Archive of SID

دکتر نسرین نیک‌اندیش
دانشگاه پیام نور آران و بیدگل
شماره مقاله: ۴۹۷

نتایج تحقیق برخی محققین در مورد نقش عوامل هیدرواقلیم در وقوع زمین لغزشها

N. Nikandish ph.D

The University of Piam-Nur Aran&Bidgol

A Survey of Research on the Role of Hydroclimatic Factor in Landslide Occurrence

Hydro-climactic factors like air temperature, rainfall, rate and its distribution are important indices for anticipating or forecasting the landslide events. Thus, the hydro-climactic thresholds can be used as an empirical basis for issuing warnings, in areas highly susceptible to snow melt-season landslides. Other measures can be the deployment of field instrumentation to monitor hazardous landslides, timing avoidance of mitigation strategies, scheduling construction projects in sensitive areas, and anticipating highway maintenance needs. The purpose of this paper is to present the results of research done in many parts of the world.

خلاصه

عوامل هیدرواقلیم مانند بارش (شدت، مدت و میزان)، دما از نظر ذوب ـ انجماد در وقوع زمین لغزشها نقش مهمی ایفا می‌کنند. آستانه‌های تأثیر عوامل مزبور بسته به ویژگیهای مناطق،

www.SID.ir

Archive of SID

متنوع می‌باشد. در برخی مناطق بارشهای تجمعی، در برخی دیگر بارشهای روز حادثه و در مناطقی که دورهٔ سخت برف و یخبندان را در بخشی از سال تجربه می‌کنند، فرایند ذوب ـ انجماد مؤثر می‌باشد. تحقیق در مورد آستانه‌های اقلیمی در سراسر جهان تقریباً از چند دههٔ قبل آغاز گردیده است و نتایج تحقیقات نیز ارایه گردیده است. در این مقاله نتایج مزبور مورد بررسی قرار گرفته است.

مقدمه

عوامل هیدرواقلیم بصورت افزایش فشار آب منفذی و سطح آب زیرزمینی، افزایش بار دامنه، زیر شویی و از بین بردن تکیه‌گاههای جانبی و زیرین دامنه می‌توانند هم به عنوان عامل مسبب و هم بعنوان عامل محرک در وقوع زمین لغزشها ایفای نقش نمایند. در میان عوامل هیدرواقلیم بارش از اهمیت فراوانی برخوردار بوده که عامل مهمی در وقوع و یا تحریک زمین لغزشها نیز به شمار می‌آید. گرچه بارش متغیری غیر ثابت است اما یکی از عوامل طبیعی است که در هر حال رخ می‌دهد. تأثیر فعالیت و عملکرد بارش به مجموعه‌ای از عملکردهای دینامیکی بیرونی و فعالیتهای مکانیکی نظیر اشباع مواد، افزایش جرم حجمی، کاهش مقاومت مکانیکی توده‌های خاکی و سنگی، افزایش سطح آب زیرزمینی و افزایش جریان آنها، افزایش بارهای استاتیکی و دینامیکی، نوسان سطح آب رودخانه و زیرشویی کناره‌های دامنه و فرسایش پنجه شیب بستگی دارد. بنابراین مجموعه‌ای از عوامل از طریق باران تحریک شده و دامنه را مستعد لغزش می‌سازد. برای شناخت محیطی که تحت وجود آن زمین لغزشها رخ می‌دهند، ارزیابی احتمال وقوع زمین لغزشهای بزرگ، کوچک و متوسط، برآورد میزان آستانه بارش و پیش‌بینی زمین لغزشها ضروری می‌باشد. در این مقاله چکیده یافته‌های برخی محققین در مورد بررسی نقش عوامل هیدرواقلیم در وقوع زمین لغزشها ارایه می‌گردد.

خلاصه‌ای از نتایج تحقیقات برخی از محققین در مورد نقش هیدرواقلیم در وقوع زمین لغزشها

جهت بررسی فرآیند بارش و ارتباط آنها با زمین لغزش محققین جهان مطالعات بسیاری را انجام داده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

پ. لامب *(Lumb. P, 1975)* در مورد ارتباط بارشها و زمین لغزشها در سرزمین هنگ‌کنگ حوادث لغزشی را به سه دسته تقسیم می‌کند:

ـ حوادث بسیار مخرب لغزشی زمانی رخ می‌دهد که اوج بارش ساعتی بیش از ۳۵ میلیمتر و میزان بارش تجمعی ۲ روز قبل از لغزش ۱۴۰ میلیمتر باشد.

ـ حوادث مخرب لغزشی زمانی رخ می‌دهد که اوج بارش ساعتی ۱۵ میلیمتر و میزان بارش تجمعی ۲ روز قبل از لغزش ۴۰ میلیمتر باشد.[۲۱]

وی ضمن تأکید بر نقش بارش وقوع، اهمیت بارش پیشین رانیز مدنظر قرار می‌دهد و با توجه به دو عامل مزبور آستانه‌ها را اعلام داشته است.

کمبل *(Cambell, 1975)* طی مطالعاتش در مورد جریانهای واریزه‌ای کالیفرنیای جنوبی نتیجه می‌گیرد که بارش بیش از ۲۵۴ میلیمتر و شدت ۶/۳۵ میلیمتر در ساعت به عنوان حداقل میزان بارشی که نفوذ سطحی از توان زهکشی خاک زیرین بالا رود، می‌تواند منجر به وقوع زمین لغزشهای خاکی وسیعی گردد.[۵]

کاین *(Cain, 1980)* برای وقوع زمین لغزشهای کم عمق و جریانهای واریزه‌ای شدت (میلیمتر در ساعت) و تداوم بارش (D ساعت) را مؤثر دانسته و ارتباط آنها را بصورت معادله زیر نشان می‌دهد.[۴]

$$I=82.14^{*}D^{-0.39}$$

گرچه فرمول این محقق می‌تواند برای اهداف هشدار دهی مورد استفاده قرار گیرد اما در این فرمول تنوع زمین ریخت‌شناسی و زمین‌شناسی در نظر گرفته نشده است وآستانه‌های بارش برای مناطق کوچک یکدست و برای انواع ویژه‌ای از زمین لغزشها مورد توجه قرار گرفته است.

سورزانا *(Sorzana, 1980)* که در شمال غربی ایتالیا تحقیق نموده است، آستانه‌های ترکیبی را پیشنهاد می‌کند که می‌بایست پارامترهایی چون بارش تجمعی ۳۰ روز و حداقل ۴ روز قبل از فعال شدن لغزشها، شدت بارش ۲۴ ساعته و ۴۸ ساعته، اندکس بارش پیشین، بارش فعلی و ماهانه، تبخیر و تعرق را مدنظر قرار داد.[۲۷]

اوشیاچر وکلاگو *(Eoishacher & Clague)* در ارتباط با آستانه‌های بارش در کانادا و نوع حرکات توده‌ای تحقیقاتی را انجام داده‌اند که نتیجه می‌گیرند که:

www.SID.ir

Archive of SID

ـ بارشهای باشدت ۶۰-۴۰میلیمتردرساعت جریانهای واریزه‌ای عمده‌ای راایجاد می‌کنند.

ـ بارشهای منطقه‌ای ۲۰۰-۱۵۰ میلیمتر در ۲۴ ساعت و بارانهای محلی ۱۰ تا ۳۰ میلیمتر در ساعت می‌توانند منجر به لغزشهای خاکی، بهمن واریزه‌ای و لغزشهای چرخشی گردند.

ـ بارشهای همراه با ذوب برف می‌تواند سبب بهمن‌های واریزه‌ای ـ برفی و فعال شدن لغزشهای چرخشی بزرگ از طریق نفوذ آب ذوب شده گردند.[۸]

گووی و همکاران (Govi et al, 1985) خاطرنشان می‌کند که در شمال غربی ایتالیا آستانه بارش برای ایجاد جریانهای واریزه‌ای به صورت تابعی از شدت، فصل و بارش سالانه متفاوت می‌باشد. محققین مزبور معتقدند که آستانه بارش به عنوان تابعی از تبخیر و تعرق فصلی متفاوت می‌باشد.[۱۰]

کاسینی و ورسانس (Cascini&versance,1988) در مورد احتمال وقوع بزرگترین زمین لغزشها و کوچکترین آنها در سنگهای دگرگونی تحقیقات آماری انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بارشهای بیش از ۹۰۰میلیمتر که در ۱۱۰-۱۰۰روز نازل می‌گردد آستانه بزرگترین زمین‌لغزشها و بارشهای‌بیش از ۵۲۰ میلیمتر که در ۶۰ روز نازل می‌گردند آستانه کوچکترین زمین لغزشها می‌باشد.[۶]

آیوازا و گویدسینی (Iwasa & Guidcini, 1977) آمار بارش ۹ ناحیه در برزیل را تحلیل نموده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که زمین لغزشها به ضرائبی تحت عنوان ضریب دوره‌ای Cc و ضریب حادثه Ce پاسخ می‌دهند:

بارش متوسط سالانه / بارش تجمعی تا روز حادثه: Cc

بارش متوسط سالانه / بارش روز حادثه: Ce

محققین مزبور بیان می‌دارند زمانی که بارش روز حادثه از ۱۲ درصد بارش سالانه تجاوز نماید خاک به مرحله بحرانی اشباع رسیده و غالباً زمین لغزشها تحریک می‌گردند. هنگامی که بارش بیش از ۲۰ درصد گردد زمین لغزشهای مخربی روی می‌دهد.[۱۱]

استفاده از ضرائب مزبور مستلزم آگاهی به‌تاریخ دقیق وقوع لغزش می‌باشد،دیگر اینکه بسیاری‌از زمین‌لغزشهادرروز وقوع بارش رخ‌نمی‌دهندبلکه چندروزپس ازبارش‌ایجاد می‌گردند.

هونگ و همکاران (W.P.Hong et al, 1991) در مورد تأثیر بارشهای قبلی بر زمین لغزشها

www.SID.ir

Archive of SID

در سرزمین کره تحقیقاتی را انجام داده‌اند. محققین مزبور ارتباط میان بارش روز گسیختگی و بارش تجمعی سه روز قبل از گسیختگی را بررسی نموده و نتیجه می‌گیرند که مناطق مرکزی کره عمدةً زیر خط همبستگی مزبور قرار دارند که نشان می‌دهد بارشهای قبلی در وقوع آنها نقش بسیار دارد. بارشهای شدید در این مناطق ناشی از نفوذ زبانه کم فشار می‌باشد. زمین لغزشهای منطقه جنوبی عمدةً بالای خط قرار دارند. بنابراین شدت بارش روزانه در وقوع آنها نقش بیشتری دارند. در مناطق کوهستانی که متفاوت از دو منطقه قبل می‌باشد حتی در صورت بارش کم هم زمین لغزش ایجاد می‌گردد. همچنین این محققین با انجام آزمایش مدل شیب به بررسی نقش نفوذ در وقوع زمین لغزشها پرداخته و اعلام می‌دارند که هنگامی که بارش به درون زمین نفوذ می‌کند خاک غیراشباع مرطوب می‌شود و سطح مرطوب بتدریج به قسمتهای عمیق زیرین می‌رسد. این عمل تا زمانی که شدت بارش از ۵ برابر نفوذ بیشتر گردد انجام می‌گیرد و نتیجه می‌گیرند که حداکثر شدت بارش که لازم است به درون زمین نفوذ کند ۴ تا ۵ برابر ضریب نفوذپذیری خاک است. [۱۲]

زانگ نیانکسو و همکاران (Zhang Nianxue et al, 1991) تأثیر بارش در وقوع زمین لغزش در منطقه‌ای در چین را با انتخاب بیشترین بارش عمده سالانه بعنوان یک نمونه آماری تحلیل نموده است. وی بر این نکته تأکید دارد که سه پارامتر مجموع کل بارش (بارش تجمعی)، تداوم و شدت بارش نقش مهمی در وقوع لغزشها دارند و در حقیقت بارشهای کم وقوع و نادر می‌توانند سبب ناپایداری دامنه باشند. محققین از طریق توزیع توانی، احتمال وقوع زمین لغزش در بارشهای با مقادیر، شدت و مدت متفاوت را بررسی نموده‌اند و نتیجه می‌گیرند که بارشها را در منطقه تحت بررسی می‌توان به دو دسته تقسیم نمود:

۱)بارشهایی که با مقدار زیاد شروع و با مقدار کم تمام می‌شوند و زمان طولانی تداوم دارند.

۲)بارشهایی که با مقدار کم شروع و در انتها با بارش زیاد همراهندو زمان کوتاهی بطول می‌انجامند.

نوع اول بارش دارای پتانسیل بالای خطر است. محققین بارش با تداوم دو روز و شدت ۱۲۵ میلیمتر در روز را بعنوان بارش حد ایجاد کننده زمین لغزشها در نظر می‌گیرند.[۲۹]

بهاندری (Bhandari, R.K et al, 1992) با توجه به این نکته که در سری لانکا زمین

www.SID.ir

Archive of SID

لغزشها معمولاً پس از یک دوره ممتد بارش رخ می‌دهند، آستانه بارش را ۲۰۰ میلیمتر در ۷۲ ساعت تعیین می‌نمایند[۲]. محقق به همراه همکاران خود مطالعات بعدی را بصورت کاملتری با تحلیل آماری دوره ۱۹۸۰-۱۹۵۱ انجام دادند (۱۹۹۶). آنالیز بارش توسط محققین مزبور در ارتباط با تعداد لغزشها نشان می‌دهد که بارشهای ۲۴ ساعته مرتبط با وقوع زمین لغزشها معمولاً ۳-۲ برابر مقدار متوسط می‌باشد. بارش ماهی که لغزش آن صورت گرفته ۳-۲/۵ برابر بارش متوسط ماهانه می‌باشد. و بارش سال وقوع ۲۲ تا ۵۰ درصد بیش از بارش متوسط سالانه می‌باشد. علاوه بر این محققین نتیجه گرفته‌اند که روند بارش تجمعی بر روند تغییرات آبهای زیر زمینی تأثیر قطعی می‌گذارند بنحوی که افزایش سریع فشار آب منفذی کاملاً بر بیشترین شدت بارش تطبیق می‌کند.[۲]

اولیور و همکاران (Oliver,M. et al, 1994) (در منطقه دوربان در مورد تأثیر بارش بر زمین لغزشها در یک دوره ۲۱ ساله (۱۹۹۱-۱۹۷۰) تحقیقاتی را انجام داده‌اند. آنها نتیجه می‌گیرند که تقریباً تمام زمین لغزشها در ارتباط با بارشهای شدید با تداوم چند ساعته تا چند روزه بوده‌اند. ۴ مورد از زمین لغزشها در ارتباط با بارش ماههای قبل رخ داده‌اند. زمین لغزشهایی که در دوره خشک یا معمولی رخ داده‌اند، تحت تاثیر عملکرد انسانی تحریک شده‌اند. محققین از تأکید بر این مطلب که زمین لغزشها در اواخر زمستان یا اوائل بهار روی می‌دهند، نتیجه می‌گیرند که بارش مسبب را نباید جدا از چرخه بارش سالانه نگریست.[۲۰]

زو- شو *(Zuo-shu, 1992)* تحقیق خود را در مورد تأثیر بارش بر زمین لغزشها بر اساس بانک اطلاعاتی از زمین لغزشها انجام داده‌اند. بررسی بارش ماهانه و انحراف آن نسبت به میانگین و وقوع جریانهای واریزه‌ای در مقیاس منطقه‌ای روشن می‌کند که جریانات واریزه‌ای شدید با آنومالیهای بارش در مقیاس متوسط که چند صد کیلومتر را دربر دارد ارتباط پیدا می‌کند. از ده مورد بررسی شده نتیجه می‌گیرند که اکثر جریانات واریزه‌ای با افزایش بارش ماهانه به اندازهٔ ۵۰ درصد میانگین ایجاد گردیده‌اند. در مورد نیمی از موارد افزایش ماه قبل از لغزش در حدود ۳۰ درصد بوده است.[۲۸]

مورینا *(Morina O.Leibmen et al, 1996)* در مورد عوامل اقلیمی مؤثر بر زمین لغزشهای

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه پرمافرست Yamal در روسیه تحقیقاتی را انجام داده‌اند. زمین لغزشهای مناطق پرمافرست عمدةً تحت تأثیر فشار آب منفذی بالا طی بارشهای شدید یا اثرات ذوب ایجاد می‌گردند. این زمین لغزشها در اثر ذوب سریع بخش سطحی خاک در حالیکه قسمتهای تحتانی هنوز بصورت منجمد باقی مانده‌اند ایجاد می‌گردند. میزان ذوب که در دوره کوتاهی صورت می‌گیرد عامل اصلی تحریک زمین لغزشها است. در مدلی که محققین مزبور استفاده نموده‌اند پارامترهای متوسط دمای تابستان که عامل عمق لایه فعال است، میزان ذوب که عامل فشار منفذی و افزایش مقاومت برشی است، بارش تابستان و زمستان که عمل ذوب را کنترل می‌کنند مورد توجه قرار دارد. مهمترین عامل در مورد این نوع زمین لغزشها میزان ذوب تا عمقی است که لایه فعال قرار دارد. این محققین با توجه به این موضوع همبستگی میان عمق لایه فعال و پارامترهای اقلیمی مسبب ایجاد کننده لایه مزبور را مورد بررسی قرار داده و میزان ذوب بحرانی را محاسبه نموده‌اند.[۱۹]

کوکیز و همکاران *(Koukis G. et al, 1996)* تحقیق در مورد بارشهای محرک زمین لغزش در بخشی از سرزمین یونان را با مطالعات سیستماتیک انجام داده‌اند. محققین با توجه به این موضوع همبستگی میان عمق لایه فعال و پارامترهای اقلیمی مسبب ایجاد کننده لایهٔ مزبور را مورد بررسی قرار داده و میزان ذوب بحرانی را محاسبه نموده‌اند. از توزیع زمین لغزشها در طبقات مختلف بارش مستعدترین ناحیهٔ بارانی را در حدود ۸۰۰-۶۰۱ و ۱۰۰۰-۸۰۱ تعیین نموده‌اند. همچنین با بررسی بارش سال وقوع لغزشها ارتباط میان بارش سال وقوع و تعدادلغزشها را معین کرده‌اند. ارتباط آشکاری میان افزایش بارش و افزایش تعداد زمین لغزشها وجود دارد.[۱۵]

بدون شک تحقیقات محققین متکی بر بانک اطلاعاتی جامع می‌باشد که عامل مهم تاریخ وقوع زمین لغزشها را در بر دارد.

لوین و همکاران *(Lovin E. et al, 1998)* ضمن استفاده از مدلهای هیدرولوژیکی که شامل بارش پیشین و بارش تجمعی می‌گردد اذعان می‌دارند که اندکی بارش پیشین برای شرایط رطوبت خاک مناسب است اما قادر به فعال نمودن قطعی زمین لغزشها یا تشدید تاثیر عوامل اصلی وقوع لغزشها نمی‌باشد. این محققین برای تحلیل آماری ماکزیمم سالانه بارش تجمعی در

www.SID.ir

Archive of SID

دوره‌های n روزه از تابع توزیع تجمعی استفاده نموده‌اند و نتیجه می‌گیرند که در حوضه «پاگلیارا(Pagliarah)» واقع در سرزمین ایتالیا هنگامی که بارشهای شدید ۵-۳ روزه مقدارشان به ۲۰۰ میلیمتر برسد و در انتهای دوره‌ای سه ماه به ۹۰۰ میلیمتر برسد می‌توانند عامل محرکی برای وقوع زمین لغزشها باشند.[۹]

مندوز دکامپاس *(Mendezes de campos, 1992)* با بررسی تعداد زیادی زمین لغزش در برزیل دریافتند که نه تنها رابطه‌ای قوی میان وقوع زمین لغزه‌ها و میزان کل بارندگی ماهانه وجود دارد، بلکه فاصلهٔ زمانی میان بارش و وقوع زمین لغزش وجود دارد که با افزایش میزان کل بارش این فاصله کاهش می‌یابد.[۷]

لام *(Lam, 1974)* تولید رسوب ناشی از زمین لغزشها را در یک دوره یکساله ۱۹۷۲-۱۹۷۱ در سه حوضه کوچک «تای، لام و چانگ» واقع در هنگ کنگ را بررسی نموده است. وی در تحقیق خود بیان می‌دارد که بخاطر تعداد و اندازهٔ کم زمین لغزشها آنها در دبی رسوبی کل رودخانه‌ها سهم اندکی دارند. وی متذکر می‌گردد زمین لغزشها به دو صورت در تولید رسوب مؤثر می‌باشد. یکی تأثیر مستقیم زمانی که مواد جابجا شده و وارد رودخانه می‌گردند و دیگر تأثیر غیر مستقیم زمانی که مواد هوازده پرتگاههای لغزشی و رسوبات ناشی از زمین لغزشها به مرور زمان توسط جریانهای آبی شسته شوند.[۱۶]

م. پیرت *(M.Peart, 1992)* با بررسی زمین‌لغزشهای ماه می ۱۹۸۹ دره «لام تسون» هنگ‌کنگ بر نقش زمین‌لغزشها در تولید رسوب تأکید می‌کند. وی با بررسی عکلسهای هوایی و زمینی نشان داد که ۳۱ گسیختگی به وقوع پیوسته است که ۱۳ مورد آن مستقیماً به درون رودخانه وارد شده و ما بقی نقش فعالیتهای آبی دروقوع زمین لغزشها را تشدید نموده‌اند. وی به دو شکل اساسی در کمّی نمودن سهم زمین لغزشها در تولید رسوب اشاره می‌کنند. مشکلات مزبور هم از نظر زمانی و هم از نظر مکانی قابل توجه می‌باشند. به عنوان مثال در مکانهایی که زمین لغزش روی می‌دهد تجهیزات لازم وجود ندارد و یا زمان وقوع زمین لغزش غالباً با انواع دیگری از فرسایشهای آب توأم می‌باشد، که در این صورت سنجش نقش زمین لغزشها در تولید رسوب را با مشکل مواجه می‌سازند. این محقق جهت ارزیابی میزان رسوب ورودی ناشی از

www.SID.ir

Archive of SID

زمین لغزشها به سیستم آبی، اندازه‌گیری مستقیم حجم رسوب منتقل شده از محل گسیختگی را پیشنهاد می‌کند. وی معتقد است که تعیین عمق، عرض و طول گسیختگی می‌تواند برآوردی از حجم مواد تولید شده را ارایه دهد. نتیجه این روش از آنجایی که تمام رسوبات به جریانهای آبی تحویل داده نمی‌شوند مورد تردید می‌باشد. این محقق همچنین به تأثیر زمین لغزشها بر کیفیت رسوب اشاره دارد و معتقد است که در زمین لغزشهای هنگ‌کنگ غالباً کلیهٔ مواد هوازده از افق A به افق C و یا حتی D منتقل می‌گردد. وی نظر خویش را از بررسی صحرایی در درهٔ «لام تسون» و مقایسهٔ فرسایش در مناطقی که تحت تأثیر حرکات توده‌ای می‌باشند و مناطقی که تحت تأثیر سایر فرسایشهای آبی می‌باشند کسب نموده است.[۲۳] برخی از محققین افزایش رسوب ورودی ناشی از زمین لغزشها را با همزمانی وقوع برخی دیگر از پدیده‌ها بررسی نموده‌اند.

براند (Brand, 1985) معتقد است که حوادثی که موجب بروز زمین لغزشهای بزرگ می‌گردند بطور متوسط هر دو سال یکبار اتفاق می‌افتد.[۳]

لانگ فورد و همکاران (Lang Ford et al, 1990) برآورد نموده‌اند که در حوادث لغزشی ۱۰ و ۱۱ سپتامبر ۱۹۹۰ در دامنه شرقی «کاستل پیک» هنگ‌کنگ بیش از ۳۵ هزار متر مکعب رسوب تولید گشت این حرکات توده‌ای حتی با بارش ۲۰۰ میلیمتر در زمان موردنظر، به ویژه ۱۴۰ میلیمتر در بین ساعات ۱ تا ۷ صبح در روز ۱۱ سپتامبر به وقوع پیوسته است.[۱۸]

پیرس (Pearce A. J., 1986) از مؤسسهٔ تحقیقات جنگل نیوزیلند اثر زمین لغزشهای ناشی از زلزله را بر روی ایجاد و حمل رسوب در یک دوره ۵۰ ساله در حوضهٔ «ماتی ری» به وسعت ۹۲کیلومتر مربع مورد بررسی قرار داده‌اند. در این حوضه در اثر زلزله ۱۹۲۹ به بزرگی ۷/۷ ریشتر نزدیک به ۳۱۱ زمین لغزه کوچک (۰/۲۵ تا ۱ هکتار) و ۹۹ زمین لغزش بزرگ (بیش از یک هکتار) رخ داد که منجر به تحویل بیش از ۴۰۰ هزار متر مکعب رسوب در هر کیلومتر مربع به کانالهای رودخانه‌ها گردید. به علت اندازهٔ درشت واریزه‌های سنگهای رسوبی و نهشته شدن برخی از نهشته‌های لغزشی در گودالهای متعدد ناشی از زمین لغزش، فرسایشهای بعدی با رسوب اندکی توأم گردید.[۲۴]

هوگان وسکواب *(Hogan & Schwab, 1991)* با استفاده از روش تعیین سن توسط

www.SID.ir

Archive of SID

حلقه‌های درختان، تاریخچه زمین لغزشهای دو حوضه در بریتیش کلمبیای کانادا را بررسی نمودند. محققین مزبور معتقدند که در سالهای ۱۹۸۱، ۱۹۱۷، ۱۹۳۵، ۱۹۷۸ قریب به ۸۵ درصد زمین لغزشهای کویین شارلوت رخ داده‌اند.[۱۲] برخی محققین در مورد تأثیر فعالیتهای انسانی در بروز زمین لغزشها و افزایش رسوبات ناشی از آن تحقیقاتی را انجام داده‌اند.

رود *(Rood, 1984)* در کویین شارلوت کانادا در مورد تأثیر جنگل زدایی و احداث راه‌ها بر وقوع زمین لغزشها تحقیقاتی را انجام داده است. وی محاسبه نموده است که جنگل زدایی و ساخت راه فراوانی وقوع زمین لغزشها را ۳۴ برابر و حجم خاک جابجا شده را ۳۵ برابر بیشتر از مناطق مجاور افزایش داده است. تقریباً ۳۹ درصد خاک ناشی از زمین لغزشها از مناطق جنگلی و ۴۷ درصد از مناطق جنگل زدایی شده به رودخانه وارد می‌گردیدند.[۲۶]

راوت (Rawat, 1987) در مورد ارتباط میزان رسوب تولید شده توسط زمین لغزش و رتبه رودخانه‌ها بیان می‌دارد که اثرات رسوبزایی زمین لغزشها در رودخانه‌های درجه یک و درجه ۲ ممکن است توسط سایر شاخه‌ها پنهان گردد.[۵۲] و این بدان معنی است که تأثیر رسوبزایی زمین لغزشها در رتبه‌های اصلی و بالاتر بیشتر می‌باشد.[۲۵]

پاچوری و همکاران (Pachauri et al, 1990) رابطهٔ میان رسوبزایی حوضه‌ها را با درجهٔ خطر زمین لغزش بررسی نموده‌اند. محققین مزبور معتقدند این رابطه خطی و مثبت می‌باشد که می‌تواند به صورت رابطهٔ زیر بیان گردد:

Ms میزان رسوب (تن/کیلومتر مربع درسال) $Ms=1.099Hs-116.83$ Hs رتبهٔ خطر

جیانگ زانگ شان (Jiang Zhang shan, 1981) با مقایسه میان فرآیندهای فرسایش حوضه Yangdao در شمال غربی چین بیان می‌دارد در فرسایش آبکند ۹۰-۷۵ درصد رسوبات را سیلت و ماسه تشکیل می‌دهند. اما در فرآیند جریان واریزه ذرات درشت تا قطعات با قطر چندین متر دیده می‌شود.[۲۹]

ن - نیک اندیش (۱۹۹۹) در رسالهٔ دکتری خود ضمن تحقیق در مورد حوضهٔ کارون میانی که تماماً در استان چهار محال و بختیاری واقع است به نتایج زیر دست یافته است[۱]:

با بررسی سالهای توأم با زمین لغزش و ارتباط آنها با توزیع بارش ماهانه در حوضهٔ کارون

www.SID.ir

Archive of SID

میانی بطور کلی می‌توان گفت حداکثر بارش ماهانه در سالهای توأم با وقوع زمین لغزش بیش از حد میانگین می‌باشد. غالب ماههایی که حداکثر بارش در آنها رخ داده است با مقادیر دوره‌های ۱۰-۲ سال مطابقت دارند. نزول حداکثر بارش ماه قبل و ماه زمان وقوع زمین لغزش (اسفند و فروردین) به ویژه اگر دارای مقادیر بیش از میانگین باشند تاثیر قاطعی در وقوع زمین لغزشها ایفا می‌کنند (مانند سالهای ۶۵-۶۴، ۷۰-۶۹، ۷۲-۷۱ و ۷۵-۷۴). نزول حداکثر بارش در ماه آذر و اسفند از نظر اهمیت در رتبهٔ دوم قرار می‌گیرند. تحت چنین شرایطی آستانه‌های بارش برای وقوع زمین لغزش در فروردین از مقدار کمتری برخوردار می‌گردند.

همچنین بررسی تعداد روزهای با بارندگی شدید و حداکثر بارش ۲۴ ساعته در سال در حوضهٔ مطالعاتی نشان می‌دهد که گرچه وقوع زمین لغزشها کاملاً مستقل از دو پارامتر مزبور نمی‌باشد، اما بیش از آن از نحوهٔ توزیع بارش در سال تأثیر می‌پذیرد. گرچه تعداد روزهای بارانی بیشتر می‌تواند میزان بارش بیشتر را به دنبال داشته باشد، اما نمی‌تواند روند توزیع بارش را تحت الشعاع قرار دهد. با وجودی که در سال ۷۰-۶۹ روزهای بارانی از میزان اندکی برخوردار می‌باشد اما در پنج روز متوالی قبل از وقوع زمین لغزش در حدود ۱۲۰ میلیمتر یعنی ۲۰-۲۵ درصد بارش تجمعی آن سال نازل گردیده است، که دلیلی بر اهمیت روند توزیع بارش می‌باشد. در سالهای ۷۱-۷۰ و ۷۲-۷۱ فراهم بودن شرایط وقوع زمین لغزش مانند بارش تجمعی، روند توزیع، تعداد روزهای بارانی و حداکثر بارش ۲۴ ساعته سبب وقوع زمین لغزشهای فراوانتری گردیده است. اما در مورد نقش ویژگیهای برف سه روند به دست آمده است:

ـ در روند اول خط برف در بهمن ماه در ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر می‌باشد. یعنی در این ماه ریزش به صورت برف سهم زیادی در نزولات دارد. عقب‌نشینی خط برف در اسفند ماه نیز با کندی صورت می‌گیرد. نفوذ به درون خاک از اسفند ماه آغاز می‌گردد. از طرفی با عقب‌نشینی سریع خط برف در فروردین، سطح زیادی از برف آزاد می‌گردد که بخاطر مصادف شدن با بارشهای بهاری وقوع زمین لغزش را تسریع می‌سازند. این حالت موجب زمین لغزشهای زیاد در حوضهٔ مطالعاتی می‌گردد. (سال ۷۲-۷۱ و ۷۱-۷۰)

– در روند دوم خط ریزش برف در بهمن ماه در ارتفاع حدود ۲۵۰۰ متر می‌باشد. در این

www.SID.ir

Archive of SID

هنگام بیشتر ریزشها به صورت باران دریافت می‌گردد و عقب نشینی خط برف در فروردین گرچه سریعتر صورت می‌گیرد اما بخاطر سهم اندک برف، سطح کمی از برف آزاد می‌گردد. در این موقع از سال که مصادف باماه وقوع زمین لغزش است بخش مهمی از بارش بصورت باران نازل می‌گردد. این حالت نیز وقوع زیادی از زمین لغزشها را موجب می‌گردد. (سال ۷۰-۶۹)

ـ در روند سوم خط برف در ماه‌بهمن در ارتفاع حدود ۲۰۰۰متر می‌باشد ونزولات بیشتربه صورت برف نازل می‌گرددامادوب بهمن به‌اسفند بیش از ذوب‌اسفند به فروردین می‌باشد.در این مقطع‌اززمان‌چون‌تبخیردرحدصفرمی‌باشدونفوذکم است، آب‌ناشی ازذوب بصورت‌رواناب موجب بروز سیل می‌گردد.این‌حالت‌زمین‌لغزشهای‌کمی‌راموجب‌می‌گردد.(سالهای۶۷-۶۶و ۶۹-۶۸)

منابع و مآخذ

۱- نیک‌اندیش. نسرین. ۱۳۷۸، «بررسی نقش عوامل هیدرواقلیم در وقوع حرکات توده‌ای در حوضهٔ کارون میانی با توجه به نقش رسوبزایی آنها»، پایان نامهٔ دکتری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.

2- Bhandri R. K. & Virajh Dias A. A., "Rain Triggered Slope Movements as Indicators of Landslide Dynamics" ***Landslide Sennest (ed)***, 1996, pp.1515-1520

3- Brand, E. W., "***Landslide in Hong kong***", Proceedings of the Eight Southest Asian Geotechnical Conference, Ckuala lumpur, March 1985, pp.1-4

4- Caine, N., "***The Rainfall Intensity - Duration Control of Shallow Landslide and Debris Flows***", Geografiska Annaler, G2A, 1980, pp.1-2,23-27

5- Campbell, R., "***Soil Slips, Debris Flows and Rainstorms in the Santa Monica Mountains and Vicinity, Southern California***", USGS Profossional, 1975, p.851

6- Cascini, L & P. Versace, 1988, "***Relationship Between Rainfall and Landslide in a Gneissic Cover***", Proc. 5th. Int.Symp. on Landslide. Lausanne, 10./5.July 1998. 1. pp.565-570

7- De Campas, L.E.&Menezes, M.S.S., "***A Proposed Procedure for Slope Stability Analysis in Tropical Soils***", Proc. Eth Int. Symp. Landslides. Vol, 2, 1992, pp. 1351-1355, Chinst charch.

8- Eisbacher, G. H. & J. J. Clague, "Destructive Mass-movement in Thign Mountains Hazard and Management". ***Geological Survey of Canada***, 1984, pp. 84-16.

9- Ferrori, E.; Loving, G&Petrace, "Geomorphic Impact of Prolonged Rainfall in a Calabrian, Stream Basin", Italy, Eth. ***International IAEG Congress***, 1998, pp.945-953

10-Govi,M. Mortara,G. & Sorzana,P.F.,"Eventi Idrologici Frane",***GeolApp 1. & Idrogeol, xx.2***,1985,359-375.

11- Jacobsen, R.B., "***Geomorphic Studies of Storm and Flood of November 3-5 1985 in the U.Potomac and Cheat River Basins in West Virginia***", 1993.

12- Hogan, D. L & Schwab, J. W., 1991, "Stream Channal Response to Landslid in Queen Charlotte

www.SID.ir

Archive of SID

Islands". In proc. 1990, ***Pinkand Cham Salmon Habitat***.

13- Kang Zicheng & Li Jing, "Erosion Processes and Effects of Debnis Flow", ***Erosion and Sedimentation in the Pacific Rim***, (Proceedings of the corvallis Symposium, Augast 1987), pp.233-242.

14- Kim, S. K.; Hong, W. P. & Kim, Y. M., "Prediction of Rainfall, Triggered Landslides in Korea," Landslides Bell, 1991.

15- Koukis. G; Rozos, D. & Hadzinakos, I., "Rainfall Induced Landslides in Achaia Country Greece," ***Landslide Sennest***, 1996, pp.1929-1930.

16-Kunio Mizahara & Keijiohte,"Sediment Yield Form Bare Slpes Due to Landslides in CentralJapan"***Erosion and Sedimentation in the Pacific Rim*** (Proceedings of the corvallis symposium August 1987), pp.251-252.

17- Lam. K. C., Some Aspects of Fluvial Erosion in Three Small Catchments, ***New Territories***, HongKong, M.Phil Thesis, University of HongKong, 1974.

18- Lang ford, R. L. & Hadley, D., "***New Debris Flow on Flanks of Tsing Shan, HongKong***", Geol. Soc. of Hongkong News letter 8(3).2.12, 1990.

19- Morina, O. Leibman & I. P. Egorov, "Climaic and Environmental Controls of Cryogenic Landslides Yamal Rassia." ***Landslides Yamal Rassia***, Landslide Sennes(ed), 1996, pp. 1941, 1940.

20- Olivier, M., Bill, F. G., & Jermy, C. A., "***The Effect of Rainfall on Slpe Failure with Examples from the Greater Durban Area***", 7th Inter-national I. A. E. G congres, 1994.

21- Lamb. P., "Slope Failures in HongKong", ***Quartly Journal of Engineering Gology***, 1675, pp.31-95.

22- Pacharui. A. K & Manoj Pant, 1991, Landslide Hazard Mapping Basicd on Geological Attributes. Eng. ***Geology. Vol. 32***, 1992, pp.81-100

23- Peart, M. R., 1992, "Landslide, Degradation and Erosion in HongKong," ***Erosion, Debris flows and Environment in Mountain***, Proceedings the Chang Du Symposium 9 (July 1992 Publ. n. 209).

24- Pearce. A. J & Watson A. J, "Effects of Earth- quake-induced Landslide on Sediment Budgt and Transport over a 50 yr Period", ***Geology Y.*** V.14, 1986, pp.52.55.

25- Rawat, J. S., "***Modelling of Water and Sediment Budget, Concenpts and Strategies Catena Sapplement***" 10-147-159, 1987.

26- Rood. K. m., "An Aerial Photography, Inventory and Yeild of Mass Wasting on the Queen Charlottle Islands", British Colombiaii, ***Land Management Report*** no. 34. Bc. Ministry of Forests. Victoria, Bc.Conada, 1984.

27- Sorzand,P. F, 1980, "***Lafrana di Arnulf, nel Comane di cherasco (cn) (febbraia 1974)***", pp.2, 505,529.

28- Wang Zuo-Shu, "Meteorological Mondetions Associated with Severe Regional Debris Flows in China", ***Erosion, Debris Flows and Environment in Mountain Regions (Proceedings of the cheng du symposiam*** jully 1992), pp.325-328.

29- Zhang Nianxue & Sheng Zhuping, "Probaility Analysis of Rain Related Occurrence and Revival ofLandslides in Yungang- Fengjie Area in East Sichuan", ***Landslides Glissement Dterrain Volum 2***, 1991, pp.1077-1082.

www.SID.ir