پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هفتم، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۷
صص. ۱۸-۱

بازسازی الگوهای فضایی– زمانی از فعالیت جریان مواد با استفاده از روش دندروژئومورفولوژی در حوضه آبریز تنگراه

سید رضا حسین زاده – دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر علی شریعتی، دانشگاه فردوسی مشهد
مهناز جهادی طرقی – استادیار ژئومورفولوژی گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور مشهد
فریبا پاکنژاد* – کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر علی شریعتی، دانشگاه فردوسی مشهد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۱۴ تائید نهایی: ۱۳۹۷/۰۷/۱۶

چکیده

حوضه آبریز تنگراه واقع در استان گلستان، یکی از زیر حوضه‌های رودخانه دوغ، به عنوان یکی از نواحی تحت خطر جریان‌مواد شناخته شده است. در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ طی یک بارش ناگهانی ، منطقه مورد نظر جریان مواد جبران ناپذیری را تجربه کرده است و خسارات جانی و مالی زیادی را محتمل شده است جهت بازسازی جریانات مواد قدیمی و اثبات وقوع این جریانات در حوضه از روش دندروژئومورفولوژی استفاده گردید، دندروژئومورفولوژی از تغییرات بوجود آمده در ساختار و حلقه‌های رشد درختان برای بازسازی زمان و نحوه عملکرد فرایندهای ژئومورفیک استفاده می‌کند. بعد از عملیات میدانی و تعیین محدوده مطالعاتی نمونه برداری‌های لازم انجام شد. پس از آماده سازی نمونه‌ها، سطح نمونه‌ها با سمباده نرم صیقل داده شد و شمارش حلقه‌ها با میکروسکوپ اندازه‌گیری و ضخامت آنها پس از ترسیم روی کاغذ میلیمتری تغییر یافته، با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد و سال وقوع جریان مواد براساس تغییرات در حلقه‌ها و همچنین تعداد حلقه‌های رشد یافته در بافت پینه‌ای باسازی شد. همچنین مقاطع عرضی از محدوده نمونه برداری شده گرفته شده است که نتایج حاصل از آن حاکی از آن است که بیشترین زخم‌های ایجاد شده ناشی از جریان مواد سال ۱۳۸۰ با دبی پیک ۸۵۰/۶۴ حاصل شده است. با جمع آوری پانزده نمونه برداشتی و تجزیه و تحلیل حاصل از آن مشخص گردید که آنها مربوط به جریانات مواد سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ می‌باشند. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته روی نمونه‌های گردآوری شده در حوضه آبریز تنگراه و تهیه پرسشنامه جهت تعیین اطلاع از وقوع جریانات مواد رخ داده در دهه‌های قبل به این نتیجه رسیدیم که در طی هفتاد سال اخیر جریانات مواد سال‌های نامبرده تنها سیلاب‌های رخ داده از نوع جریان مواد در این منطقه هستند.

واژگان کلیدی: حوضه‌آبریزتنگراه، جریان‌مواد، بارشهای ناگهانی، دندروژئومورفولوژی.

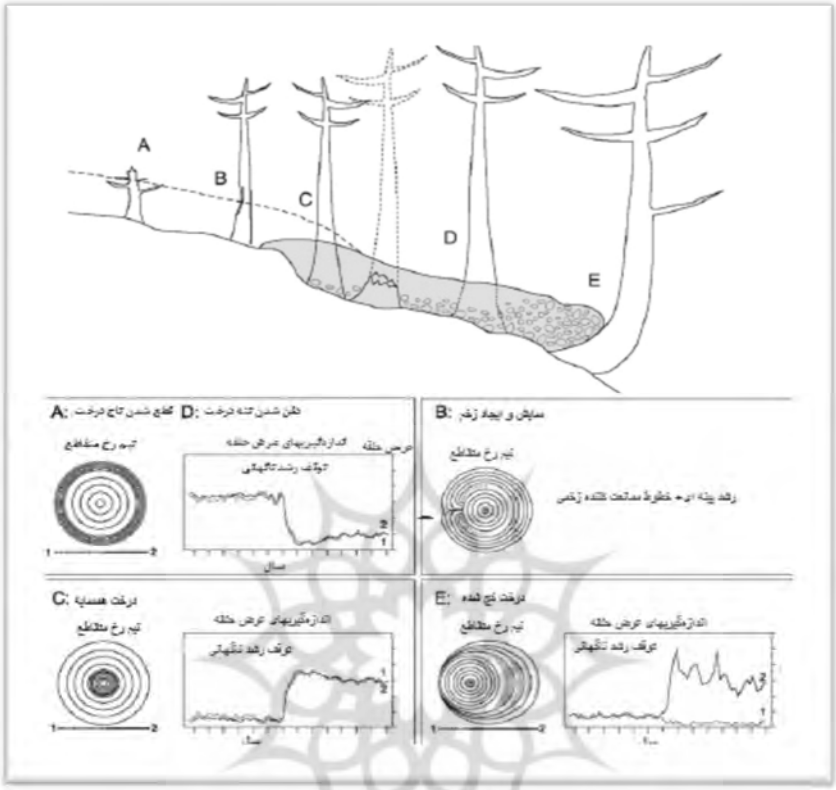
* نویسنده مسئول: E-mail: f_paknejad66@yahoo.com

مقدمه

سیل‌های ناگهانی پدیده‌های هیدرولوژیکی محلی هستند که در حوضه‌های آبریز کوچکی به مساحت چند کیلومتر مربع تا چندصد کیلومترمربع و با زمان پاسخ چند ساعت یا کمتر رخ می‌دهند. بنابراین این پدیده‌ها یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی‌اند که دارای تلفات جانی و مالی جدی در سراسر جهان و بویژه در حوضه‌های کوهستانی مدیترانه می‌باشند(ویلانوا و همکاران، ۳۸۳:۲۰۱۰). وقوع جریان مواد در این مناطق بارها و بارها باعث آسیب شدید به مسیرهای ارتباطی و زیر ساخت‌ها و مناطق مسکونی شده است (آربلی و همکاران، ۳۹۹:۲۰۱۰) جریان‌های مواد مربوط به باران‌های سیل‌آسا می‌باشند و یک مخاطره مخرب و متداول در نواحی مورد مطالعه محسوب می‌شوند. جریان‌مواد عبارت است از جریان رسوب و ترکیب آب به شکلی که شبیه جریان مداوم ایجاد شده توسط نیروی گرانش باشد و همچنین قابلیت حرکت پذیری از فضای خالی بزرگ اشباع شده توسط آب را دارا می‌باشد(تاکاهاشی، ۶:۲۰۰۷). جریان‌های مواد عموماً به شکل جریان‌های گرانشی مخلوط خاک، سنگ، آب و یا هوا تعریف می‌شوند(یان فان، ۱۹۹:۲۰۰۷) بیشتر جریان‌های مواد حاوی مقداری مواد ارگانیک هستند. آن جریان‌هایی که از زمین‌های شیب‌دار جنگلی ناشی می‌شوند، ممکن است میزان ۶۰٪ حجم واریزه‌های بزرگ ارگانیک (باقیمانده چوب‌ها) را در برگیرند سوانتون ۱۹۷۴. پدیده‌های چون لغزش بر روی شیب تند درامتداد کانال پر شیب کوچک و ته نشست واریزه‌ها از این دسته‌اند(جاکوب و همکاران،۹:۲۰۰۵). جریان‌های مواد علت برخی از بزرگترین زمین‌لغزه‌ها در عصر جدید بوده و قادر به دفن شهرها و کشتن ده‌ها هزار نفر در هر رخداد می‌باشند(دوالینگ،۲۰۱۴). یکی از مهمترین عوامل ایجاد جریان مواد شیب حوضه می‌باشد مشهودترین عاملی که بر شروع جریان مواد اثر می‌گذارد، وجود دامنه‌های با شیب بیشتر از ۲۵ تا ۳۰ درجه است زیرا زمین‌های هموارتر پتانسیل کمی برای ایجاد جریان‌های مواد دارند(لاورسون،۱۸:۲۰۱۴). به همین سبب بیشتر این رخدادها در مناطق پر شیب کوهستانی اتفاق می‌افتد که تجزیه و تحلیل دندروژئوموفولوژی در مناطق جنگلی که تحت تاثیر این جریانات قرار گرفته‌اند به کشف وقایع تاریخی گذشته کمک فراوانی می‌کند(سونجا و همکاران ۲۰۱۰، ۱۰۷).

دندروژئومورفولوژی یکی از رشته‌های زیرمجموعه دندروکرونولوژی است(بهرامی و همکاران،۱:۱۳۸۹). که براساس تجزیه و تحلیل حلقه‌های رشد سالانه درختان برای قدمت فرایندهای ژئومورفیک است(بوتلر، ۷۱۷:۲۰۱۳). و فرم رشد آنها به بررسی جنبه‌های فضایی و مکانی فرایندهای سطحی می‌پردازد یکی از مهمترین روش‌های تعیین سن فرایندهای ژئومورفولوژی در دوره‌های زمانی چندصد، تا چندین هزار ساله دندروژئومورفولوژی می‌باشد. (بهرامی و همکاران،۱:۱۳۸۹). این رشته به مطالعه و باسازی وقایع تاریخی گذشته فعالیت‌های جریان مواد با استفاده از حلقه‌های درختان می‌پردازد. (آلبری و همکاران ،۲۰۱۰،۳۹۹) دندروژئومورفولوژی روش دقیقی برای بازسازی فرایندهای سیل آسا در مخروط‌های جنگلی است و به معنی تحلیل درختانی که تحت تاثیر فعالیت ژئومورفیک گذشته قرار گرفته‌اند، می‌باشد.(مایر و همکاران،۱۹۹:۲۰۱۰). تجزیه و تحلیل این حلقه ها که توسط سیلابهای ناگهانی تحت تاثیر قرا گرفته اند می تواند اطلاعات ارزشمندی را در رابطه با وقوع این رویداد در اختیار ما بگذارد این اطلاعات غالباً با دقت سالانه اما گاهی اوقات دارای دقت فصلی هستند.(کاسترل،۱۱۶:۲۰۱۵). فرایندهای ژئومورفیک ممکن است اثرات متفاوتی بر درختان بگذارد. تاثیر سنگ و تخته سنگ‌های حمل شده توسط جریان مواد و یا فرایندهای سایشی ممکن است باعث ایجاد زخم به سطح ساقه شود و یا درختان را کاملاً نابود کند معمولاً زمانی که فشار جریان یک طرفه باشد منجر به چرخش ساقه می‌شود. (شکل۱)(بولشویلر، ۳۴۰:۲۰۰۷) متداولترین اختلالات و واکنش‌های مربوطه در درختان رشدکننده، در مسیل سیل‌های ناگهانی یا مجاور آن می‌باشد که در (شکل۱) نشان داده شده است. سیل‌های ناگهانی می‌توانند تنه‌های درختان رشدکننده در رودخانه، نوار شنی یا کناره رودخانه را بوسیله فشار یک‌طرفه جریان یا ضربه تخته سنگ‌های بزرگ کج کند، (نمونه درختE) در اثر فرسایش کناره یا نوار شنی رودخانه، ریشه درختان را نمایان سازند، در اثر فشار یا برخورد تخته سنگ‌ها و چوب‌های

موجود در جریان آب، پوسته درختان را کنده و کامبیوم آنها را زخمی کند و یا در اثر برخورد شدید تخته سنگها، درختان را شکسته و منجر به تشکیل شاخه‌های شمعدان مانند در آنها شوند. (نمونه درخت B)



شکل۱:تاثیرات مختلف جریان مواد بر درختان و واکنش آنها (بولشویلر، ۲۰۰۷:۳۳۹)

پیشینه تحقیق

تاکنون مطالعات عمدتاً روی بازسازی فراوانی، شدت یا الگوهای مکانی جریان‌های مواد و نیز بررسی توزیع مکانی و زمانی شرایط جوی تحریک کننده رخدادها تمرکز کرده‌اند. تحلیل‌های دندروژئومورفولوژیکی طی چند دهه اخیر بطور گسترده‌ای جهت بازسازی عملکرد فرایندها و مخاطرات ژئومورفیکی مورد استفاده قرار گرفته است. مطالعات اولیه در بستر تحقیقات گاه‌شناسی درختی[۱] از ابتدای دهه‌ی ۱۹۶۰ در جنوب غرب آمریکا شروع و سپس در سال ۱۹۷۱ اصطلاح و روش‌های دندروژئورفولوژیکی به وسیله یک جغرافیدان فنلاندی به نام استالو[۲] معرفی گردید (حسین زاده،جهادی-طرقی،۱۳۹۱:۳۰). او در تحقیقی به عنوان (تغییر دندرولوژیکی و فرایند های ژئومورفیک) اصول اساسی دندروژئومورفولوژیکی را تشریح کرد و به تجزیه تحلیل عکس العمل رشد در ساقه درختان متاثر شده از فرایندهای ژئومورفیک پرداخت. پژوهشگرانی که در زمینه دندروزئومورفولوژی کار کردند، عبارتنداز:

۱. Dendrochronology

2. Alestalo

الستالو (۱۹۷۱)، زولتای و تارنوسیا[۱] (۱۹۷۶)، زولتای (۱۹۷۵)، شرودر[۲] (۱۹۷۵)، آیوس[۳] و همکاران (۱۹۷۶)، شرودر و همکاران (۱۹۷۶)، کارارا و کارول[۴] (۱۹۷۷)، کاسا[۵] (۱۹۷۸)، شرودر (۱۹۸۰)، استرانک[۶] (۱۹۸۸)، مارین و فیلیون[۷] (۱۹۹۲)، وانزر[۸] (۱۹۹۶)، یاماگوچی[۹] و همکاران (۱۹۹۷)، بومان و کایزر[۱۰] (۱۹۹۹)، وانرکرخف[۱۱] و همکاران (۲۰۰۱)، جرس[۱۲] و همکاران (۲۰۰۱)، میر[۱۳] (۲۰۰۱) با توجه به تحقیق کارتنر[۱۴] و همکاران (۲۰۰۳)، آنان تغییرات آناتومی و مورفولوژیکی حلقه ریشه‌های درختان خزان کننده (به علت تغییرات عمق خاک) را مورد بررسی قرار دادند. بودک[۱۵] و همکاران (۲۰۰۵) فرسایش صفحه‌ای را با استفاده از روش دندروژئومورفولوژی تعیین کردند. مطالعه بر روی ریشه‌ها طی دهه اخیر در اروپا گسترش چشم‌گیری یافته است، در این راستا می‌توان به کارهای مربوط به فرسایش صفحه‌ای با استفاده از ریشه‌های رخنمون یافته درختان در اسپانیای مرکزی اشاره کرد از جمله کارهای؛ بودک و همکاران، (۲۰۰۵) و (۲۰۱۱)، استوفل[۱۶] وهمکاران (۲۰۰۵)، بولچویر[۱۷] و استوفل (۲۰۰۷)، مایر و همکاران (۲۰۱۰)، بالستروس[۱۸] و همکاران (۲۰۱۰)، روئیز[۱۹] و همکاران (۲۰۱۰)، در زمینه دندروژئومورفولوژی مطالعاتی انجام داده اند.

مالیک[۲۰] (۲۰۰۸) از حلقه‌های رشد درختان برای بررسی موضوعات و مسائلی چون لغزش‌ها، ریزش‌ها، بهمن‌ها، فرسایش و سیلاب‌ها استفاده کرده و با استفاده از تغییرات مورفولوژیکی ریشه درختان به تعیین سن گالی‌ها و تعیین مقدار فرسایش آنها در جنوب لهستان پرداخت.

مطالعات ژئومورفولوژی درختی در ایران توسط دکتر حسین‌زاده و جهادی طرقی در رابطه با بازسازی سیلاب‌ها قدیمی رودخانه سه هزار با استفاده از روش دندروژئومورفولوژی صورت گرفته است. در این پژوهش آنها نتیجه گرفتند که بازسازی سیلاب‌های قدیمی از طریق روش‌های دندروژئومورفولوژی می‌تواند داده‌های طولانی‌تری از زمان وقوع سطح سیلاب در بستر رودخانه فراهم آورد. با بررسی‌ها و نمونه‌های جمع‌آوری شده وقوع شش سیلاب بزرگ از اوایل سال ۱۳۸۰ کشف گردیده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. Zoltai and Tarnvsya
2. Shroder
3. Ives
4. Carrara and Carroll
5. Casa
6. Strunk
7. Marine and Filion
8. Danzer
9. Yamaguchi
10. Boman and Kaiser
11. Vandekerckhove
12. Gers
13. Meyer
14. Kartnr
15. Bodek
16. stoffel
17. Buchir
18. Ballesteros
19. Ruiz
20. Malick

علاوه بر بررسی‌های انجام شده، پژوهش دیگری نیز در حوضه قره چای رامیان(استان گلستان) توسط بهرامی و همکاران به منظور برآورد میزان فرسایش ورقه‌ای با استفاده از تحلیل‌های دندروژئومورفولوژیکی ریشه درختان انجام گرفته است.

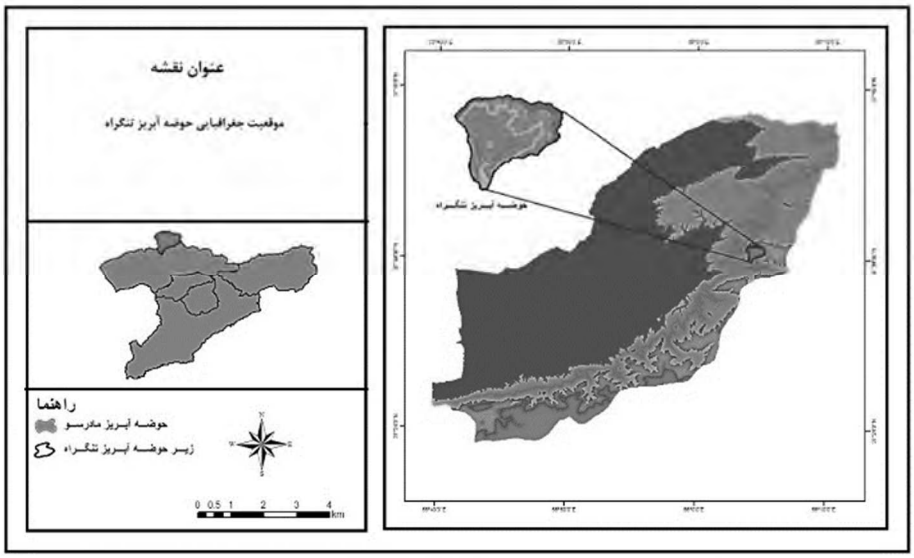
با توجه به بررسی‌های انجام شده از چهل و دو نمونه برداشت شده، مشخص شده است میانگین فرسایش سالانه از ۲۵۰ سال پیش تا زمان حال روند افزایشی داشته است که افزایش میزان فرسایش از زمان‌های بررسی شده در این تحقیق ناشی از کاهش پوشش‌گیاهی و افزایش فشار بر مراتع به دست انسان بوده است.

همچنین در این زمینه می‌توان به کار دکتر قاسم نزاد و همکاران اشاره کرد که موضوع تحقیق ایشان بازسازی فراوانی و سطح سیلابهای قدیمی رودخانه نکا با استفاده از دندرو ژئومورفولوژی است.

موقعیت جغرافیایی

محدوده حوضه آبریز تنگراه با مختصات ″۰۵′۲۴°۳۷ تا″۱۹′۲۸°۳۷ عرض شمالی و″۴۰ ′۵۱°۵۵ تا ″۵۵′۴۴°۵۵ طول شرقی در جنوب شرق استان گلستان قرار گرفته است.

حوضه‌های مورد مطالعه از نظر موقعیت نسبی از شمال به رشته کوه‌های هزار مسجد–کپه داغ، از جنوب به رشته کوه‌های البرز– بینالود و از شرق به محدوده‌ی پارک جنگلی تنگراه و از غرب به اراضی شرق شهرستان کلاله محدود می‌شود. مساحت حوضه آبریز مورد نظر ۵۴/۰۴ کیلومتر مربع و محیط آن ۳۳/۰۱ کیلومتر می‌باشد. حوضه مورد نظر از نظر سیل‌خیزی مستعد وقوع جریان‌مواد می‌باشد و بارش‌های این منطقه بیشتر متأثر از جریانات مرطوب خزری بوده و از پوشش‌گیاهی بسیار متراکمی برخوردار است. از نظر ویژگی‌های اقلیمی دارای دو بیشینه بارش بهاری و زمستانی بوده و مجموع بارش فصل زمستان آن بیش‌تر از فصل بهار است. ایستگاه تنگراه جمعاً حدود ۳۴/۹۲ درصد از بارش سالیانه خود را در فصل زمستان دریافت داشته و بارش فصل بهار آن جمعاً ۲۵/۵۳ درصد کل بارش سالیانه را دارا می‌باشد. ۳۸/۹ درصد از حوضه آبریز تنگرا از سازند چمن بید که با تناوبی از شیل و مارن است (اقا نباتی،۱۳۸۵:۲۷۴).) و ۱۴/۰۴ درصد ان از سازند مزدوران می‌باشد که بیشتر دولومیت و آهک است. در بین نهشته‌های کواترنر، نهشته‌های آبرفتی بیشترین سهم را دارند. اینها مواد فرسایشی هستند که از دامنه ارتفاعات تا نواحی پست دشت‌ها گسترده شده‌اند. نهشته‌های کواترنر به ترتیب اهمیت گسترش سطحی‌شان عبارتنداز: آبرفتها، رسوبات تبخیری ، ماسه‌های دریایی، شیب رفت‌ها، رسوبات دریاچه‌ای و یخ رفت‌ها (زمردیان،۱۳۸۵:۴۴۹).) که فقط ۰/۱۵ درصد حوضه از پادگانه‌های ابرفت‌ی قدیمی و ۰/۸۲ درصد از واحد مارنی تشکیل شده است. همانطور که مشخص است بیشترین مساحت حوضه را سازاند چمن بید تشکیل داده که منشا مناسبی برای ایجاد جریانات مواد بوده است. همچنین دهانه دره در روستای تنگراه در پوشش آبرفتی واقع شده است که این جریان از جریات اصلی حوضه مادرسو محسوب می‌شود.(جایکا۲۰۰۶).



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیای حوضه تنگراه

روش تحقیق

برای تهیه نقشه‌های مورد نیاز در مرحله اول از نقشه‌های پایه محدوده مورد مطالعه استفاده شده است؛ بدین ترتیب که نقشه‌های توپوگرافی حوضه آبریز تنگراه در محیط نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ArcGIS رقومی گردید، و بر اساس نقشه پایه نقشه‌های جدید دیگری مانند نقشه شیب، نقشه جهت شیب، نقشه آبراهه، نقشه طبقات ارتفاعی تهیه و مورد استفاده قرارگرفت.

برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و نقشه گسل‌ها از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ انتشار یافته توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور استفاده شده است.

برای تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی منطقه مورد نظر از تصاویر ماهواره‌ای کویک برد[۱]و تصاویر ماهواره‌ای لندست[۲] (۲۰۱۴) و عکس‌های هوایی جهت شناسایی و بررسی تغییرات قبل و بعد از سیلاب استفاده گردیده است. برای این منظور همچنین از عکس‌هایی هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ مربوط به سال های ۱۳۳۵ و ۱۳۴۷ چاپ شده توسط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور استفاده شده است. از تصاویر ماهواره‌ای (IRS) با قدرت تفکیک ۵/۵ متر که قسمت اعظم منطقه‌ی مورد مطالعه را پوشش داده، برای تشخیص و بررسی تغییرات منطقه و تفکیک مخروط‌افکنه‌های قدیم و جدید (در محیط نرافزاری سیستم اطلاعات جغرافیای استفاده شده است. تصاویر بزرگ مقیاس (Quick bird) با قدرت تفکیک ۰/۶ متر از سازمان جنگل و مراتع تهیه و برای تغییرات بستر و تهیه نقشه ژئومورفولوژی در محیط Arc GIS استفاده شده است. بخشی مهمی از بازدیدهای میدانی برای گردآوری نمونه‌های درختی (دندروژئومورفولوژی) انجام گرفته است، که به شرح زیر می‌باشد. بازدیدهای اولیه (از درختان زخمی شده در بستر اصلی منطقه) جهت برداشت نمونه در ماه‌های فروردین و خرداد و تیر سال و ۱۳۹۳ و اردیبهشت ۱۳۹۵ صورت گرفته است.

---

۱. Qiuck bird

۲. Landsat

در عملیات میدانی از ابزاری چون GPS برای ثبت موقعیت نمونه، متر جهت اندازه‌گیری قطر نمونه و ارّه دستی جهت برداشت نمونه، استفاده شده است. در طی عملیات برداشت نمونه، تعداد ۱۵ نمونه از درختان آسیب دیده انتخاب گردید. در هنگام نمونه‌برداری سعی گردید نمونه از داخل کانال اصلی رود تهیه شود تا از میزان احتمالی آسیب دیده‌گی‌های دیگر (آسیب دیدگی انسانی) را در آن کاهش داد و به یقین گفت آسیب دیدگی ناشی از برخورد رسوبات درشت دانه جریان‌مواد بر درختان بوده است. بعد از برداشت نمونه‌ها آنها به مدت یک ماه جهت خشک شدن در معرض نور خورشید قرار گرفتند. بعد از خشک شدن هر پانزده نمونه توسط سمباده نرم صیقل داده شده‌اند و جهت بررسی به آزمایشگاه انتقال گردیدند و با استفاده از دستگاه میکروسکوپ بطور دقیق سن آنها تعیین گردید. همینطور بازدیدهای دیگری طی چندین مرحله در فصول بهمن، اسفند و فروردین سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ و سال ۱۳۹۵جهت بررسی میزات تغییرات چشم اندازهای موفولوژیک در حوضه‌های تنگراه، همراه با عکس برداری از منطقه انجام شده است. پرسشنامه جهت مشخص کردن وقوع سیلاب‌های جریان‌مواد در سال‌های قبل ازوقوع سیلاب مورد نظر تنظیم گردید. در اثنای این تحقیق پرسشنامه‌ای در قالب ده سوال تنظیم شد که عمدتاً افراد مسن روستا مورد پرسش قرار گرفتند. تا مشخص شود در دهه‌های قبل از وقوع سیلاب‌های مخرب اخیر سیلاب دیگری در منطقه رخ داده است یا نه؟ در آخرین مرحله با تجزیه تحلیل نتایج حاصل از بازدیدهای میدانی و مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته بر روی نمونه‌های گردآوری شده و همچنین پردازش آمار و بررسی سیلاب‌های جریان‌مواد در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ و نتیجه‌گیری نهایی از این پژوهش بدست آمد.

بحث و نتایج

همانطور که گفته شد جریان‌های مواد یکی از مخاطرات متداول در نواحی کوهستانی جهان هستند و به علت سرعت بالا و توانایی پیمودن مسافت‌های طولانی، بسیار مخرب هستند. جریان‌های مواد علت برخی از بزرگترین زمین لغزه‌ها در عصر جدید بوده و قادر به دفن شهرها و کشتن ده‌ها هزار نفر در هر رخداد می‌باشند. اگرچه این رخدادهای بزرگ بسیار مخرب هستند، اما اثرات مجموع جریان‌های مواد کوچکتر در طی یک فصل مرطوب نیز می‌توانند منجر به تلفات چشمگیری شوند. بعلاوه، رشد جمعیت نیز باعث کشیده شدن مناطق مسکونی به نواحی مستعد جریان‌های مواد شده است. هرچه زمین شناسان از خطر جریان‌های مواد بیشتر آگاه می‌شوند، تحقیقات بیشتری برای درک بهتر این مخاطره انجام می‌شود. بسیاری از این مطالعات روی خصوصیات فیزیکی و فرایند جریان‌های مواد تمرکز می‌کنند که شامل موقعیت‌های زمین شناسی، مکانیزمهای تحریک کننده، فرایندهای انتقال، خصوصیات رسوب و گزینه‌های کاهش می‌باشند. با این حال یک نکته کلیدی وجود دارد که از تحلیل آن چشم پوشی شده است و آن اینکه در حال حاضر هیچ مطالعه‌ای وجود ندارد که تلفات انسانی ناشی از جریانهای مواد را بطور مستقیم بررسی و تحلیل کند (دولینگ،۲۰۳:۲۰۱۴). تجزیه و تحلیل سیل‌های ناگهانی در نواحی کوهستانی مدیترانه با چالشهای علمی خاصی مواجه است. از یک سو به علت نبود داده‌هایی با توزیع مکانی مناسب و با زمان‌های طولانی (یعنی بیشتر از ۳۰ سال) درمورد بارش‌ها یا جریان‌ها، اطلاعات کافی درمورد بارش و دبی وجود ندارد. از سوی دیگر ممکن است ایستگاه‌های جریان‌سنج در طی حوادث شدید به درستی اطلاعات را ثبت نکنند زیرا در این شرایط این ایستگاه‌ها اغلب یا دچار آسیب می‌شوند و یا دبی آب از سطح قابل ثبت فراتر می‌رود. درنتیجه داده‌های سیستماتیک در مورد این مساله موجود نبوده و این مانع توسعه دانش درمورد وقوع مکانی و زمانی این فرایند می‌گردد. تحلیل حلقه‌های رشد درختانی که تحت تاثیر سیل‌های ناگهانی قبلی قرار گرفته‌اند (یعنی دندروژئومورفولوژی)، می‌تواند رویکرد مکمل و جایگزینی برای این مساله فراهم سازد(ویلانوا وهمکاران،۳۸۳:۲۱۰).

هدف از بررسی تحلیل دندروژئومورفولوژیکی حلقه‌های ریشه درختان در این تحقیق مشخص کردن سنین سیلاب‌ها دارای جریان مواد که در دوره های قبل از سیلاب سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱در منطقه رخ داده، و همچنین بازسازی جریان مواد سیلاب‌های اخیر در حوضه آبریز تنگراه می‌باشد. بدلیل نبود ایستگاه در حوضه مورد نظر روش دندروژئومورفولوژی بهترین روش برای تخمین دقیق سیلاب‌های سنگین در این منطقه است. منطقه مورد مطالعه در یک ناحیه کوهستانی پوشیده از

جنگل قرار گرفته است، طی سالهای ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱با وقوع یک بارش ناگهانی، منطقه جریانات متفاوتی را تجربه کرده است .بدلیل همراه بوده چوب و سنگ با این جریانات درختان این منطقه آسیب بسیاری دیده‌اند. که با توجه به همین آسیب‌ها می‌توان سن دقیق این سیلاب‌ها و سیلاب‌های که در گذشته رخ داده است را مشخص کرد. نمونه‌های گرفته شده بیشتر از کنار بستر اصلی تهیه شده است ،مسلم است این درختان بیشتر تحت تاثیر سیلاب بوده اند. و همچنین با استفاده از روش دندروژدومورفولوژی حلقه‌های آسیب دیده درختان و مشخص شدن سنین زخمهای مورد نظر در منطقه، حداکثر دبی لحظه‌ای دو جریان مورد نظر با استفاده از روش مانینگ محاسبه گردیده است.

اندازه‌گیری دبی جریان سیلاب از روی شعاع هیدرولیکی با روش مانینگ

سیلاب‌ها در ای ستگاه‌های هیدرومتری اندازه‌گیری می شوند. رودخانه‌ها و م سیل‌هایی که فاقد ای ستگاه هیدرومتری هستند نیز، دارای سیل می‌باشند که برآورد دبی آن لازم می‌باشد(ولایتی،۱۳۸۶:۲۰۵).

داغاب

در این روش پس از فروکش کردن سیلاب اثر داغاب سیل بر روی پل‌ها، ساختمان‌ها، درختان و زمین علامت گذاری می‌شود. نحوه عمل به این صورت انجام گرفت که در محل اندازه‌گیری در دو قسمت مسیر سیلاب نقاط داغاب یا بالاترین نقطه در کناره بستر که سیلاب از آن عبور کرده است را مشخص نمودیم (شکل۲-۴۱). همانطور که قبلاً گفته شد در بستر رودخانه تنگراه اکثر درختان در اثنای سیلاب از بین رفته و پوشش دوباره احیاء شده‌اند به همین خاطر از درختان مسن و تنومد باقی مانده در بستر در مقاطع مشخص اندازه گیری صورت گرفته است. بالاترین داغاب سیل سال ۱۳۸۰ ارتفاع آن از کف رودخانه در مقاطع مشخص شده ۵ متر و عرض ۵۹ متر می‌باشد.

فرمول مانینگ

محاسبه دبی و سرعت سرعت جریان، از طریق فرمول مانینگ انجام شده است. برای محاسبه شعاع هیدرولیک، مقاطع عرضی برداشته شده در عملیات میدانی با مقیاس مشخص بر روی کاغذ میلی‌متری ترسیم گردید و مساحت و محیط خیس شده آن محاسبه و در فرمول قرار داده شده است. براساس فرمول مانینگ جریان مواد سال ۱۳۸ و ۱۳۸۱ به ترتیب با دبی پیک ۸۵۰/۶۴ و ۲۰۰متر مکعب بر ثانیه و ۲ با سرعت جریان ۶/۰۷ و ۳/۰۲ متر در ثانیه محاسبه شده است همانطور که از دبی سال ۱۳۸۰ مشخص است این جریان مخربتر از سیلاب سال ۱۳۸۱ می باشد و آثار جراحت بیشتری بر درختان اطراف بستر نیز بر جای گذاشته است.

$$Q = AR^{2/3}S^{1/2}/N$$

$$V = R^{2/3}S^{1/2}/N$$

شکل۲ : آثار داغاب جریان مواد سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ بر رو درختان منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق سال زخم خوردگی درختان بر طبق کاهش در روند رشد حلقه درخت و تغیر در الگوی رشد آن مشخص شد. طبق تحلیل‌های دندروژئومورفولوزیکی می‌توان گفت بیشترین تعداد زخم‌های ایجاد شده مربوط به سال ۱۳۸۰ با دبی پیک ۸۵۰/۶۴ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. این جریان مواد دارای بیشترین رکورد ثبت شده در حلقه‌های زخم خورده درختان در محدوده مطالعاتی می‌باشد. به جز این سیلاب جریان مواد سال ۱۳۸۱ نیز آثار و بقایای فراوانی را در منطقه مورد نظر برجای گذاشته است. بعد از بررسی آثار جراحت درختان در آزمایشگاه، که وقوع جریان مواد سال ۱۳۸۱ را مشخص می‌کرد، با در نظر داشتن موقعیت نمونه و بازدید میدانی مجدد از منطقه و بررسیهای جدید در مکان مشخص دبی پیک سال ۱۳۸۱ با مقدار ۲۰۰ متر مکعب بر ثانیه باسازی گردید.

اثرات سیلاب بر درختان منطقه مورد مطالعه و واکنش آن‌ها

- زخمهای پوست و چوب
- کج شدن تنه درختان
- مدفون شدن بخشی از تنه در داخل رسوبات
- ظاهر شدن ریشه ها در سطح زمین

شکل ۲: زخم شدن تنه درختان بر اثر برخورد رسوبات جریان مواد حوضه‌تنگراه

زخم‌های پوست و چوب

خراشیدگی یا کندگی روی پوست بیرونی و زخم‌های عمیق در کنده درخت از مناظر عمده در درختان است که به وسیله فرایندهای ژئومورفیک آسیب دیده‌اند. در منطقه مورد مطالعه زخم‌های ناشی از سیلاب هم بر تنه و هم بر ریشه درختان دیده می‌شود (شکل۲). فشارها و ضربات برخورد کننده بسیار شدید می‌تواند بافت سازندهای چوب را نابود ساخته و ساختار رشد در ناحیه زخمی شده را بر هم زند. پس از ایجاد زخم برای جلوگیری از خطر پوسیدگی و حمله‌ی حشرات، درخت شروع به تولید بافت پینه‌ای در حواشی زخم می‌نماید. در اثنای تولید بافت پینه‌ای، سلول‌های سازنده چوب تا ترمیم کامل زخم بطور پیوسته از حواشی زخم بر روی آن رشد می‌نمایند. بر حسب میزان شدت و انرژی سیلاب و اندازه زخم، درخت آسیب دیده به تشکیل حلقه‌ای رشد در اطراف زخم متمرکز شده در حالیکه میزان رشد در سایر بخش‌های تنه کاهش می‌یابد. در تجزیه و تحلیل‌ها می‌توان با تهیه نمونه پینه‌ای اطراف زخم‌ها و شمارش حلقه های اضافه شده در آن، به تاریخ وقوع سیلاب پی برد. طبق بررسی‌های میدانی انجام شده در منطقه مورد مطالعه آثار جراحت بر درختان به وضوح قابل مشاهده و تشخیص است (شکل۲).

شکل۳: زخم ایجاد شده در ریشه درختان در منطقه تنگراه

کج شدن تنه درختان

همان‌طور که قبلاً ذکر شـــد از عوامل دیگر جریانات مواد بر درختان کج شـــدگی آن‌ها و بیرون‌زدگی ریشـــه آنها و نمایان شدن آنان می‌باشد که در (شکل۴) قابل مشاهد است.

ظاهر شدن ریشه‌ها در سطح زمین

در اکثر نواحی حوضه آبریز تنگراه مخصوصاً در مسیر جریان سیلاب و حمل رسوبات درشت‌دانه درختان جراحت بسیاری را متحمل شده‌اند طی مشاهدات میدانی اکثر درختان این نواحی بعد از سیلاب دچار بیرون زدگی ریشه‌ها شده-اند(شکل۳). بیشتر این مورد در درختان توسکا وصنوبر اتفاق افتاده است زیرا مقاومت بیشتری از خود در برابر سیلاب نشان داده‌اند و ریشه‌های مقاوم‌تری دارندو کاملاً توسط آب حمل نشده‌اند. اکثر مواد چوبی همراه با این جریانات اکثراً درختان قدیمی و مسن و سوزنی برگ و در موارد اندک مقاوم بوده است.

شکل ۴: کج شدن تنه درختان بر اثر برخورد جریان مواد

شکل ۹: نمونه ای از ریشه زخم شده درخت در منطقه تنگراه

مراحل نمونه‌برداری درختان در منطقه مورد مطالعه

۱) مشخص کردن مختصات درخت با استفاده از GPS

۲) مشخص کردن موقعیت ژئومورفیک آن
۳) مشخص کردن موقعیت آن نسبت به درختان مجاور
۴) شرح اختلالات رشد (GD)
۵) مشخص کردن قطر درخت
۶) مشخص کردن ارتفاع درخت
۷) مشخص کردن موقعیت هسته نمونه برداری شده

معمولاً از هر درخت دو نمونه برداشته می‌شود که یکی در جهت جریان سیل‌های ناگهانی و دیگری در جهت مخالف آن است. در درختانی با ریشه‌های نمایان یا درختانی که قسمت پایه تنه آنها زیرخاک مدفون شده است، نمونه‌ها تا حد امکان از نزدیک زمین گرفته می‌شود تا بیشترین تعداد حلقه‌های درخت بدست آید. درمورد درختان کج شده، دو نمونه در ارتفاعی که در آن خمیدگی درخت بیشتر است و چوب آن متراکم‌تر از بقیه قسمت‌هاست، گرفته می‌شود. (جایی که در آن علائم آسیب در حلقه‌های درخت مشهود بوده اما هیچ حلقه‌ای بخاطر خراش از بین نرفته) و یک نمونه نیز از سمت مقابل تنه درخت گرفته می‌شود. در این تحقیق به علت نداشتن ابزار کافی از هر درخت یک نمونه تهیه شده است. مجموعا پانزده نمونه رویشی جمع آوری شد که ده نمونه مربوط به درخت صنوبر مختل شده درون کانال یا کناره آن از ریشه و ساقه و پنج نمونه مربوط به درخت توسکا در کناره‌ی کانال درحوضه تنگراه می‌باشد. نمونه‌های جمع وآری شده به مدت بیست روز در مجاورت هوای آزاد مشهد خشک شده‌اند. اکثر نمونه‌های برداشته شده از درختان تنومد و قدیمی توسکا و صنوبر تهیه شده است (شکل۵). سپس برای شفافیت بیشتر و تفکیک دقیق حلقه‌ها، سطح نمونه ها با سمباده نرم صیقلی و شمارش حلقه‌ها با استفاده از میکروسکوب و دینگو کپتر بطور دقیق مورد بررسی قرار دادیم. با توجه به شمارش حلقه‌ها براساس نوع تغییرات در حلقه‌ها و زخم‌های ایجاد شده و همچنین حلقه‌های رشد یافته در بافت پینه‌ای، سال دقیق سیلاب‌ها و سن درخت و ریشه، مشخص شده است.(جدول۱)

جدول ۱: خصوصیات نمونه های دندروژئومورفولوژی در منطقه مورد مطالعه

نوع تغییر	مختصات نمونه	نام درخت	نوع چوب	قطر درخت	سن نمونه	سال زخم خوردگی	شماره نمونه
زخم نا شی از برخورد سنگ	N37 2359 60 E55 4657 67	صنوبر	ساقه	۵۰	۱۳۵۸	۱۳۸۴	نمونه۱

خـــروج ریشه از خاک و زخم برخورد از سنگ	N37 240 00 E55 4656 95	توسکا	ریشه	۲۰	۱۳۶۴	۱۳۸۱	نمونه۲
خـــروج ریشه از خاک و زخم برخورد از سنگ	N37 2430 59 E55 4654 10	توسکا	ریشه	۳۰	۱۳۵۷	۱۳۸۰	نمونه۳
زخـــم نا شی از برخورد سنگ	N37 2440 99 E55 4654 37	صنوبر	ساقه	۶۰	۱۳۴۹	۱۳۵۰	نمونه۴
زخـــم نا شی از برخورد سنگ	N37 2470 33 E55 4655 55	توسکا	ساقه	۶۵	۱۳۴۰	۱۳۸۰	نمونه۵
زخـــم پوست و چوب و	N37 2490 25 E55 4655 71	صنوبر	ریشه	۱۵	۱۳۷۴	۱۳۸۱	نمونه۶

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

رشـد بافت پینه ای							
زخـــم پوست و چوب و رشـد بافت پینه ای	N37 2410 17 E55 4657 41	صنوبر	ریشه	۲۰	۱۳۷۰	۱۳۸۱	نمومه۷
زخـــم نا شی از برخورد سنگ	N37 2411 12 E55 4656 56	صنوبر	ساقه	۵۵	۱۳۴۴	۱۳۸۰	نمونه۸
زخـــم نا شی از برخورد سنگ	N37 2413 62 E55 4605 39	صنوبر	ساقه	۶۰	۱۳۵۵	۱۳۸۴	نمونه۹
خـــروج ریشه از خاک و زخم برخورد از سنگ	N37 2414 50 E55 4654 90	صنوبر	ریشه	۲۰	۱۳۶۱	۱۳۸۰	نمونه۱۰

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

زخـــم نا شی از برخورد سنگ	N 37 2410 12 E55 4653 95	صنوبر	ساقه	۴۵	۱۳۵۶	۱۳۸۰	نمونه۱۱
خـــروج ریشه از خاک و زخم برخورد از سنگ	N37 2410 25 E55 4653 71	صنوبر	ریشه	۶۰	۱۳۵۰	۱۳۸۰	نمونه۱۲
خـــروج ریشه از خاک و زخم برخورد از سنگ	N37 2357 46 E55 4658 21	صنوبر	ریشه	۲۰	۱۳۷۳	۱۳۸۰	نمونه۱۳
خـــروج ریشه از خاک و زخم برخورد از سنگ	N37 2359 30 E55 4654 45	توسکا	ریشه	۲۰	۱۳۶۵	۱۳۸۱	نمونه۱۴
زخـــم	N37 2410 27	توسکا	ریشه	۱۵	۱۳۷۷	۱۳۸۱	نمونه۱۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پوست و چوب و رشــد بافت پینه ای	E55 4656 30						

شکل ۱۰: تعدادی از نمونه‌های درختی مورد استفاده در تحلیل دندروژئومورفولوژی

نتایج تحلیل‌ها

حوضه کوهستانی کوچک و پر شیب تنگراه بدلیل برخورداری از یک اقلیم نیمه مرطوب تا مرطوب، شیب زیاد، گسترش سازندهای آهکی نفوذپذیر، دره‌های عمیق گسلی، پوشش انبوه جنگلی و دارا بودن خاک با ضخامت قابل توجه و تاثیر نسبتاً شدید اعمال فیزیکی و شیمیایی هوازدگی و تخریب، مستعد فرایندهایی چون جا به جایی‌های توده‌ای (لغزش،خزش...) می‌باشند. در چنین شرایطی وقوع بارش‌های شدید می‌تواند باعث افزایش حجم آب و فشار منفذی در خاک، ایجاد شکست‌های مقدماتی در دامنه و جابه‌جایی مواد تحت تاثیر نیروی جاذبه (لغزش‌های وسیع) ترکیب و مخلوط شدن مواد تجمع یافته از نواحی منشأ، و در نتیجه به حرکت در آوردن و تبدیل لغزش‌ها به جریان مواد گردد. میزان خطر و بزرگی جریان مواد وقوع یافته در قسمت‌های مختلف حوضه بستگی به میزان رسوب در دسترس از زمان آخرین جریان مواد وقوع یافته داشته، وسعت منطقه‌ی نهشته شدگی متناسب با وسعت نواحی فرسایشی می‌باشد. دندروژئومورفولوژی روش دقیقی برای بازسازی فرایندهای سیل آسا در مخروط‌های جنگلی است، و به معنی تحلیل درختانی که تحت تاثیر فعالیت ژئومورفیک گذشته قرار گرفته‌اند، می‌باشد. از اختلالات رشدی در حلقه‌های درختان برای جمع آوری اطلاعات درمورد رخدادهای قبلی جریان مواد استفاده شده است. در این تحقیق برای اطلاع از توالی تاریخی جریان مواد در منطقه از روش دندروکرونولوژی استفاده شده است. طبق بررسی‌های انجام شده بر روی نمونه‌ها گردآوری شده از منطقه تنگراه، زخم‌های ایجاد شده درنمونه شماره یک مربوط به سیلاب سال ۱۳۸۴ می‌باشد و سن آن مربوط سال ۱۳۵۸ است. زخم نمونه شماره دو مربوط به سیلاب سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۴ می‌باشد و سن آن مربوط به سال ۱۳۶۴ است و نمونه سه نیز زخم آن مربوط به سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ و سن آن مربوط به سال ۱۳۵۷ می‌باشد. نمونه شماره ۴ به سیلاب سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ تعلق دارد و سن این نمونه مربوط می‌شود به سال ۱۳۴۹، درسال ۱۳۵۰ یک زخم در آن ایجاد شده است که به احتمال زیاد مربوط به یک سانحه انسانی می‌باشد، زیرا طبق گفته اهای روستا در طی ۷۰ سال اخیر چنین سیلابی در حوضه مورد نظر دیده نشده است. نتایج آزمایشگاهی نمونه‌ها در (جدول۱) ارائه گردیده است. با بررسی ۱۵نمونه، آنچه که مشخص است زخم‌های ایجاد شده، وقوع سیلاب (جریان‌مواد) سال ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ و ۱۳۸۴ را نشان می‌دهند. طبق آمار موجود و سوالات متداول از اهل روستا آنچه که روشن است این است که چنین سیلابی در۷۰ سال گذشته رخ نداده است .

منابع:

- آقا نباتی، سید علی، چاپ دوم ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور: تهران.
- بهرامی، شهرام و محبوبی، فاطمه، ۱۳۹۰، برآورد میزان فرسایش ورقه‌ای با استفاده از تحلیل دندروژئومورفولوژیکی ریشه‌های درختان در حوضه قره‌چای رامیان، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، شماره ۷۵. ص ۱،۲.
- حسین زاده، سیدرضا و جهادی طرقی، مهناز، ۱۳۹۱، بازسازی سیلابهای قدیمی رودخانه‌ای سه هزار با استفاده از دندروژئومورفولوژی، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره دوم، ص۳۰، ۳۷
- حسین‌زاده، سیدرضا و علیرضا بیدخوری، (چاپ دوم ۱۳۸۹)، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی *GIS* (مبانی و آموزش نرم‌افزار *ArcGIS*)، انتشارات جهاددانشگاهی مشهد
- زمردیان، محمد جعفر، (چاپ چهارم ۱۳۸۷)، ژئومورفولوژی ایران، جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۲۰۰۳، تصاویر ماهواره‌ای *IRS* از منطقه مورد مطالعه
- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه‌های زمین شناسی دوزین ، با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰
- شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان، آماره‌های بارش، دما و دبی ایستگاه‌های مورد بررسی در تحقیق.
- علیزاده، امین، (چاپ سی‌ام ۱۳۸۹)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی
- ولایتی، سعداله، (چاپ دوم ۱۳۸۶)، جغرافیای آبها، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- یمانی، مجتبی، (چاپ اول ۱۳۹۲)، نقشه‌های ژئومورفولوژی، (روش‌ها و تکنیک‌ها)، موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

- *Arbellay.E., stoffel, M., and Bollschweiler, M., (2010) Dendrogeomorghic reconstruction of past debris_ flow activity using injured broad- leved trees, Earth Surf. Process. Landforms 35, 399–406 (2010).*
- *Butler, D,. Stoffel, M., 2013 John. Shroder, jr. s 1978 and 1980 papers on dendrogemorghology, Progress in Physical Geography37(5) 717–721*

- *Bollschweiler, M., Stoffel, M., Ehmisch, M., monbaron, M., 2007. Reconstructing spatio-temporal patterns of debris-flow activity using dendrogeomorphological methods, Geomorphology 87 (2007) 337–351*

- *Szymczak, s., Bollschweiler, M., Stoffel, M,. and Dikau, R., Debris-flow activity and snow avalanches in a steep watershed of the Valais Alps Dendrogeomorphic event reconstruction and identification of triggers, Geomorphology 116 (2010) 107–114*
- *Casteller, A., Stoffel, M., Crespo, S., villalba, R., 2015. Dendrogeomorphic reconstruction of flash floods in the Patagonian Andes, Geomorphology 228 (2015) 116–123*
- *Dowling, C .A., Santi, P .M., (2014), Debris Flow and their toll on Human life: a Global Analysis of Debris-Flow fatalities from 1950 to 2011, hat Hazards71: 203-227*
- *Guo, S., Xo, D., zheng, z., (2014), Estimation of Flow velocity for a Debris Flow via the tow- phase fluid model, processes geophys. Discuss.,1: 999-1021*

- *Jakob, M., Hungr, O., Debris- flow Hazards and Related Pherpemena*
- *JICA CTI Engineering International Co. Ltd., (2006), The study on flood and Debris flow in the coastal area focusing on the flood- hit Rregion In Golestan Province*
- *Lverson. R., (2014), Debris Flows: Behavior and Hazard Assessment, Geological Survery30:15-25*
- *Mayer, B., Stoffel, M., (2010), Frequency and Spread of Debris flood on fans: A Dendrogeomorghic Case Study from a Dolomite Cachment in the Austrian alps, Geomorghology118:199-206.*
- *Stoffel, M., Bollschweiler., 2008.Tree-ring analysis in natural hazards research ? an overview. HAL, Submitted on 11 Mar 2008.*
- *Stoffel, M., Bollschweiler, 2009., What tree rings can tell about earth- surface processes: teaching the principles of dendrogemorghology. Geography Compass 3/3 (2009): 1013–1037, 10.1111/j.1749-8198.2009.00223*
- *Stotts, S., Oneal, M., (2014), Exposed tree Root Analysis as a Dendrogeomorghic Approach to Estimatinig Bank Retreat at the River, Virginia. Geomorghology223: 10-18.*
- *Stoffel, M., (2010), Magnitude- freguency Relationships of Debris-flow A Cace Stady Based on field Surveys and tree-ring Records, Geomorghology116: 67-76.*
- *Takahashi, T.,(2007), Debris-flow: Mechanics, Prediction and Countermeasures, Proceedigs and Mohograghs in Engineering Wather and Earth sciences.*
- *Villanueva, v .r., herrero, a .d., (2010), dendrogeomorghic analysis of flash floods in a small ungauged mountain catchment (central spain), geomorghology118: 383-392.*
- *Yunfan, t., (2007), A Debris –flow Simulation Model for the Evaluation of Protection Structures, Journal of Mountain Science Vol4 no3: 193-202.*