



## چکیده

این تحقیق به منظور بررسی علل سیل‌گیری روستای فرطان از توابع شهرستان اسفراین و معرفی کارایی ژئومورفولوژی در ارائه روش‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب، انجام شد. با توجه به وضع موجود، در ارائه راهکارهای کنترل سیل عمدتاً از روش‌های سازه‌ای به ویژه طراحی کانال‌ها، پل‌ها و مخزن تأخیری استفاده شد. به منظور طراحی این سازه‌ها ابتدا با استفاده از رابطه دیکن<sup>۱</sup> و با توجه به آمار ایستگاه هیدرومتری رودخانه بیدواز، دبی حداکثر لحظه‌ای سیلاب سالانه با دوره‌های بازگشت مختلف به دست آمد. سپس با استفاده از رابطه مانتینگ<sup>۲</sup> ابعاد مقاطع سازه‌ها جهت عبور سیلاب با دوره بازگشت ۵ و ۵۰۰ ساله تعیین گردید و در نهایت از حاصلضرب سرعت متوسط جریان با مساحت مقطع، دبی آنها در این سیلابها تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد که غیر از شرایط طبیعی چون رژیم بارش، نفوذناپذیری سازندها، تراکم زهکشی، فقر پوشش گیاهی و شیب دامنه‌ها، عوامل انسانی نظیر نحوه استقرار و توسعه روستا روی واحد مخروط افکنه، تغییر مسیر و تلفیق آبراهه‌ها، قوس‌های غیرضروری در کانال‌ها و عدم توجه به بیشترین بارندگی محتمل<sup>۳</sup> در احداث سازه‌ها، مسبب تشدید سیل‌گیری روستا بوده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که هرگونه تغییری در ابعاد، انواع و شکل هندسی شبکه زهکشی حوضه‌های آبخیز باید با لحاظ نمودن مبانی نظری دانش ژئومورفولوژی انجام گیرد و این گرایش از جغرافیای طبیعی از توان بالایی در پیشنهاد روش‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: روستای فرطان، کنترل سیلاب، روش‌های سازه‌ای، ژئومورفولوژی، مناطق روستایی.

## مقدمه

سیل همواره به عنوان یکی از مهمترین مخاطرات محیطی مطرح بوده است که خواسته و ناخواسته زندگی انسانها را در معرض خطر قرار داده است. (اسمیت، ترجمه ابراهیم مقیمی، ۱۳۸۲) با توجه به این که بسیاری از روستاهای مناطق خشک و نیمه خشک کشورمان در کنار رودخانه‌ها و مسیل‌ها واقع شده‌اند، خطر وقوع سیل در آنها دائمی است. (مقیمی، ۱۳۸۵) علاوه بر ویژگی‌های طبیعی، امروزه به دلیل دخالت‌های انسانی، ضریب سیل‌خیزی حوضه‌ها تغییر یافته و موجب کاهش دوره بازگشت آنها شده است. فعالیت بشر به شکل ساخت و ساز در بستر سیلابی آبراهه‌ها و تجاوز به حریم آنها، موجب کاهش نفوذپذیری و ظرفیت طبیعی آبراهه شده است. به این ترتیب محدوده‌ای از سیلابدشت که زمان طغیان زیرآب می‌رود، گسترده‌تر می‌گردد. مجموعه شرایط و عوامل نامبرده سبب بزرگی طغیان و افزایش انتقال رسوباتی می‌شود که با رسوبگذاری آنها، ظرفیت بستر آبراهه، مسیل‌ها و سازه‌های هیدرولیکی نظیر پل‌ها و کانال‌ها کاهش می‌یابد. آنچه که به هنگام وقوع سیلاب منجر به تخریب و تلفات جانی می‌شود، دینامیک آبهای جاری و فرآیندهای فرسایشی حاصل از آن می‌باشد. اصولاً جریان آب به صورت رشته‌های باریک یا ضخیمی شکل می‌گیرد که اصطلاحاً «نخ آب» نامیده می‌شوند. این نخ آبها برحسب «سرعت جریان» ممکن است به صورت «صفحه‌ای» یا «منقلب» جابجا شوند. در حالت صفحه‌ای، نخ آبهای کم و بیش سریع به صورت موازی حرکت می‌کنند و به صورت لغزش صفحات آب بر روی یکدیگر ظاهر می‌شوند. (محمودی، ۱۳۷۴)

در اثنای طغیان‌ها، نخ آب‌ها، مسیرهای پیچیده گردابی با محور عمودی را دنبال و با جریان عمومی آب جابجا می‌شوند. چون در اثر اختلاف نیرو بی‌نظمی‌هایی در حرکت نخ آبها به وجود می‌آید، لذا گروهی از آنها غالباً در حالت سکون قرار می‌گیرند. این نخ آبها در مجاور کف بستر به جریانی افقی تبدیل می‌شوند (صدقات و معماریان، ۱۳۸۱) (نگاره ۱)

فرآیندهای مجاری رود آبرفتی، در تحلیلی نهایی به کاوش، حمل و رسوبگذاری محدود می‌شوند که تقریباً تمام فعالیت‌های فرسایشی آبهای جاری، حاصل کیفیت متلاطم آنها است. (کوک و دورکمپ، ترجمه شاپورگودرزی‌نژاد، ۱۳۷۷)

هنگام جریان رود، انرژی پتانسیل<sup>۴</sup> (معادله ۱) به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود که رود را قادر می‌سازد تا سایش و سایر اعمالش را انجام دهد. (معادله ۲)

# روش‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب با توجه به قابلیت‌های ژئومورفولوژیک در مناطق روستایی

مطالعه موردی:

روستای فرطان

از توابع شهرستان اسفراین

دکتر تیمور جعفری

مدرس جغرافیا در مرکز تربیت معلم امام جعفرصادق(ع)

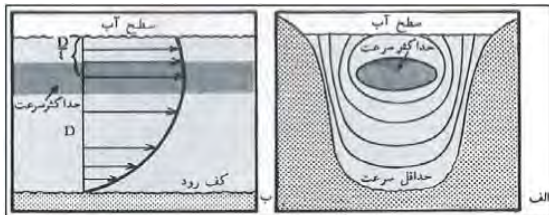
بجنورد



می‌شود که در فرمول مانینگ جهت تعیین میانگین سرعت رود ( $V$ ) در یک مقطع خاص از آبراهه به کار می‌رود:

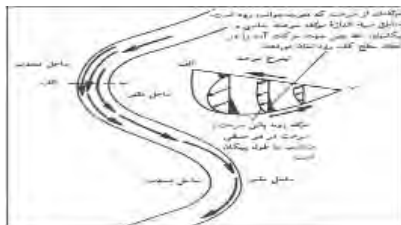
$$(\bar{V}) = K \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \quad (\text{معادله ۷})$$

سرعت جریان در مقطع یک رودخانه متغیر است. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که در یک رودخانه مستقیم بیشترین سرعت جریان در مرکز و نزدیک سطح آب، تا حدود یک چهارم عمق آن است (نگاره ۳).

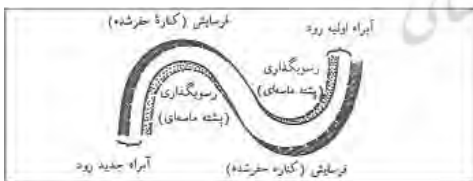


**نگاره (۳): تغییرات سرعت رود نسبت به عمق (الف) مقطع عمود بر جریان رود. منحنی‌ها نقاط هم سرعت را به هم وصل می‌کنند. (ب) مقطع موازی جریان رود. سرعت بیشینه تقریباً در عمق یک چهارم، در زیر سطح آب قرار دارد. طول پیکان‌ها متناسب با سرعت است.**

نگاره سطح مقطع آبراه رود نیز بر سرعت آب مؤثر است. وقتی مسیر رودخانه یا کانال دارای انحنا باشد، بیشترین سرعت از وسط به طرف دیواره‌ی مقعر آن منتقل می‌شود (نگاره ۴) در دیواره مقعر رودخانه فرسایش از نوع عمل حفر و کاوش و در دیواره محدب آن از نوع تراکم و رسوبگذاری خواهد بود که اگر این آبراه یک کانال باشد، در چنین شرایطی از عملکرد اصلی خود که هدایت و انتقال رواناب است، خارج خواهد شد (نگاره ۵)



**نگاره (۴): تغییرات اندازه و جهت سرعت رود در امتداد یک پیچان رود.**



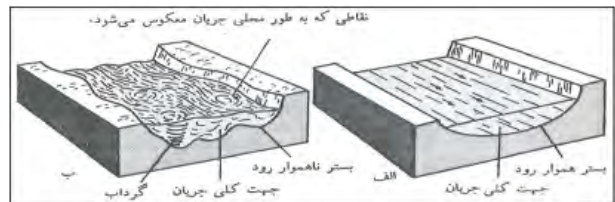
**نگاره (۵) تغییر در مکانیزم فرسایشی کناره‌ها و بستر رودخانه بر اثر تفاوت در خط حداکثر سرعت آب**

روستای فرطان از جمله سکونتگاه‌هایی است که، طی دهه اخیر دو بار با خطر طبیعی سیل مواجه شده است. در آخرین سیلاب که در مورخه ۱۳۸۶/۰۱/۱۶ رخ داد، تعداد ۴ نفر کشته شدند و خسارات مالی فراوانی به ساکنان آن وارد شد. (ستاد حوادث غیرمترقبه استان خراسان شمالی، ۱۳۸۶)

هدف از انجام این تحقیق شناسایی مهمترین عوامل تشدید کننده سیل‌گیری سکونتگاه و معرفی قابلیت دانش ژئومورفولوژی در ارائه

(معادله ۱)  $E_p = mgh$   
که در آن؛  $E_p$  = انرژی پتانسیل،  $m$  = جرم آب،  $g$  = شتاب جاذبه‌ای و  $h$  = ارتفاع از سطح اساس است.

(معادله ۲)  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$   
که در آن؛  $E_k$  = انرژی جنبشی،  $m$  = جرم آب و  $v$  = سرعت جریان می‌باشد.



**نگاره ۱: انواع جریان رود. (الف) جریان صفحه‌ای (ب) جریان منقلب (متلاطم)**

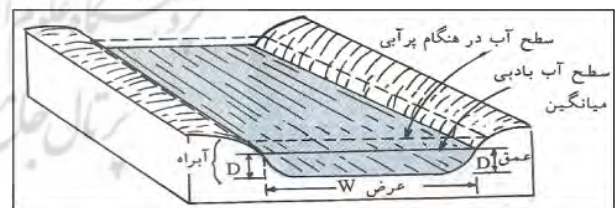
نیروی آبی که مواد را از بستر یا کناره رود جدا می‌سازد، به نیروهای تولید شده و کارآیی عمومی آنها در غلبه بر نیروهای مقاومت برشی، وابسته است. نیروی مولد حرکت ( $t$ ) فشار برشی<sup>۶</sup> نامیده می‌شود. فشار برشی ( $t_0$ )، تابع وزن مخصوص مایع ( $Q$ ) (برای آب صاف ۱۰۰۰ کیلوگرم در مترمکعب) و میانگین شعاع هیدرولیک ( $R$ ) و شیب ( $S$ ) مجرا می‌باشد.

(معادله ۳)  $t_0 = gRS$   
شعاع هیدرولیک جریان ( $R$ )، از حاصل بخش مساحت مقطع یا مساحت برش عرضی ( $A$ ) بر محیط مرطوب شده آبراه رود، به دست می‌آید:

$$R = \frac{A}{WP} \quad (\text{معادله ۴})$$

در مقاطع دوزنقه‌ای مساحت برش عرضی ( $A$ )، بدین صورت به دست می‌آید. (نگاره ۲)

$$\frac{1}{2} \text{قاعده بزرگ} \times \text{ارتفاع} = \text{مساحت برش عرضی} \quad (\text{معادله ۵})$$



**نگاره ۲: محیط تر شده آبراه رود. با بالا آمدن سطح آب رود هنگام پرآبی به عمق و عرض آن افزوده می‌شود.**

در این مقاطع محیط مرطوب شده ( $WP$ )، نیز به این صورت محاسبه می‌گردد (صداقت و معاریان، ۱۳۸۱):

$$WP = D + W + D \quad (\text{معادله ۶})$$

وقتی شیب مجرا ( $S$ ) کم، و محیط مرطوب در مقایسه با مساحت برش عرضی مجرا بزرگ باشد، حداقل فرسایش بستر پدید می‌آید.

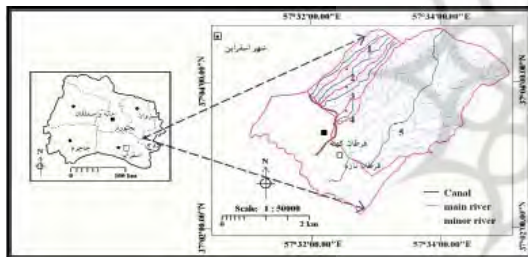
عوامل متعددی در ایجاد تلاطم مؤثرند. از جمله ناهمواری (زبری) بستر رود. این ناهمواری معمولاً با «ضریب ناهمواری مانینگ» ( $n$ ) نشان داده



خراسان شمالی، در قالب مطالعات تعیین حریم و بستر رودخانه بیدواز اسفراین و ساماندهی رودخانه بیدواز در محدوده شهر اسفراین است. با این وجود، مطالعه جامعی در ارتباط با علل سیل‌گیری این روستا و کارایی ژئومورفولوژی در ارائه روش‌ها به ویژه روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب مبتنی بر روش‌های تجربی محاسبه‌ی دبی جریان، در حوضه‌های فاقد ایستگاه هیدرومتری و از جمله زیرحوضه‌های مطالعاتی، ضروری به نظر می‌رسد.

### محدوده مورد مطالعه

در این تحقیق زیرحوضه‌های پنجگانه بالاتر از روستای فرطان با موقعیت ریاضی  $02^{\circ}$  و  $37^{\circ}$  تا  $04^{\circ}$  و  $37^{\circ}$  عرض شمالی و  $31^{\circ}$  و  $57^{\circ}$  تا  $35^{\circ}$  و  $57^{\circ}$  طول شرقی و با مساحتی حدود  $9/97$  کیلومترمربع، در جنوب شرقی شهر اسفراین مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. بیشترین شیب خالص آبراهه اصلی مربوط به زیرحوضه ۱ و برابر با  $10/91\%$ ، کمترین و بیشترین زمان تمرکز<sup>۱۲</sup> و با روش کریچ<sup>۱۳</sup>، مربوط به زیرحوضه‌های ۴ و ۵ به ترتیب برابر  $0/14$  و  $0/49$  ساعت، بیشترین درجه تراکم شبکه آبراهه‌ها مربوط به زیرحوضه ۲ و برابر با  $9/123 \text{ Km/Km}^2$  و کمترین نسبت انشعاب<sup>۱۴</sup> مربوط به زیرحوضه ۱ و برابر با  $1/33$  می‌باشد. براساس منحنی هیسومتری بی بعد، بیشترین فرسایش در سطح این زیرحوضه‌ها مربوط به زیرحوضه شماره ۱ می‌باشد.



### نگاره (۶): موقعیت جغرافیایی روستای فرطان و زیرحوضه‌های بالای آن در شهرستان اسفراین و استان خراسان شمالی.

### مواد و روش‌ها

از آن جا که هدف اصلی تحقیق، معرفی قابلیت ژئومورفولوژی در ارائه روش‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب و بررسی تحلیلی عوامل مؤثر در سیل‌گیری روستای فرطان به عنوان مطالعه موردی بوده، از این رو عوامل مورد بررسی، روش‌ها، تکنیک‌ها و ابزارهای تحقیق به شرح زیر انتخاب گردیدند: به منظور دستیابی به اطلاعات اولیه و ضروری در ارتباط با علل سیل‌گیری روستا نخست با تهیه نقشه‌های تفصیلی روستا، توپوگرافی، زمین‌شناسی، عکس‌های هوایی قدیم و جدید و تصاویر ماهواره‌ای رنگی کاذب<sup>۱۵</sup>، به مطالعات میدانی از روستا و زیرحوضه‌های بالایی آن پرداخته شد. در ضمن سیلابدشته‌ها و نقاط سیل‌گیر، روی عکسهای هوایی جدید مشخص و محدوده آنها توسط دستگاه سیستم موقعیت یاب جهانی GPS<sup>۱۶</sup>، برداشت شد.

پس از بررسی میدانی، با استناد به مبانی نظری تحقیق، به مطالعه وضع موجود عوامل مؤثر در قالب عوامل طبیعی و انسانی به شرح زیر پرداخته شد: - **زمین‌شناسی:** شامل چینه‌شناسی و جنس سازندها، زمین‌شناسی ساختمانی

روش‌های سازه‌ای جهت کنترل سیلاب به ویژه در مناطق روستایی است. تأثیر فعالیت‌های انسانی در برهم زدن تعادل محیط طبیعی و تشدید سیل‌گیری روستا و کارایی ژئومورفولوژی در ارائه روش‌ها به ویژه روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب، فرضیه‌های این تحقیق را تشکیل داده‌اند. تاکنون مطالعات زیادی در داخل و خارج از کشور در ارتباط با علل سیل‌گیری و راه‌های کنترل آن انجام شده است. در سطح جهان می‌توان به تحقیقات انجام گرفته زیر اشاره نمود:

سابقه روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب، به چند هزار سال می‌رسد. برای مثال سد کفرا در مصر در ۴۶۰۰ سال پیش به منظور کنترل سیلاب در حال احداث بوده که در اثر سیلاب تخریب گردید. در سال ۱۹۸۷ به منظور کنترل سیل در شهر تاپیه، خاکریزی همراه ایستگاه پمپاژ سیل موسوم به یو-چنگ<sup>۱۷</sup> با هفت پمپ بزرگ، هر یک با ظرفیت پمپاژ  $26.3 \text{ m}^3/\text{S}$  در شرق آن، به منظور پمپاژ سیلاب‌های بارش‌های موسمی در رودخانه دانشویی<sup>۱۸</sup> به داخل رودخانه‌ی کلونگ<sup>۱۹</sup>، احداث شد. (چانگ و همکاران، ۲۰۰۸)

لوکس (۱۹۸۱)، با رونمایی سیل، تأثیر مخازن را در مهار سیلاب و کاهش خسارت آن در حوضه را از لحاظ اقتصادی مطالعه نموده است. (کارآموز و همکاران، ۱۳۸۵). چانگ و همکاران (۲۰۰۸)، شبکه عصبی فازی را برای سیستم کنترل سیلاب شهر تاپیه توسعه دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که، شبکه فازی دارای ساختار اساسی ساده با قابلیت یادگیری مؤثر به منظور اتخاذ استراتژی انسانی است و توانایی بالقوه‌ای در بکارگیری سیستم کنترل سیلاب دارد. (چانگ و همکاران، ۲۰۰۸) رملان و بابان (۲۰۰۸)، رویکردی تلفیقی براساس سامانه اطلاعات جغرافیایی در ایندیای غربی ترینیداد را توسعه دادند و به این نتایج دست یافتند که، غیر از قطع درختان و از بین بردن پوشش گیاهی، کشاورزی ضعیف و توسعه کنترل نشده در سیلابدشته‌ها از عوامل دیگر بروز سیلاب هستند و تحلیل‌های GIS، توسعه راهکارهای کاهش خطر سیل را که خیلی شبیه به توجیه تغییرات پیش‌بینی شده در حوضه‌های زهکشی هستند، سرعت می‌بخشد. (رملان و بابان، ۲۰۰۸)

غیور (۱۳۷۷)، عوامل پیدایش سیلاب در ایران را به دو گروه طبیعی و انسانی تقسیم می‌کند. از نظر او دخالت و دستکاری در مسیل‌ها و آبگذرها، اشغال مسیل‌ها و حریم نهایی رودخانه‌ها و تغییر بدون ضابطه در پوشش سطحی زمین، جزء مهمترین عوامل بروز سیلاب در کشورمان هستند. (غیور، ۱۳۷۷)

آل شیخ و همکاران (۱۳۸۲)، با استفاده از تلفیق نقشه‌های شیب، قابلیت اراضی، نفوذپذیری سطحی، واحدهای کواترنر و ضخامت آبرفت در قالب مدل‌های منطق بولین، شاخص همپوشانی نقشه‌ها و منطق فازی در محیط GIS و مقایسه آنها با عرصه‌های کنترلی (عرصه‌های اجرا شده توسط وزارت جهاد کشاورزی)، نقشه مکان‌های مناسب پخش سیلاب در هر مدل را تهیه کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که اپراتورهای گامی  $0/1$  و  $0/2$  و Product از مدل منطق فازی، بیشترین همپوشانی را با عرصه‌های کنترلی داشته و بهترین مدل تلفیق برای تعیین مکان‌های مناسب پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه هستند. (آل شیخ و همکاران، ۱۳۸۲)

مطالعات انجام شده در مورد سیلاب‌های منطقه شامل مطالعات انجام گرفته شرکت‌های مهندسی مشاور با کارفرمایی شرکت آب منطقه‌ای



و نفوذپذیری سازندها.

– **اقلیم شناسی:** در این بخش ضمن مطالعه عناصر آب و هوایی، تهیه نمودارهای اقلیمی و طبقه‌بندی آب و هوایی، در مبحث بارش میانگین بارش ماهانه، فصلی و سالانه، حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته منطقه با دوره‌های بازگشت مختلف و منحنی‌های شدت-مدت- فراوانی<sup>۱۷</sup> در دوره‌های بازگشت مختلف تهیه شد.

– **خاک و اجزاء واحدهای اراضی:** شامل رژیم رطوبتی و حرارتی خاک، منابع اراضی، بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها و وضعیت بهره‌برداری از اراضی در حال حاضر.

– **ژئومورفولوژی:** در این بخش با انجام کارهای میدانی و تفسیر عکس‌های هوایی، نظام ناهمواریها در محدوده مورد مطالعه شامل اشکال عمده ژئومورفولوژی در واحدهای کوهستان، تپه ماهور و دشت و فرایندهای غالب ژئومورفولوژی از نقطه نظر فرسایش و عوامل مؤثر در آن مورد بررسی قرار گرفتند.

– **پوشش گیاهی و کاربری اراضی منطقه:** ابتدا با استفاده از روش «فاکتور شاخص مطلوب» (O.I.F)<sup>۱۸</sup> مناسب‌ترین ترکیب باندی به منظور ایجاد یک ترکیب رنگی کاذب و طبقه‌بندی رقومی، بدست آمد و با روش «طبقه‌بندی کننده جعبه‌ای»<sup>۱۹</sup>، طبقه‌بندی نظارت شده از پوشش- کاربری اراضی منطقه انجام شد. همچنین با استفاده از داده‌های رقومی باندهای قرمز و مادون قرمز سنجنده ETM+ ماهواره لندست و استفاده از شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)<sup>۲۰</sup> در نرم‌افزار Ilwis، تراکم پوشش گیاهی زیرحوضه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. (علوی پناه، ۱۳۸۲)

– **فیزیوگرافی و توپوگرافی:** با توجه به وضعیت توپوگرافی، به منظور مطالعه دقیق و ارائه روش‌های مناسب کنترل سیلاب، زیرحوضه‌ها به دو ناحیه تقسیم شدند. در ناحیه یک زیرحوضه‌های شماره ۱ و ۳ و ۴ و در ناحیه دو زیرحوضه شماره ۵ قرار گرفت. (نگاره ۷)

در بین فاکتورهای توپوگرافیک شیب متوسط، نسبت ناهمواری، سطوح ارتفاعی و روند ناهمواری و در بین فاکتورهای فیزیوگرافیک درجه تراکم شبکه آبراهه‌ها، نسبت انشعاب، ویژگی‌های هندسی شامل مساحت، محیط، طول آبراهه اصلی، شکل، زمان تمرکز و نیمرخ طولی و شیب آبراهه‌ها در زیرحوضه‌ها به دقت مورد بررسی قرار گرفتند.



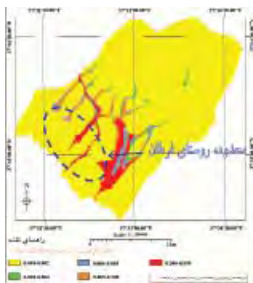
**نگاره ۷: موقعیت زیرحوضه‌های پنج گانه بالاتر از روستای فرطان**

**هیدرولوژی:** در این بخش به برآورد حجم بارش، حجم رواناب و دبی سیلاب زیرحوضه‌ها برای دوره‌های با بازگشت ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله پرداخته شد. با توجه به فقدان ایستگاه هیدرومتری در زیرحوضه‌ها، به منظور برآورد حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب‌ها با دوره بازگشت مختلف

در آنها، از آمار ایستگاه هیدرومتری بیدواز در دوره آماری (۵۵-۵۴ الی ۸۲-۸۱) در مجاورت آنها، استفاده شد. در ادامه جهت شناخت بیشتر و تصمیم‌گیری در ارتباط با روش‌های کنترل سیلاب به شناسایی روستا از نقطه‌نظر ویژگی‌های طبیعی و انسانی، نحوه شکل‌گیری، رشد و توسعه روستا، مالکیت اراضی و شبکه‌های ارتباطی در محدوده سازه‌های پیشنهادی و آسیب‌شناسی موقع و مقر روستا در نظام طبیعی محدوده مطالعاتی، پرداخته شد. با توجه به تفاوت زیرحوضه‌ها از نظر سیل‌خیزی، جهت مدیریت بهتر و اولویت دهی در کنترل سیل، اقدام به رتبه‌بندی سیل‌خیزی زیرحوضه‌ها با مدل مکانیابی فازی اشتراک<sup>۲۱</sup> شد.

(معادله ۸) فازی اشتراک  $\mu_{A \cap B}(X) = \min\{\mu_A(X), \mu_B(X)\}$  ←  
از تلفیق نقشه‌های وزنی وضعیت پوشش گیاهی، جنس خاک، شیب دامنه‌ها، وضعیت شبکه آبراهه‌ها، ارتفاع و وجه شیب دامنه‌ها با ماهیت Class، نقشه وزنی تهیه و با در نظر گرفتن مجموع وزنه‌های ۰/۵ و بیشتر در هر پیکسل، زیرحوضه‌ها رتبه‌بندی شدند (جدول ۱).

به منظور شناسایی نقاط نامن و آسیب‌پذیر در برابر مخاطره سیل و اتخاذ استراتژی‌های مناسب جهت مقابله با آن، اقدام به تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر سیل‌گیری روستا و بخش پایین رود زیرحوضه‌های بالایی آن، با استفاده از مدل مکانیابی منطق فازی اشتراک شد. از تلفیق لایه‌های وزنی با ماهیت Class سازندهای کوآترنر، شیب دامنه‌ها، وضعیت شبکه آبراهه‌ها، ارتفاع، واحدهای ژئومورفولوژی و فاصله از مسیل‌ها، نقشه‌وزنی حاصل و سپس طبقه‌بندی شد. در این نقشه نقاط سیل‌گیر با طبقه وزنی بیشتر و رنگ قرمز مشخص شده‌اند. (نگاره ۸)

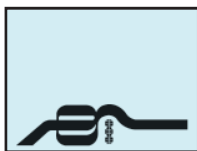


**نگاره ۸: نقشه پهنه‌بندی سیل‌گیری روستای فرطان و بخش پایین رود زیرحوضه‌های بالایی آن براساس مدل فازی اشتراک**

با توجه به اینکه در وضع موجود کلیه آبراهه‌های بالایی روستای فرطان ضمن تلفیق، به سمت کانال فاقد ظرفیت عبور رواناب بارش‌های رگباری هدایت شده بودند (نگاره ۹)، در این مطالعه تا حد امکان از تلفیق آنها جلوگیری شد. بدین منظور منطقه سیل‌خیز به دو ناحیه تقسیم شد. در ناحیه یک، رواناب زیرحوضه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ توسط کانالی با مقطع مرکب<sup>۲۲</sup> جمع‌آوری و به پایین دست روستا هدایت شد. در ناحیه دو، رواناب زیرحوضه پنج به سمت مخزن پیشنهادی در منطقه هدایت و پس از پرشدن، آب مازاد توسط سازه سرریز مخزن به کانال پایین دست آن هدایت و از منطقه خارج می‌گردد (نگاره ۱۰). پس از تقسیم نقاط سیل‌خیز به دو ناحیه، راهکارهای لازم جهت کنترل سیل آنها به دو روش غیرسازه‌ای و سازه‌ای ارائه شد.

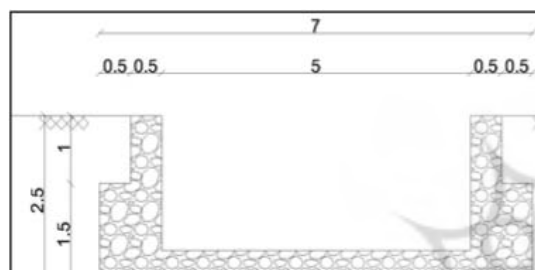
### الف- روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب

با توجه به اینکه پوشش گیاهی باعث کاهش سرعت برخورد قطرات

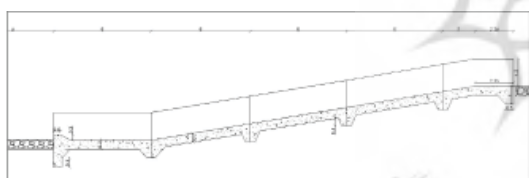


جدول ۱: رتبه‌بندی زیرحوضه‌ها نسبت به استعداد در برابر سیل‌خیزی براساس مدل فازی اشتراک

طبقات وزنی زیرحوضه	۰/۰۱-۰/۰۲۵	۰/۰۲۵-۰/۰۵	۰/۰۵-۰/۰۹	۰/۰۹-۰/۰۲۵	۰/۰۲۵-۰/۰۳	۰/۰۳-۰/۰۵	۰/۰۵-۰/۰۶	۰/۰۶-۰/۰۷	۰/۰۷-۰/۰۷۵	۰/۰۷۵-۰/۰۸	۰/۰۸-۰/۰۸۵	۰/۰۸۵-۰/۰۹۹۹	مجموع وزنی‌های بیش از ۰/۵ به درصد	رتبه زیرحوضه از نظر سیل‌خیزی
زیرحوضه ۱ (%)	۲/۶	۱۶/۲۶	۰/۶۹	۱۶/۲۶	۰	۱۶/۲۶	۲۰/۹۳	۱۸/۵۱	۰	۲۲/۸۴	۰	۱/۹	۴۵/۶۷	۱
زیرحوضه ۲ (%)	۱/۲۵	۱۵/۵	۲/۱۳	۱۱/۳۸	۰	۲۸/۶۳	۹/۲۵	۲۸/۶۳	۰/۱۳	۲۸/۵	۰/۱۳	۳/۱۳	۴۱/۱۴	۲
زیرحوضه ۳ (%)	۱/۲	۲۳/۲۱	۰/۹۶	۱۳/۲۸	۰/۱۲	۳۳/۳۷	۷/۳	۳۳/۳۷	۰/۸۴	۱۷/۹۴	۰	۱/۶۷	۲۷/۸۷	۴
زیرحوضه ۴ (%)	۲/۴۴	۴۹/۲۷	۰/۴۹	۱۵/۶۱	۰	۳۲/۲	۰	۳۲/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۵
زیرحوضه ۵ (%)	۲/۳۳	۲۳/۴۲	۳/۰۸	۱۳/۲۲	۰/۳۱	۲۰/۶۶	۱۳	۲۰/۶۶	۱/۱۹	۲۰/۶	۰/۵۳	۱/۶۶	۳۶/۹۹	۳



نگاره ۱۲: مقطع کانال انتقال از انتهای کانال مرکب تا پل اول و بعد از آن



نگاره ۱۳: مقطع طولی کانال بتنی با شیب تند (شوت) ورودی به مخزن تأخیری

#### ب- روش‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب<sup>۲۴</sup>

با توجه به شرایط حاکم محیطی، مهمترین روش‌های سازه‌ای به شرح زیر ارائه شدند:

#### ۱- اصلاح و بهسازی مسیر آبراهه‌ها

اصلاح و بهسازی مسیر آبراهه‌ها سبب کاهش تراز سیل و افزایش گذردهی مسیل‌ها می‌شود که با استناد به مبانی نظری ژئومورفولوژی در خصوص فرآیندهای آبراهه‌ای پیشنهادها زیر ارائه شدند:

الف- پاکسازی مسیر آبراهه‌ها به ویژه خروجی آنها از عوامل و موانع موجود در بستر و سیلابدشت اعم از پوشش‌های گیاهی، انباشته‌های رسوبی و اصلاح ساختار هیدرولوژیکی سازه‌های متقاطع.

ب- حذف قوس‌ها و ایجاد راستای مناسب<sup>۲۵</sup> با حفاظت مسیر، به منظور افزایش ظرفیت انتقال مسیل‌ها.

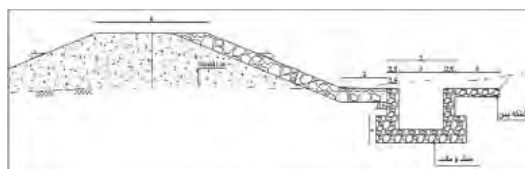
باران و افزایش نفوذپذیری رواناب می‌گردد، در این روش اقدامات بیولوژیکی نظیر کاشت گونه‌های شورپسند<sup>۳۳</sup> و ممانعت از چرای دام‌ها در زیرحوضه‌های بالایی پیشنهاد شد.



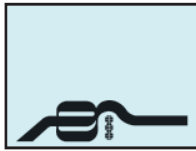
نگاره ۹: وضع موجود تلفیق آبراهه اصلی زیرحوضه‌ها که با رنگ مشکی مشخص شده است.



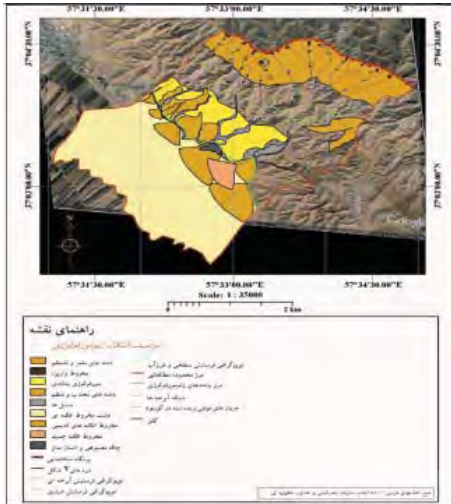
نگاره ۱۰: نحوه‌ی تلفیق آبراهه‌ها، انحراف آنها، مسیر و محل کانال‌ها در طرح پیشنهادی



نگاره ۱۱: مقطع کانال مرکب ناحیه شماره یک با نگاه از جنوب به شمال. حدود ۱ متر ارتفاع آزاد برای عبور سیلابهای ۵۰۰ ساله در نظر گرفته شده است.

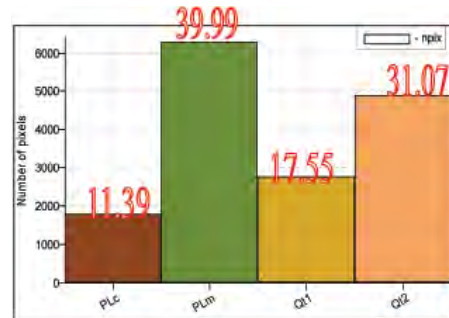


است که با این روش جریان سیلاب در عرض معینی از آبراهه محدود شده و مانع از گسترش سیلابدشت می‌شود.



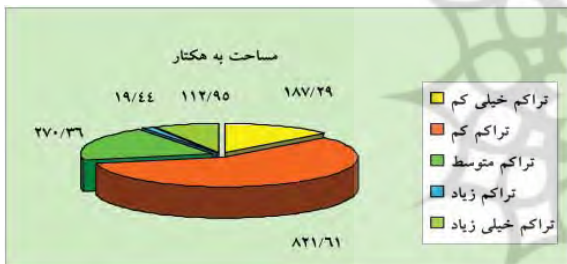
پ- تثبیت و کنترل شاخه‌های پرسوب جهت جلوگیری از تراکم رسوبات و کاهش توان انتقال رواناب در آنها.

ت- تثبیت کناره‌ها و شیب‌های ناپایدار با روش‌هایی چون دیوارهای ساحلی طولی، پوشش حفاظتی ژئوتکتایل و پوشش سنگفرش  
ث- تثبیت و حفاظت بستر با احداث شیب‌شکن به منظور افزایش ماندگاری، کاهش سرعت رواناب و جلوگیری از حفر و کاوش.



#### نگاره ۱۴: نمودار ستونی مربوط به نقشه سنگ‌شناسی زیرحوضه‌های بالایی روستای فاران به درصد

#### نگاره ۱۵: نقشه ژئومورفولوژی و اشکال فرسایشی محدوده مطالعاتی



#### ۲- ایجاد مخزن تأخیری

وضعیت توپوگرافی<sup>۲۶</sup> بخش پایین رود<sup>۲۷</sup> زیرحوضه شماره ۵، ویژگی ژئومورفولوژیکی، وسعت زیاد، غیرزراعی و غیرمسکونی بودن و دبی زیاد مسیل‌های منتهی به آن، زمینه را برای پیشنهاد مخزنی تأخیری در آبراهه آن فراهم نمود. این مخزن ضمن کاهش سرعت رواناب و رسوبگذاری بارهای بستری و معلق، باعث نگهداری، نفوذ و کاهش دبی رواناب شده و زمان حرکت آن در پیرامون روستا را به تأخیر می‌اندازد. این مخزن به عنوان یک سطح اساس محلی محل تراکم رسوبات رواناب شده و به شرط برداشت کنترل شده، تأمین کننده بخشی از مصالح قرضه مورد نیاز امور عمرانی می‌باشد. تراز فوقانی این مخزن منطبق با سطح توپوگرافی واحد ژئومورفولوژیکی مخروط‌افکنه پیشنهاد شد و از ایجاد خاکریز جهت پیشگیری‌های بعدی، جلوگیری گردید.

#### نگاره ۱۶: نمودار درصد مساحت هریک از طبقات شاخص تراکم پوشش گیاهی در منطقه



#### ۳- انحراف سیلاب

این روش از بهترین و اقتصادی‌ترین روش‌های مهار سیلاب بوده و سابقه آن به صدها سال پیش در کشور چین برمی‌گردد. با انحراف سیلاب، خطرهای ناشی از آن در سرتاسر بازه مورد نظر از آبراهه برطرف می‌گردد. در این راستا یکی از روش‌های پیشنهادی به شرح زیر می‌باشد:

#### نگاره ۱۷: نمایی از پل احداثی روی کانال ناحیه یک که گنجایش عبور سیلاب با دوره بازگشت ۲ ساله در منطقه را نیز ندارد.

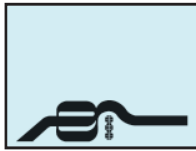
#### - انحراف به مخزن تأخیری

به منظور هدایت رواناب، کاهش دبی و قدرت فرسایشی، آبراهه‌ی زیرحوضه واقع در شرق زیرحوضه شماره ۵، به سمت مخزن تأخیری انحراف یافت.

با توجه به اینکه در زیرحوضه‌ها ایستگاه هیدرومتری وجود نداشت، به منظور برآورد سیلاب‌های حداکثر لحظه‌ای زیرحوضه‌ها و طراحی سازه‌هایی مانند سیل‌بندها، کانال‌ها و پل‌ها، از آمار ایستگاه هیدرومتری بیدواز<sup>۲۸</sup> در دوره

#### ۴- احداث سیل‌بندها، کانال‌ها و تغییر در پل‌ها

ساخت سیل‌بند یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین روش‌های مهار سیلاب



در ناحیه یک بالاتر از جاده آسفالت، برای عبور دبی حداکثر سیلاب‌های با دوره بازگشت ۵ ساله، کانالی از جنس سنگ و ملات با عرض و ارتفاع ۲ متر پیشنهاد شد. برای عبور سیلاب‌های با دوره بازگشت ۵۰۰ ساله سیل‌بندی از مصالح معادن قرضه در جناح چپ کانال پیشنهادی طراحی شد. با این شرایط سیلاب‌های با دوره بازگشت بیش از ۵ تا حدود ۵۰۰ سال ابتدا مقطع اصلی کانال را پر کرده، سپس وارد سیلابدشتهای آن شده و به سمت پایین دست جریان می‌یابد. در ضمن جهت جلوگیری از فرسایش شیب بدنه این سیل‌بند، حدود ۰/۵ متر خشکه چین از جنس سنگ لاشه پیشنهاد گردید. (نگاره ۱۱)

در این ناحیه، جریان پس از عبور از کانال مرکب و ۵۰ متری قبل از جاده آسفالت اسفراین-بیدواز، توسط تبدیلی همگرا به کانالی با عرض ۵ و ارتفاع ۲ متر تغییر یافت. برای هدایت جریان از زیر جاده، پل موجود باید به عرض ۶ و ارتفاع ۲ متر تغییر یابد. جریان با عبور از زیر پل با استفاده از تبدیلی همگرا وارد کانال پایین دست به عرض ۵ و ارتفاع ۲ متر می‌شود (نگاره ۱۲). سپس سیلاب توسط این کانال به سمت پایین دست روستا هدایت، با عملیات پخش سیلاب، در تله‌ها افتاده و باقیمانده رواناب وارد کال شور در مرکز دشت تکنونیک-آبرفتی اسفراین می‌شود. در ناحیه دو ابتدا سیلاب ۵۰۰ ساله آبراه‌های سه گانه زیرحوضه ۵ توسط کانال‌های خاکی به سمت مخزن تأخیری هدایت و جهت جلوگیری از کاوش بستر آنها، در ورودی جریان آنها به مخزن، کانال‌های بتنی با شیب حدود ۱ عمودی به ۴ افقی (شوت) و به عرض ۲/۵ متر پیشنهاد شد (نگاره ۱۳) جهت جلوگیری از فرسایش بستر و تخریب شوت، حوضچه آرامش معمولی به طول ۶ متر پیشنهاد شد. در صورت پر شدن مخزن، جریان توسط سرریزی از جنس سنگ و ملات با عرض ۵ متر و ارتفاع دیواره حدود ۲ متر، به سمت کانال خروجی با عرض ۵ و ارتفاع ۲ متر و شیب حدود ۳ درصد، در یک راستای جنوب شرقی، به سمت آب‌نمای محور ارتباطی اسفراین-بیدواز هدایت و بعد از تله‌های نفوذی، وارد کال شور می‌شود.

### ۵- گابیون بندی

یکی از مشکلات عمده در مسیل‌ها و کانال‌های بانیمرخ طولی شیب‌دار، حفر و کاوش بستر آنها به واسطه تشکیل جریان‌های متلاطم است. به منظور رفع این مشکل احداث سازه‌های گابیونی پیشنهاد شد. این سازه‌ها در خروجی زیرحوضه‌ها (قبل از رسیدن رواناب به کانال‌های پیشنهادی) و در نقاط شیب‌دار کانال‌ها جهت کاهش سرعت و جلوگیری از تخریب بستر آنها پیشنهاد شد.

### یافته‌های تحقیق

مطالعات تفصیلی انجام گرفته روی عوامل مؤثر در وقوع سیلاب نشان می‌دهد، در سیل‌گیری روستای فرطان عوامل زیادی مؤثر بوده‌اند که در قالب دو گروه عوامل طبیعی و انسانی به آنها اشاره می‌شود:

### الف) عوامل طبیعی

عوامل طبیعی جزء شرایط ذاتی و بنیادین در وقوع سیلاب هستند که تقریباً در حوضه‌های مختلف با اندک تغییراتی مشابه هم هستند و انسان در

آماری (۵۵-۵۴ الی ۸۲-۸۱) در مجاورت این زیرحوضه‌ها، استفاده شد. بدین منظور ابتدا آمار ایستگاه با استفاده از برنامه کامپیوتری Hyfa آنالیز و توزیع مناسب داده‌ها بدست آمد که توزیع دو پارامتری گاما بهترین برازش را بر داده‌های آماری داشت. پس از حصول اطمینان از داده‌ها، به منظور دستیابی به دبی حداکثر لحظه‌ای در دوره بازگشت‌های مختلف از رابطه دیکن استفاده (معادله ۱۳) (جدول ۲)

که در آن:  $Q_2 = Q_1$  دبی حداکثر لحظه‌ای به دست آمده به  $m^3/s$  برای تعیین حریم در محل موردنظر،  $Q_1 =$  دبی حداکثر لحظه‌ای سیل در محل ایستگاه هیدرومتری شاخص به  $m^3/s$ ،  $A_1 =$  مساحت حوضه‌ی دارای ایستگاه هیدرومتری به  $km^2$  و  $A_2 =$  مساحت حوضه‌ی موردنظر (محل تعیین حریم) به  $km^2$  می‌باشد.

جدول ۲: دبی حداکثر لحظه‌ای حوضه رودخانه بیدواز و زیرحوضه‌های مطالعاتی با دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۵۰۰
ماکزیمم سیلاب حوضه بیدواز ( $m^3/s$ )	۴۴/۳	۹۴/۳۵	۱۳۱/۲۹	۱۸۰/۱۳	۲۱۷/۳۷	۲۵۴/۹۷	۳۴۳/۸۵
ماکزیمم سیلاب زیرحوضه‌ها ( $m^3/s$ )	۵/۳۲	۱۱/۳۴	۱۵/۷۸	۲۱/۶۵	۲۶/۱۳	۳۰/۶۵	۴۱/۳۳

پس از دستیابی به دبی حداکثر لحظه‌ای سیل با دوره بازگشت‌های مختلف، به منظور برآورد و طراحی مقاطع سیل‌بندها و کانال‌های انتقال سیلاب، با توجه به کاربرد گسترده و نتایج قابل قبول در ایران، از رابطه مانینگ استفاده شد:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (معادله ۱۰)$$

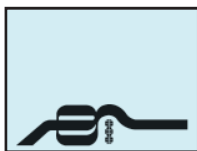
که در آن:  $Q =$  دبی سیلاب به  $m^3/s$  در مقطع موردنظر،  $A =$  سطح مقطع جریان به  $R \cdot m^2 =$  شعاع هیدرولیکی به  $m$  که مقدار آن از رابطه  $R = A/P$  به دست می‌آید،  $P =$  محیط خیس شده به  $(m)$ ،  $S =$  شیب کانال یا مسیر جریان و  $n =$  ضریب مانینگ یا ضریب زبری مسیر جریان است. پس از برآورد مقاطع و طراحی کانال‌ها، به منظور برآورد دبی جریان عبوری از کانال‌ها در سیلاب با دوره‌های بازگشت مختلف، نیاز به محاسبه سرعت جریان عبوری از آنها (V) بود که، از رابطه زیر به دست آمد:

$$V = K \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \quad (معادله ۱۱)$$

در این رابطه K ضریب ثابتی است که، در سیستم متریک مقدار آن برابر یک می‌باشد. پس از محاسبه‌ی سرعت جریان (V)، به منظور برآورد دبی جریان عبوری (Q) از کانال‌ها، سیل‌بندها و مقاطع پل‌ها، با استفاده از رابطه زیر به دست آمد:

$$Q = W \cdot D \cdot V \quad (معادله ۱۲)$$

که در آن:  $W =$  عرض کانال به متر و  $D =$  عمق کانال به متر می‌باشد.



آنها نقشی ندارد. این عوامل در زیر حوضه‌های مطالعاتی عبارتند از:

- رژیم بارش رگباری با  $57/4$  میلی‌متر در حداکثر بارش‌های  $24$  ساعته با دوره بازگشت  $50$  ساله (جدول ۳)
- نفوذپذیری و حساسیت سازندهای سطح زیرحوضه‌ها که  $39/99$  درصد آنها از جنس مارن (PIm) بوده است (نگاره ۱۴).
- تراکم زهکشی در زیرحوضه‌ها که زیرحوضه ۲ در این بین با  $9/123$   $(\text{Km}^2/\text{Km}^2)$  پرتراکم‌ترین بوده است (جدول ۴).
- تغییر فاز فرسایشی از کاوش و حمل به رسوبگذاری<sup>۲۹</sup> در محل خط تغییر شیب<sup>۳۰</sup> بالادست روستا (نگاره ۱۵)
- فقر پوشش گیاهی در سطح زیرحوضه‌ها (نگاره ۱۶)
- شیب دامنه‌ها که زیرحوضه شماره ۲ با  $32/72$  درصد دارای بیشترین شیب متوسط بوده است.

### جدول ۳: نتایج تحلیل فراوانی داده‌های حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته زیرحوضه‌های مطالعاتی با دوره بازگشت‌های مختلف

دوره بازگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
بارندگی (mm)	۴۲/۳	۴۸/۵	۵۱/۷	۵۴/۴	۵۵/۲	۵۷/۴	۵۹/۳	۶۱/۱	۶۳/۲	۶۴/۶

### جدول ۴: درجه تراکم زهکشی موجود در زیرحوضه‌های مطالعاتی و پارامترهای هریک

پارامترها	زیرحوضه ۱	زیرحوضه ۲	زیرحوضه ۳	زیرحوضه ۴	زیرحوضه ۵
تراکم زهکشی $(\text{Km}^2/\text{Km}^2)$	۸/۴۳	۹/۱۲	۷/۵۳	۷/۸۸	۷/۲۵
شیب متوسط (%)	۲۷/۰۱	۳۲/۷۲	۲۷/۴۶	۱۶/۴۳	۲۶/۰۲

### (ب) عوامل انسانی

- بررسی انجام گرفته در منطقه نشان می‌دهد آنچه که سبب تشدید سیلاب و برهم خوردن تعادل محیط روستا شده، تغییرات انجام شده ناشی از برخی فعالیت‌های انسانی است که به آنها اشاره می‌شود:
- توسعه روستای فرطان به سمت پایین رود زیرحوضه‌های پنجگانه، حریم مسیله‌ها و سطوح مخروط افکنه‌ای.
- دادن قوس‌های غیرضروری با زاویه حدود  $90$  درجه و شیب صفر درصد به کانال موجود در بالادست روستا.
- تلفیق آبراهه‌ها و گذردهای رواناب آنها از کانالی با گنجایش محدود و بدون برآورد.
- نقص فنی در سازه‌های احداث شده نظیر کانال و پل موجود بدون توجه به بیشترین بارندگی محتمل (P.M.P)<sup>۳۱</sup> (نگاره ۱۷).
- وقوع چندین سیلاب با ابعاد بزرگتر از سیلاب‌های قبل از مطالعه و

اجرای تحقیق نشان داد که ژئومورفولوژی در علت‌شناسی سیلاب و ارائه راهکارها، بویژه روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب در مناطق روستایی از توانمندی زیادی برخوردار است. با روش بکار برده شده در این تحقیق می‌توان به راحتی در حوضه‌های فاقد ایستگاه هیدرومتری و با استفاده از روابط تجربی، دبی حداکثر لحظه‌ای در دوره‌های با بازگشت‌های مختلف را تخمین و سازه‌ها را براساس آنها طراحی کرد.

مقایسه پهنه‌های دچار سیل‌های اخیر با نقشه‌ی تلفیقی حاصل از بکارگیری مدل مکانیابی فازی Product، بیانگر توانایی مدل در انواع مکانیابی بویژه مکانیابی پهنه‌های در معرض خطر و تهیه نقشه‌های خطر سیلاب است. بازخورد سیل‌های اخیر نشان داد که؛ روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب از توانایی زیادی در مهار کوتاه مدت سیل برخوردارند.

### بحث و نتیجه‌گیری

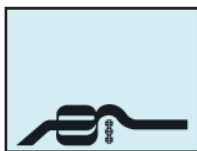
محیط طبیعی در کل مجموعه‌ای متعادل است و این دخالت‌های ناشی از فعالیت‌های نابخردانه انسانی است که سبب برهم خوردن تعادل آن و تشدید مخاطرات طبیعی از جمله سیل می‌شود. شدت زیاد، مدت کم بارش و فراوانی رگبارها با وجود فقر پوشش گیاهی، فرصت نفوذ را به تشکیلات ریزبافت تبخیری، رسی و مارنی منطقه نداده و شیب تند دامنه و حساسیت این سازندها موجب تمرکز هرزآبهای اولیه، افزایش چگالی زیرحوضه و تشکیل هزار دره‌ها می‌شود. این شرایط سبب افزایش مقدار جریان آب، فرسایش شدیدتر و افزایش بار رسوبی و تراکم رسوبات در بخش شمالی روستا که در قسمت پایین رود زیرحوضه‌ها واقع شده است، خواهد شد.

مورفولوژی بدلدنی، مقطع V شکل دره‌ها، شیب تند و ویژگی شبکه‌های زهکشی در اغلب نقاط زیرحوضه‌ها نشان می‌دهد که زیرحوضه‌های مطالعاتی با استفاده از روش ارگودیکی<sup>۳۲</sup> از نظر تحول تدریجی در مرحله‌ی طویل‌شدگی و جوانی قرار دارند و بنابراین وقوع سیلاب‌های خشن‌تر و فرسایش زیاد اجتناب‌ناپذیر بوده و در این خصوص اقدامات پیشگیرانه بسیار ضروری است. توسعه روستای فرطان در سالهای اخیر به قسمت پایین دست زیرحوضه‌ها سبب شده تا خصوصیات این قسمت از زیرحوضه‌ها یعنی حجم زیاد آبهای روان، سرعت کم و عمل به جای ماندن آبرفت‌ها در این بخش از روستا بروز پیدا کند. بنابراین نهادها و برنامه‌ریزان روستایی در تعیین سمت توسعه روستاها باید به این مهم توجه داشته باشند.

از جمله فعالیت‌های غیرعلمی در منطقه، عمل تلفیق آبراهه‌های زیرحوضه‌های مطالعاتی و گذردهای حجم زیادی رواناب از یک کانال و مسیله بدون تغییر در عرض و عمق آن بود. حال آن که با افزایش مقدار آب در آبراهه باید عرض و عمق آن نیز افزایش یابد. با تلفیق آبراهه‌ها حجم و دبی رواناب عبوری به شدت افزایش یافته و چون عرض و عمق کانال ثابت مانده، قدرت انتقال رواناب به شدت کاهش می‌یابد. با این وجود امکان طغیان سیلاب و تهدید عوارض و سکونتگاههای انسانی حریم و پیرامون بستر این آبراهه‌ها افزایش پیدا می‌کند.

فرایندهای رودخانه‌ای تا حد زیادی به شکل آبراهه‌ها بستگی دارد و این ویژگی برای ژئومورفولوژیست‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. کانال





توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ برگ اسفراین.  
۱۳- ولایتی، سعداله، ۱۳۷۴. جغرافیای آبها و مدیریت منابع آب (چاپ اول).  
انتشارات خراسان، ص ۵۲.

14- Bhessem, Ramlal, Serwan, M.J.Baban, 2008. Developing a GIS based integrated approach to flood management in Trinidad, West Indies. Environmental Management 88,1131-1140.

15- Chih-Chiang, Wei, Nein-Sheng, Hsu, 2008. Multireservoir real-time operations for flood control using balanced water level index method. Environmental Management 88,1624-1639.

16- Fi-John, Chang, Kai-Yao Chang, Li-Chiu, Chang, 2008. Counterpropagation Fuzzy-neural network for city flood control system. Hydrology 354,6-11.

### پی نوشت

- 1- Dicken
- 2- Manning
- 3- Probable maximum precipitation
- 4- Potential energy
- 5- Gravitational acceleration
- 6- Shearing resistance
- 7- Shearing stress
- 8- Wet perimeter
- 9- Yu- Cheng
- 10- Danshui
- 11- Keelung
- 12- Time of concentration
- 13- Kirpich
- 14- Bifurcation ratio
- 15- False Color Composite (FCC)
- 16- Global Positioning System (GPS)
- 17- Intensity-Duration-Frequency (I.D.F)
- 18- Optimum Index Factor (OIF)
- 19- Box Classifier
- 20- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
- 21- Product fuzzy
- ۲۲- شرح هر یک از روش‌های سازه‌ای کنترل سیلاب، پیرو این مبحث ارائه خواهد شد.
- 23- Halophite
- ۲۴- کلیه اقدامات و پیشنهادهای سازه‌ای در این تحقیق، با اخذ استعلام و با مشخصات فنی بخش مهندسی رودخانه‌ها در شرکت آب منطقه‌ای خراسان شمالی انجام گرفته است.
- 25- Diversion
- ۲۶- این محل به واسطه برخورداری از مواد و مصالح قرضه‌ای که در امور عمرانی استفاده شده بودند، به یک چاله مبدل شده بود.
- 27- Low stream
- ۲۸- حوضه آبخیز بیدواز در شمال شرق زیرحوضه‌ها قرار دارد و آمار ایستگاه هیدرومتری آن تنها آمار قابل اطمینان برای طراحی سازه‌ها محسوب می‌شود.
- ۲۹- آثار این تراکم و رسوبگذاری در بالادست روستا به صورت مخروط افکنه‌های متوالی نمایان است که در نگاره ۱۶ مشخص است.
- 30- Knick
- 31- Probable maximum precipitation
- 32- Ergodic

طراحی شده در بالادست روستا به دلیل برخورداری از شیب کم و قوس‌های غیرضروری (با زاویه حدود ۸۰ درجه)، از توانایی لازم برای انتقال سیلاب برخوردار نبود. با افزایش بار رسوبی، بر اندازه‌ی ذرات رسوبی موجود در آبراهه افزوده می‌شود. بنابراین حفظ شیب و راستای مناسب در طراحی و احداث کانالها به منظور انتقال ذرات رسوبی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در طراحی کانال‌های احداث شده روستا بزرگترین بارندگی محتمل (P.M.P) در نظر گرفته نشده بود. حال آن که به منظور کاهش خطر طغیان طراحی سازه‌های هیدرولیکی باید با توجه به بزرگترین بارندگی محتمل بدون ذکر دوره برگشت و با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی در یک منطقه انجام گیرد. جهت کاهش نسبی خطرات و افزایش میزان پایداری سکونتگاه‌های روستایی، هرگونه تغییری در اکوسیستم موجود، کاربری اراضی، تغییر هندسه آبراهه‌ها و احداث سازه‌ها باید با لحاظ کردن شرایط ژئومورفولوژی حوضه‌ها و براساس مبانی نظری این رشته در خصوص فرایندهای آبراهه‌ای انجام گیرد. نتایج این تحقیق نشان داد که دانش ژئومورفولوژی در بررسی علل سیل‌خیزی حوضه‌ها و ارائه راهکارهای مناسب مدیریت سیلاب، نظیر استفاده از روش‌های غیرسازه‌ای و سازه‌ای در مناطق روستایی از توانمندی زیادی برخوردار است.

### منابع و مأخذ

- ۱- آل‌شیخ، علی اصغر؛ محمدجعفرسلطانی، حسین هلالی، ۱۳۸۲. کاربرد GIS در مکانیابی عرصه‌های پخش سیلاب. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دوازدهم، شماره سوم.
- ۲- معاونت عمرانی استانداری خراسان شمالی، ستاد بازسازی و حوادث غیرمترقبه، ۱۳۸۶. گزارش خسارات سیل‌های اخیر خراسان شمالی، ص ۱۲.
- ۳- رفاهی، حسینقلی، ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن (چاپ اول). انتشارات دانشگاه تهران، (شابک ۸-۳۷۱۸-۳۷۱۸-۰۳-۹۴۶)، ص ۳۰۵.
- ۴- شرکت سهامی آب منطقه‌ای خراسان شمالی با همکاری شرکت مهندسین مشاور کاوش پی مشهد، ۱۳۸۶. جلد اول مطالعات تعیین حریم و بستر رودخانه بیدواز اسفراین (مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی)، ص ۱.
- ۵- صداقت، محمود؛ حسین معماریان، ۱۳۸۱. زمین شناسی فیزیکی (جلد اول): فرآیندهای بیرونی (انتشارات دانشگاه پیام نور). (شابک ۰-۸۲۰-۴۵۵-۹۶۴)، ص ۲۸۱.
- ۶- علوی پناه، سید کاظم، ۱۳۸۵. سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین (چاپ اول). انتشارات دانشگاه تهران، (شابک ۹-۵۳۶۳-۰۳-۹۶۴)، ص ۲۳۰.
- ۷- غیور، حسنعلی، ۱۳۷۷. سیل و مناطق سیل‌خیز در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، مقاله شماره ۳۵۴، ۱۲۰-۱۰۱.
- ۸- کوک، آر.یو؛ جی.سی. دورکمپ، ۱۹۹۰. ژئومورفولوژی و مدیریت محیط (جلد اول)، ترجمه شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت، (شابک ۹-۲۹۹-۴۵۹-۹۶۴)، ص ۲۷۵.
- ۹- اسمیت، کیت، ۱۹۹۶. مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، انتشارات سمت، (شابک ۲-۷۱۹-۴۵۹-۹۶۴)، ص ۱۵.
- ۱۰- محمودی، فرج اله، ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی دینامیک (چاپ دوم). انتشارات دانشگاه پیام نور، ص ۸۴.
- ۱۱- مقیمی، ابراهیم، ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی شهری (چاپ اول). انتشارات دانشگاه تهران، (شابک ۶-۵۳۱۱-۰۳-۹۶۴)، ص ۲۶۴.
- ۱۲- وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، سازمان جغرافیایی، نقشه