجام شده منطقی ترین الگوی رسوب گذاری می‌باشد که از انتخاب تابع حمل رسوب اصلاح شده ایکرز - وایت (۱۹۹۰) از مدل حاصل گردیده است.

جدول ۲- کلاس و طبقه بندی شدت رسوب دهی

کلاس	مجموع امتیازات عوامل فرسایش و رسوب	میزان رسوب دهی (متر مکعب در کیلومتر مربع در سال)	طبقه بندی شدت رسوب دهی
۱	بیش از ۱۰۰	بیش از ۱۴۲۸	بسیار شدید
۲	۷۵-۱۰۰	۴۷۶-۱۴۲۸	شدید
۳	۵۰-۷۵	۲۳۸-۴۷۶	متوسط
۴	۲۵-۵۰	۹۵-۲۳۸	کم
۵	۰-۲۵	کمتر از ۹۵	طبیعی



بحث

بر اساس بازدید از حوضه آبریز و مخزن سد و کارهای آزمایشگاهی انجام گرفته و مطالعات تصاویر ماهواره-ای، جهت تحقیقات زیست محیطی و پیدا کردن راهکار جهت حل مشکل انباشت رسوب در مخزن سد نتایج زیر حاصل گردید:

۱- عامل زمین شناسی: یکی از عوامل موثر در ارزیابی فرسایش خاک و تولید رسوب در روش پسیاک و ام پسیاک، عامل زمین شناسی سطحی است. خاکهای این حوضه بسیار کم عمق تا کم عمق همراه با سنگ ریزه و مستعد برای فرسایش است. مخصوصاً خاکهای مربوط به منطقه جنوبی که بسیار مستعد فرسایش هستند.

۲- عامل آب و هوا: با توجه به کوهستانی بودن منطقه بیشتر بارندگی به صورت برف می باشد. میانگین بارندگی سالانه در منطقه ۳۰۹ میلیمتر می‌باشد.

۳- عامل هرز آب یا روان آب: یکی از عوامل مهم در کاهش شدت نفوذ آب در خاک و در نتیجه افزایش روان آب، رطوبت سطحی خاک است. در مواقعی که خاک مرطوب باشد توان نفوذ دهی آب به حداقل رسیده و رواناب سطحی افزایش می یابد.

۴- عامل پستی و بلندی: افزایش شیب موجب می‌شود که سرعت و حرکت هرز آب سطحی زیاد و مدت زمان تماس آب با خاک و در نتیجه نفوذ آب در خاک کم شود. همچنین موجب می‌شود که خاک بیشتر و سریعتر فرسایش یابد

۵- عامل پوشش زمین: در بازدیدهایی که از منطقه به عمل آمد مشاهده گردید که چرای بی رویه دام در بخش جنوبی باعث از بین رفتن پوشش گیاهی منطقه شده و رسوب خیزی را را افزایش داده است.

۶- عامل کاربری اراضی: در حوضه آبریز مورد بحث تغییرات کاربری زیادی در منطقه بعد از احداث سد زنوز انجام گرفته که باعث افزایش بیش از حد رسوب زایی در منطقه شده است.

۷- عامل وضعیت فرسایش در سطح حوضه آبریز: برای بررسی عامل فوق در تولید رسوب، فرسایش سطحی در حوضه آبریز مانند فرسایش بارانی، فرسایش ورقه ای، فرسایش شیری و فرسایش خندقی مورد رزیابی قرار می گیرد

۸- عامل فرسایش رودخانه ای (آبراهه ها) و انتقال رسوب: بررسی آبراهه ها در این حوضه نشان می دهد که بیشتر رسوب وارده از آبراهه های بخش جنوبی برمی‌خیزند. در مسیر آبراهه‌ها سیل بند و رسوب گیر نیز تعبیه شده ولی به علت رسوب بیش از حد بیشتر این رسوب گیرها کاملاً از رسوب پرگردیده و کارایی خود را از دست داده‌اند. با توجه به بررسی های انجام گرفته تغییر شرایط در حوضه آبریز موجب افزایش رسوب در مخزن سد شده که جهت بالا بردن عمر مخزن و کم کردن رسوب زایی باید حتماً تدابیری از جمله رعایت حریم رودخانه و حفاظت از مراتع جدی گرفته شود.

نتیجه گیری

در این مقاله رسوب زایی حوضه آبریز سد مخزنی زنوز در آذربایجان شرقی بررسی شده است. حوضه این سد حدود ۴۵ کیلومتر مربع وسعت دارد. در مدت ۱۳ سال از بهره برداری این سد، حدود ۲۰ درصد از حجم مخزن این سد ۶ میلیون متر مکعبی با رسوب پر شده است. در صورت تداوم ورود رسوب با این نرخ، تا ۲۰ سال آینده، سد زنوز کارایی خود را از دست خواهد داد. با مطالعه عکسهای ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی حوضه آبریز سد و همچنین بررسی های صحرایی با استفاده از روشهای پسیاک و ام پسیاک، نتیجه گرفته شد که شرایط موجود در حوضه آبریز از جمله خشکسالی، دامداری و کاهش پوشش گیاهی مراتع، کشاورزی در دامنه‌ها و حاشیه رودخانه‌ها و فعالیتهای معدنی موجب افزایش رسوب زایی در این حوضه شده است. با نمونه برداری از رسوبات مخزن سد و بررسی‌های انجام گرفته، دانه بندی رسوبات مخزن سد از نوع شن و ماسه ای تا رسوبات ریزدانه است. جهت کاهش رسوب‌زایی، حمل و انباشت رسوبات در مخزن سد، ضمن اجرای طرحهای آبخیزداری، بایستی از چرای بیش از حد مراتع جلوگیری شود. برای افزایش طول عمر این سد مخزنی لازم است که همه یا بخشی از رسوبات مخزن سد لایروبی شود.

منابع

احمدی قشلاقی، ج، حسن زاده، ی، رنجبرنژاد آذری، ع. (۱۳۹۴) بررسی الگوی رسوب گذاری در مخزن سد زنوز با استفاده از مدل ریاضی Gstars3.0
امامقلی زاده، صمد، محمود بینا، مهدی قمشی، حسامجهانی (۱۳۸۶) بررسی و ارزیابی رسوب شوئی تحت فشار در سد های مخزنی با استفاده از ندل فیزیکی تشریه انجمن علوم و مهندسی منابع آب
ترکمانزاده، نفیسه، بایرامعلی محمدنژاد و جواد بخشی (۱۳۹۴) کاربرد مدل Mike3 در شبیه سازی جریان گل آلود در مخازن سدها (مطالعه موردی مخزن سد سفید رود)- تشریه انیابری و زهکنشی ایران، شماره ۶ دیوسالار، ا، ذبیحی، ع، شعبانی، م، ابراهیمی، ش، و حمدیان، س. (۱۳۹۲)، برآورد حجم رسوبات و بررسی عوامل محیطی موثر بر آن با استفاده از مدل MPSIAC در محیط GISمطالعه موردی حوضه آبخیز سولقان قم)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، جلد ۴، شماره ۷
شجاعی، شهروز، محمدرضا نورآ، شهرام حبیبی مود (۱۳۹۷)، تخمین میزان رسوب دهی و فرسایش با استفاده از مدل MPSIAC و FSM و روش اندازه گیری مستقیم، مجله پژوهشهای فرسایش محیطی مددی، علی و شهرام نیک پور (۱۳۹۲) برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آبخیز رودخانه زال با استفاده از روش پسیاک و پسیاک اصلاح شده و GIS مجله پژوهش های ژئومورفولوژی کمی
مظاهری، مهدی و همکاران (۱۳۷۷)، بررسی وضعیت سدها
مهندسین مشاور بندآب (۱۳۷۷)، گزارش مطالعات طرح سد مخزنی زنوز جای- مطالعات پایه، گزارش شماره ۲۲۷

GATHARD Engineering Consulting Co. (2006), Washington Klamath River Dam and Sediment Investigation.
Issa, E. (2015) Sedimentological and Hydrological Investigation of Mosul Dam Reservoir. DOCTORAL THESIS, University of Mosul, Iraq.
Munthali, G., Irvine, Y. and Murayama, Y. (2011) Reservoir Sedimentation and Flood Control: Using a Geographical Information System to Estimate Sediment Yield of the Songwe River Watershed in Malawi.
Pinarlik, M. and Selek, Z. (2019) Evaluation of Sediment Deposition on Corum Dam Reservoir, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
Sumi, T., Okano, M., Takata, Y. (2004), Reservoir sedimentation management with bypass tunnels in Japan, Proceedings of the Ninth International Symposium on River Sedimentation.
Wen, H., Wang, F., Kondolf, M., Tullos, D. and Cheng Kuo, W. (2018), Sediment Management in Taiwan’s Reservoirs and Barriers to Implementation, (MDPI / water).
Google earth (2019), Satellite image of Zonoz area.