

# روشهای مطالعه دیرینه سیلاب در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای

دکتر رضا اسماعیلی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور

دکتر محمدمهدی حسین‌زاده

عضو هیأت علمی گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه شهید بهشتی

## چکیده

باتحلیل آماری به خوبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. ۲- مشکل دوم مربوط به خود علم آمار و مبانی آن است (بیکر، ۱۹۹۴). از این رو در انتخاب نوع مدل و توزیع احتمالاتی مورد نظر برای تجزیه و تحلیل ابهاماتی وجود دارد. ۳- ابهامات موجود در خطاهای مربوط به تخمین دبی سیل (سالاس و همکاران، ۱۹۹۴) ۴- ابهامات موجود در ارزیابی پارامترها و کمیت‌ها در یک مدل مشخص. از این رو طی سه دهه اخیر داده‌های دیگری نیز در تخمین دبی سیل و ارزیابی آن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این داده‌ها که داده‌های دیرینه سیلاب نام دارند داده‌هایی هستند که اطلاعات مربوط به سیل را قبل از ثبت داده‌ها توسط ایستگاه‌های هیدرومتری فراهم می‌آورند.

استفاده از داده‌های زمین‌شناسی با توجه به پیشرفت‌های اخیر در هیدروژئومورفولوژی دیرینه سیلاب، به عنوان مکملی برای نگرشهای هیدروژئومورفولوژیکی متداول مورد نیاز است. به علت وجود ابهامات در استفاده صرف از آمار کاربردی در مطالعات سیل، استفاده از داده‌های زمین‌شناسی مانند رسوب‌شناسی، چینه‌نگاری و ترکیب آنها با علوم دیگر مانند ژئومورفولوژی و هیدرولیک مورد توجه قرار گرفته است. این داده‌ها اطلاعاتی را از رودخانه‌های بدون ایستگاه هیدرومتری فراهم می‌نمایند. همچنین می‌توان با استفاده از این داده‌ها اطلاعات طولانی‌تری را از ایستگاه‌های هیدرومتری کسب نمود. مهمترین روش‌هایی که در این نگرش مورد توجه هستند عبارتند از: روش رژیم جریان رود، شاخص‌های دیرینه تراز، روش توانش جریان رود و روش‌های بوتانیکی (گیاهی).  
واژه‌های کلیدی: هیدروژئومورفولوژی دیرینه سیلاب، شاخص‌های دیرینه تراز (PSI)، توانش رود، روش‌های بوتانیکی.

## ۲- روشهای مطالعه دیرینه سیلاب

استفاده از داده‌های دیرینه سیلاب توسط بیکر و همکارانش آغاز گردید. هیدروژئومورفولوژی دیرینه سیلاب یک نگرش ترکیبی است که با استفاده از داده‌های رسوب‌شناسی، چینه‌نگاری، ژئومورفولوژی و هیدرولیک، سیلابهای گذشته یا قدیمی را مورد مطالعه قرار می‌دهد. (نگاره ۱) با بررسی آثار سیلابهای بزرگ که صدها یا هزاران سال قبل به وقوع پیوسته‌اند می‌توان دبی سیلابهای گذشته را به صورت کمی بازسازی نمود. (بیکر و همکاران، ۱۹۸۸) این اطلاعات می‌توانند در ارزیابی خطر و بررسی تغییرات اقلیمی در سیلابها مورد استفاده قرار گیرند.

مهمترین روشهای مطالعه دیرینه سیلابها عبارتند از (رضایی مقدم و

اسماعیلی، ۱۳۸۴ به نقل از سالاس و همکاران)

- بازسازی براساس رژیم جریان رود

- روش توانش<sup>(۱)</sup> رود

- روشهای بوتانیکی<sup>(۲)</sup> (گیاهی)

- شاخص‌های دیرینه تراز (PSI)<sup>(۳)</sup>

## ۱- مقدمه

سیل یکی از پدیده‌های طبیعی است که همواره می‌تواند برای انسان و دارایی‌های او خطرناک باشد و به عنوان یک مخاطره مورد توجه قرار گیرد. تعیین ویژگی‌های سیل مانند عمق و حجم جریان آب، دبی سیل و توزیع فراوانی آن برای برنامه‌ریزی و طراحی ساختارهای مربوط به سیلاب مانند پل‌ها، دریچه‌های سد و غیره بسیار مهم هستند. در تعیین ابعاد این ساختارها، طراح معمولاً نیاز به آگاهی از مقدار سیلاب با دوره برگشت مشخص یا ارزیابی دوره برگشت یک سیل با دبی معین دارد. در هر حالت روشهای معمول برای تعیین فراوانی سیلاب براساس داده‌های ثبت شده از ایستگاههای هیدرومتری است که معمولاً کوتاه مدت هستند. تجزیه و تحلیل نیز براساس همین داده‌ها صورت می‌گیرد. این روشها معمولاً دارای ابهاماتی هستند که عبارتند از:

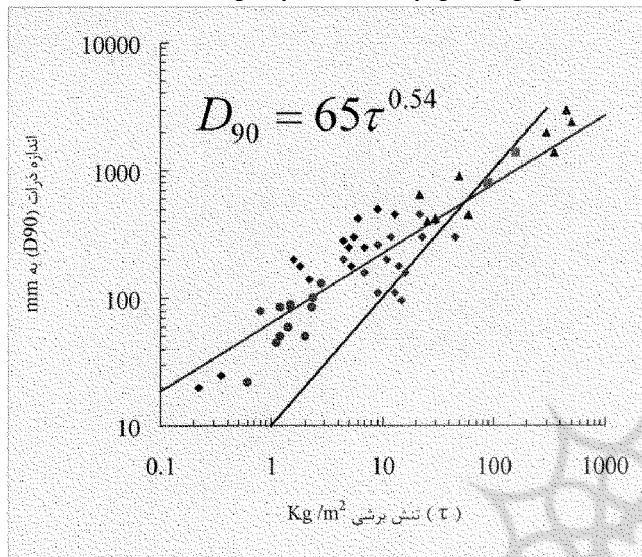
۱- پدیده‌های طبیعت مانند سیل بسیار متنوع‌تر و پیچیده‌تر از آن هستند که

## ۱-۲- بازسازی براساس رژیم جریان رود

این روش براساس ویژگی‌های شبکه زهکشی مانند تراکم زهکشی، ویژگی‌های کانال و لندفرمهای رودخانه‌ای مانند تراسهای آبرفتی می‌باشد که با نقشه برداری از یک یا چند مقطع عرضی می‌توان ابعاد کانال‌های متروک را برای تخمین بزرگی جریان سیل ارزیابی نمود. ابعاد کانال متروک از روی عکسهای هوایی بزرگ مقیاس و یا رسوبات نهشته شده قابل اندازه‌گیری می‌باشد. از ابعاد تراس‌های آبرفتی، توزیع اندازه ذرات و ساختارهای رسوبی هم می‌توان برای تخمین جریانهای سیلابی گذشته استفاده نمود.

## ۲-۲- روش توانش جریان

توانش جریان رود عبارت است از بزرگترین ذره‌ای که تحت شرایط هیدرولیک خاص می‌تواند توسط جریان رود حمل شود. توانش جریان به ویژگی‌های رسوب و پارامترهای جریان (سرعت، تنش برشی و قدرت رود) بستگی دارد. به عبارت دیگر اندازه ذرات رسوبی و چینه‌نگاری این رسوبات به توانایی حمل رسوب بستگی دارد. با استفاده از روابط تجربی می‌توان رابطه بین اندازه ذرات و قدرت رود را ارزیابی نمود. (نگاره ۲)



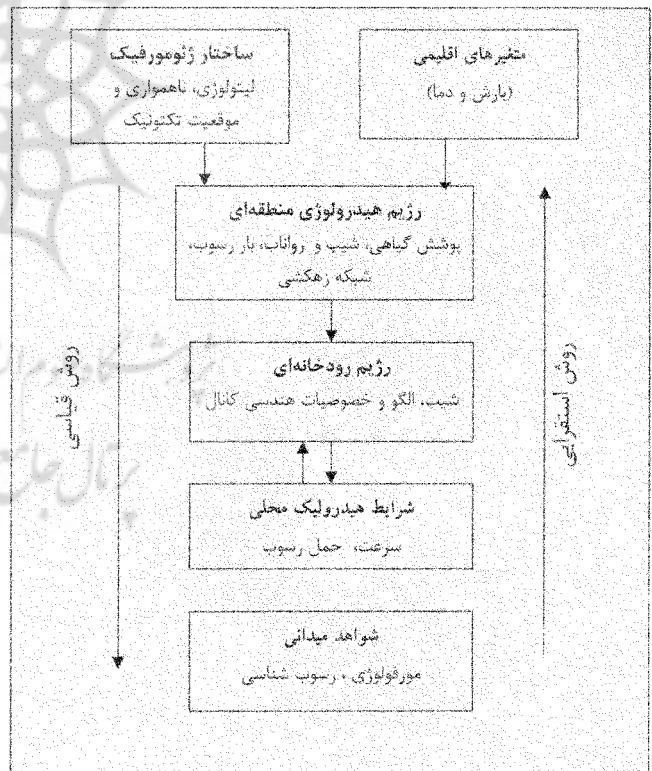
نگاره ۲: توانش جریان رود برای حمل رسوبات درشت دانه (بیکر و ریتر ۱۹۷۵)

هر چه از اشکال رودخانه‌ای حاشیه کانال فاصله می‌گیریم به علت کاهش اثرات سیلابی گونه‌های گیاهی درختی استقرار یافته و در داخل یا حاشیه نزدیک کانال به علت زیر آب رفتن کانال طی جریانهای متوسط و لبالبی گونه‌های گیاهی علفی مستقر می‌شوند.

دوم این که سیلابهای با دوره برگشت طولانی گیاهان موجود در حاشیه رود را دچار آسیب کرده یا از بین می‌برند. از این رو با مشاهده و مطالعه آسیب‌های ایجاد شده بر تنه درختان می‌توان تاریخ وقوع سیل را بازسازی نمود. چهار نوع اصلی از شواهد گیاهی که نشان دهنده حوادث سیلابی هستند، در حاشیه رود قابل شناسایی می‌باشند که عبارتند از:

الف) علایم خوردگی<sup>(۴)</sup> در تنه درختان: این نشانه یکی از آشکارترین شواهد سیلابهای قدیمی در درختان و درختچه‌های حاشیه رود می‌باشد. با تحلیل مغزه‌های درخت می‌توان سن خوردگی در تنه درخت را که به صورت گره یا بافت پینه بسته نمایان می‌شود، تعیین نمود. (نگاره ۳)

ب) ناهنجاریهای حلقه رشد درخت: ناهنجاریهای حلقه رشد درخت می‌تواند با مغزه‌گیری و تحلیل آن به صورت میکروسکوپی مورد مطالعه قرار گیرد. الگوی حلقه خارج از مرکز در صورتی رخ می‌دهند که درخت از حالت عمودی کج شود. کج شدگی ناگهانی یک درخت به وسیله سیلاب در حلقه‌های بعدی مشاهده می‌شود. این حلقه‌ها در قسمت پهن تنه درخت از هم فاصله بیشتری داشته و در مقابل آن حلقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌باشند. از این رو تاریخ شروع رشد حلقه خارج از مرکز حلقه یک سال بعد از حادثه



نگاره ۱: ساختار پالتویدرولوژی

## ۳-۲- روشهای بوتانیکی (گیاهی)

سیلابها دو تأثیر بلندمدت در پوشش گیاهی حاشیه رود دارند: اول این که سیلابهای دوره‌ای با دبی‌های مختلف بر الگوی پوشش گیاهی اثر می‌گذارند. لندفرمهای رودخانه‌ای مانند موانع رسوبی، دشت سیلابی و

سیل است. (نگاره ۳)

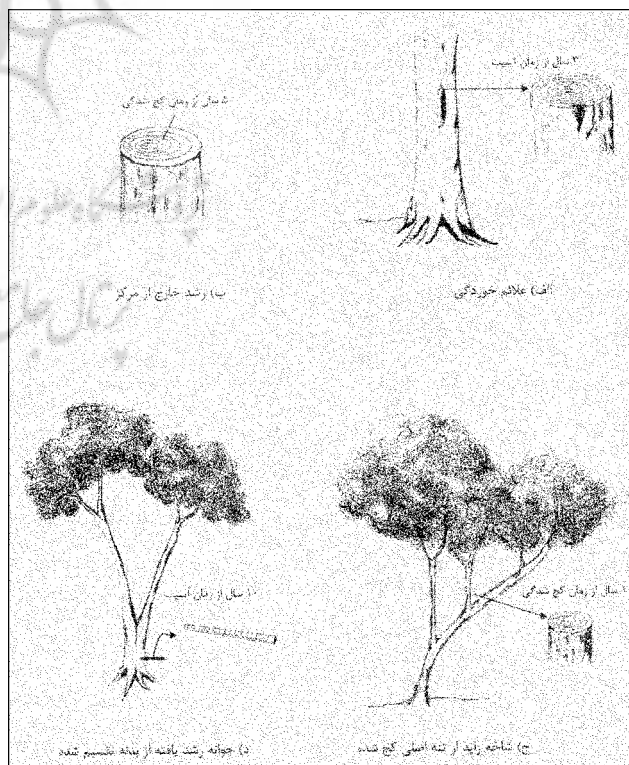
ج) سن درخت: رسوبات نهشته شده سیلابی، محل های جدیدی را ایجاد می کنند. بر روی این سطوح جدید گیاهان استقرار می یابند. با تعیین سن این درختان می توان حداقل زمان وقوع سیلاب و نهشته گذاری اولیه را مشخص نمود.

د) جوانه های اتفاقی و نابجا: در طی جریانهای سیلابی ساقه های درخت شکسته شده یا کج می شوند که با مشاهده ی زمینی قابل تشخیص هستند. با تهیه مغزه و تعیین سن آنها می توان زمان وقوع سیلاب را تخمین زد. (نگاره ۳)

علاوه بر این موارد نفوذ و اریزه های سیلابی در شکاف درختان و قطع شدگی ریشه درختان هم بالا آمدن سطح آب را در طی جریانهای سیلابی نشان می دهند. (رضایی مقدم و اسماعیلی، ۱۳۸۴)

#### ۲-۴-۲ شاخص های دیرینه تراز

این شاخص ها بالا آمدن سطح آب را در طی سیلاب های به وقوع پیوسته نشان می دهند و ممکن است به صورت اشکال فرسایشی یا رسوبی باشند. این شاخص ها عبارتند از: خطوط سیلنتی، آثار سایش یا خطوط کنده شده در اثر سیل، انباشته های رسوبی، موانع قطعه سنگی و نهشته های آب ساکن (SWD) (۵)



نگاره ۳: انواع شواهد گیاهی ناشی از فرآیند سیلاب در حاشیه کانال رود (هوب و بروته، ۲۰۰۳)

بعضی از این شاخص ها مانند خطوط سیلنتی و خطوط کنده شده احتمالاً شاخص دقیق تری را برای بالا آمدن سطح آب نشان می دهند. در حالی که نهشته های آب ساکن و سایر نهشته های رسوبی حداقل بالا آمدن سطح آب را در طی دیرینه سیلاب نشان می دهند. البته جابجایی های بعدی رسوبات هم می تواند به عنوان یک عامل مهم که بتواند ارتفاع واقعی سطح آب را تشخیص داد، به شمار بیاید. بسیاری از این مشکلات بالقوه می توانند شناسایی شده و با آنالیز دقیق کاهش یابند.

#### ۲-۴-۱-۱ نهشته های آب ساکن (SWD)

نهشته های آب ساکن، رسوبات ریزدانه و معلق آب مانند رس و سیلت و ماسه های ریز هستند که در طی جریانهای سیلابی در قسمتهایی از رودخانه و دشت سیلابی که سرعت جریان آب بسیار کم است، انباشته می شوند. این رسوبات ریزدانه یک توالی چینه نگاری را فراهم می آورند و اطلاعات تفصیلی زیادی را از حوادث سیلابی که در صدها یا هزاران سال پیش اتفاق افتاده است، فراهم می آورند. (بیکر و همکاران، ۱۹۸۳)

چهار موقعیت ژئومورفیک شرایط مناسبی را برای انباشته شدن رسوبات آب ساکن فراهم می نمایند (نگاره ۴) که عبارتند از: ۱- مناطق برگشت سیلاب در محل تلاقی رودها ۲- حفره های کم عمق در امتداد دیواره های کانال سنگ بستری ۳- موانع سنگ بستری بزرگ و مناطقی که پهن شدگی کانال زیاد شده است. ۴- انباشت رسوبات در خارج از کرانه کانال در تراسهای مرتفع. رسوبگذاری آب ساکن در بیشتر سیستم های رودخانه ای رخ می دهد اما کانیونهای سنگ بستری به علت مقاومت ابعاد کانال مناسب ترین موقعیت برای بازسازی دبی دیرینه سیلابها می باشند.

بعد از مشخص شدن رسوبات آب ساکن و چینه نگاری آنها، با جمع آوری مواد مناسب رسوبات تعیین سن می شوند. سپس مقطع عرضی کانال در طی جریان سیلابی نقشه برداری شده و با استفاده از معادله مانینگ و شزی مقدار دبی محاسبه می گردد که البته اخیراً نرم افزار HEC-RAS به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته و با آن می توان خطر سیل را در دشت سیلابی ارزیابی نمود.

#### ۲-۴-۲-۲ روش های تعیین سن رسوبات

در شاخص های دیرینه تراز رسوبات آب ساکن و سایر رسوبات آبرفتی با استفاده از روش های مختلفی تعیین سن می شوند. این روشها به سه گروه عمده تعیین سن نسبی، مطلق و مرکب (۶) تقسیم بندی می شوند. در روشهای تعیین سن نسبی از قرارگیری لایه ها نسبت به هم، ویژگی های هوازدگی و معیارهای مورفولوژیک (مثلاً قرارگیری تراسها در موقعیت های توپوگرافی مختلف) استفاده می شود. در تعیین سن مطلق از روشهای کربن ۱۴، فتو لومینوسانس، (۷) سرب ۲۱۰، تعیین سن با حلقه های درخت استفاده می شود. در روشهای مرکب (هایبرید) از گرده افشانی، دیرینه مغناطیس، تفرودرونولوژی و باستان شناسی استفاده می شود که در کتابها و مقالات متعدد معرفی شده اند.

Australia, *Applied Geography* 11, :105-123.

- Hupp, C.R. 1988. Plant ecological aspects of flood geomorphology and paleoflood history, In: Baker, V.R., R.C. Kochel, & P.C. Patton, (eds), *flood geomorphology*, Wiley, Toronto, Canada, pp 335-356.

- Hupp, C.R. and Borente, G. 2003. Vegetation as a tool in the interpretation of fluvial geomorphic processes and landforms in humid temperate area, In: Kondolf, G.M. and Piegay, H. (eds). *Tools in Fluvial Geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd, England. pp 269-288.

- Jacobson, R.B., O'Connor, J.E., and Oguchi, T. 2003. Surficial geologic tools in fluvial geomorphology, In: Kodolf, G.M. and Piegay, H. (eds). *Tools in Fluvial Geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd, England. pp 25-57.

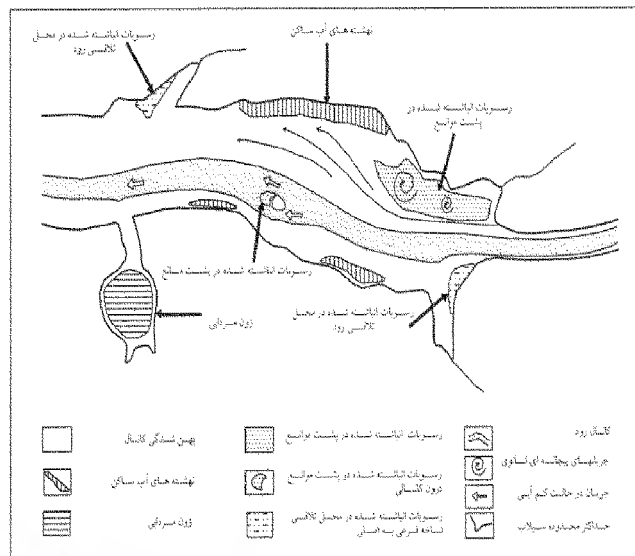
- Kochel, R.C., and Baker, V.R. 1988, Paleoflood analysis using slackwater deposit. In: Baker, V.R., R.C. Kochel, & P.C. Patton, (eds), *flood geomorphology*, Wiley, Toronto, Canada, pp 357 - 376.

- Meyer, G.A. 1988, Recent large - magnitude floods and their impact on valley - floor environments of northeastern yellowstone. *Geomorphology* 40:271-290.

- Rico, M, G. Bentio & A. Barnolas, 2001, Combined paleoflood and rainfall-runoff assessment of mountain flood (Spanish Pyrenees). *Journal of Hydrology*, 245:59-72.

- Salas, J.d., E.E. Wohl & R.D. Jarrett, 1994, Determination of flood characteristics using systematic, historical and paleoflood data. In: Rossi, G. et al, (eds), *Coping with floods*: 111-134.

- Waythomas, C.F., and Jarrett, R.D. 1994. Flood geomorphology of Arthurs Rock Gluch, Colprado: Paleoflood history, *Geomorphology*, 11:15-40.



نگاره ۴: دیاگرام شماتیک نشان دهنده موقعیت نهشته گذاری در طی جریانهای سیلابی بزرگ (بنتیو و همکاران ۲۰۰۳)

### ۳- نتیجه

تحقیقات انجام گرفته در سطح جهان نشان می دهد که استفاده از روشهای آماری به تنهایی برای شناسایی و ارزیابی پدیده سیل کافی نیست و لازم است در پروژه های کنترل سیل از داده های پالئو هیدرولوژی و زمین شناسی هم استفاده گردد. اگرچه ارزیابی پالئو هیدرولوژی هم مقداری خطا دارد، اما ارزیابی مناسبی را از فراوانی و بزرگی سیل فراهم می آورد. به علاوه با استفاده از تحقیقات پالئو هیدرولوژی می توان با سرعت بیشتر و با هزینه کمتر در مقایسه با هزینه های بازسازی، ساختارهای کنترل سیلاب را مورد توجه قرار داد.

### منابع و مأخذ

- رضایی مقدم، محمد حسین و رضا اسماعیلی (۱۳۸۴) «بررسی اثرات ژئومورفیکی سیلاب حوضه رئیس کلا»، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، دوره نهم شماره ۴ (پیاپی ۴۳).

- Baker, V.R, and Ritter, D. 1975. Competence of rivers to transport coarse bedload material. *Geological Society of America, Bulletin*, 86:975-978.

- Baker, V.R., 1994, *Geomorphological understanding of floods*. *Geomorphology* 10: 139-156.

- Bentio, G., Sanchez - Moya, y. and Sopna, A. 2003. Sedimentology of high-stage flood deposit of the Tagus River, Central Spain. *Sedimentary Geology*. 157:107-132.

- Gillieson, D., Smith, D.I., Greenway, M. and Ellaway, M., 1991, *Flood history of the limestone range in Kimeberely region, western*

پی نوشت

- 1) Competence
- 2) Botanical method
- 3) Paleo stage Indicator
- 4) Scar
- 5) Slack water deposit
- 6) Hybrid
- 7) Photoluminescence