مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱۸، زمستان ۱۳۹۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۰۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۴/۱۳

صفحات: ۵۰ - ۳۵

بررسی رسوب دهی زمین لغزش¬ها در حوضه آبخیز چاویز

شمس الله عسگری[۱]*، عزت الله قنواتی[۲]، صمد شادفر[۳]

چکیده

مساله تحقیق هدر رفت خاک و اطلاعات از بار رسوبی رودخانه‌هاست. در حوضه‌های آبخیز دارای زمین لغزش چگونه می‌توان بار رسوب- دهی زمین لغزش را محاسبه نمود. در این تحقیق با هدف برآورد کمی بار رسوبی زمین لغزش‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ایی، گوگل ارث و تدقیق میدانی، زمین لغزش‌های حوضه سد ایلام شناسایی شد. داده‌های دبی آب - دبی رسوب بررسی شد و با استفاده از روش حد وسط دسته – دبی روزانه، بار رسوب معلق و رسوب ویژه در طول دوره آماری موجود برآورد شد و پیک‌های رسوبی مشخص شد. زمان وقوع زمین لغزشها با پیک رسوب خروجی دوره آماری تطبیق داده شد، متوسط رسوب ویژه مشاهده‌ای در زیر حوضه شاهد بدون لغزش اما (ملکشاهی) در طول دوره آماری مشابه ۰/۹تن در هکتار در سال، در زیرحوضه چاویز ۱۰/۴تن و در زیر حوضه گل گل ۱۸/۸ تن در هکتار محاسبه شده است این روند از یک رابطه معنی‌دار خطی تبعیت می‌نماید با استفاده از رابطه ریاضی نسبت‌ها افزایش ۸۵ درصدی رسوب در زیرحوضه دارای زمین لغزش چاویز با متوسط ۳۶۵۱۰۸۰۰ تن در طول دوره آماری مطلوب است، همزمانی وقوع زمین لغزش با پیک رسوبی زیاد تاثیر زمین لغزش بر بار رسوبی را نشان می‌دهد. با توجه به معنی‌دار بودن رابطه خطی افزایش زمین لغزش در افزایش رسوب در زیر حوضه‌ها، با ضریب اطمینان ۷۶/. نتایج محاسبات از متوسط رسوب ثبت شده در ایستگاه چاویز در طول دوره که مقدار ۱۴۶۳۳۶ هزارتن است تقریباً مقدار ۱۳۰۰۰۰تن براثر وقوع زمین لغزش و ۱۵۰۰۰ تن رسوب خروجی در حالت نرمال در مقایسه با زیرحوضه شاهد بدون زمین لغزش را نشان می‌دهد. با این محاسبات در حدود ۷۵درصد رسوب حوضه‌های آبخیز استان ایلام که بیشتر از یک درصد زمین لغزش دارند به وقوع زمین لغزش مربوط می‌شود.

واژگان کلیدی: بار رسوبی، حوضه آبخیز چاویز، زمین لغزش، داده‌های متناظر، دبی آب- دبی رسوب.

[۱]- مربی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام(نویسنده مسئول)
s.asgari@areeo.ac.ir

[۲]- دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران ezghanavati@yahoo.com

[۳]- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران samad.shadfar@gmail.com

مقدمه

حرکت خاک، سنگ و واریزه را بر روی شیب زمین بطرف پایین شیب را زمین لغزش می‌نامند. زمین لغزش‌ها یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی هستند که سالانه خسارت‌های زیادی را در مناطق کوهستانی تمام دنیا وارد می‌نمایند دادسن[۱] و همکاران ۲۰۰۴). زمین لغزش‌ها از عوامل اصلی تشدید فرسایش و تولید رسوب هستند (گلاد[۲] و همکاران، ۲۰۰۵). به نظر می‌رسد که در برخی موارد خسارت‌های وارده از زمین‌لغزش‌ها به طریق تشدید فرسایش و افزایش رسوبدهی خیلی بیشتر از سایر خسارت‌های مستقیم و غیر مستقیم آن‌ها است (کورپ و کلاجو[۳]، ۲۰۰۹؛ لیو[۴] و همکاران، ۲۰۱۴). در بیشتر مواقع پر شدن مخازن سدها که منبع اصلی آب و گاهی هم تولید نیرو در حوضه‌ها هستند (برونسترت[۵] و همکاران، ۲۰۱۴)، کاهش کیفیت آب (سیدل[۶] و اوچیا[۷]، ۲۰۰۶)، تخریب زیستگاه‌های آبی، تخریب خاک‌های حاصل‌خیز و افزایش تهدید مناطق مسکونی و سازه‌ها (رید[۸] و پاج[۹]، ۲۰۰۲) خسارت‌های هستند که در نتیجه تشدید فرسایش بوسیله زمین لغزش‌ها بوجود می‌آیند. به این دلیل است که در بسیاری از مناطق دنیا زمین لغزش‌ها به عنوان عامل اصلی فرسایش معرفی شده‌اند (لارسن[۱۰]، ۲۰۱۲). مدل‌های مختلفی جهت برآورد میزان رسوب وارد شده به رودخانه‌ها از طریق زمین لغزش‌ها پیشنهاد شده است که براساس متغیرهای مختلف طراحی شده‌اند. در مدل شیتران[۱۱] جهت ارزیابی میزان رسوب حاصل از زمین لغزش‌ها علاوه بر پراکنش زمین لغزش‌ها از داده‌های هواشناسی، ویژگی‌های حوضه (شامل خصوصیات خاک شناسی، پوشش گیاهی، پستی و بلندی و رسوبی) و همچنین داده‌های ژئوتکنیکی، به منظور تعیین ضریب اطمینان دامنه‌ها استفاده می‌شود (باترست[۱۲] و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر مدل فوق می‌توان از مدل‌های دیگری مانند مدل شاخص فرسایش خاک (SEIM)[۱۳]، (کاور[۱۴] و همکاران، ۲۰۰۶). مدل LAPSUS-LS[۱۵]، (کلاسنس[۱۶] و همکاران، ۲۰۰۷)، برنامه شبیه سازی هیدرولوژیکی فورترن (HSPF)[۱۷] ۲۰۱۲ را نام برد. در بررسی‌های نوین، زمین لغزش‌های بزرگ دنیا یکی از عوامل اصلی تولید رسوب با حجم بالا معرفی شده‌اند و نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که یک دوره چند ساله بعد از وقوع زمین لغزش‌های متعاقب زلزله یا بارندگی‌های شدید رسوبدهی به بیش از ۱۰ تن در کیلومترمربع افزایش یافته است (کورپ، ۲۰۱۲). آشکار شدن وجود همبستگی شدید بین سیستم فلوویال و تولید رسوب در رودخانه‌ها با زمین

1- Dadson
2- Glade
3-Clagu and Korup
4-Liu
5-Bronestret
6- Sidle
7- Ochiai
8- Reid
9- Page
10- Larsen
11- SHETRAN
12- Bathurst
13- soil erosion index model
14- Cover
15- Landslide model performance in a high resolution small-scale landscape
16- Claessens
17- Hydrology similar program Fortran

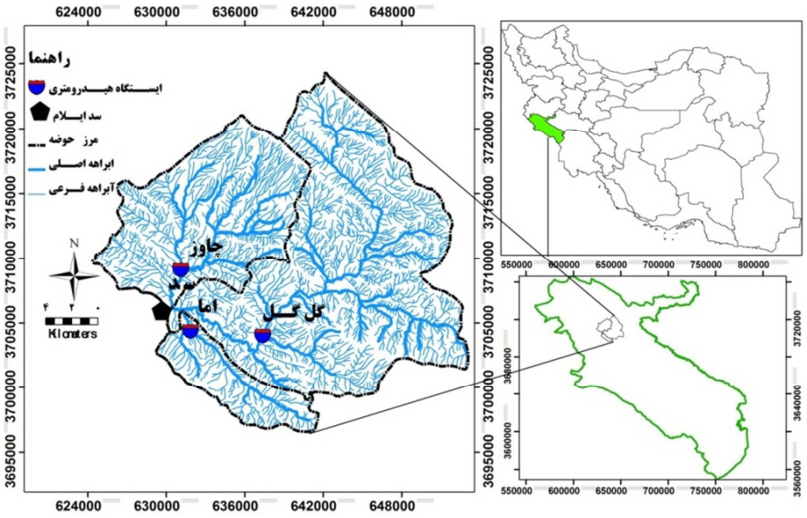
لغزش‌ها جزء مهمترین نتایج مطالعه در منطقه مولیس[1] با فعالیت تکتونیکی شدید در ایتالیا است (برگم[2] و همکاران، ۲۰۱۴).

تحقیقات داخلی در ارتباط با زمین لغزش و رسوب، تحلیل مورفومتری زمین لغزش در حوضه آبخیز سد اکباتان و برآورد رسوب (ایلدرمی،۲۰۱۲)، شبیه سازی فرسایش و رسوب ناشی از زمین لغزش با استفاده از مدل Geo[3]WEPP (یاراحمدی و روستایی، ۲۰۱۵)، برآورد رسوب ناشی از زمین‌لغزش با استفاده از مدل شیتران (انصاری و همکاران،۲۰۱۶) و تاثیر زمین‌لغزش‌ها بر بار رسوبی رودخانه جاجرود (پیروان و همکاران، ۲۰۱۷) انجام شده است که این تحقیقات بسیار اندک و نوپا است و نیاز است روش تحقیقی مناسب معرفی شود. با توجه به اهمیت تخمین دقیق فرسایش و رسوبدهی به دلیل احداث سازه‌های مختلف بر روی رودخانه‌ها، وجود مناطق مسکونی در مسیر آن‌ها، حفاظت از منابع طبیعی و مسائل زیست محیطی و .... امروزه نیاز به بررسی دقیق‌تر رابطه زمین لغزش و رسوبدهی در حوضه‌های لغزش خیز کشورمان بیشتر احساس می‌شود. بنابراین جهت حصول نتایج کاربردی که در نهایت منجر به شناخت دقیق نقش زمین لغزش‌ها در فرآیند فرسایش و رسوب‌زایی شود و با پیشنهاد روش‌های عملی از میزان خسارت آن‌ها بکاهد راه طولانی در پیش روی پژوهشگران قرار دارد.

منطقه مورد تحقیق

حوضه آبخیز سد ایلام در جنوب شرقی شهرستان ایلام در موقعیت جغرافیایی بین ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه و ۳۶ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۳۸ دقیقه و ۳۲ثانیه طول شرقی و ۳۳درجه و ۲۳دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۳ درجه و ۳۸ دقیقه و ۵۴ ثانیه عرض شمالی قرار دارد. بیشترین ارتفاع درکوه قلارنگ واقع در شمال حوضه ۲۴۰۰ متر وکمترین ارتفاع حوضه درمحل سد ۱۲۰۰ متر و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۴۳۰ متر می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه حوضه سد ایلام ۶۸۵ میلیمتر متوسط درجه حرارت سالیانه آن ۱۵/۸ درجه سانتیگراد و متوسط حداقل درجه حرارت سالیانه ۶/۹ درجه سانتیگراد و میانگین حداکثر درجه حرارت سالیانه ۲۴/۷، حداکثر مطلق در ماههای تیر و مرداد ۴۳ و حداقل مطلق ۱۵- درجه سانتیگراد بوده است اقلیم منطقه نیمه مرطوب معتدل است و تشکیلات زمین شناسی حوضه سازندهای سروک، سورگاه، ایلام، پابده، گورپی، گچسارن و رسوبات کواترنری است. با توجه به خصوصیات ذکر شده این حوضه از حساسیت فرسایش بالایی برخوردار است و فرایند زمین لغزش در طول زمان همواره فرسایش خاک و رسوب زایی را تشدید نموده است.

1- Molise
2- Borgomeo
3- Water Erosion Prediction project



شکل۱: نقشه موقعیت حوضه آبخیز سد ایلام وزیرحوضه چاویز

داده‌ها و روش‌ها

در این تحقیق برای تعیین میزان و نقش زمین لغزش‌ها در تولید رسوب در حوضه سد ایلام از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، بررسی تصاویر ماهواره‌ای لندست از سال ۲۰۱۶ - ۱۹۹۸جهت شناسایی و حرکات و تغییرات زمین لغزش‌ها استفاده گردید. در ادامه جهت تدقیق با استفاده از برداشت‌های میدانی زمین لغزش‌های حوضه سد ایلام شناسایی وکدبندی گردید و اطلاعات موجود در پرسشنامه‌ای شامل مشخصات زمین لغزش جمع‌آوری شد. در نهایت نقشه پراکنش مکانی زمین لغزش‌ها به صورت رقومی و در قالب سیستم GIS تهیه شد. در این تحقیق جهت برآورد دبی رسوب از دو روش: ۱- براساس داده‌های اندازه‌گیری شده و بدون تقسیم‌بندی آن‌ها ۲- به روش حد وسط دسته‌ها استفاده گردید. در حوزه سد ایلام طبق آمار و اطلاعات آب منطقه‌ای ایلام و بازدیدهای میدانی سه ایستگاه هیدرومتری و رسوب سنجی گل گل، چاویز و ایستگاه اما فعال می‌باشند آمار دبی – رسوب روزانه ایستگاه‌های مذکور با استفاده از روش حد وسط دسته – دبی روزانه در محیط نرم افزاری اکسل تجزیه و تحلیل شده و رسوب خروجی زیرحوزه‌ها در محل ایستگاه‌ها برآورد شده است.

برآورد بار معلق رودخانه‌ها

انتقال مواد رسوبی بار معلق تابعی از شرایط هیدرولیکی جریان و خصوصیات فیزیکی ذرات رسوب می‌باشد. از جمله راهکارهای مناسب برای تعیین بار معلق استفاده از آمار ثبت شده در محل ایستگاه‌های آبسنجی است. در این ایستگاه‌ها ضمن اندازه‌گیری دبی جریان (Q_w) نمونه‌های آب جهت تعیین غلظت رسوب (C) تهیه و به آزمایشگاه ارسال می‌گردد. پس از تعیین غلظت رسوب مقدار بار رسوبی معلق رودخانه، Q_s با استفاده از رابطه۱ تعیین و به عنوان بخشی از آمار رسوب معلق رودخانه ثبت می‌گردد: (سبکبار،۲۰۱۴).

$$Q_s = 0.0864CQ_d \quad (۱)$$

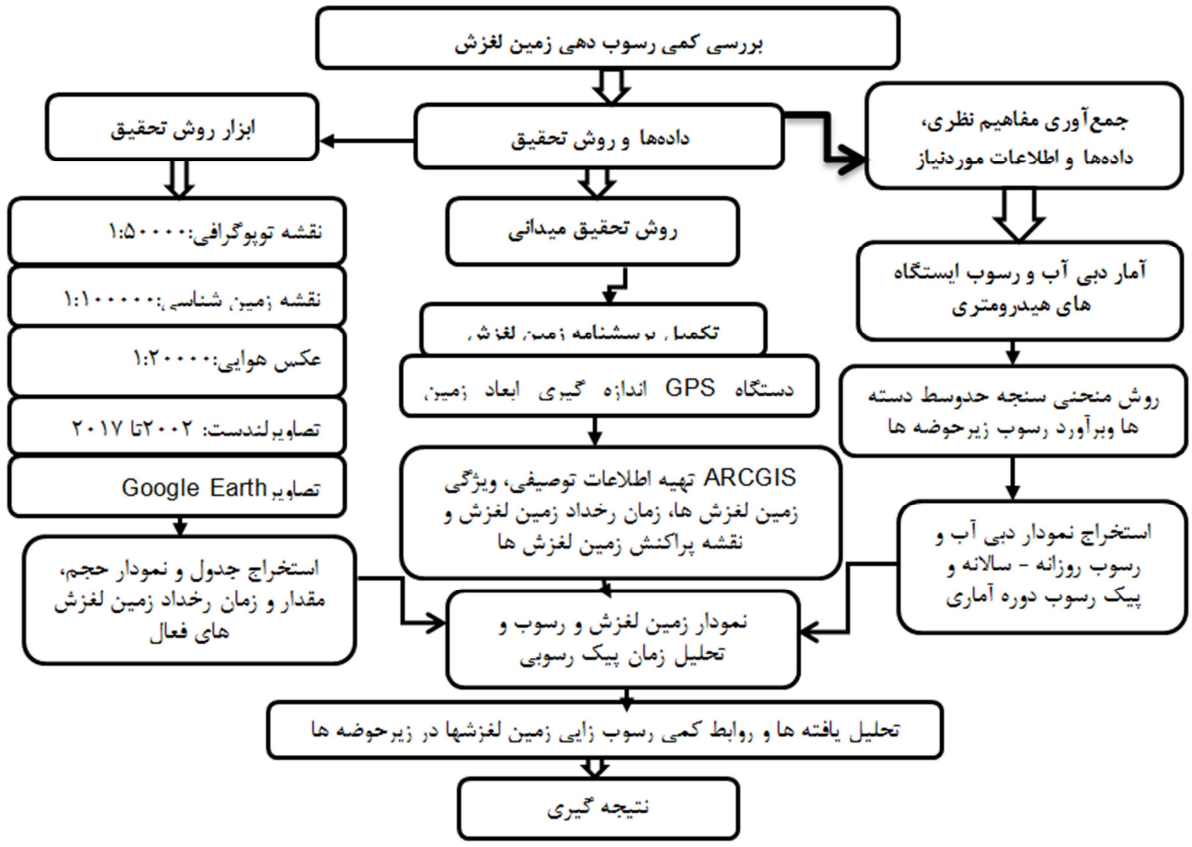
Q_s: بار رسوبی معلق (تن در روز)، C: غلظت متوسط رسوب معلق (میلی گرم در لیتر) و Q_d: دبی جریان روزانه (مترمکعب بر ثانیه)

تعیین رابطه نمایی و ترسیم منحنی سنجه رسوب

جهت برآورد رسوبدهی یک حوضه استفاده از توابع نمایی، به دلیل محدودیت داده‌های مشاهده‌ای منتاظر دبی رسوب و دبی جریان، ضرورت پیدا می‌کند؛ چرا که در ایستگاه‌های رسوب‌سنجی حوضه‌های مورد مطالعه نیز، همچون سایر ایستگاه‌های رسوب‌سنجی، در طول یک سال آبی تنها در چند نوبت داده‌برداری صورت گرفته است. برای تعیین میزان رسوب در سایر روزهای سال از رابطه همبستگی بین دبی جریان و دبی رسوب استفاده می‌شود. بعد از رسم منحنی سنجه رسوب برازش معادله نمایی انجام گرفت. حالت کلی معادله نمایی رسوب به صورت رابطه ۲ است:

$$Q_s = aQ_d^b \qquad (۲)$$

Q_s: بار رسوبی معلق (تن در روز)، Q_d: دبی جریان روزانه (مترمکعب بر ثانیه)، a و b به ترتیب ضریب و نمای معادله هستند. جهت رسم این منحنی و تعیین بهترین معادله برازش شده از نرم افزار اکسل ۲۰۱۷ استفاده شده است.



شکل۲: فلوچارت روش تحقیق

ویژگی زیر حوضه‌ها و شناسایی زمین لغزش‌ها

زیر حوضه سرجوی گل گل

زیر حوضه سرجوی گل گل شریان اصلی سد ایلام می‌باشد که آب شهر ایلام را تامین می‌کند و در جنوب شرق شهر ایلام و شمال حوضه سد ایلام در موقعیت جغرافیایی ۴۶درجه و ۲۴دقیقه و ۲۷ثانیه تا ۴۶درجه و ۳۹دقیقه و ۶ثانیه طول شرقی و در ۳۳درجه ۲۵ دقیقه و ۴۱ثانیه تا ۳۳درجه و ۳۸ دقیقه و ۵۲ثانیه عرض شمالی قرار گرفته و مساحت زیر حوضه سرجوی گل گل ۲۹۰۷۹هکتاراست. میانگین بارندگی ۶۸۶ میلیمتر و میانگین درجه حرارت ۱۸درجه سانتیگراد، نوع اقلیم نیمه مرطوب معتدل، بلندترین نقطه ارتفاعی ۲۴۰۰متر و حداقل ارتفاع زیر حوضه در ایستگاه هیدرومتری گل گل ۱۲۰۰متراست. این زیر حوضه با متوسط ارتفاعی ۱۸۰۰متر در واحد ژئومورفولوژیکی کوهستان قرار گرفته است، شیب متوسط ۲۴/۳درصد، ضریب گردی شکل حوضه ۱/۴۷، مستطیل معادل با طول ۲۴/۱۵ کیلومتر و عرض ۱۲/۳۱کیلومتر، تراکم آبراهه ۲/۸ در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، زمان تمرکز ۱/۴درساعت می‌باشد. تشکیلات زمین شناسی زیرحوضه گل گل سازندهای سروک، سورگاه، ایلام، پابده، گورپی، گچسارن و رسوبات کواترنری است. با توجه به خصوصیات ذکر شده این زیر حوضه از حساسیت فرسایش بالایی برخوردار است و فرایند زمین لغزش در طول زمان همواره فرسایش خاک و رسوب زایی را تشدید نموده است.



شکل ۳: نمونه زمین لغزش با کد ۱ در زیرحوضه گل گل

زیر حوضه چاویز

زیر حوضه چاویز در شرق حوضه سد ایلام در موقعیت جغرافیایی ۳۳درجه و ۲۹ دقیقه و ۵ ثانیه تا ۳۳درجه و ۳۷ دقیقه و ۱۳ ثانیه عرض شمالی و ۴۶درجه و ۲۰دقیقه و ۱۰ثانیه تا ۴۶درجه و ۳۰ دقیقه و ۱ثانیه طول شرقی قرار گرفته و مساحت زیر حوضه چاویز ۱۴۱۳۱هکتار است. میانگین بارندگی ۵۶۷ میلیمتر و میانگین درجه حرارت ۱۸درجه سانتیگراد، نوع اقلیم نیمه مرطوب معتدل، بلندترین نقطه ارتفاعی ۱۹۰۰متر و حداقل ارتفاع زیر حوضه در ایستگاه هیدرومتری چاویز ۱۱۰۰متراست. این زیر حوضه با متوسط ارتفاعی ۱۵۰۰متر در واحد ژئومورفولوژیکی کوهستان قرار گرفته است، شیب متوسط ۲۵/۳درصد، ضریب گردی شکل حوضه ۱/۱۸، مستطیل معادل با طول ۱۵/۷۵کیلومتر و عرض ۹/۱۸کیلومتر، تراکم آبراهه ۳/۲ در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، زمان تمرکز ۱/۲ در ساعت می‌باشد.

تشکیلات زمین‌شناسی زیرحوضه چاویز سازندهای سروک، سورگاه، ایلام، پابده، گورپی و رسوبات کواترنری است. با توجه به خصوصیات ذکر شده این زیر حوضه همچنین از حساسیت فرسایش بالایی برخوردار است و فرایند زمین لغزش در طول زمان همواره فرسایش خاک و رسوب‌زایی را تشدید نموده است.



شکل۴: تصویرماهواره ای از زمین لغزش کد ۱۳ و ۱۴ در زیر حوضه چاویز

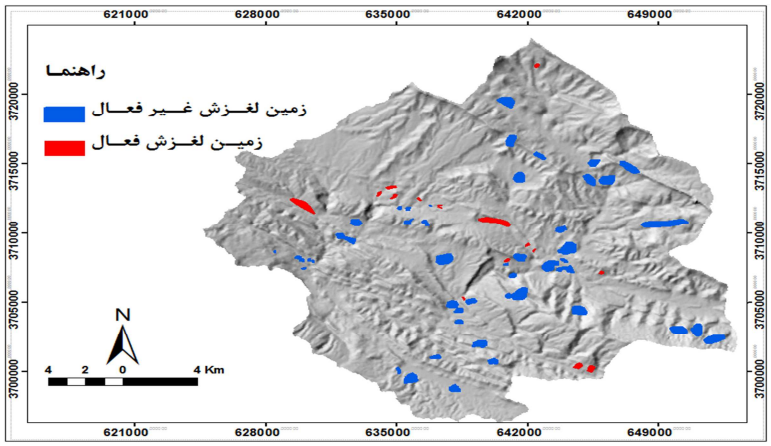
زیرحوضه اما(ملکشاهی)

زیر حوضه اما در جنوب شرق حوضه سد ایلام در موقعیت جغرافیایی ۳۳درجه و ۲۴دقیقه و ۱۷ ثانیه تا ۳۳درجه و ۲۹ دقیقه ۷ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۲۴ دقیقه و ۱۲ ثانیه تا ۴۶ درجه و ۳۱ دقیقه و ۲۷ ثانیه طول شرقی قرار گرفته و مساحت زیر حوضه اما ۴۲۹۷ هکتار است. میانگین بارندگی ۶۲۰ میلیمتر و میانگین درجه حرارت ۱۸درجه سانتیگراد، نوع اقلیم نیمه مرطوب معتدل، بلندترین نقطه ارتفاعی ۱۹۰۰متر و حداقل ارتفاع زیر حوضه در ایستگاه هیدرومتری چاویز ۱۱۰۰متراست. این زیر حوضه با متوسط ارتفاعی ۱۵۰۰متر در واحد ژئومورفولوژیکی کوهستان قرار گرفته است، شیب متوسط ۲۲/۴درصد، شکل حوضه ۱/۶۲، مستطیل معادل با طول ۱۴/۸ و عرض ۶/۷، تراکم آبراهه ۳/۳ در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، زمان تمرکز ۱/۲ می‌باشد. تشکیلات زمین‌شناسی زیرحوضه چاویز سازندهای سروک، سورگاه، ایلام، پابده، گورپی و رسوبات کواترنری است. با توجه به این که بر روی این زیر حوضه ایستگاه هیدرومتری نصب شده است، این زیر حوضه بعنوان زیر حوضه شاهد بدون زمین لغزش فعال با همگنی ویژگیهای آن با دو زیر حوضه چاویز و گل گل انتخاب شده است.

شناسایی زمین لغزش‌های حوضه سد ایلام

در این تحقیق از روش سیستمی ژئومورفولوژی محدوده حوضه و زیر حوضه‌های سد ایلام با استفاده از نقشه توپوگرافی تهیه شده است. محدوده زمین لغزش‌ها با استفاده از عکس هوایی، تصاویر ماهواره‌ای ETM^{+} و Google

Erth بر روی محدوده حوضه سد ایلام ترسیم شد. با بازدیدهای میدانی و پرسشنامه طراحی شده در روش تحقیق اطلاعات دقیق زمین لغزش‌ها ثبت شد. ۶۴ محدوده زمین لغزش شناسایی شد که مساحتی در حدود ۱۱۸۰ هکتار سطح حوضه را پوشش می‌دهند همچنین با توجه به کارشناسی لازم در محل ۱۶ رخداد لغزشی فعال با مساحتی در حدود ۱۶۵ هکتار تشخیص داده شده است که در شکل ۵ زمین لغزش‌های فعال و غیرفعال نشان داده شده است.

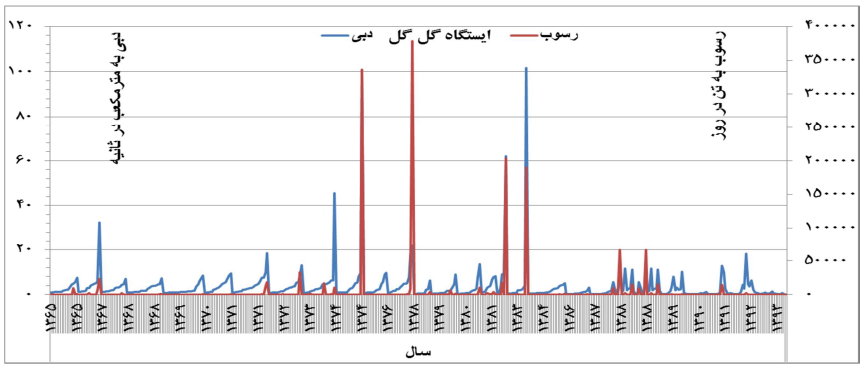


شکل ۵: نقشه محدوده زمین لغزشهای فعال و غیر فعال حوضه سد ایلام

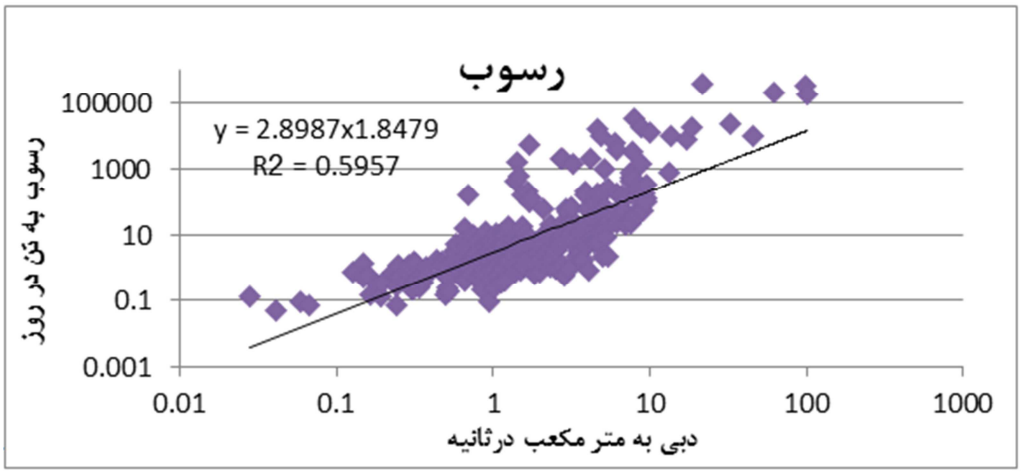
یافته‌های تحقیق

بررسی دبی – رسوب ایستگاه‌های هیدرومتری حوزه سد ایلام

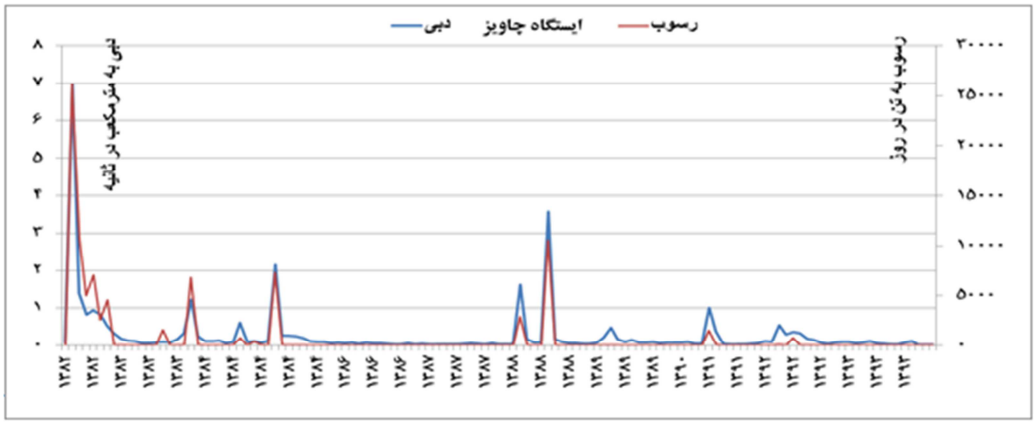
قبل از هرگونه تحلیل نتایج آزمون رشته‌ها (Runs Test) نشان داد که توالی داده‌های رسوب‌سنجی ایستگاه حوضه تصادفی نیست و براساس میانگین و میانه داده‌ها و در سطح اعتماد بالای ۹۹ درصد از همگنی مناسبی برخوردارند. بررسی مقدماتی داده‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های رسوب و دبی متناظر آن در محل ایستگاه‌ها نشان داد که در سالهای آماری ۱۳۶۶- ۶۷ و ۱۳۶۹-۷۰ و ۱۳۷۳-۷۴ و ۱۳۷۸و ۱۳۸۲-۸۳ و ۱۳۸۳- ۸۴ و ۱۳۸۸ پیک‌های افزایش میزان رسوب اندازه‌گیری نسبت به دبی جریان بسیار زیاد است.



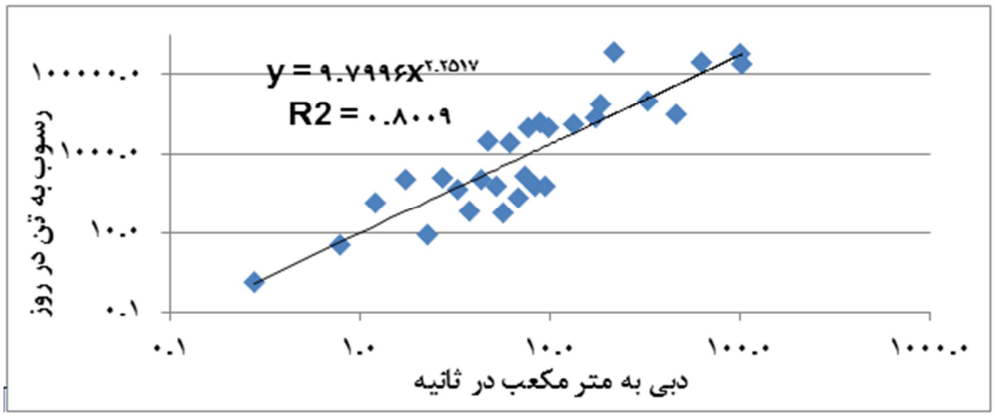
شکل۶: نموداردوره آماری دبی رسوب حوضه آبخیز گل گل از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴



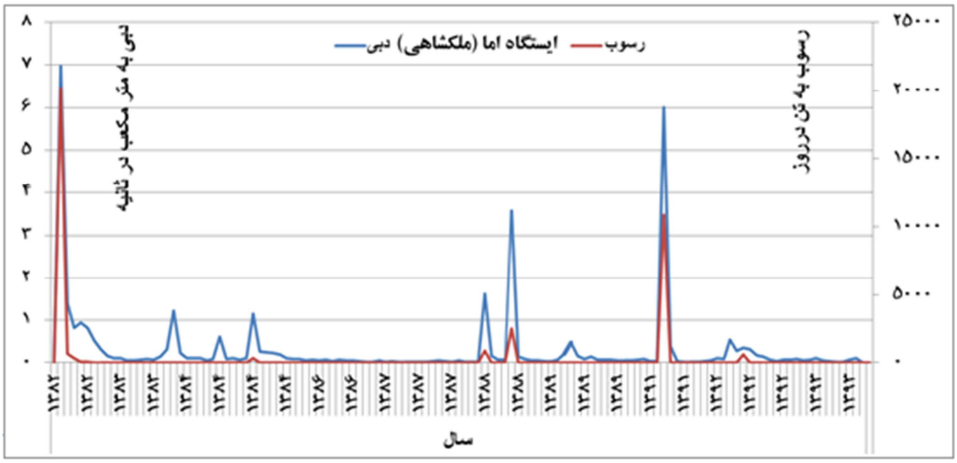
شکل۷: نمودار منحنی سنجه دبی - رسوب حوضه آبخیز گل گل از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴



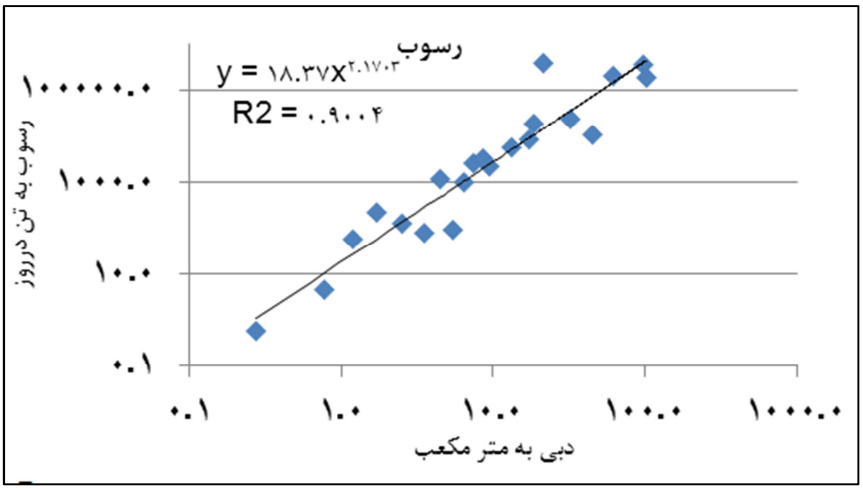
شکل ۸: نمودارردوره آماری دبی رسوب حوضه آبخیز چاویز از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴



شکل ۹: منحنی سنجه دبی - رسوب حوضه آبخیز چاویز از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴



شکل ۱۰: نموداردوره آماری دبی رسوب حوضه آبخیز اما(ملکشاهی) از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴



شکل۱۱: منحنی سنجه دبی - رسوب حوضه آبخیز اما(ملکشاهی) از سال ۱۳۸۲ تا۱۳۹۴

ارتباط بین متغیر بار رسوبی با لغزش

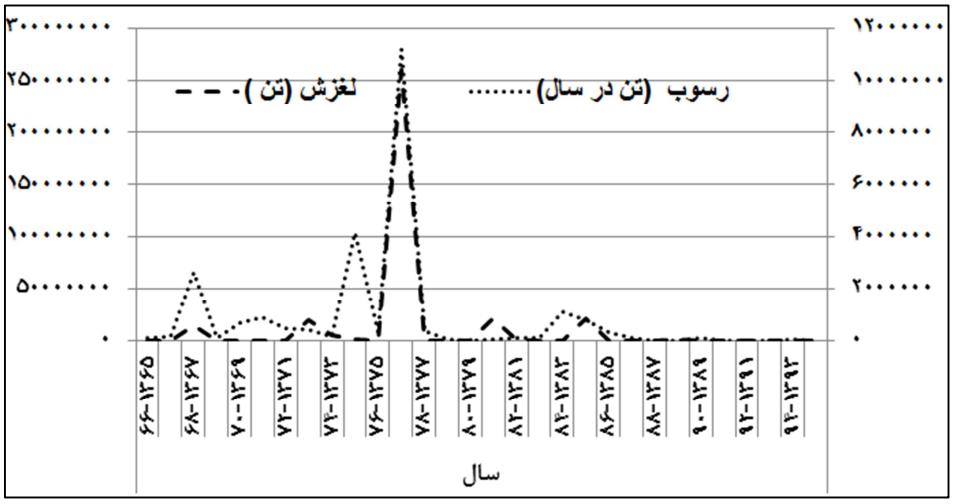
از بین لغزشهای قدیمی و جدید که در حوضه به وقوع پیوسته ۱۶ زمین لغزش فعال ثبت گردید که سالهای وقوع این لغزشها با سالهایی که در طول دوره آماری برآورد رسوب در حوضه برازش شده تقریبا منطبق یا نزدیک به هم می-باشند با استفاده از حاصل ضرب سطح لغزش در میزان گسیختگی لغزش اطلاعات جمع‌آوری شده شناسنامه زمین لغزش‌ها و اندازه‌گیری‌های ابعاد فیزیکی زمین لغزشها، حجم زمین لغزش و تبدیل حجم به تن از وزن واحد حجم خاک γ=1.4 مواد لغزشی جهت مقایسه با میزان بار رسوب خروجی زیر حوضه‌ها در ایستگاه هیدرومتری و مقدار رانش زمین محاسبه و در جداول (۱) و (۲) نشان داده شده است؛ که این رابطه در شکل(۱۲) درزیر حوضه گل گل و شکل (۱۳) در زیر حوضه چاویز نشان داده شده است.

جدول۱: حجم و مقدار زمین لغزش های زیر حوضه سرجوی گل گل حوضه سد ایلام

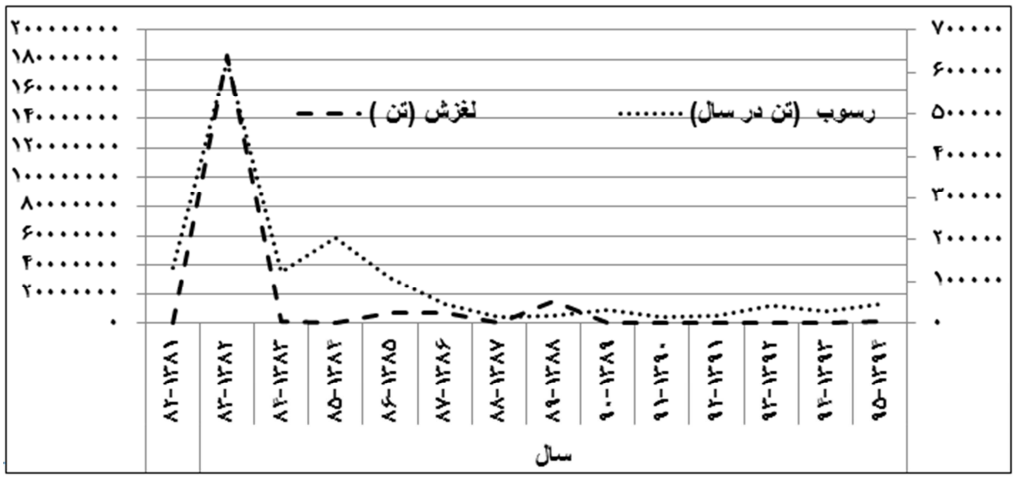
کد لغزش	سال وقوع	مقدار لغزش به (تن)	رسوب کل (تن در سال)
۱	۱۳۶۶	۴۰۸۱۰۰۰	۶۲۹۴۶۹
۲	۱۳۷۲	۲۶۱۲۲۳۲۰۰	۴۷۹۵۷۴۸
۴و۳	۱۳۶۹	۵۸۹۹۶۰۰۰	۳۶۶۵۵۴۲
۵	۱۳۶۵	۴۸۳۰۰۰۰	۳۰۳۳۱۴
۶	۱۳۸۲	۲۴۸۴۷۲۰۰	۲۱۹۶۲۶۷
۷	۱۳۸۱	۲۰۴۱۲۰۰۰	۱۱۱۱۷۰۵
۱۵	۱۳۸۳	۱۲۷۱۰۰۰	۴۲۱۴۰۰
جمع کل		۳۲۲۳۶۴۰۰۰	۱۳۱۲۳۴۴۵

جدول ۲: حجم و مقدار زمین لغزش های زیر حوضه چاویز حوضه سد ایلام

کد لغزش	سال وقوع	مقدار لغزش (تن)	رسوب کل (تن در سال)
۸	۱۳۸۲	۱۸۲۵۸۶۶۰۰	۲۱۲۵۷۹۵
۹	۱۳۸۰	۱۵۲۰۱۲۰۰	۷۶۵۲۵۸
۱۰	۱۳۸۱	۶۸۷۹۶۰۰	۴۵۶۷۸۹
۱۱	۱۳۸۱	۷۵۹۹۲۰۰	۵۲۴۶۸۰
۱۲	۱۳۸۳	۱۷۷۱۰۰۰	۶۵۴۹۸۱
۱۳	۱۳۸۵	۶۱۶۰۰۰	۱۰۲۰۰۰
۱۴	۱۳۸۴	۱۴۱۱۲۰۰	۵۴۶۷۵۴
۱۶	۱۳۸۸	۳۲۵۴۷۶۱	۸۴۵۶۲۰
جمع کل		۲۱۹۳۱۹۵۶۱	۶۰۲۱۸۷۷



شکل ۱۲: را بطه متغیر بار رسوب با زمین لغزش در زیرحوضه آبخیز گل گل



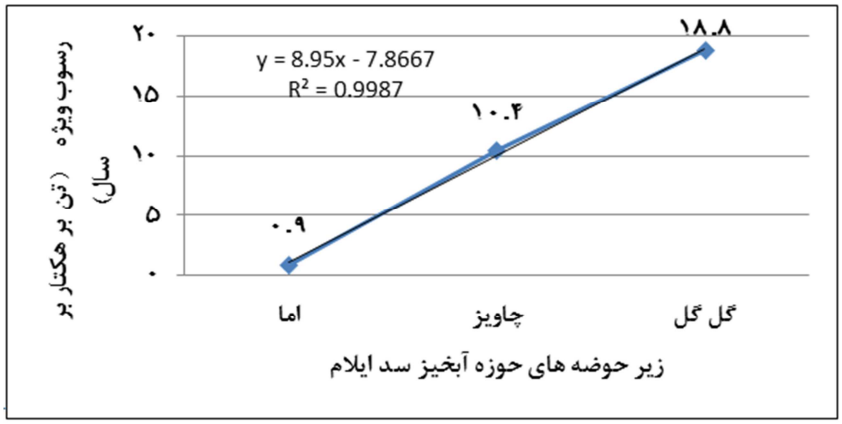
شکل ۱۳: را بطه متغیر بار رسوب با زمین لغزش در زیرحوضه چاویز

نتایج و بحث

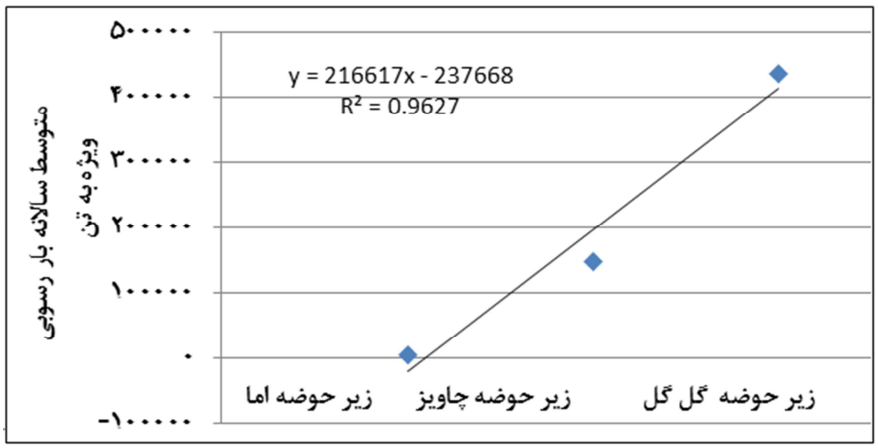
بررسی کمی نشان می دهد که تقریباً شرایط همگنی بر زیر حوضه‌ها حاکم است بطوریکه این شرایط رابطه معنی-داری را از لحاظ کمی بین میانگین رسوب ویژه، میانگین میزان رسوب ثبت شده در طول دوره در ایستگاه‌های هیدرومتری زیر حوضه ایجاد نموده است، کمیت متوسط رسوب ویژه در ایستگاه بدون لغزش اما ۹/. چاویز ۱۰/۴ تن و در ایستگاه گل گل ۱۸/۸ تن می‌باشد. با فرض تقریباً یک تن در هکتار در سال بار رسوبی در زیر حوضه‌ها بدون لغزش با یک تناسب ساده نتیجه گرفته می‌شود که از ده تن رسوب ویژه در حوضه چاویز میزان نه تن رسوب، حاصل وقوع زمین لغزش در سطح می‌باشد، یعنی از صد درصد رسوب ثبت شده ۰/۱۵ مربوط به دیگر عوامل و اشکال فرسایش است و ۰/۸۵ مربوط به زمین لغزش می‌باشد. با این حساب از متوسط رسوب ثبت شده در ایستگاه چاویز در طول دوره که مقدار ۱۴۶۳۳۶ هزارتن است تقریباً مقدار ۱۳۰۰۰۰تن بر اثر وقوع زمین لغزش و ۱۵۰۰۰ تن رسوب خروجی در حالت نرمال حوضه بدون لغزش می‌باشد، با توجه به کاهش ۰/۱۰رسوب حاصل از عملیات عمرانی نتیجه می‌گیریم که در مناطق لغزشی استان ایلام در حدود ۰/۷۵ رسوبات حوضه‌های آبخیز، منشاء زمین لغزش دارند. جدول۳ اشکال ۱۴تا ۱۷ روابط کمی و رگرسیون خطی زمین لغزش و رسوب را نشان می‌دهد.

جدول۳: نسبت کمی مقادیر رسوب و لغزش در طول دوره آماری زیرحوضه‌ها

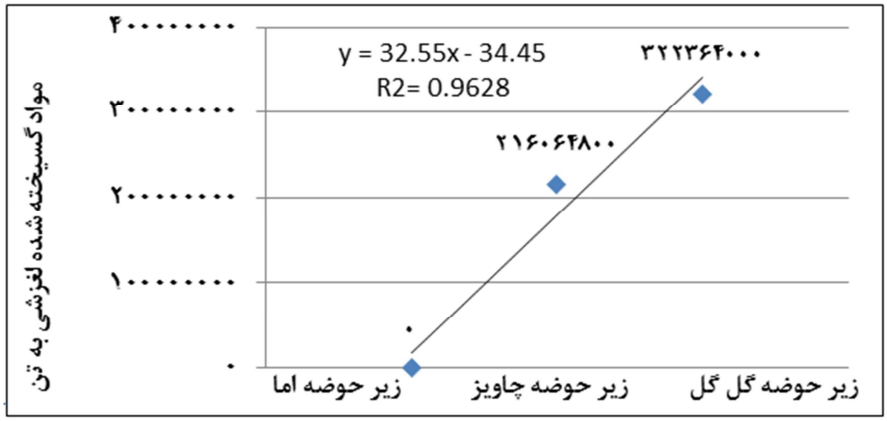
زیرحوضه ها	اما(ملکشاهی)	چاویز	گل گل
میانگین رسوب ویژه دوره آماری به تن	۰/۹	۱۰/۴	۱۸/۸
میانگین رسوب دوره آماری به تن	۱۳۵۱۶	۱۴۶۳۳۶	۴۳۶۷۹۶/۶
مقدار لغزش در طول دوره آماری به تن	۰	۳۶۵۱۰۸۰۰	۴۸۷۵۲۰۰۰



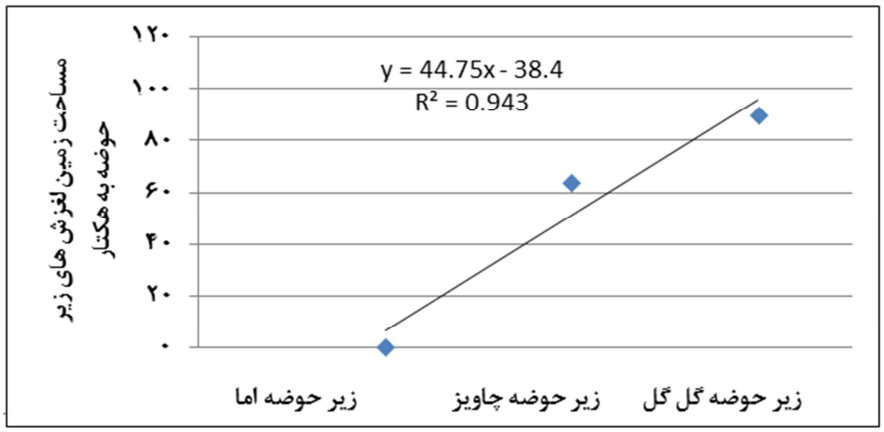
شکل ۱۴: متوسط رسوب ویژه در زیر حوضه ها



شکل ۱۵: متوسط سالانه بار رسوب ویژه در زیر حوضه ها



شکل ۱۶: کل حجم مواد گسیخته شده در زیر حوضه ها به تن



شکل ۱۷: مساحت زمین لغزش های زیر حوضه ها به هکتار

نتیجه‌گیری

نتایج منطقی با ضریب اطمینان معنی‌دار برای به تصویر کشیدن سهم زمین لغزش در رسوبدهی حوضه آبخیز مساله پیچیده‌ای است، در این تحقیق برای اولین بار با استفاده از یک روش جدید بر اساس داده‌های رسوب‌سنجی ایستگاه-های هیدرومتری و میزان رسوب در طول دوره آماری مشابه، همچنین با توجه به شرایط تقریباً همگن زیرحوضه‌های سد ایلام، شناسایی دقیق زمین لغزش‌های فعال و محاسبات حجم و مقدار زمین لغزش‌ها، رابطه زمانی وقوع لغزش و دبی پیک رسوب، محاسبات رسوب‌زایی دیگر عوامل با کسر و تعدیل از میزان رسوب دهی، سه زیر حوضه سد ایلام جهت ارزیابی تاثیر رانش زمین بر بار رسوبی با تاکید برداده‌های متناظردبی آب دبی رسوب بررسی شد با استفاده از روش حدوسط دسته – دبی روزانه، بار رسوب معلق و رسوب ویژه در طول دوره آماری موجود برآورد شد در زیر حوضه گل گل در طول دوره آماری بیست و شش ساله ایستگاه هیدرومتری سرجوی گل گل بار رسوب ویژه ۱۸/۸تن در هکتار در یک سال برآورد شد و با استفاده از مدل‌های تجربی فرسایش خاک ۱۴/۹۵تن در هکتار در یک سال فرسایش در سطح حوزه برآورد شده است، (عسگری و همکاران ۱۳۸۷). افزایش بار رسوب مشاهده‌ای در ایستگاه هیدرومتری نسبت به میزان فرسایش نکته قابل توجهی است، همچنین سالهای آماری ۱۳۶۶- ۶۷ و ۱۳۶۹-۷۰ و ۱۳۷۳-۷۴ و ۱۳۸۲-۸۳ و ۱۳۸۳-۸۴ و ۱۳۸۸ بعنوان پیک‌های مشخص افزایش رسوب نسبت به جریان دبی متعارف دوره مشخص گردید، با استفاده از روش تحقیق زمین لغزشهای فعالی ثبت شدکه از لحاظ زمان وقوع با پیک‌های افزایش رسوب ایستگاه هیدرومتری نزدیک و منطبق می‌باشد، متوسط مقدارکل لغزش در حوضه گل گل ۴۸۷۵۲۰۰۰ تن و متوسط رسوب در ایستگاه به مقدار ۴۳۶۷۹۶ تن به سال در طول دوره آماری است در نتیجه تاثیر رانش زمین در افزایش رسوب نه تنها به صورت ناگهانی در یک زمان مشخص است بلکه در طول دوره و سالهای بعد از وقوع لغزش تاثیرگذار خواهد بود. متوسط بار رسوب ویژه حوزه چاویز ۱۰/۴تن در هکتار در سال در طول دوره هشت ساله آماری برآورد شده ومتوسط سالانه مقدار لغزش ۳۶۵۱۰۸۰۰ تن و در ایستگاه هیدرومتری چاویز مقدار متوسط رسوب سالانه ۱۴۶۳۳۶تن می‌باشد، البته کل زمین لغزش به رسوب تبدیل نشده است اما افزایش رسوب در

سالهای آماری ۱۳۸۲-۸۳ و ۱۳۸۴-۸۵ در طول دوره آماری هشت ساله ایستگاه چاویز بعنوان پیک‌های مشخص نسبت به جریان متعارف نشانگر تاثیر رانش در رسوبدهی است. زیر حوضه اما بعنوان شاهد بدون لغزش با بار رسوب ویژه ۰/۹تن در هکتار در سال در طول دوره هشت ساله و فاقد پیک مشخصی که اختلاف دبی با رسوب را نشان دهد نسبت به دو زیر حوزه گل گل و چاویز که این فرایند را به روشنی نشان داده‌اند تاثیرگذاری رانش زمین در رسوبدهی یک منطقه را نشان می‌دهد در نتیجه رانش زمین هم در سالهای متوالی با شدت افزایشی رسوب بالا، در طول دوره آماری و همچنین در متوسط بار رسوبدهی دریک حوزه آبخیز سهم و تاثیر بسزایی دارد که ضرورت دارد برای کنترل آن تمهیدات لازم اندیشیده شود.

تقدیر و تشکر

این پژوهش برگرفته از رساله دکتری رشته مخاطرات ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران بوده است که جا دارد از همه عزیزانی که با خلاقیت و دانش خود به اینجانب کمک نموده اند تشکر نمایم.

منابع

ایلدرمی علیرضا؛ (۱۳۹۰). تحلیل مورفومتری زمین لغزش در حوضه آبخیز سد اکباتان و برآورد رسوب آنها. نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، دوره ۱۶، شماره ۳۷، صفحه ۳۳-۱.

انصاری، مظفر؛ فیض نیا، سادات؛ احمدی، حسن؛ فتاحی اردکانی، محمدعلی، (۱۳۹۶)، برآورد رسوب ناشی از زمین‌لغزش با استفاده از مدل SHETRAN (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ آبخیز زیدشت (۲)– طالقان)، مجله منابع طبیعی ایران (نشریه مرتع آبخیزداری)، دوره ۷۰، شماره ۳، ص ۶۱۷-۶۰۵.

پیروان، حمیدرضا؛ شریعت جعفری، محسن؛ لطف الله زاده، دادور، (۱۳۹۶)، تاثیر زمین‌لغزش‌ها بر بار رسوبی رودخانه جاجرود، مهندسی و مدیریت آبخیز، دوره ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶، ص ۱۸۹-۱۷۹.

عسگری، شمس اله؛ ثروتی، محمدرضا؛ جعفری، محمدرضا، (۱۳۸۷). برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب حوضه سدایلام بااستفاده از مدل MPSIAC، مجله پژوهشهای جغرافیایی شماره ۶۴، ص۳۵-۲۹.

فرجی سبکبار، حسنعلی؛ شادمان رودپشتی، مجید؛ تازیک، اسماعیل، (۱۳۹۱)، تهیه نقشه حساسیت به زمین لغزش با استفاده از تجزیه و تحلیل وزنی مؤلفه های جغرافیایی، ژئومورفولوژی، شماره۲۲۶، ص ۲۴-۱۵.

شریعت جعفری، محسن؛ غیومیان، جعفر، (۱۳۸۸)، رابطه عدم شکاف و رسوب در حوزه آبریز مرکزی طالقان، انتشارات علوم زمین، شماره۵۷، ص۷۷ -۶۶.

طلایی، رضا؛(۱۳۹۳) ارزیابی ریسک زمین‌لغزش در منطقه هشتچین به‌منظور استفاده در طراحی‌های توسعه‌ای و کاربری اراضی، مجله زمین شناسی جامعه هند، شماره۱، ص۴۱-۲۱.

یاراحمدی، جمشید؛ روستایی، شهرام، (۱۳۹۲). شبیه سازی فرسایش و رسوب ناشی از زمین لغزشها با استفاده از مدلGeoWEPP (مطالعهٔ موردی :حوضهٔ گرمچای میانه)، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، شماره ۲، ص ۱۳۳-۱۱۹.

Acharya, G., Cochrane, T.A.,(2008), Rainfall-induced shallow landslides on sandy soil and impacts on sediment discharge: A flume based investigation. The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (IACMAG), 1-6 October 2008, Goa, India. pp. 8.

Bathurst, J.C., Burton, A., Clarke, B.G., Gallart, F.,(2006), Application of the SHETRAN basin-scale, landslide sediment yield model to the Llobregat basin, Spanish Pyrenees. Hydrological Processes 20, 3119–3138. DOI: 10.1002/hyp. 6151

Borgomeo, E., Hebditch, K.V., Whittaker, A.C., Lonergan, L., (2014), Characterising the spatial distribution, frequency and geomorphic controls on landslide occurrence, Molise, Italy. Geomorphology 226, 148–161.

Chen H., Lin, G.W., Lu, M.H., Shih, T.Y., Horng, M.J., Wu, S.J., Chuang, B., (2011), Effects of topography, lithology, rainfall, and earthquake on landslide and sediment discharge in mountain catchments of southeastern Taiwan. Geomorphology 133, 132–142. DOI:10.1016/j. geomorph. 2010. 12. 031.

Chiou, S.J., Cheng, C.T., Hsu, S.M., Lin, Y.H., Chi, S.Y., (2007), Evaluating landslides and sediment yields induced by the chi-chi earthquake and followed heavy rainfalls along the Ta-Chia River. Journal of GeoEngineering 2(2), 73-82.

Chuang S.C., Chen, H., Lin, G.W., Chang, C.P., (2009), Increase in basin sediment yield from landslides in storms following major seismic disturbance. Engineering Geology 103, 59–65.

Claessens L., Knapen, A., Kitutu, M.G., Poesen, J., Deckers, J.A., (2007), Modelling landslide hazard, soil redistribution and sediment yield of landslides on the Ugandan foot slopes of Mount Elgon. Geomorphology 90, 23–35.

Corominas, J., van Westen, C., Frattini, P., Cascini, L., Malet, J. P., Fotopoulou, S., Catani, F., Van Den Eeckhaut, M., O. Mavrouli, F. Agliardi, K. Pitilakis, M.G. Winter, M. Pastor, S. Ferlisi, V. Tofani, J. Hervás, J.T. Smith. (2014), Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. Bull Eng Geol Environ 73, 209–263.

Cover, M., C. May, V. Resh, Dietrich, W., (2006), Technical Report on Quantitative Linkages Between Sediment Supply, Streambed Fine Sediment, and Benthic Macroinvertebrates in Streams of the Klamath National Forest. United States Forest Service, Pacific Southwest Region, and Klamath National Forest. Technical Report, pp. 33.

Dadson, S.J., Hovius, N., Chen, H., Dade, W.B., Lin, J.C., Hsu, M.L., Lin, C.W., Horng, M.J., Chen, T.C., Milliman, J., Stark, C.P., (2004), Earthquake-triggered increase in sediment delivery from an active mountain belt. Geology 32(8), 733–736. DOI: 10.1130/G20639.1.

Glade, T., Anderson, M., Crozier, M.J., (2005), Landslide hazard and risk. John Wiley and Sons Ltd, England, pp. 824.

Guthrie, R.H., Evans, S.G., (2004), Analysis of landslide frequencies and characteristics in a natural system, Coastal British Columbia. Earth Surface Processes and Landforms 29, 1321-1339.

Hsu, S.M., Wen, H.Y., Chen, N.C., Hsu, S.Y., (2012), "Using an integrated method to estimate watershed sediment yield during heavy rain period: a case study in Hualien County, Taiwan", Natural Hazards and Earth System Sciences 12, 1949–1960.

Jakab, G., Madarász, B., Őrsi, A., Szalai, Z., Kertész, A.,(2012), Gullies of tow Hungarian region- a case study. Hungarian Geographical Bulletin 60(40), 325-342.

Korup, O., Clague, J.J.,(2009), Natural hazards, extreme events, and mountain topography. Quaternary Science Reviews 28, 977–990.

Larsen, M.C., (2012), Landslides and sediment budgets in four watersheds in Eastern Puerto Rico. In: Murphy S.F., R.F. Stallard. (Eds.) Water quality and landscape.

Investigation of landslide deposition in Chaviz watershed

Shamsollah Asgari*[1], Ezatollah Ghanavati[2], Samad Shadfar[3]

Received: 27-03-2017 Accepted: 04-07-2018

Abstract

The problem of soil waste and information is from the sediment load of the rivers. How to calculate landslide sedimentation in landslide basins. In this research, landslide lands of the ILAM dam basin were identified with the aim of quantitative estimation of landslide load using satellite imagery, Google Earth, and field analysis. The discharge data of the sediment was investigated. Using the method of daily discharge, the suspended sediment load and specific sediment were estimated during the existing statistical period and the sediment peaks were determined. The time of occurrence of landslides was adapted to the sediment yield of the statistical period. The average observed sediment in the non-slippery (sub-basin) sub-basin was 0.9 tons per hectare per year in the Chavez subzone of 10.4 tons and below The GOLGOL basin is estimated to be 18.8 tons per hectare. This trend follows a meaningful linear relationship. Using mathematical relations, an 85 percent increase in sediment yields in the sub-basin of Chavez land with an average of 36,510,800 tons during the statistical period is desirable, coincidence the occurrence of landslide with sedimentary peak shows the effect of a landslide on sediment load. Considering the significance of the linear relationship between elevations of landslide and increasing sediment in sub-basins, with a confidence coefficient of 76 percent. The results of the calculation of the average sediment recorded at CHAVIZ Station during the period, which is 146336 thousand tons, is about 130,000 tons due to landslide and 15,000 tons of outflow sediment in normal mode compared with the non-landslide control sub-basin. With these calculations, about 75 percent of the sediments in the ILAM province watersheds, which account for more than 1 percent of the landslide, is related to landslides

Keywords: Depositional load, CHAVIZ watershed, landslide, corresponding data, water discharge- Sediment discharge.

[1]*- Lecturer of Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ilam, Iran Email: s.asgari@areeo.ac.ir
[2]- Associate Professor of Geomorphology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.
[3]- Associate Prof, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.