

بازگشت به ژئومورفولوژی تاریخی در تجزیه و تحلیل مخاطرات ژئومورفیک

سید رضا حسینزاده

دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه فردوسی مشهد srhosszadeh@um.ac.ir

۱- مقدمه

چرخش از ژئومورفولوژی تاریخی به ژئومورفولوژی فرایند و بازگشت مجدد به روش‌های ژئومورفولوژی تاریخی بسیار سریع اتفاق افتاد. گرچه در رویکرد جدید تلفیقی از این دو تحت عنوان ژئومورفولوژی مدرن نامگذاری شد (هاگت ۲۰۰۰) لیکن سهم عمده در تجزیه و تحلیل اشکال و فرایندها را ژئومورفولوژی تاریخی بعهد دارد. ژئومورفولوژی تاریخی بطور سنتی کار استخراج تاریخ ناهمواری‌ها را از طریق نقشه‌های ژئومورفولوژی و مناظر رسوبات انجام می‌دهد (حسینزاده ۱۳۸۷، ۱۴۰). ژئومورفولوژی فرایند با هدف مطالعه عملکرد فرایندهای دینامیک بیرونی از دهه ۱۹۴۰ تحت عنوان ژئومورفولوژی کمی فعالیت نمود و از دهه ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ به سوی ساختن مدل‌هایی برای نمایش تغییرات کوتاه مدت در اشکال سطح زمین سوق یافت. مطالعات فرایند برای سه تا چهار دهه از حاکمیت جدی برخوردار گشت و مطالعات تاریخی که بواسطه توسعه مطالعات کمی ضعیف‌تر شده بود، از دهه ۱۹۷۰ به بعد با ساختاری قوی‌تر برگشت و در ترکیب با مطالعات فرایند، تصویر واقعی تری از فرایندها و اشکال را ارائه نمود. در اثنای تحولات فوق شاخه‌های جدیدی در ژئومورفولوژی مبتنی بر ژئومورفولوژی تاریخی بوجود آمد که نقش مهمی خصوصاً در بازسازی مخاطرات ژئومورفیک قدیم و جدید بعهد داشته است. در این مقاله با اشاره‌ای به مطالعات موردی نگارنده به معرفی دو قلمرو نسبتاً جدید در ژئومورفولوژی یعنی هیدرولوژی پالئوسیلاب و دندروژئومورفولوژی که هر دو در بستر ژئومورفولوژی تاریخی رشد نموده اند می‌پردازیم. هیدرولوژی پالئوسیلاب یا بطور دقیق‌تر هیدروژئومورفولوژی پالئوسیلاب به بازسازی سطح، حجم و زمان وقوع سیلابهای بزرگ قدیمی و کاربرد آن در تخمین خطر سیلاب در بستر رودها می‌پردازد (بیکر و دیگران ۲۰۰۲، ۱۲۸ و بنیتو و تورندی کرافت، ۲۰۰۵، ۳). دندروژئومورفولوژی یا ژئومورفولوژی درختی قادر به بازسازی زمان وقوع فرایندها و مخاطرات ژئومورفیک است (استوفل ۲۰۱۰). هیدرولوژی پالئوسیلاب قادر به بازسازی سیلابها تا هزاران سال قبل بوده و تحلیل‌های آن متکی به شواهد دیرینه تراز خصوصاً رسوبات آب راکدی و سن سنجی مطلق می‌باشد. در حالیکه دندروژئومورفولوژی وقایع را در مقیاس دهه‌ها و سده‌های جدید بازسازی نموده و تکیه بر گاه‌شناسی درختی و حلقه‌های رشد سالانه درختان دارد.

۲- مواد و روش‌ها:

چون در این مقاله به نمونه‌های موردی از مطالعات نگارنده در سرشاخه رودخانه‌های کلرادو، درونگر و سه‌هزار اشاره شده لیکن روش‌های مورد استفاده در این نمونه‌ها همان روش‌های تاریخی - تحلیلی در ژئومورفولوژی است (حسینزاده و جهادی طرقي، ۱۳۹۱، ۳۷-۳۶). در تمام موارد پس از مطالعه مقدماتی روی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس، طی عملیات میدانی سایت‌های مناسب برای تجزیه و تحلیل انتخاب و نمونه برداری - های لازم جهت تعیین سن رسوبات و نقشه برداری‌های لازم برای ثبت مورفولوژی بستر صورت گرفته است. در مورد رسوبات آب راکد چنانچه مقاطع کاملی از آنها در محل حفظ شده باشد از طریق معیارهای تعیین شده می‌توان تعداد وقایع را نیز تعیین کرد (بیکر، ۱۹۸۷، ص ۸۴). در دندروژئومورفولوژی درختانی که بر اثر فرایندهای ژئورفیک دچار تغییر شده و واکنش نشان داده‌اند انتخاب و حلقه‌های رشد سالانه در ریشه، تنه و شاخه‌های آنها برای تعیین زمان وقوع فرایندهای سیلابی، لغزش، ریزش، جریان مواد، رسوبگذاری و فرسایش کاوشی مورد شمارش و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

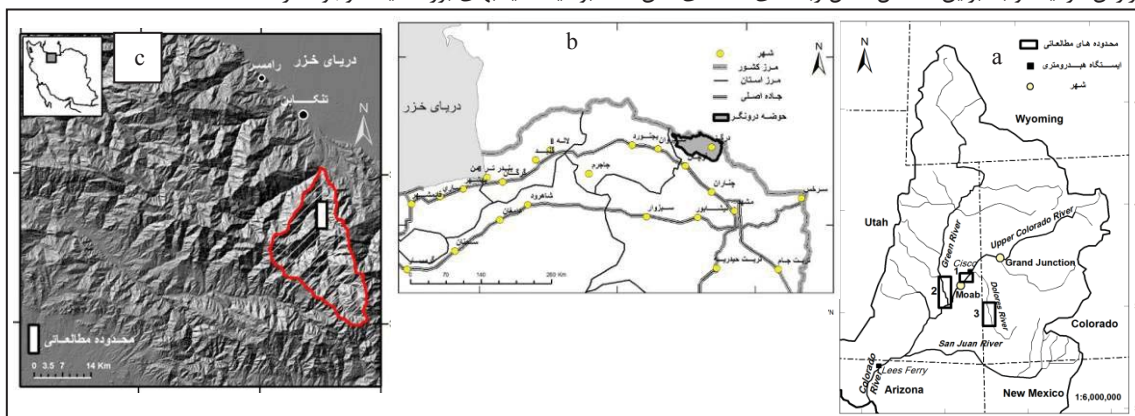
۳- بحث و نتایج:

۳-۱- هیدرولوژی پالئوسیلاب

هیدرولوژی پالئوسیلاب پس از شکست روش‌های آماری و مدل‌های هیدرولوژیکی در تخمین حجم سیلاب‌های بزرگ و محاسبه دوره برگشت آنها از دهه ۱۹۸۰ در غرب ایالات متحده آمریکا ظهور یافت و سپس به کشورهای اروپایی، استرالیا، چین و کانادا گسترش یافت (حسینزاده و جهادی، ۱۳۹۱، ۸۶-۸۴). بهترین شواهد مورد استناد در این شاخه علمی، رسوبات آب راکدی است که شامل رس، سیلت و ماسه بوده که در داخل ستون آب بصورت معلق حمل می‌شوند. هر جا که بخشی از جریان با کندی سرعت مواجه شود این رسوبات ته‌نشین می‌شوند. از نظر ژئومورفولوژی کانال‌های حفر شده در سنگهای مقاوم مساعدترین مکان‌ها برای تجمع و حفظ نهشته‌های سیلابی را بوجود می‌آورند. در چنین کانال‌هایی شرایط محلی ژئومورفولوژی از جمله تورفتگی‌ها و پناهگاه‌های سنگی، محل اتصال شاخه‌های فرعی به اصلی، حفره‌ها و غارهای حاشیه بستر، پایین دست سواحل کوژ مئاندرها، پایین دست توده‌های ریزشی و محل پهن‌شدگی‌های ناگهانی بستر به تجمع و حفظ طولانی مدت رسوبات آب راکد کمک می‌نمایند.

نمونه‌های مطالعاتی در این مقاله عمدتاً در کانیون‌های باریک حفر شده در سنگهای مقاوم آهکی و ماسه سنگی قرار گرفته اند (شکل ۱). شاخه کلرادوی بالایی در حد فاصل گراند جانکشن تا جنوب مواب از سیلاب‌های بزرگی متأثر می‌گردد و آمار موجود برای ایستگاه هیدرومتری این رودخانه در سیسکو، آمار حداکثر دبی لحظه‌ای را برای ۲۰۰ سال اخیر ثبت کرده است. این رودخانه در مسیر خود پس از خروج از یک فرازمین و ورود به یک فروزمین از

بستری پهن برخوردار می‌گردد که در حاشیه آن یک سایت بزرگ دفن پسماندهای هسته‌ای مربوط به دهه‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۵۰ قرار دارد. برای برآورد سطح بزرگترین سیلابها و احتمال حمل یا عدم حمل زباله‌های هسته‌ای بوسیله سیلاب، از روش‌های هیدرولوژی پالئوسیلاب کمک گرفته شده است. بر مبنای تحلیل و سن سنجی رسوبات آب راکد در کانیون بالادست محل دفن مواد هسته‌ای و همچنین محاسبات دبی سیلاب‌های قدیمی بر اساس روش شیب-مساحت، این نتیجه بدست آمد که از ۸۰۰۰ تا ۱۷۰۰ سال قبل سیلابهای بزرگی در رودخانه رخ داده که دبی بزرگترین آنها به بیش از ۱۲۰۰۰ متر مکعب در ثانیه نیز می‌رسیده است. این در حالی است که حداکثر دبی لحظه‌ای ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری منطقه حدود ۳۵۰۰ متر مکعب در ثانیه گزارش گردیده و بنا بر این احتمال حمل زباله‌های هسته‌ای دفن شده بوسیله سیلابهای بزرگ آینده وجود دارد.



شکل ۱. موقعیت مناطق مطالعاتی در رودخانه های کلرادو

(a)، شمخال (b) و سه هزار (c)

گرین ریور که سرشاخه اصلی کلرادو است بعنوان نمونه موردی شماره ۲ با شیبی کمتر از ۱ درصد در ۵۰ کیلومتری جنوب موآب به کلرادوی بالایی می‌پیوندد. برای کشف و تحلیل رسوبات آب راکد در تخمین سیلابهای بزرگ آن طی سه روز عملیات میدانی در ژوئای ۲۰۱۰ با قایق های پارویی ۷۰ کیلومتر از مسیر رودخانه مورد بررسی دقیق قرار گرفت. نتایج بدست آمده از سفر مذکور مشخص کرد که رسوبات آب راکد در دهانه شاخه‌های فرعی این رودخانه در ارتفاعی بالاتر از رسوبات آب راکد ثبت شده در کلرادوی بالایی تا ارتفاع ۱۸ متر و در گرین ریور تا ارتفاع ۲۱ متری دیده می‌شود. شیب کمتر گرین ریور و ایجاد پس‌آبهای مرتفع‌تر در اثنای سیلابی شدن رودخانه، ارتفاع بالاتر رسوبات آب راکدی آنرا توجیه می‌نماید. بر اساس مطالعات اولیه احتمال وقوع سیلاب‌هایی با دبی بیش از ۱۷۰۰۰ متر مکعب در ثانیه در این شاخه وجود دارد. کانیون معروف به شمخال در سرشاخه‌های رودخانه درونگر، نمونه‌های جالبی از رسوبات آب راکدی را در دهانه شاخه‌های فرعی، تورفتگی دیواره‌های رود، غارهای دیواره دره رود و پایین دست بخش‌های کوژ مانندرها حفظ کرده است. در برخی از مقاطع آثار حدود ۲۲ سیلاب قدیمی بصورت چیننه‌های کم ضخامت دیده میشود، حد فاصل چیننه‌ها عمدتاً بوسیله ترکهای گلی و یا آثار فعالیت موجودات زنده قابل تشخیص است. محاسبات انجام شده بر حسب سطح رسوبات آب راکد در این رودخانه مشخص کرد که احتمال وقوع سیلابهایی با دبی ۷۰۰ متر مکعب در ثانیه وجود دارد در حالی که دبی های ثبت شده و محاسبه دوره‌های برگشت به روشهای سنتی هیدرولوژی، دبی حداکثر تا ۲۰۰ متر مکعب در ثانیه را برای این رودخانه گزارش می‌نماید.

۳-۲- دندروژئومورفولوژی و شواهد آن

دندروژئومورفولوژی اصطلاحی است که بوسیله جغرافیدان هلندی آستالو در سال ۱۹۷۲ معرفی شد و بطور گسترده‌ای طی چند دهه اخیر جهت بازسازی عملکرد فرایندها و مخاطرات ژئوموفیکی مورد استفاده قرار گرفت (استوفل، ۲۰۰۸، ۱۹۵). این مطالعات ابتدا در بستر دندروکرونولوژی با محاسبه نرخ فرسایش از طریق ریشه‌های درختان شروع شد (لامارچ، ۱۹۶۱). سپس بوسیله سیگافوس (۱۹۶۴) به تنه و شاخه‌های درختان گسترش یافت. مطالعات تنه و شاخه‌ها در ابتدا برای بازسازی سیلابهای قدیمی مورد استفاده قرار گرفت اما بعد توسط محققین اروپایی و کانادایی برای مطالعه جریان مواد (استوفل و همکاران، ۲۰۰۶، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰)، لغزش (بریم و همکاران، ۱۹۸۷)، حرکت بهمین (باتلر، ۱۹۷۹، ۱۹۸۵ و ۲۰۰۸) و ریزش (استوفل و همکاران، ۲۰۰۶) بکار گرفته شد. رودخانه سه هزار تنکابن بعنوان نمونه موردی مطالعاتی این مقاله طی سال‌های اخیر از سیلاب‌های تابستانه بزرگی متأثر می‌گردد. متأسفانه آمار حداکثر دبی لحظه‌ای ایستگاه هیدرومتری رودخانه که فقط برای یک دوره کوتاه از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ در دسترس بوده امکان بررسی روند طولانی مدت سیلاب‌ها و تغییرات اخیر را فراهم نمی‌آورد. بنابر این برای دستیابی به تقویم طولانی تری از وقوع سیلاب‌های بزرگ در این رودخانه از روش دندروژئومورفولوژیکی استفاده شد. ابتدا در محدوده مشخص شده از بستر رود درختان متأثر از سیلاب مشخص و سپس نمونه‌های لازم از ریشه و تنه درختان تهیه گردید. آثار سیلاب در این درختان شامل زخم‌های تنه، بیرون افتادگی ریشه‌ها از خاک، رسوبگذاری در قاعده اولیه درختان، کج‌شدگی تنه و ریشه‌های فرعی رشدیافته در تنه بوده است. نتایج تجزیه و تحلیل‌ها تاریخ وقوع سیلابها تا سال ۱۳۱۵ و دبی‌های تا ۱۰۰۰۰ مترمکعب در ثانیه را نشان می‌دهد. مسئله مهم دیگر در این رودخانه روند افزایشی وقوع سیلاب‌ها از دهه ۱۳۵۰ به بعد است که می‌تواند با تشدید ذوب یخچالی و برف در سرشاخه‌های آن طی دهه‌های اخیر مرتبط باشد.

نتیجه گیری

در تمام نمونه‌های موردی این مقاله برتری نقش ژئومورفولوژی تاریخی در بازسازی زمان و شدت وقوع سیلاب‌ها مشاهده می‌شود. این در حالی است که بر اساس روش‌های آماری و بر مبنای رکوردهای کوتاه‌مدت دبی نمی‌توان به چنین نتایجی دست یافت. مطالعات انجام شده توسط سایر محققین در سایر مناطق دنیا نتایج مشابهی را نشان می‌دهد. بنابر این توصیه می‌شود روش‌های مطرح شده در این مقاله جایگزین مدل‌های رواج یافته کنونی در قلمروهای مختلف ژئومورفولوژی گردد.

منابع

- حسین‌زاده، سید رضا، ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی و مطالعات آن در ایران بعد از پیروزی انقلاب اسلامی، پژوهش‌های جغرافیایی ۶۴، صص ۱۵۵-۱۳۷
- حسین‌زاده، سیدرضا و مهناز جهادی طرقي، ۱۳۹۱. هیدرولوژی سیلاب‌های قدیمی با استفاده از رسوبات آب راکد، پژوهش‌های کمی ژئومورفولوژی شماره ۱ صص ۱۰۴-۸۳
- حسین‌زاده، سیدرضا و مهناز جهادی طرقي، ۱۳۹۱. بازسازی سیلاب‌های قدیمی رودخانه سه‌هزار با استفاده از دندروژئومورفولوژی، جغرافیا و مخاطرات محیطی شماره ۲ صص ۵۳-۲۹
- Baker, V. R., 1987. Paleoflood hydrology and Extrardinary flood events, *Journal of Hydrology* 96, 79-99.
- Baker, V. R., Webb, R. H., House. P. K. 2002. The Scientific and Social value of Paleoflood hydrology in: House, P. K., webb, R. H., Baker, V. R., Levish, D. R (Eds), *Ancient floods, modern Hazards: Principles and Application series. Vol 5*, 127-146.
- Benito, G., Thorndy Craft. V. R., 2005. paleoflood hydrology and Its role in applied hydrological sciences. *Journal of Hydrology* 313, 3-15.
- Braam, R. R., Weiss, E. E. J., and Burrough, A.: Spatial and temporal analysis of mass movement using dendrochronology, *Catena*, 14, 573-584, 1987a.
- Braam, R. R., Weiss, E. E. J., and Burrough, A.: Dendrogeomorphological analysis of mass movement: A technical note on the research method, *Catena* 14, 585-589, 1987b.
- Butler, D. R.: Vegetational and geomorphic change on snow avalanche path, *Glacier National Park, Great Basin Nat.*, 45, 313-317, 1985.
- Butler, D. R.: Snow avalanche path terrain and vegetation, *Glacier National Park, Montana. Arct. Alp. Res.*, 11, 17-32, 1979.
- Butler, D. R. and Sawyer, C.: Review and comparison of the different methods used for dating high-magnitude snow avala
- LaMarche, V. C.: An 800-year history of stream erosion as indicated by botanical evidence, *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 550D, 83-86, 1966.
- LaMarche, V. C. 1961: Rate of slope erosion in the White Mountains, California, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 72, 1579-1580.
- Stoffel, M. and Beniston, M. 2006: On the incidence of debris flows from the early Little Ice Age to a future greenhouse climate: a case study from the Swiss Alps, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L16404.
- Stoffel, M., Conus, D., Grichting, M. A., Li`evre, I., and Ma`itre, G. 2008: Unraveling the patterns of late Holocene debris-flow activity on a cone in the central Swiss Alps: chronology, environment and implications for the future, *Glob. Planet. Change*, 60, 222-234.
- Stoffel, M., Bollschweiler, M., Butler, D. R., Luckman, B. H. 2010: *Tree rings and natural hazards: A state-of-the-art*. Springer, Heidelberg, Berlin, New York, 505 pp