



بررسی خصوصیات و ویژگیهای پوشش گیاهی مسیله‌ها و رودخانه‌های استان زنجان و تشکیل بانک اطلاعاتی آن در محیط GIS

پرویز عبدی نژاد^۱، احمد حسینی^۲

۱- استادیار پژوهش بخش تحقیقات آبخیزداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی Prz_abdi@yahoo.com

۲- استادیار پژوهش پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

در نرم افزارهای GIS می‌توان با صرف هزینه اندک اقدام به طراحی و ساخت محیط یکپارچه‌ای برای نگهداری، ساماندهی و بازیابی اطلاعات در موضوع مورد نظر نمود. در این مقاله به بررسی خصوصیات و ویژگیهای فرسایشی مسیله‌ها و رودخانه‌های استان زنجان در محیط GIS پرداخته می‌شود. مشخصات و ویژگی‌های رودخانه‌ها و مسیله‌ها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تصاویر ماهواره‌ای و عملیات میدانی در قالب لایه‌های GIS اندازه‌گیری و تعیین گردید. اطلاعاتی همچون: طول آبراهه‌های حوزه، تراکم پوشش گیاهی حواشی طول مسیر رودخانه‌ها و مسیله‌ها، نوع کاربری اراضی حواشی سمت راست و چپ رودخانه‌ها و مسیله‌ها به فاصله ۵۰ متر از طرفین، نوع و تراکم پوشش گیاهی طول مسیر رودخانه‌ها و مسیله‌ها (در بستر و کناره‌های آنها) مورد بررسی، ارزیابی و گردآوری شدند. در نهایت کلیه اطلاعات جمع‌آوری شده از عملیات میدانی و سنجش از دور، به صورت بانک اطلاعاتی در قالب لایه‌های ArcGIS مدون شدند. بر اساس اطلاعات و داده‌های موجود در این بانک اطلاعاتی اقدام به طبقه‌بندی و گروه‌بندی از رودخانه‌ها و مسیله‌های استان شامل وضعیت کاربری اراضی حواشی رودخانه‌ها و مسیله‌ها، نوع پوشش گیاهی و تراکم آن در بازه‌های ۱۰۰۰ متر طول مسیله‌ها و رودخانه‌های استان گردید.

کلمات کلیدی: استان زنجان، رودخانه، پوشش گیاهی، GIS

۱- مقدمه

رودخانه‌ها و جلگه‌های حاصلخیز آن‌ها از دیر باز کانون شکل‌گیری و رشد تمدن‌های بشری هستند. به همین دلیل حاشیه رودخانه‌ها مکان مناسبی برای فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و بازرگانی محسوب می‌شوند؛ لذا مطالعه این مناطق به منظور کسب شناخت دقیق و بررسی معضلات و مخاطرات احتمالی در جهت حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی ضروری می‌باشد. در دوران حاضر آب به یک ابزار سیاسی و اقتصادی جهانی تبدیل شده و جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد پیدا کرده است. بطوریکه از این مقوله جهت عمران و آبادانی، احیای اراضی و... نیز استفاده می‌شود، اقدامات فوق‌میسر نخواهد شد مگر آنکه با شناسایی منابع آبی، بالادست شناسایی رودخانه‌ها و مسیله‌های کشور و ارائه برنامه‌ها و سیاست‌گذاری‌های مدیریتی و نگهداری همراه باشیم. اقدام اخیر نیز بدون شناسایی و جمع‌آوری آمار و اطلاعات صحیح از منابع آب و خاک کشور ممکن نخواهد بود. بطوریکه پس از شناسایی و جمع‌آوری اطلاعات می‌توان آنها را در دسته‌بندی‌های مختلف از نظر مورفولوژی، آبدی، کیفیت آب، پوشش گیاهی و... قرارداد و اولویت انجام طرح‌های تحقیقاتی و اجرایی را مشخص نمود.



جدول ۱. مشخصات حوزه های موجود در محدوده مطالعاتی

نام حوزه	کد حوزه	نام رودخانه	تعداد آبراهه
سفیدرود	۱۳۲۱۱	قزل اوزن-طارم	۱۲۵
سفیدرود	۱۳۲۱۲	شاهرود	۱۵
سفیدرود	۱۳۲۲۱	قزل اوزن	۲۲
سفیدرود	۱۳۲۲۵	آچی چای	۲۸
سفیدرود	۱۳۲۳	زنجانرود	۲۰۵
سفیدرود	۱۳۲۴۱	قزل اوزن-ماهنشان	۶۶
سفیدرود	۱۳۲۴۲	تلخه رود	۲۸
سفیدرود	۱۳۲۴۳	قلعه چای	۳۹
سفیدرود	۱۳۲۵۱	قزل اوزن-خانکندی	۸۹
سفیدرود	۱۳۲۵۲	انگوران چای	۸۴
سفیدرود	۱۳۲۵۳	سجاسرود	۱۲۲
سفیدرود	۱۳۲۶۱	قوش قزل اوزن-قره	۷۵
سفیدرود	۱۳۲۸۱	تالوار	۳۶
سفیدرود	۱۳۴	دریاچه سد سفیدرود	۱۰۳
دریاچه نمک	۴۱۱۶۲	ابهر رود	۱۰۵
دریاچه نمک	۴۱۱۷۵	خر رود	۹۹

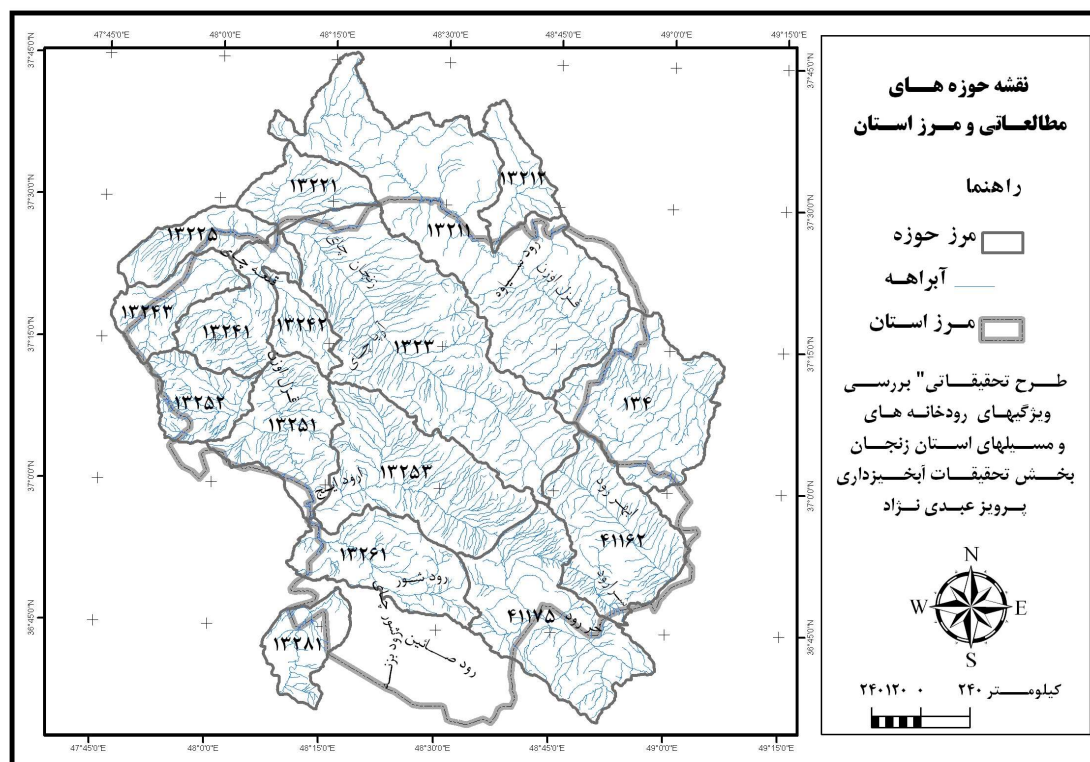
با توجه به وجود امکانات فراوان در نرم افزارهای GIS موجود جهت طراحی و ساخت پایگاه‌های اطلاعات مکانی، می‌توان با صرف هزینه اندک اقدام به طراحی و ساخت محیط یکپارچه‌ای از پایگاه اطلاعات مکانی و نرم‌افزار GIS مرتبط با آن برای نگهداری، ساماندهی و بازیابی اطلاعات نمود. پوشش گیاهی، در هیدرولوژی یک حوضه نقش خود را نشان می‌دهد. گرچه پوشش گیاهی خود متأثر از عوامل جوی و فیزیکی حوضه آبخیز است اما به نوبه خود بر پارامترهای هیدرولوژیکی تأثیر مستقیمی دارد. شاید یکی از مهمترین آثار پوشش گیاهی بر رابطه رواناب-بارش باشد. هرچه پوشش گیاهی یک منطقه بیشتر بوده یا تراکم آن بالاتر باشد، قسمت بیشتری از بارش امکان نفوذ به داخل خاک را پیدا می‌کند. به این ترتیب سهم رواناب سطحی حاصل از بارش، کمتر شده و از بروز سیلابهای شدید جلوگیری به عمل می‌آید. از طرف دیگر پوشش گیاهی متراکم باعث می‌شود خاک پایداری بیشتری داشته و کمتر دچار فرسایش شود. فرسایش کمتر به مفهوم مقدار رسوب کمتر است. پوشش گیاهی همچنین می‌تواند از حرکت سریع رواناب سطحی که دارای بار رسوبی است، جلوگیری کرده و از انتقال خاک جلوگیری به عمل آورد. کاهش منابع رسوبی می‌تواند بر مورفولوژی رودخانه‌ها اثر گذارد. وجود پوشش گیاهی در بستر و دیواره رودخانه‌ها نیز نه تنها از فرسایش کناره و بستر جلوگیری به عمل می‌آورد بلکه با نگهداشت مواد رسوبی کف یا بار معلق رسوب به تدریج زمینه تنگی متاندر را فراهم می‌کند. این نکته را می‌توان در مقایسه رودخانه‌های مناطق مرطوب و خشک مشاهده کرد.

۲- روش تحقیق

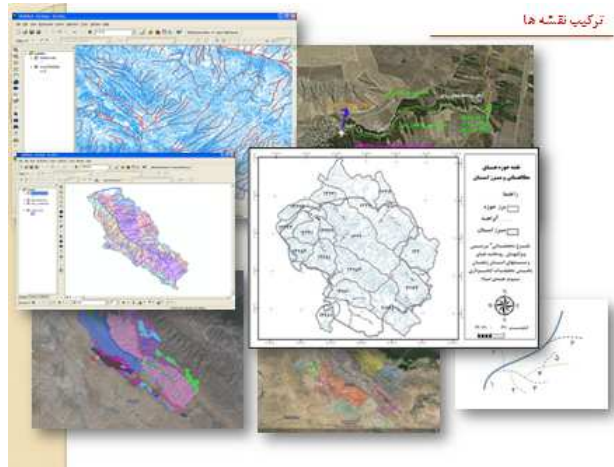
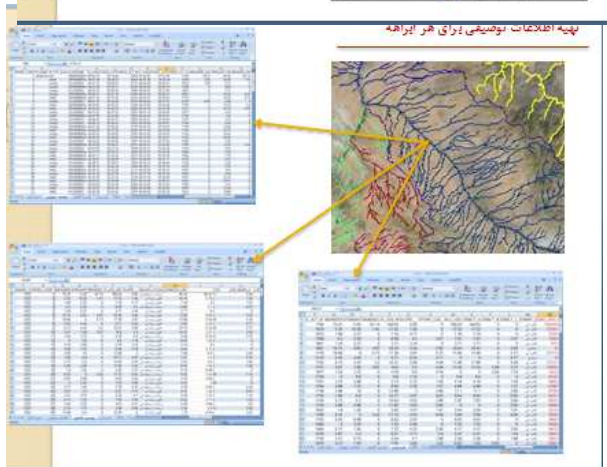
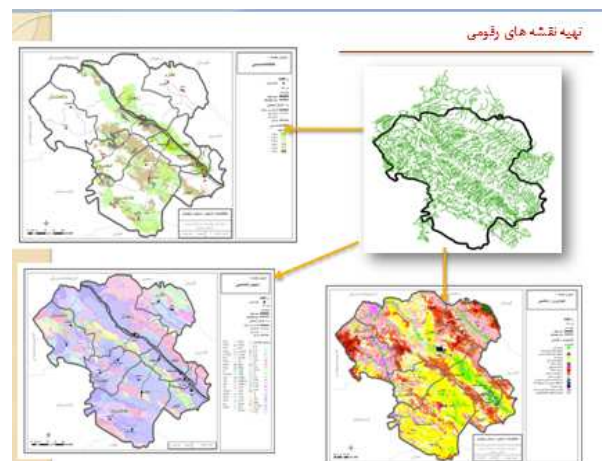
بر این اساس اولین گام در راستای انجام این طرح، شناسایی رودخانه‌ها و مسیلهای واقع شده در محدوده مطالعاتی استان زنجان بوده است. جهت تعیین محدوده‌های مطالعاتی با توجه به محدوده‌های مطالعاتی تقسیم بندی شده توسط تماب و مرز هر استان و شبکه هیدروگرافی، محدوده مشخص نمودند. بطوریکه هر آبراهه‌ای که در شبکه آبراهه نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ وجود داشته و از نظر رده بندی حداقل رده ۳ را داشته باشد به عنوان یک رودخانه یا مسیل منظور گردیده و اطلاعات مربوط به آن رودخانه یا مسیل بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تعیین شد. از این رو در اولین اقدام نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ مربوط به استان زنجان جمع آوری گردید. سپس با انطباق نقشه محدوده‌های مطالعاتی تماب بر روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰، شبکه آبراهه‌ای استان یا به عبارت دیگر شبکه رودخانه‌ها و مسیلهای استان تهیه گردید. با توجه به مرز سیاسی استان زنجان و محدوده‌های مطالعاتی تماب، در مجموع استان زنجان به ۱۶ محدوده مطالعاتی تقسیم بندی گردید (جدول ۱). (شکل ۱)



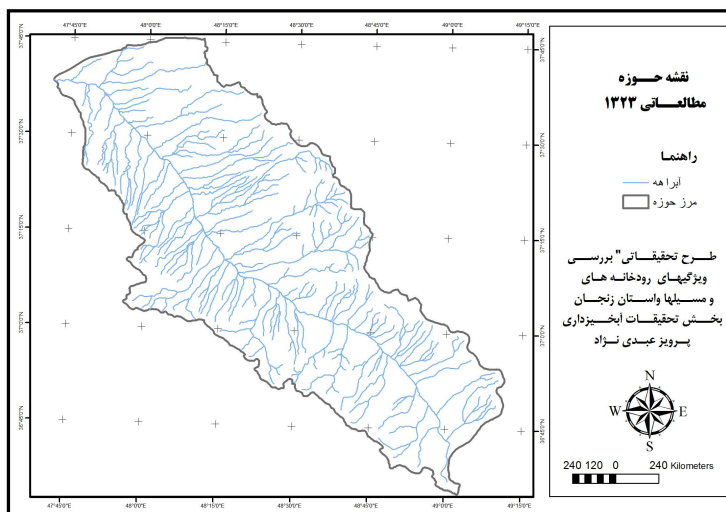
محدوده های مطالعاتی و حوزه های آبریز کل استان را نشان می‌دهد. در این مرحله از اجرای طرح با انجام بازدید و پیمایش در مسیر رودخانه و با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جغرافیایی (GPS) و با تقسیم طول رودخانه به بازه های ۱۰۰۰ متری، ضمن مشخص نمودن ویژگی‌های مختلف هر بازه شامل طول آبراهه های حوزه، تراکم پوشش گیاهی حواشی طول مسیر رودخانه‌ها و مسیله‌ها، نوع کاربری اراضی حواشی سمت راست و چپ رودخانه ها و مسیله‌ها به فاصله ۵۰ متر از طرفین، نوع پوشش گیاهی طول مسیر رودخانه ها و مسیله‌ها (در بستر و کناره های آنها) و غیره اندازه‌گیری و تعیین شدند. در ارتباط با تعیین شاخص‌های پوشش گیاهی و نوع کاربری، تراکم و نوع پوشش گیاهی هر یک از رودخانه ها و مسیله‌ها بدین ترتیب عمل شد که در بازه های ۱۰۰۰ متری، وضعیت هر یک از این شاخصها بر اساس معیارهای تعیین و تعریف شده تعیین و اندازه گیری شد. در بسیاری از رودخانه این پارامترها در طول رودخانه ها و مسیله‌ها وضعیت ثابتی نداشته و از تغییرات کم و زیادی برخوردار بوده‌اند، از این رو با انجام پیمایش در طول هر بازه وضعیت هر کدام از این شاخص‌ها در طول هر بازه تعیین گردید. در مرحله دوم طرح اطلاعات جمع آوری شده در قالب فایل‌های SHP و DBF و Excel تهیه شده، به محیط نرم افزار ArcGIS وارد گردیدند و سرانجام اطلاعات انتقال داده شده مورد دسته بندی قرار گرفت. پس از ورود اطلاعات به محیط نرم افزار ArcGIS و طبقه بندی اطلاعات هر رودخانه و بازه های مورد بررسی به محیط نرم افزار IRSE فراخوانی شد. در شکل (۲) مراحل انجام کار بصورت تصویری ارائه شده است.



شکل ۱. نقشه حوزه های مطالعاتی و مرز استان



شکل (۲): مراحل تهیه بانک اطلاعاتی رودخانه ها و مسیلهها



شکل ۳- نقشه محدوده و رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه مطالعاتی ۱۳۲۳

۳- نتایج

در این بانک اطلاعاتی برای هر یک از حوزه‌های ۱۶ گانه مورد مطالعه مشخصات و خصوصیات مختلفی اندازه‌گیری و شناسایی شده و بصورت مکانی و توصیفی ارائه شده که در ادامه به اطلاعات و مشخصات یک حوزه اشاره می‌گردد.

۱-۳- رودخانه‌ها و مسیلهای مطالعاتی حوزه ۱۳۲۳

این حوزه به مساحت ۴۶۶۴ کیلومترمربع در شمال شرقی - جنوب شرقی استان زنجان و درحوزه سفیدرود قرار دارد. نام رودخانه اصلی این حوزه زنجانرود می‌باشد. این حوزه دارای ۲۰۵ آبراهه بوده و مجموع طول آبراهه‌های این حوزه ۲۲۸۹/۵۶ کیلومتر می‌باشد. از نظر تراکم پوشش گیاهی ۱۳۷۳/۷۳ کیلومتر (۰/۶۰٪) از حواشی طول مسیر رودخانه‌ها و مسیلهای دارای پوشش گیاهی با



شکل ۴- نمایی از پایاب رودخانه زنجانرود با پوشش گیاهی علفی در حاشیه و بستر

تراکم کم (زیر ۳۵ درصد) ، ۷۱۴/۵۷ کیلومتر (۳۱/۲۱٪) با پوشش گیاهی متوسط (۳۵ تا ۷۰ درصد) و ۲۰۱/۰۲ کیلومتر (۸/۷۸٪) با پوشش گیاهی زیاد (بالای ۷۰ درصد) وجود دارد.

از نظر قرار گرفتن مراتع ، اراضی زراعی و سایر موارد در سمت راست و چپ آبراهه به ترتیب در سمت راست ۴۸۳/۱۵ کیلومتر مرتع با ۲۱/۱۰٪ ، ۱۷/۱۶ کیلومتر جنگل با ۰/۷۵٪ ، ۱۷۰۹/۱۴ کیلومتر را زراعت دیم و آبی با ۷۴/۶۶٪ ، ۱۶/۵۴ کیلومتر اراضی لخت با ۰/۷۲٪ و ۶۳/۳۵ کیلومتر با ۲/۷۷٪ از سمت راست



آبراهه‌ها را سایر موارد از جمله روستاها و تاسیسات و .. تشکیل می‌دهد. در سمت چپ به ترتیب $459/73$ کیلومتر را مرتع با $20/08$ ٪، $14/34$ کیلومتر را جنگل با $0/64$ ٪، $1747/54$ کیلومتر را اراضی زراعی دیم و آبی با $63/33$ ٪، $11/5$ کیلومتر را اراضی لخت با $0/5$ ٪ و $56/07$ کیلومتر را سایر موارد ذکر شده با $2/45$ ٪ به خود اختصاص داده‌اند. از نظر نوع پوشش گیاهی در این حوزه $1024/77$



کیلومتر ($55/24$ ٪) از حواشی طول مسیر رودخانه‌ها و مسیله‌ها دارای پوشش گیاهی درختی و $1265/49$ کیلومتر ($44/75$ ٪) طول مسیر را پوشش علفی می‌باشد. بر این اساس پوشش گیاهی غالب حواشی طول مسیر رودخانه‌ها و مسیله‌های این حوزه بصورت علفی و بوته‌ای می‌باشد. در ادامه به مهمترین رودخانه‌ها و مسیله‌های این حوزه اشاره می‌گردد. (شکل ۳).

۳-۱-۱- رودخانه زنجانرود

این رودخانه از رودخانه‌های اصلی حوزه مطالعاتی 1323 می‌باشد که از چمن‌های سلطانیه در شرق زنجان سرچشمه گرفته و پس از دریافت شاخه‌های متعددی نظیر بوئین،

شکل ۵ - نمایی از رودخانه قزل اوزن با پوشش گیاهی درختی در حاشیه و بستر رودخانه

ویر، ذاکر، بولاماجی، تهم، سهرین، رامین، ارمغانخانه، مهتر و قزل تپه و... در شمال غرب روستای سرچم به رودخانه قزل اوزن می‌ریزد. این رودخانه از شهرهای سلطانیه و زنجان عبور کرده بنابراین قسمتی از حوزه آبریز این رودخانه در شهرستان ابهر و قسمتی از آن نیز در شهرستان زنجان قرار دارد. طول این رودخانه در حدود 120 کیلومتر، مساحت حوزه آبریز آن تا محل ایستگاه سرچم 4577 کیلومتر مربع می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوزه آبریز این رودخانه 3200 متر و حداقل آن 1130 متر از سطح دریا است (شکل‌های ۴ و ۵).

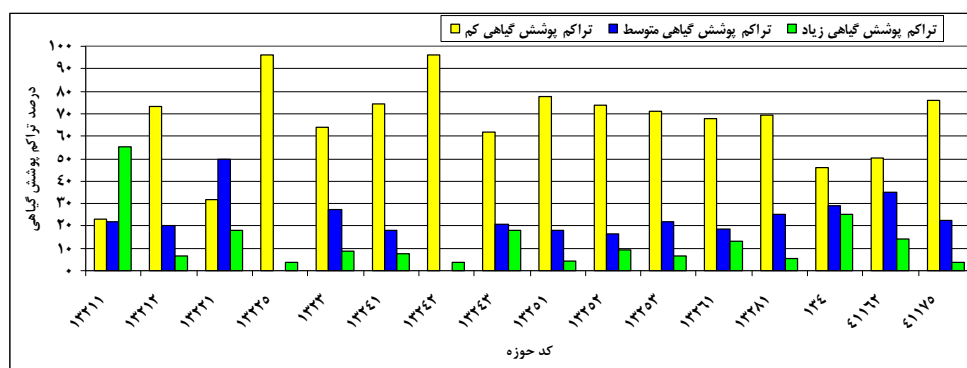
۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این فصل به بررسی نتایج بدست آمده از تحقیق در مورد ویژگی‌های فرسایش رودخانه‌ها و مسیله‌های حوزه‌های مورد مطالعه پرداخته می‌شود. وجود پوشش گیاهی در هر منطقه‌ای بخصوص در مناطق کوهستانی سرعت جریان‌های سطحی و فرسایش خاک را کاهش داده و سبب نفوذ آب بیشتر به داخل خاک می‌گردد، بنابراین پوشش گیاهی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر کاهش سیلاب‌های مخرب خواهد داشت. پوشش گیاهی، یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده فرسایش است و نقش مهمی در جلوگیری از هدررفت خاک دارد. پوشش گیاهی واقع در سواحل رودخانه‌ها و دشتهای سیلابی اثرات متفاوتی روی این مناطق دارد. از یک طرف با کاهش سرعت جریان باعث افزایش عمق آب و آب‌گرفتگی این مناطق شده و از طرف دیگر با تثبیت این نواحی باعث پایداری و جلوگیری از فرسایش آنها می‌شود. لذا ضرورت دارد شناخت دقیقی از اثر پوشش‌های گیاهی مختلف در این مناطق بدست آید.

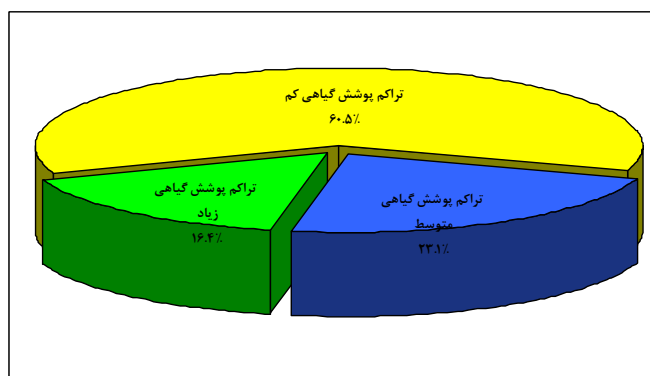


۴-۱- وضعیت تراکم پوشش گیاهی رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه

بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق وضعیت تراکم پوشش گیاهی بستر و کناره‌های رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد بررسی در غالب حوزه‌ها، تراکم پوشش گیاهی در حد کم بوده‌است. در بین حوزه‌ها، حوزه ۱۳۲۳ بنام حوزه زنجانرود با طول ۱۴۶۳ کیلومتر با تراکم پوشش گیاهی کم و ۶۲۵ کیلومتر با تراکم پوشش گیاهی متوسط بیشترین طول از این نظر را دارد. حوزه ۱۳۲۱۱ که بخش از رودخانه قزل‌اوزن و در منطقه طارم استان زنجان قرار دارد، به طول ۸۳۵ کیلومتر با تراکم پوشش گیاهی زیاد نیز بیشترین تراکم پوشش گیاهی زیاد در بین حوزه‌های مورد مطالعه را دارد. با جمع بندی نتایج این بخش بطور کلی و براساس شکل (۶) که نشان دهنده درصد فراوانی هریک از سه تراکم پوشش گیاهی در حوزه‌های مورد بررسی می‌باشد. می‌توان گفت تراکم پوشش گیاهی کم با ۵۶ درصد فراوانی، تراکم متوسط ۲۳ درصد فراوانی و تراکم زیاد در حدود ۲۱ درصد فراوانی را در بین کل حوزه‌ها را شامل می‌شوند و بر این اساس تراکم پوشش گیاهی کم با ۵۶ درصد فراوانی بیشترین فراوانی را دارد که این در واقع می‌توان یکی از دلایل وجود حساسیت بالای بستر و کناره‌های این رودخانه‌ها و مسیلهها به فرسایش باشد که سالانه به مقدار زیاد باعث تخریب اراضی کشاورزی حاشیه آنها شده و خسارات مالی زیادی را به بار می‌آورد (شکل ۷).



شکل ۶- وضعیت فراوانی تراکم پوشش گیاهی در رودخانه‌ها و مسیلهای هر یک از حوزه‌های مورد بررسی



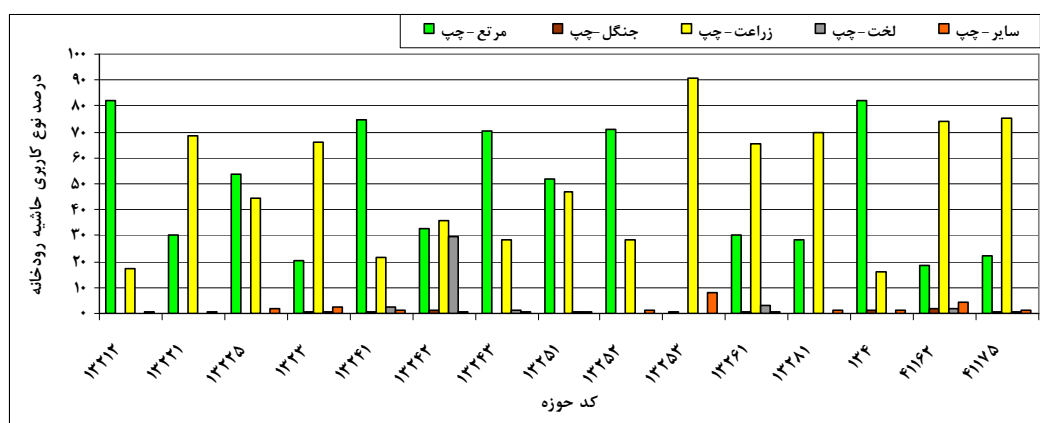
شکل ۷- وضعیت فراوانی تراکم پوشش گیاهی در رودخانه‌ها و مسیلهای کل حوزه‌های مورد بررسی

۴-۲- وضعیت کاربری اراضی حاشیه رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه

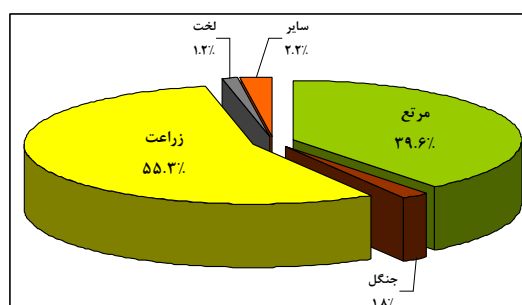
وضعیت کاربری اراضی حاشیه‌های راست و چپ تا فاصله ۵۰ متری از حاشیه رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه در شکلهای (۸ و ۹) نمود یافته‌است. بر اساس داده‌های ارائه شده کاربری نوع مرتع در سمت راست و چپ حاشیه رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌ها غالب بوده و بعد از آن نیز کاربری نوع زراعت می‌باشد.



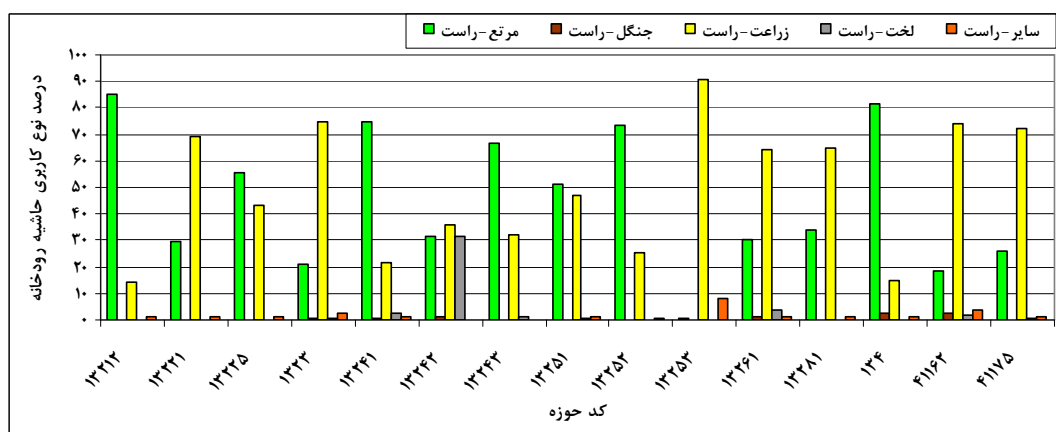
همچنین با توجه به شکل‌های (۱۰ و ۱۱) که نشان دهنده وضعیت و پراکنش نوع کاربریها در رودخانه‌ها و مسیلهای کل حوزه‌های مورد مطالعه است. می توان دید که نوع کاربری زراعت با فراوانی بیش از ۵۴ درصد بیشترین فراوانی و کاربری مرتع با حدود ۴۰ درصد فراوانی در رده دوم بوده و در بین تمام کاربریها نیز کاربری نوع لخت با ۱/۲ درصد فراوانی دارای کمترین فراوانی می باشد. بر این اساس وجود حدود ۵۴ درصد کاربری زراعت و ۴۰ درصد کاربری مرتع رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه نشان از وجود اراضی مناسب کشاورزی در این مناطق بوده و بر اهمیت کنترل فرسایش کناری در رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌ها را ضروری می نماید.



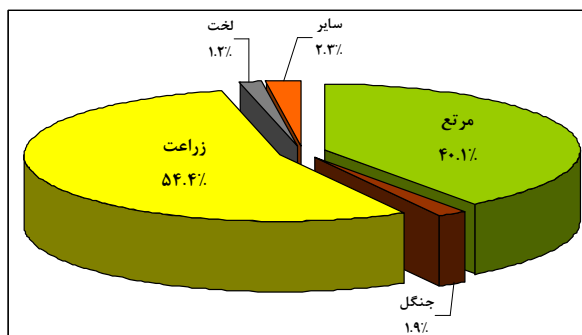
شکل ۸- وضعیت فراوانی نوع کاربری اراضی حاشیه سمت چپ رودخانه‌ها و مسیلهای هر یک از حوزه‌ها



شکل ۹- وضعیت فراوانی نوع کاربری اراضی حاشیه سمت چپ رودخانه‌ها و مسیلهای کل حوزه‌های مورد بررسی



شکل ۱۰- وضعیت فراوانی نوع کاربری اراضی حاشیه سمت راست رودخانه‌ها و مسیلهای هر یک از حوزه‌ها



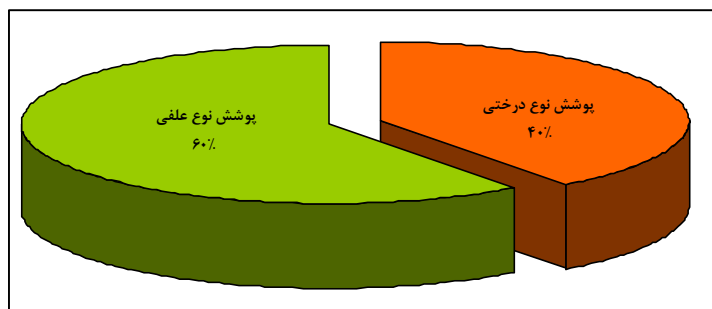
شکل ۱۱- وضعیت فراوانی نوع کاربری اراضی حاشیه سمت راست رودخانه‌ها و مسیلهای کل حوزه‌های مورد بررسی

۳-۴- وضعیت نوع پوشش گیاهی حاشیه رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌ها

درصد فراوانی و مقایسه فراوانی پوشش گیاهی هر یک از پوششهای نوع درختی و علفی در حاشیه رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه در شکل (۱۲) ارائه گردیده‌است. بر اساس این داده‌ها پوشش گیاهی غالب در اکثر حوزه‌ها مورد مطالعه به جز دو حوزه ۱۳۲۱۱ و ۱۳۲۱۴ که از نوع درختی است، از نوع پوشش علفی می‌باشد که این وضعیت با شرایط اقلیمی و محیطی قرارگیری این حوزه‌ها که در اقلیم خشک و نیمه خشک هستند کاملاً مطابقت و هم‌خوانی دارد. غالب بودن پوشش نوع علفی در حاشیه و بستر رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه نشان از کمبود رطوبت دائمی یا به اصطلاح فصلی بودن غالب رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه از یک طرف و مستعد تخریب و فرسایش کناره‌ها آنها و در معرض خط بودن اراضی حاشیه این رودخانه‌ها و مسیلهاست. بطور کلی در مجموعه همه رودخانه‌ها و مسیلهای حوزه‌های مورد مطالعه پوشش گیاهی نوع علفی ۶۰ درصد و پوشش نوع درختی حدود ۴۰ درصد طول حاشیه و بستر آنها را تشکیل می‌دهد که باز مشاهده می‌شود که نوع پوشش علفی در این مورد غالب می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- وضعیت فراوانی نوع پوشش گیاهی در حاشیه و بستر رودخانه‌ها و مسیلهای هر یک از حوزه‌ها



شکل ۱۳- وضعیت فراوانی نوع پوشش گیاهی رودخانه‌ها و مسیلهای کل حوزه‌های مورد بررسی

منابع

عبدی نژاد، پرویز، سید احمد حسینی، محمود رضا طباطبایی، علی رضائی، غلامرضا داورپناه، فرزاد بیات موحد، حسن شامی، جعفر خلفی و اصغر حیدری، ۱۳۹۴. گزارش نهائی طرح تحقیقاتی: "بررسی و شناخت ویژگیهای فرسایش رودخانه‌ها و مسیلهای استان زنجان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۸۳ صفحه.