نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال سیزدهم- شماره ۴۷- زمستان ۱۳۹۸

Vol. 13, No. 47, Winter 2020

ارائه راه‌حل مناسب جهت حفاظت از تالاب بندرانزلی با محوریت آبخیزداری نوین

مرحمت سبقتی[۱]، حمید مسلمی[۲]، رضا پرنده فاروجی[۳]، بابک قادری[۴] و آزاد کاکه ممی[۵]

تاریخ دریافت:۹۷/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۳

چکیده

هدف از آبخیزداری نوین در این پژوهش استفاده از پایلوت منطقه‌ای به‌عبارتی انتخاب یک زیرحوزه فرسایشی و احیای آن در جهت حفظ تالاب پایین‌دست می‌باشد. در این پژوهش از زیرحوزه آبخیز آلنزه که در بالادست تالاب انزلی و منتهی به آن می‌باشد به‌عنوان زیر حوزه نمونه (پایلوت) با هدف بررسی تأثیر عملیات مکانیکی، بیولوژیکی و بیومکانیکی به روش آبخیزداری نوین انتخاب گردید. ابتدا با استفاده از عملیات صحرایی محل احداث سازه‌های آبخیزداری مشخص شد. سپس با توجه به کاشت گونه‌ها، طراحی سازه و هم‌چنین برای بررسی وضعیت فعلی جریان در آبراهه مدل‌سازی جریان رودخانه با استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی جریان و رسوب ـ استفاده شد. و با استفاده از اکستنشن HEC-GeoRAS 10.2 در محیط GIS داده‌های مکانی مربوط به شکل آبراهه و شیب طولی آن به نرم‌افزار HEC-RAS وارد شد و تحلیل‌های جریان‌های سیلابی در این نرم‌افزار صورت گرفت. در نهایت حاصل پژوهش حاضر، چند روش نوین آبخیزداری از جمله سازه‌های نگهبان با اصطلاح کنتور لاین در امتداد خطوط تراز برای بندهای گابیونی، کف‌پوش طولی آبراهه با گابیون و سازه‌های بیومکانیکی برای جلوگیری از فرسایش دامنه‌ای طراحی گردید که می تواند فرسایش و رسوب را به حداقل برساند.

کلیدواژه‌ها: *آلنزه، بیولوژیک، تالاب انزلی، رسوب، سازه*

مقدمه

هر ساله هزاران تن مواد جامد در سطح حوزه‌های آبخیز دچار فرسایش می‌شود. فرسایش و انتقال مواد رسوبی از جهات گوناگونی مورد توجه قرار می‌گیرد که مهم‌ترین آن‌ها از بین رفتن اراضی حاصل‌خیز کشاورزی تبدیل آن‌ها به بیابان، پر شدن مخازن سدها و بندها، پر شدن کانال‌های آب‌رسانی، پر شدن زودرس مرداب‌ها و مدفون شدن حاشیه رودخانه‌ها است. امروزه رودخانه‌ها به‌عنوان تأمین‌کننده آب شیرین برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت مورد توجه هستند [۱۷]. روغنی و همکاران [۱۲] با ارزیابی عملیات آبخیزداری و معرفی روشی در تعیین سازه‌های کنترل سیل مدلی جهت برآورد نسبی تعداد سازه‌های مورد نیاز متناسب با اهداف طرح پیشنهاد کردند که تحلیل نتایج داده‌های سیلاب حاصل از مدل SCS در شرایط طبیعی و مقایسه آماری آن با داده‌های سیلاب شبیه‌سازی شده با عملیات آبخیزداری بیانگر تفاوت معنی‌دار داده‌ها در سطح ۹۹ درصد بوده است.

در بررسی عملکرد بندهای اصلاحی اجرا شده از نظر پایداری، رسوب‌گذاری و تثبیت شیب در عرصه به این نتیجه رسیدند که سازه‌های مورد مطالعه عملکرد موفقی در رابطه با اهداف طرح داشته و شیب حد در بالادست آن‌ها شکل گرفته است [۱ و ۲].

سازه‌های آبی با کاهش شیب آبراهه‌ها و سرعت جریان باعث افزایش زمان تمرکز جریان شده است [۴]. اما تحقیقات دیگری توسط محققین هم‌چون [۵، ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۶ و ۱۷] در زمینه کاهش دبی جریان، کاهش دبی اوج و سایر تأثیرات اقدامات سازه‌ای، بررسی تأثیرات سازه‌ها در کنترل سیلاب و کاهش ضریب که نتیجه آن کاهش مقدار فرسایش و رسوب حمل شده می‌گردد. به‌همین منظور فعالیت‌های متنوعی در ارتباط با کاهش خطر سیلاب در حوزه‌های آبخیز در حال انجام است.

براساس بررسی‌های انجام شده به‌دلیل تنوع شرایط اکولوژیکی، دستیابی به الگوی مشخص و یا ارائه دستورالعمل معین با کاربردی یکسان در تمامی حوزه‌های آبخیز امکان‌پذیر نیست. به‌همین دلیل ابتدا باید حوزه را شناخت و سپس با توجه به پتانسیل حوزه عملیات آبخیزداری اولویت‌بندی گردد. از پژوهش‌های مرتبط می‌توان به استفاده از روش‌های نوین آبخیزداری برای کاشت درختان مثمر در اراضی شیب‌دار استان کهگیلویه و بویراحمد اشاره کرد که در

۱. نویسنده مسئول و دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، حفاظت آب و خاک، دانشگاه ارومیه، آذربایجان غربی، ایران، پست الکترونیک: Sebghati.marhamat@gmail.com

۲ و ۳. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس.

۴. کارشناسی ارشد مرتعداری، شرکت مهندسان مشاور طرح و سازه شفارود، رشت.

۵. دانشجوی دکتری مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.

شیب‌های ۱۵ الی ۲۰ درصد گونه‌های مقاوم به خشکی بهترین گزینه برای نهال‌کاری توصیه شده است [۱۴]. بررسی نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که اجرای عملیات آبخیزداری در حوزه‌های آبخیز نقش مهمی در کنترل رواناب‌های سطحی داشته است [۷]. به‌منظور موفقیت بیش‌تر در عملیات مهار سیل، استفاده تلفیقی از روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای را پیشنهاد کرده است [۱۰]. قنبری و همکاران [۶] با ارزیابی فنی و اقتصادی بندهای سنگی ملاتی و توری سنگی چند حوزه آبخیز از استان چهارمحال و بختیاری دریافتند که بندهای کوچک با رعایت اصول اولیه طراحی کارایی و صرفه اقتصادی بیش‌تری از بندهای بزرگ داشته‌اند. شیروی و همکاران [۱۵] با مطالعه تأثیر سازه‌های اصلاحی بر زمان تمرکز و کاهش دبی اوج سیل (مطالعه موردی حوضه آبخیز گاش) دریافتند که در دوره بازگشت‌های مختلف با افزایش دبی اوج و حجم سیل ورودی، نقش مخازن در کاهش دبی اوج سیلاب و حجم سیلاب و حجم سیل کاهش می‌یابد. هم‌چنین، در اثر احداث سازه‌های مذکور، زمان تمرکز در محل خروجی حوضه بین ۰/۲۶ تا ۰/۹۸ ساعت افزایش خواهد یافت.

هدف از آبخیزداری نوین در این پژوهش استفاده از پایلوت منطقه‌ای به‌عبارتی انتخاب یک زیرحوزه فرسایشی و احیای آن در جهت حفظ تالاب پایین‌دست می‌باشد. با توجه به وسعت زیاد حوزه‌های آبخیز معمولا برای حفاظت از حوزه‌ها در برابر فرسایش و جلوگیری از آن از اقداماتی همچون روش بیولوژیک و احداث سازه (از نوع چپری، خشکه چین، گابیونی، سنگ و ملاتی و ...) و بیومکانیکی استفاده می‌گردد و بیش‌تر اقدامات سازه‌ای در داخل آبراهه متمرکز می‌باشد ولی در این پژوهش تاکید بیش‌تر روی سازه‌های بیومکانیکی و حفاظت از آبراهه در کل حوزه می‌باشد. لذا در این حوزه تاکید بر اصلاح روند مطالعات یک زیرحوزه با درنظر گرفتن ظرفیت‌های موجود در منطقه و کشور گردیده است. تا در صورت امکان این منطقه به عنوان یک پایلوت از مطالعات به سبک جدید مطرح گردیده و در صورت لزوم کارشناسان مرتبط در بخش آبخیزداری با الگوبرداری از این نوع عملیات و تعمیم آن به شرایط محیطی خود قادر باشند اقدامات موثرتری در رفع مشکلات خود در اختیار داشته باشند.

در ادامه به بررسی اصولی و اجرایی نحوه حفاظت رودخانه و دامنه‌های بحرانی حوزه آلنزه با هدف کاهش فرسایش در آن و در نتیجه کاهش رسوبات وارده به تالاب انزلی پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

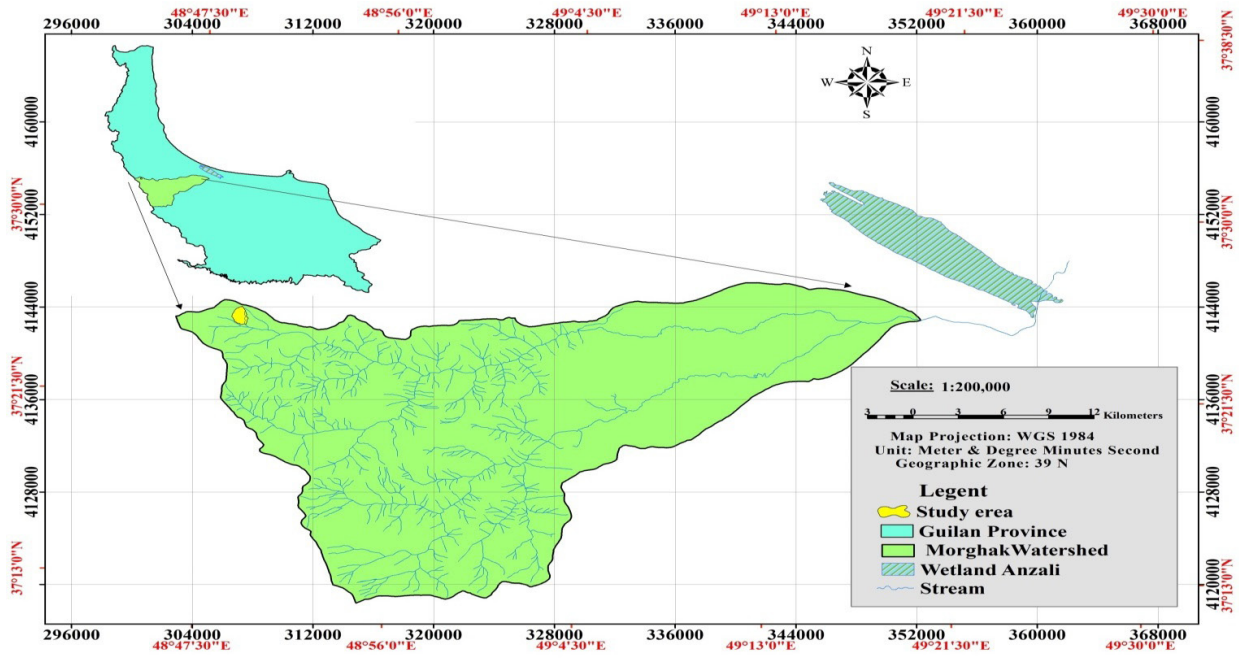
پژوهش حاضر با عنوان مطالعات اجرایی آبخیزداری در حوزه آبخیز مرغک و خالکائی (آلنزه) با مساحت ۱۱۴/۸ هکتار شهرستان ماسال در راستای مجموعه مطالعاتی است که به‌منظور احیاء تالاب انزلی مدنظر قرار گرفته و برنامه‌ریزی شده است. تالاب انزلی از نوع تالاب‌های ساحلی Coastal Wetland بوده و دارای پهنه آبی به مساحت ۳۷۴ هزار هکتار می‌باشد. حوزه آبخیز تالاب انزلی دارای ۹ رود اصلی و ۳۰ رود فرعی است که پس از آبیاری مزارع و شالیزارها به‌همراه جریان‌های سطحی حوزه آبخیز تالاب به آن وارد می‌شوند. چالش‌های متعددی تالاب انزلی را با خطر مواجه نموده است از جمله، رسوبات بالادست تالاب می‌باشد که وارد آن می‌گردد. در این مطالعه از حوزه آبخیز آلنزه که در بالادست تالاب انزلی و منتهی به آن می‌باشد به‌عنوان زیرحوزه نمونه استفاده گردیده است تا با در نظر گرفتن ابتکار و روش‌های نوین آبخیزداری از جمله استفاده از سازه‌های نگهبان با اصطلاح کنتور لاین در امتداد خطوط تراز در دو قسمت سازه‌های گابیونی طراحی شده و سبب می‌گردد که شیب‌های جانبی آبراهه تثبیت شده و از واژگونی و چرخش سازه در مقابل سیل‌هایی با دوره بازگشت بالا محافظت کند و کف‌پوش طولی آبراهه‌ها در بسترهای با تخریب زیاد با استفاده از گابیون باعث می‌گردد که فرسایش و رسوب منتهی به تالاب جلوگیری گردد سپس این روش نیز در سایر رودخانه‌های منتهی به تالاب اعمال گردد.

روش انجام کار

در کل حوزه بالادست تالاب انزلی چندین منطقه به‌عنوان مناطق حساس و رسوب‌زا معرفی گردیده‌اند که منطقه آلنزه نیز یکی از آن‌ها می‌باشد. این مطالعه حاصل بازدیدها و بررسی‌های صحرایی و انجام بررسی‌های مقدماتی و تفصیلی علل و عوامل فرسایش در آبراهه‌ها و مناطق مختلف حوزه، به‌همراه انجام حفاری‌های مختلف خاک‌شناسی و برداشت‌های نقشه برداری تا دقت ۱ به ۱۰۰ در نقاط حساس و ۱ به ۲۰۰۰ در کل حوزه، انجام مطالعات هیدرولوژیکی و هیدرولیکی جریان در آبراهه‌ها و مطالعات پایداری و ... می‌باشد و در ادامه فعالیت‌های اجرایی و بهره‌برداری و پایش انجام گرفت.

بررسی‌های مقدماتی و تفصیلی صحرایی

طی بازدیدهای صورت گرفته از زیر حوزه آلنزه، به‌طور کلی از نظر فرسایشی ۶ منطقه حساس مشخص گردید. که با انجام مطالعات تفصیلی انواع فرسایش در محدوده مطالعاتی مشخص گردید و در ادامه به مناطق با فرسایش شدید پراخته شده است. با توجه به شکل (۲) این مناطق که در نقشه کاربری به‌عنوان مناطق شکست شیب مشخص گردیده‌اند به‌عنوان حساس‌ترین منطقه در این حوزه مورد نظر قرار گرفته‌اند. دلیل این نوع فرسایش بر روی شیب‌های حوزه وجود توده‌های خاکی در بیش‌تر نقاط این مناطق و هم‌چنین وجود بارش‌های بالا و تبدیل آن به رواناب و سرعت گرفتن جریان بر روی شیب و در نهایت ایجاد فرسایش در منطقه می‌باشد. در این نوع فرسایش با توجه به کاهش پوشش در فصل چرا و بارش‌های با شدت بالا باعث فرسایش شدید می‌شود و از سوی دیگر برای به‌کارگیری مناسب از سازه‌های مکانیکی در محدوده مطالعاتی با اعمال نظر کارشناسی هر یک از عوامل از امتیاز کم‌تر۱ تا امتیاز بیش‌تر ۴ استفاده شد که در نتایج بیان شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی

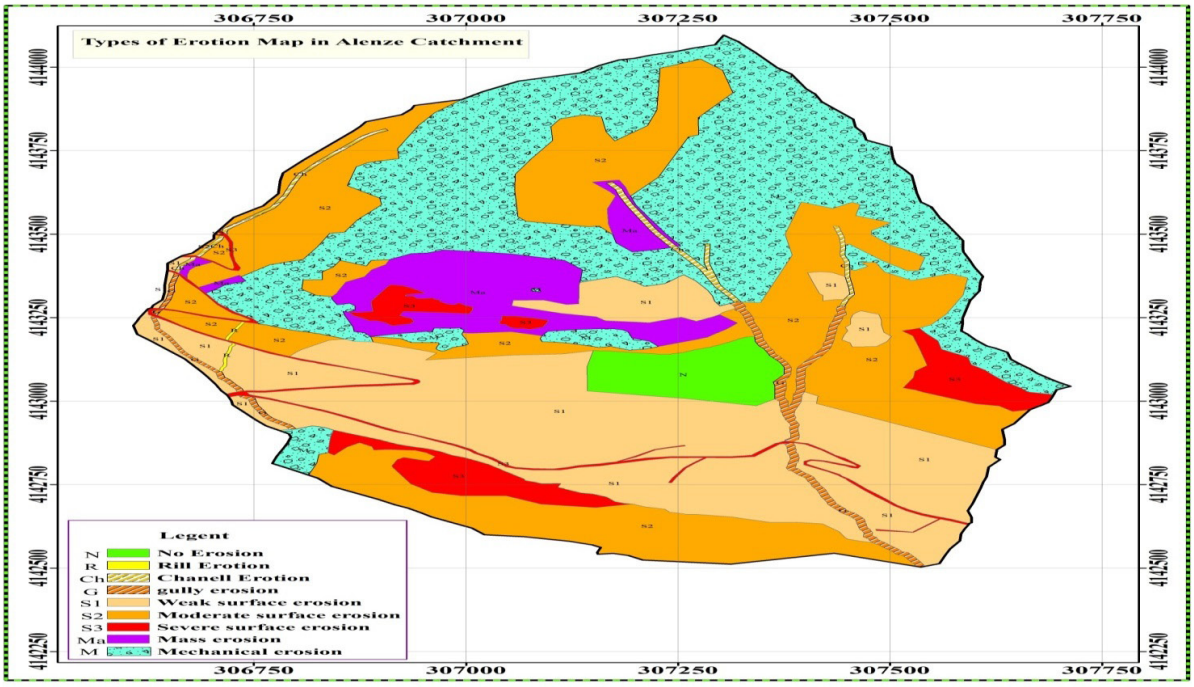
Fig 1. Geographical location of the study area

شکل ۲- نمایی از مناطق دارای فرسایش و لغزش شیب همراه با خاکشویی

Fig2. A view of areas with erosion and slope slip along with dirt

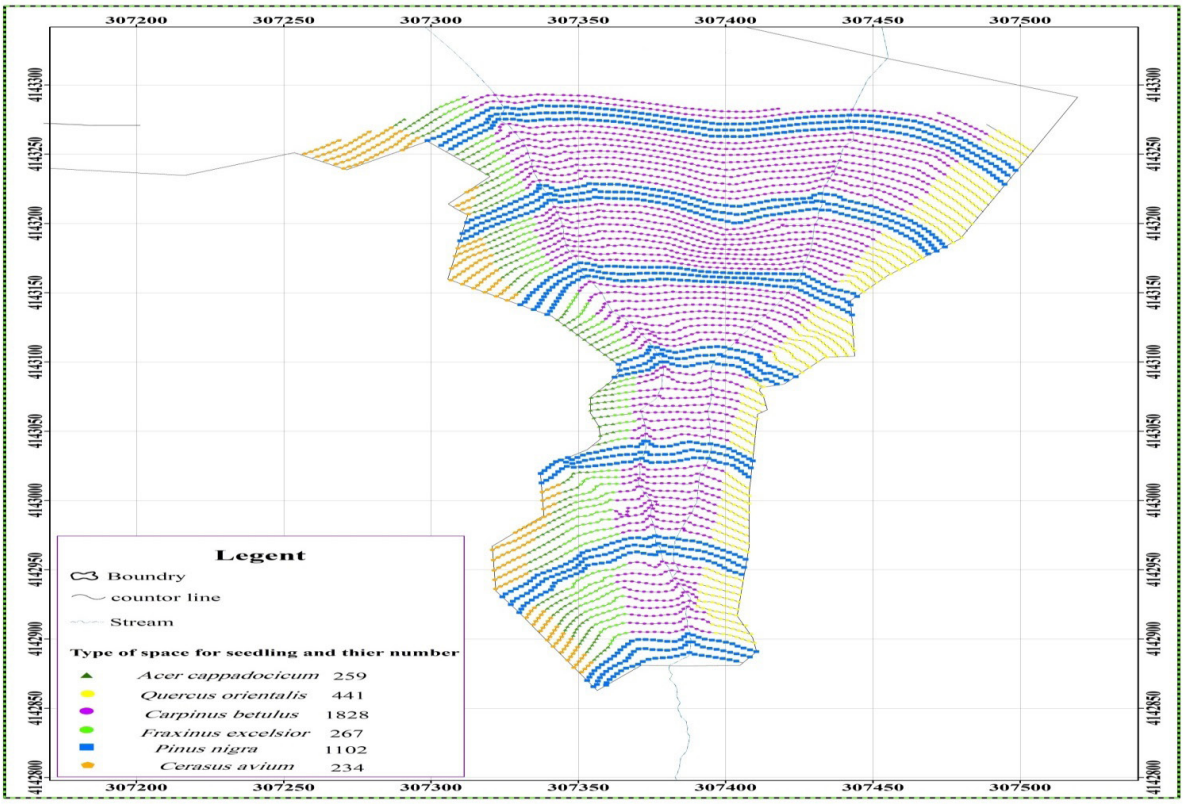
زیر حوزه آلنزه به‌عنوان یک زیر حوزه جنگلی_ مرتعی محسوب می‌گردد. که ارتفاعات فوقانی آنرا مراتع و ارتفاعات میانی و پایین دست این حوزه را اراضی جنگلی در بر گرفته است. لذا روش‌های پیشنهادی جهت احیاء و بازسازی این زیر حوزه به لحاظ عملیات‌های بیولوژیکی بر گرفته از ویژگی‌های اراضی جنگلی_مرتعی، کاربردها و انتظارات از این اراضی است. با توجه به این‌که این زیرحوزه یکی از سرشاخه‌های تالاب انزلی محسوب می‌شود لذا هرگونه فرسایش و سیلاب توأم با جریان گلی سبب ترسیب رسوب در مصب تالاب و به هم‌ریختن تعادل اکو-زیستی آن می‌گردد. بنابراین مجموعه عملیات بیولوژیکی پیش‌بینی شده در عرصه‌های جنگلی و مرتعی زیرحوزه آلنزه به‌عنوان پروژه نمونه (پایلوت) و به‌کارگیری و استفاده از نتایج حاصل برای زیرحوزه‌های با وضعیت مشابه جهت کنترل فرسایش و تولید رسوب می‌تواند تأثیر به‌سزایی در احیای تالاب انزلی داشته باشد. در شکل (۴) نمونه‌ای از عملیات بیولوژیکی محدوده مطالعاتی براساس خطوط تراز و شرایط اکو- زیستی جهت اجرا ارائه شده است.

با توجه کاشت گونه‌ها و هم‌چنین برای بررسی وضعیت فعلی جریان در آبراهه مدل‌سازی جریان رودخانه با استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی جریان و رسوب HEC-RAS استفاده گردیده است و با استفاده از اکستنشن HEC-GeoRAS در محیط GIS داده‌های مکانی مربوط به شکل آبراهه و شیب طولی آن به نرم افزار HEC-RAS وارد شد و تحلیل‌های جریان‌های سیلابی در این نرم افزار صورت گرفت (شکل ۶ الف). بنابراین باید مشخصات هیدرولیکی از جمله دبی سیلاب مربوط به هر بخش از آبراهه (شکل ۵) و دبی سطح برازش شده بر اساس دوره بازگشت‌های مختلف (جدول ۲) مشخص گردد.



شکل ۳- انواع فرسایش موجود در محدوده مطالعاتی النزه

Fig 3. Types of erosion in the range of studies



شکل ۴- مناطق کاشت عملیات بیولوژیک منطقه مورد مطالعه

Fig 4. Planting areas of biological operations in the studied area

نتایج

با توجه به وابستگی شدید بین وسعت حوزه و دبی سیلابی هر حوزه در ابتدا برای تعیین دبی سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف، بر اساس داده‌های ارائه شده معادله دبی سطح مربوط به هر دوره بازگشت مطابق جدول (۱) محاسبه گردیده است.

حال با توجه به دستیابی به فرمول دبی سطح مورد نظر برای دوره بازگشت‌های مختلف در هر نقطه از آبراهه با داشتن مساحت سطح بالادست می‌توان دبی سیلابی موجود در آن آبراهه را تعیین نمود. با توجه به متغیر بودن سطح بالادست هر یک از نقاط در طول آبراهه و عدم امکان انجام این‌گونه محاسبات برای هر نقطه به‌صورت خاص، در این پروژه آبراهه اصلی از نظر دریافت دبی سیلابی به ۵ قسمت تقسیم‌بندی گردیده است (شکل ۶ ب) و دبی متناظر با خروجی قسمت مربوط به هر بخش را در جهت اطمینان به‌عنوان دبی ورودی به آبراهه در بخش ابتدایی آن درنظر گرفته شده است (شکل ۵).

جدول ۱- فرمول دبی سطح برازش شده بر اساس دوره بازگشت‌های مختلف (سطح بر حسب هکتار)

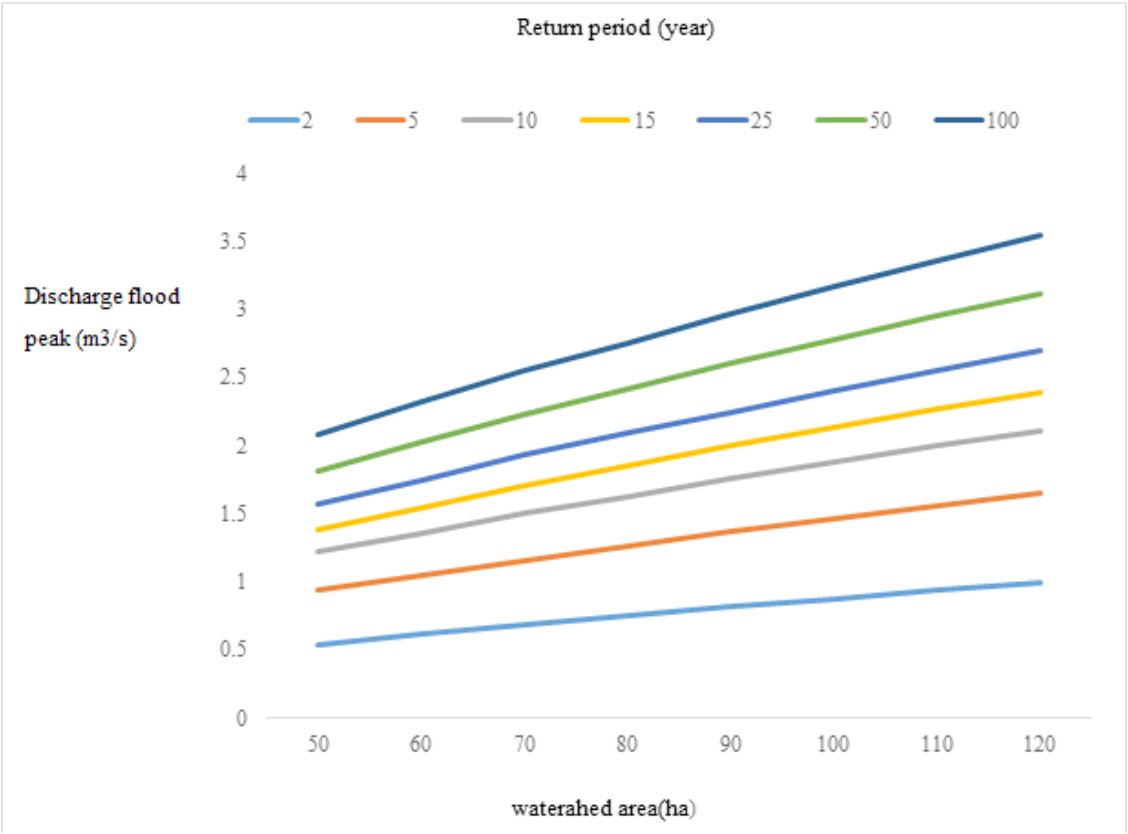
Table 1. Formula of surface level fitted according to different return periods (surface area per hectare)

دوره بازگشت سیلاب Return period Flood (Year)	Q (m^3/s)	R^2
2	0.0065A+0.2275	0.998
5	0.0102A+0.4436	0.998
10	2A+0.59980.010	0.998
15	0.0144A+0.6876	0.998
25	0.016A+0.791	0.998
50	0.0184A+0.9281	0.998
100	0.0208A+1.0739	0.998

طراحی عملیات سازه‌ای

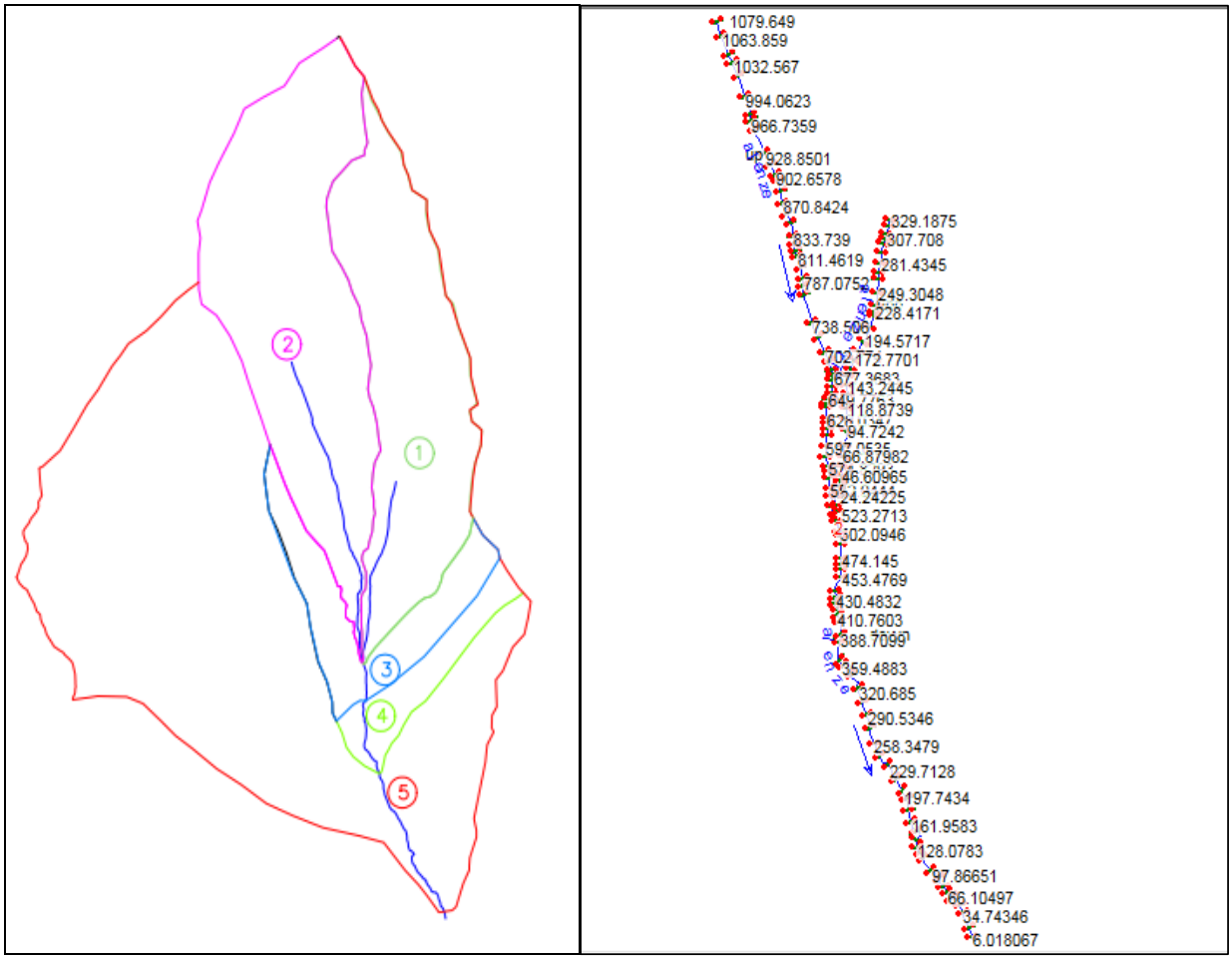
منظور از طراحی یک پوشش تعیین حداقل ابعاد مورد نیاز برای حفظ پایداری آن در شرایط محیطی است. مؤلفه‌های مختلف شرایط محیطی، در واقع مجموعه اطلاعات حاصل از محدوده مطالعاتی است که در جدول (۲) خصوصیات کلی پوشش‌های سازه‌ای و در جدول (۳) امتیازبندی انتخاب نوع و جنس مصالح مورد استفاده در ایجاد پوشش مسیر آبراهه ارائه شده است. با توجه به فهرست بهاء آنالیزهای قیمت مقدماتی صورت گرفته و در نظر گرفتن جمیع موارد امتیازات مربوط به هر یک از انواع مصالح مورد استفاده در پوشش‌های منطقه به شرح جدول (۳) می‌باشد.

همان‌طور که در جدول (۳) ارائه گردید در این پژوهش بیش‌ترین امتیاز به پوشش تورسنگی با روکش ملاتی برابر با امتیاز ۳۶ اختصاص یافته است سپس به‌ترتیب پوشش سنگ در حالت دست‌چین، تورسنگ جعبه‌ای، سنگ چین ملاتی، پوشش کیسه‌ای و .... دارای امتیازات بالاتری از تمام نظرهای فنی و اقتصادی می‌باشند.



شکل۵- مقادیر دبی پیک سیلابی بر حسب مترمکعب در ساعت بر اساس وسعت حوزه آبگیری

Fig 5. Discharge flood peak values per cubic meter per hour based on the extent of the water catchment area



شکل ۶- (الف) مدل رودخانه در برنامه HEC-RAS و اعداد مربوط به فاصله طولی آبراهه به متر و (ب) حوزه بندی برای انجام مدل‌سازی جریان در زیر حوزه آلنزه

Fig 6. (A) the river model performed in the HEC-RAS program And numbers related to the length distance of the stream to meter; and (B) the scope for performing flow modeling in the sub-basin

با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول مقایسه‌ای بالا و هم‌چنین هزینه‌های مربوط به احداث سازه‌ها می‌توان نتیجه‌گیری نمود که از بین روش‌های مختلف عبور جریان استفاده از آبروی لوله‌ای هم از نظر فنی و هم از نظر اقتصادی برای عبور جریان آبراهه بهترین گزینه بوده است (جدول ۴) و لذا در طراحی از این سازه برای گذر جریان از آبراهه استفاده خواهد گردید. پروفیل طولی جریان در داخل آبروی لوله‌ای زیر جاده در شکل (۷) ارائه شده است

با توجه به استفاده از پوشش گابیونی با روکش ملاتی در حفاظت از آبراهه و درنتیجه انتقال مصالح شنی و سیمانی به منطقه دیواره محافظ تقاطع جاده و آبراهه از نوع سازه سنگ و ملاتی درنظر گرفته شده است و برای بخش خروجی این سازه از یک بخش پوششی آرام کننده در پایه سازه برای جلوگیری از کف‌شویی استفاده خواهد گردید. با توجه به نحوه تقاطع آبراهه و جاده و عدم وجود مکانی برای انتقال جریان به داخل لوله در ابتدا باید از یک باکس یا جعبه‌آب و یا منهول برای جمع‌آوری آب بالادست و انتقال آن به بخش پایین دست استفاده نمود که این جعبه آبی در پای دیواره ملاتی احداث می‌گردد. با درنظر گرفتن اتصال بین جعبه آب و آبرو باید این نوع سازه توانایی اتصال مؤثر با جعبه را داشته باشد. لذا می‌توان جعبه آبی را با توجه به مشکلات اجرایی در رابطه با سازه‌های بتن مسلح در منطقه از نوع سنگی و یا آجری احداث نمود و در نهایت سطح این سازه را با مواد عایق، عایق‌کاری کرد. لذا در این بخش از پژوهش به‌دلیل تحمیل هزینه‌های پایین‌تر به پروژه و هماهنگی در ساخت در استفاده از آبرو و رعایت حداقل عمق نصب لوله آبرو (۸۰ سانتی‌متر) از یک باکس جعبه‌ای با عمق، طول و عرض به‌ترتیب برابر با ۲، ۲ و ۱ متر استفاده خواهد گردید. شیب لوله آب‌روی مورد استفاده در طول و عرض راه برای درنظر گرفتن

جدول ۲- مقایسه خصوصیات کلی پوشش‌های سازه‌ای

Table 2. Comparison of General Characteristics of Coatings

	نوع مصالح پوشش Type of coating materials	انعطاف پذیری Flexibility	نفوذپذیری Permeability	نیاز به نگهداشت Need to maintain	چشم انداز Landscape	زیست محیطی Environmental
سنگ Stone	سنگ‌ریز پوشش سنگی ریزشی Pebble stone paving stone	Very	Very	Medium / Low	suitable/ Acceptable	suitable/ Acceptable
	سنگ‌چین بلوکی Grinding Blocks	Medium	Medium	Low	suitable/ Acceptable	suitable/ Acceptable
	سنگ‌چین (منظم دستی) Skeletal (regular hand)	Low	Low	Medium	suitable/ Acceptable	suitable/ Acceptable
	سنگ‌چین با ملات (سیمان) Crushed stone with mortar	Low	Low	Low	Unsuitable	Unsuitable
بتن Concrete	پوشش درجا توپر Solid cover	Low	Low	Low	Unsuitable	Unsuitable
	پوشش درجای سلولی (سوراخ‌دار) Cellular coating (perforated)	Medium	Medium	Low	Acceptable	Unsuitable/ Acceptable
	پیش‌ساخته Assembled	Medium	Low	Low	Unsuitable	Unsuitable
تورسنگی Gabion	توری سنگ جعبه‌ای Gabion Boxed	Medium	Very	Medium / Low	suitable	suitable
	روکش توری سنگ Gabion Cover	Very	Very	Medium / Low	suitable	suitable
بلوک‌های بتنی Concrete blocks	بلوک‌های منفرد و آزاد گیردار Single and free blocked blocks	Medium	/ Low Medium	Medium	/Unsuitable Acceptable	/Unsuitable Acceptable
	بلوک‌های متصل‌به‌هم Connected blocks	Medium	/ Low Medium	Medium	Unsuitable/ Acceptable/	Unsuitable Acceptable/
آسفالت Asphalt	آسفالت ماسه‌ای Gravel asphalt	Very	Very	Medium	suitable/ Acceptable	suitable/ Acceptable
	آسفالت سنگی Rocky asphalt	Very	Very	Low	suitable/ Acceptable	suitable/ Acceptable
	بتن آسفالتی Asphalt concrete	Medium	Low	Low	suitable/ Acceptable	Unsuitable
	آسفالت سنگی متراکم Dense rocky asphalt	Medium	Low	Low	suitable/ Acceptable	Unsuitable
	سنگ‌چین با ملات آسفالتی Grinding with asphalt mortar	Very	/ Low Medium	Low	suitable/ Acceptable	Unsuitable/ Acceptable
	آسفالت ماستیک Mastic asphalt	Very	/ Low Medium	Low	suitable/ Acceptable	Unsuitable
پوشش‌های کیسه‌ای Bag cover	پوشش‌های کیسه‌ای Bag cover	Medium	/ Low Medium	Medium / Low	Unsuitable/ Acceptable	Unsuitable/ Acceptable

شیب مناسب در جهت تخلیه رسوبات احتمالی ورودی برابر با ۶ درصد در نظر گرفته شده است.

بر اساس مطالب بیان شده در شکل (۸) نیروهای وارد بر بند گابیونی به‌صورت تیپ ارائه گردیده است. برای محاسبه دبی ۲۵ ساله عبوری از این آبراهه با توجه به آمار بارندگی حاصل از حوزه و مشخصات حوزه از جمله مساحت ۱۹ هکتاری حوزه آبریز این آبراهه دبی طراحی برای این سطح از مساحت حوزه برابر با ۱/۱ متر مکعب در ثانیه برآورد گردیده است. و از این دبی برای طراحی سرریز سازه‌های گابیونی موجود بر روی آبراهه اصلی شماره ۲ استفاده شده است.

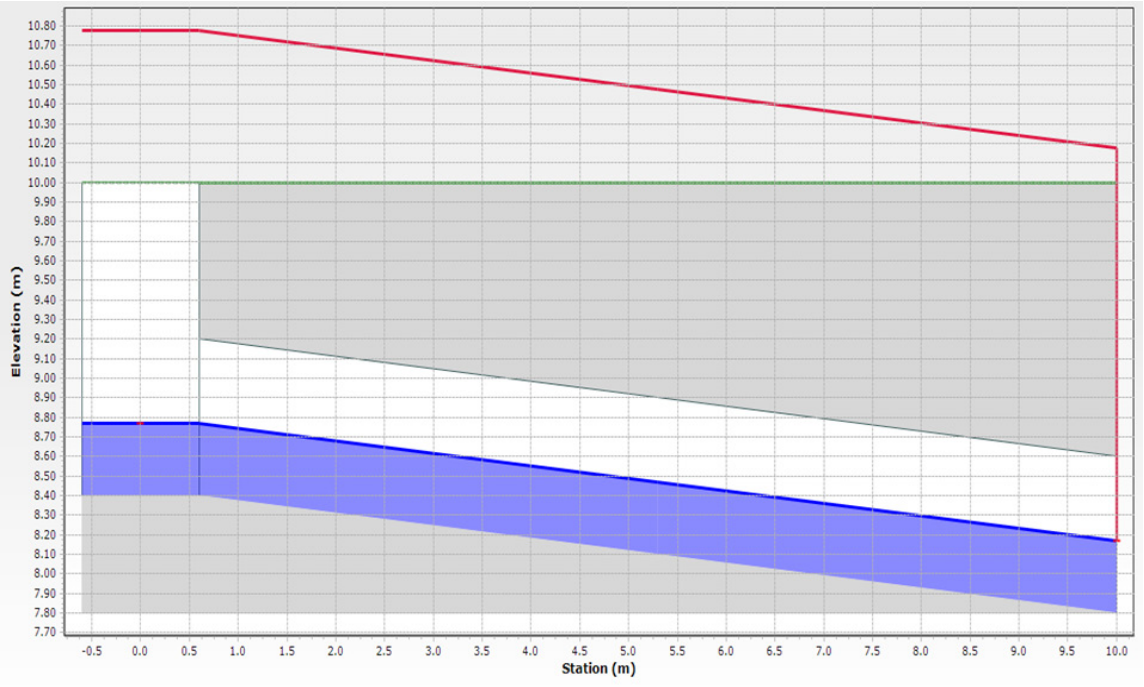
طراحی عملیات بیولوژیکی در اراضی جنگلی زیر حوزه

با توجه به مطالعات پوشش‌گیاهی به‌عمل آمده سطح جنگل در زیرحوزه آلنزه برابر ۱۸ هکتار، سطح درختچه‌زار برابر ۹/۱ هکتار و سطح سرخس‌زار برابر ۱۲/۷ هکتار می‌باشد. از بین کاربری‌های فوق، قسمتی از کاربری درختچه‌زار بیش از سایر کاربری‌ها در معرض خطر فرسایش و تولید رواناب و رسوب قرار دارد و همین

جدول ۳- امتیاز بندی انتخاب نوع و جنس مصالح مورد استفاده در ایجاد پوشش مسیر آبراهه

Table 3. Scoring the selection of the type and kind of material used to create the direction of the stream

Type of cover materials نوع مصالح پوشش	Transportation حمل و نقل	Construction Equipment تجهیزات ساخت	Build materials مصالح ساخت	Manpower نیروی انسانی	Construction period طول دوره ساخت	Cost of execution هزینه اجرا	Conservation نگهداری	Sustainability پایداری	Environmental زیست محیطی	Hydraulic Factors زیست محیطی	Total مجموع
Stone cover pebble	4	4	4	4	4	3	3	1	4	2	33
Blocks stile	4	4	4	4	4	3	4	1	4	2	34
Handy regular stile	4	4	4	4	4	4	2	2	4	3	35
stile by Cement Mortar	3	3	3	4	3	3	4	4	2	4	33
in place cover	2	1	2	3	1	1	4	4	2	3	23
Perforated cellular coating (Concrete)	2	1	2	3	1	1	4	4	3	4	25
Assembled Stone boxed lace (coating cement)	2	2	2	2	3	1	4	4	2	4	26
Stone coating	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	34
Single and Free Blocks	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	36
Connected blocks	1	2	1	2	1	1	2	4	2	3	19
Asphalt Sand	1	2	1	2	1	1	2	4	2	4	20
Asphalt stone	1	1	1	2	1	1	2	3	2	4	18
Asphalt concrete	1	1	1	2	1	1	4	3	2	4	20
Dense stone asphalt	1	1	1	2	1	1	4	4	1	4	20
stile by asphalt mortar	1	2	1	2	2	2	4	4	1	4	20
Mastic asphalt	1	1	1	2	2	2	4	3	2	4	23
Bag coverings	3	3	3	3	4	4	3	3	1	4	21
Carotid coverings	3	3	3	3	4	1	3	3	2	4	32



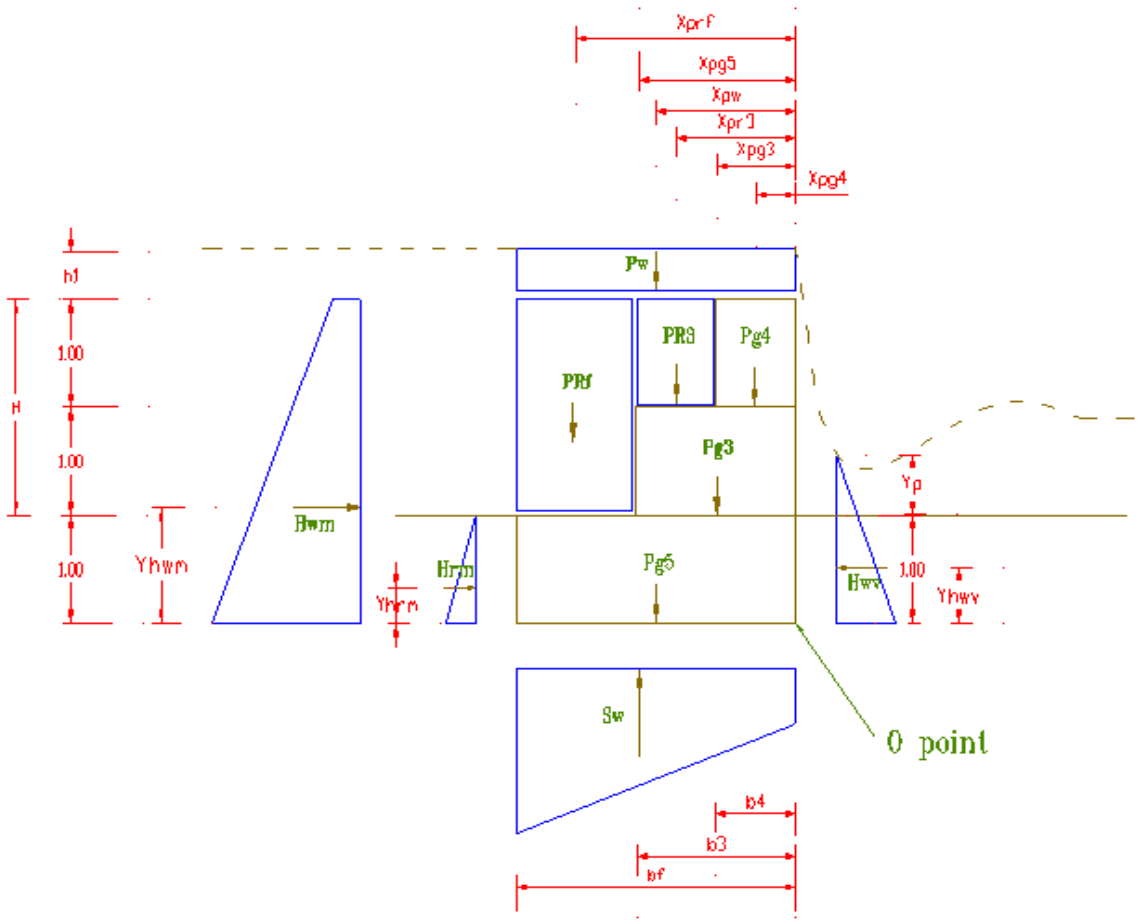
شکل ۷- پروفیل طولی جریان در داخل آبروی لوله‌ای زیر جاده

Fig. 7. Longitudinal profile of the flow inside the pipe underneath the road

جدول ۴- امتیازبندی انتخاب روش عبور آبراهه از راه

Table 4. Scoring Choosing the method of passing the waterways through the road

روش عبور Method flow	نگهداری conservation	پایداری Stability	طول دوره ساخت Construction period	هزینه اجرا Cost of execution	مجموع Total
Stream pipe	3	4	3	4	14
Stream channel	3	2	4	2	11
waterfront	4	2	3	3	12

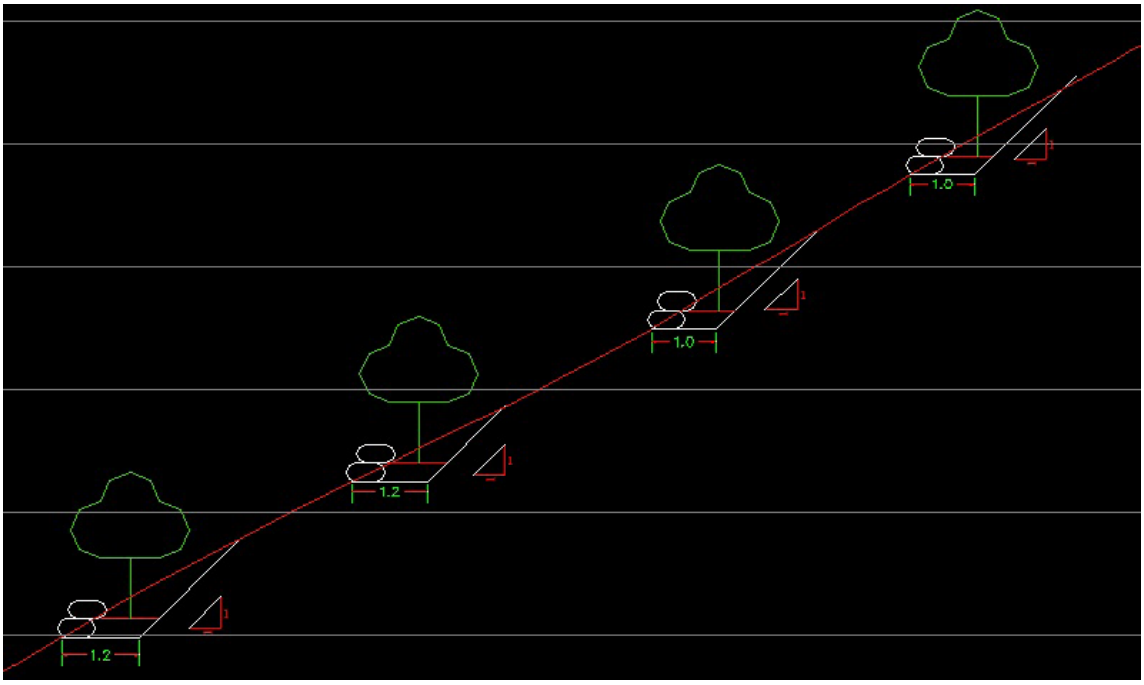


شکل ۸- نیروهای وارد بر بند گابیونی طراحی شده محدوده مطالعاتی

Fig 8. Forces fitted to the gabion belt Designed for the study area

مسئله سبب ایجاد فرسایش خندقی و تبدیل آبراهه به خندق گردیده است. لذا لازم است علاوه بر تثبیت مسیر آبراهه که در عملیات مکانیکی برای این قسمت احداث کانال توری سنگی توأم با احداث سازه‌های گابیونی پیش‌بینی گردیده، دامنه‌های مشرف به آبراهه نیز با روش‌های بیولوژیکی و ... تثبیت گردد.

به‌منظور تثبیت دامنه‌های کاربری درختچه‌زار، نهال‌کاری با گونه‌های جنگلی پیش‌بینی شده است. با توجه به این‌که سایت مورد نظر سایت جنگلی بوده لذا لازم است که این سایت مجددا به حالت جنگلی برگردانده شود. حال با توجه به شیب و نوع عملیات که به صورت پایلوت بوده است، در این طراحی از روش بیومکانیکی به‌منظور احیاء و اصلاح دامنه جنگلی و تعدیل شیب (متوسط شیب دامنه در حدود ۵۵ درصد می‌باشد) استفاده می‌گردد. به‌نحوی که روی خطوط تراز و با اختلاف ارتفاع ۲/۵ متر از یکدیگر بایستی تراس‌های کوچک احداث گردد و روی تراس‌ها عملیات نهال‌کاری انجام گردد. نمایی از نحوه اجرای پروژه بیومکانیکی تراس‌بندی توأم با نهال‌کاری در شکل (۹) آورده شده است.



شکل ۹- نمایی از نحوه اجرای پروژه بیومکانیکی تراس‌بندی توأم با نهال‌کاری

Fig 9. An overview of the implementation of the biomechanical plan of planting planting

باتوجه به شکل (۹) عملیات نهال‌کاری روی خطوط تراز با اختلاف ارتفاع ۲/۵ متری انجام می‌شود. با توجه به اندازه‌گیری انجام شده روی نقشه، فاصله افقی ۲ خط ترازی که بایستی عملیات تراس‌بندی روی آن انجام شود در حدود ۵ متر می‌باشد. بنابراین فاصله ۲ خط نهال‌کاری از یکدیگر نیز ۵ متر خواهد بود. هم‌چنین فاصله کاشت نهال‌ها در یک خط از یکدیگر ۲/۵ متر درنظر گرفته شده است. بنابراین فاصله کاشت نهال‌ها ۵ * ۲/۵ متر می‌باشد. با توجه به شرایط آب‌وهوایی و اکولوژیکی زیرحوزه آلنزه به‌منظور نهال‌کاری از نهال چند گونه جنگلی سازگار با شرایط اکوزیستی محدوده مورد مطالعه استفاده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در حال حاضر میلیاردها تن گل و لای ناشی از رسوبات حاصل از شست و شوی خاک حوزه‌های آبخیز رودخانه‌های منتهی به تالاب در تالاب انزلی وجود دارد. تا چند دهه قبل عمق تالاب انزلی هشت تا ۱۱ متر بود اما درحال حاضر، ته‌نشین شدن رسوبات عمق آن را به سه متر رسانده است که مهم‌ترین عامل آن تخریب حوزه‌های بالادست می‌باشد. بنابراین اجرای سازه‌های مکانیکی و بیولوژیکی در منطقه پایلوت به گونه‌ای پیش‌بینی شد که تمامی جوانب در نظر گرفته شود، به‌عنوان مثال در طراحی سازه‌های مکانیکی از روش امتیازدهی و در روش بیولوژیکی از گونه‌های جنگلی به صورت ترکیبی استفاده شد تا کنترل سیلاب بهتر صورت گیرد. از سوی دیگر پیشنهاد می‌گردد بعد از اجرای این طرح در منطقه پایلوت، سایر مناطق مستعد فرسایش و بحرانی حوزه آبخیز تالاب انزلی شناسایی گردد تا از مخاطره افتادن تالاب انزلی به‌عنوان یک اکوسیستم نادر و حیاتی برای سلامت دریای خزر جلوگیری گردد.

منابع

1. Abbasi, A., and Seddigh. R. 2008. Field evaluation of the appropriate slope correction clauses in construction costs. Proceeding of the 5th conference on Watershed Management Science and Engineering, Gorgan, Iran (In Persian).

2. Banihabib, M., and Piri Ardakani, M. 2010. Determining the optimal distance between check-dams (Shirkooh Yazd Province). 4th National Conference on Erosion and Sediment. http://www.civilica.com/Paper-ESNC04ESNC04_013.html, (In Persian).

3. Brooks, K. N., Folliott، P.F., Gregersen, H.M., Thames, J.L. 1991. Hydrology and the Management of Watershed, vol.1. Iowa State University, Pages 220

4. Dabiri, S.S., Sofi, M. and Talbbedokhti, N. 2014. Effect of watershed check dams in control sediment (case study: Eghlid & Marvdasht & Mamsani watershed). Journal of water Resources Engineering, 6:1-21.

5. Eskandari, M., Dasturani, M.T., Ftahi, A. and Nasri, A. 2012. Evaluation of Watershed Management actions on Zayanderood watershed (case study: sub catchment), Third National Conference on Integrated Water Resources Management.

6. Ghanbari, A., Zare Bidaki, R., Honar bakhsh, A., and Mahmoudinejad, V. 1394. Technical and Economic Evaluation of Mortar and Stone Lining (Case Study: Multifunctional Watershed of Chaharmahal & Bakhtiari Province), Journal of Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 2:2460-449 (In Persian).

7. Godrati, AS. 2004. Final Report of the Evaluation of Watershed Watershed Performance Results at the Sayyid Rood Dam, Soil and Water Conservation Research Institute, 79 p. (In Persian)

8. Goodarzi, A. Shokri, N. and Ziayi, M. 2013. Uncertainties and risk ananalysis of earth dam breach, (Case study: Doroodzan dam in Fars province), IWRJ, 7(13), pp. 31-40.

9. Hashemi, S.A.A. 2013. Effect of Rock check dams on flood reducing in Arid and Semi-arid regions (case study: Darjazin watershed in semnan province). J. sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour., Water and soil sci., 66(17), 160-171 (In Persian).

10. Karbowski, A. 1993. Optimal flood control in multireservoir cascade systems with deterministic inflow forecasts. Water resources management. Netherlands. Volume 7, No 3, Pages 207-223.

11. Polyakov, V.O., Nichols, M.H., McClaran, M.P. and Nearing, M.A. 2014. Effect of check dams on runoff, sediment yield, and retention on small semiarid watersheds. Journal of soil and water conservation, p:414-421.

12. Roghaini, M., Tabatabai, M. And Shadfar, P. 2010. Evaluation of Watershed Management and the introduction of a method for determining flood control structures. Journal of Watershed Management Sciences and Engineering, 51-60: 6 (In Persian).

13. Roughani, M. 2012. Surveying the roles of soil and water conservation structures in runoff control and storage (Case Study in Hydarie Catchment), Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi), 93, 46-54.

14. Shahrivar, A. And Kavoshi, B. 1393. Use of modern watershed methods for planting fruit trees in sloping lands of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province. Managing Agricultural Coordination and Promotion in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province. No. 45601. (In Persian).

15. Shiravi, B. Golkarian ,A. And Abotalebi pirnaeemi. A. 2015. Effect of check dams on time of concentration and reduction of flood peak (Case study: Gash watershed). Iranian Natural Resources Magazine, Iranian Natural Resources Magazine. 68:2:307-322 (In Persian).

16. Soltani, M., Ekhtesasi, M., Talebi, A., Poraghnai, M. and Sarsangi, A. 2011. Effect of check dams on reduction of flood peak (case study: Manshad watershed), Watershed management research (pajouhesh & sazandegi), 93, 46-54.

17. Torabi Haghighi, A., Marttila, H. and Klove, B. 2014. Development of a new andex to assess river regime impacts after dam construction, Golbal and planetary change journal, 122, 186-196. (In Persian).

18. Walker, W. S. and D. R. Maidment. 2006. Geodatabase design for FEMA flood hazard studies, CRWR online Report 06- 10, Center for Research in Water Resources, The University of Texas at Austin, 197 p.

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering
Vol. 13, No. 47, Winter 2020
سال سیزدهم- شماره ۴۷- زمستان ۱۳۹۸

Abstract

Presenting Protection Solutions of Anzali Wetlands with the Modern Watershed Approach Model

M. Sebghati[1], H. Moslemi[2], R. Parandeh[3], B. ghaderi[4] and A. Kakemami[5]

Received: 27-10-2018 Accepted: 02-02-2019

The purpose of the modern watershed study is to use a regional pilot to select an erosion sub-basin and restore it to preserve the downstream wetland. In this research, Alanza watershed, located in the upstream reaches of Anzali wetland, has been selected as a sub-watershed (pilot) with the aim of investigating the effect of mechanical, biological and biomechanical operations on modern watersheds. At first, the location of the construction of the watersheds was determined using field operations. Then, due to the planting of species, structural design and also to study the current status of the flow in the river flow modelling channel, using flow and sediment modelling software (HEC-RAS) was used. Using the HEC-Geo RAS extension in the GIS software, the spatial data related to the shape of the river and its longitudinal slope were entered into the HEC-RAS software, and flood flows analysis was calculated. Finally, research of several modern watershed guard structures approaches, including line contour with so-called Along the lines for gabion dams, Longitudinal stream flooring with gabion and biomechanical structures for Prevent slope erosion, can be designed to Reduce erosion and sediment.

Keywords: Alanza, Biological, Anzali wetlands, sediment, structure.

1. Corresponding author and Ph.D. student of Watershed Engineering – Water and Soil Conservation, University of Urmia, West Azerbaijan. Email: Sebghati.marhamat@gmail.com
2 &3. Ph.D. Student of Watershed Science and Engineering, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan , Bandar Abbas.
4. Graduated M.Sc. of Range Management, Tarh and Saze Shafarod Company, Rasht.
5.Ph.D. Student Range management, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil.