بررسی پایداری سازه‌های احداثی به منظور کنترل سیلاب در حوزه آبخیز تفتان خاش

منصور جهانتیغ[۱]

۱- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان

چکیده

افزایش رو به رشد تلفات منابع آب و خاک موجود عرصه حوضه های آبخیز در چند دهه اخیر بر اثر بهره برداری غیر اصولی از منابع شدت فزاینده‌ای یافته است. این موضوع ضمن سیر قهقرائی حوضه‌ها و افزایش نرخ تولید رسوب و کاهش عمر مفید مخازن سدها، موجبات کاهش تولید و تلفات سرمایه‌های ملی کشور را فراهم نموده است. این تحقیق که در حوضه آبخیز تفتان خاش انجام می‌گیرد در پی ارزیابی پایداری عملیات مکانیکی احداثی در این حوضه آبخیز می‌باشد. برای اجرای این پژوهش ۴۵ سازه آبخیزداری انتخاب و با انجام عملیات صحرایی و ثبت مختصات سازه های احداثی و همچنین طبقه بندی آنها شامل، حجم، پایداری و درصد تخریب آنها انجام پذیرفت. نتایج نشان می دهد که از مجموع سازه ها به ترتیب ۸۷/۵ و ۱۲/۵ درصد آنها از نوع سنگ و سیمان و گابیونی می باشد. کوچکترین و بزرگترین سازه به ترتیب ۲۰ و ۲۰۶/۲۵ متر مکعب حجم دارد. مطالعه کار کرد سازه ها نشان می دهد که اکثر آنها از پایداری مناسبی برخوردار بوده اند. ۶/۶ درصد سازه ها خسارت دیده اند و ۹۳/۴ درصد آنها نیز سالم هستند. تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که بین پایداری و عدم پایداری اختلاف معنی داری وجود دارد. بدین معنی که سازه های مورد پژوهش از پایداری مناسبی برخوردار بوده اند.

واژه‌های کلیدی: پایداری، حوضه آبخیز تفتان خاش، سازه‌های مکانیکی، عملیات آبخیزداری.

An Assessment of the Sustainability of Mechanical Structures in Taftan Catchments

Mansour Jahantigh[1*]

1-Associate Professor, Department of Soil Conservation and Water Management, Research Center for Natural Resources and Agriculture, Sistan, Iran

Abstract

The substantial increase of water and soil losses of catchments in the last decades due to the improper exploitation has gained pace. The issue accompanied by the increase in sediments, the reduction of dams' lifespan causes a reduction in the national production potential and resources. The study area was Taftan catchments. In order to do so, 45 constraustions were selected. The results showed that from the total number od constructions, 87.5 and 12.5 percernt were of stone, cement and Gabion nature. The volume of the largest and smallest constructions were respectively ۲۰ and ۲۰۶/۲۵ cubic meter. The studies on the performance of constructions showed that most of them are stable; 6.6 percent are damaged and 93.4 percent are undamaged. The statistical analysis shows that there is a significant difference between stability and instability.

Keywords: Stability, Taftan catchemnts, mechanical constructions, watershed operations.

* Corresponding Author's E-mail(mjahantigh2000@yahoo.com)

الف – مقدمه

افزایش سریع جمعیت، نیاز روز افزون انسان به مواد غذایی و اشتغال، به همراه محدودیت منابع آبی کشور و همچنین بروز هرز آب های سطحی به علت عدم مدیریت علمی و کارآمد در حوضه های آبخیز، محدودیت هایی را در توسعه جوامع ایفاء می نماید. ایران کشوری است که در ناحیه خشک قرار دارد و نتنها میزان بارندگی آن حدود یک سوم مقدار جهانی است بلکه از پراکنش مناسبی نیز برخوردار نیست، چنانکه در برخی از نقاط کشور بارندگی سالانه آن ممکن است در ۲۴ ساعت ریزش نماید. لذا نقش آب در ادامه زندگی و اهمیت آن در توسعه و پیشرفت کشور، نگرشی ژرف به منابع آبی و تلاشی مظاعف برای یافتن روشهای مناسب بهینه ازآب را دارد. توزیع زمانی و مکانی مناسب، بارندگی در هر حوضه آبخیز، ضمن تامین رطوبت خاک در فواصل زمانی مورد نیاز، موجبات استقرار پوشش گیاهی را در اکوسیستم فراهم می سازد. مقدار و نوع پوشش گیاهی حوضه های آبخیز، درجه ثبات و تعادل آن را نشان می دهد. خاک یکی از ثروت های ملی به حساب می آید که در اثر استفاده بی رویه از آن در حال از بین رفتن است. فرآیند نهایی تخریب خاک، محو پوشش گیاهی را به همراه دارد که در نهایت کاهش نفوذ پذیری، ایجاد هرز آب های سطحی، عدم تغذیه آبهای زیر زمینی، تخریب محیط زیست و افزایش مهاجرت های بیرویه می باشد.

خاکهایی که دارای پوشش گیاهی مناسب هستند، کمتر در معرض فرسایش قرار می گیرد زیرا از برخورد مستقیم قطرات باران با زمین ممانعت می نمایند و در نتیجه آب باران به آرامی به سطح زمین می رسد و در خاک نفوذ می کند. علاوه برآن، بقایای گیاهان از قبیل ماده آلی یا هوموس نیز در تثبیت خاک مؤثرند. کنترل و جمع آوری نزولات آسمانی به شیوه های مختلفی امکان پذیر است که بکارگیری هر روش و یا ترکیبی از آنها به شرایط محلی، اهمیت منطقه و اثرات اقتصادی ـ اجتماعی و زیست محیطی آن اکوسیستم بستگی دارد. یکی از مهمترین راهکارهای کارآمد در توسعه هر منطقه مدیریت علمی آبخیزداری می باشد. آبخیز پهنه ای است که تمام رواناب ناشی از بارش وارد بر روی آن را یک رودخانه، آبرو، دریاچه و یا یک آب انباشت دریافت می نماید. حوضه های آبخیز علاوه بر تثبیت اکولوژیکی و افزایش تولیدات متنوع زراعی و دامی، از مهاجرت ساکنین آبخیزها به پایین دست و پی آمدهای ناهنجار اقتصادی و اجتماعی آن جلوگیری می نمایند.

آبخیزداری استفاده صحیح از زمین براساس استعداد و مدیریت آن، مانند کنترل فرسایش، جلوگیری از ایجاد هرزآب و همچنین رسوبگذاری، اصلاح و احیاء پوشش گیاهی (از طریق احداث پیتینگ، کنتور فارو، بذرکاری و بذرپاشی)، احداث بانکت یا تراس، احداث سدهای اصلاحی (خشکه چین، سنگ و سیمان، گابیونی، بند خاکی، چپری و ...) و تورکینست می باشد.

اجرای عملیات آبخیزداری نقش بارزی در بهره‌برداری اصولی از منابع آب حاصل از رواناب‌ها و ذخیره نزولات جوی و کاهش سیلخیزی، فرسایش و رسوب، احیاء پوشش گیاهی و علاوه بر آن بهبود وضعیت اقتصادی و اجتماعی ساکنین حوضه های آبخیز ایفاء می نماید. در چند سال اخیر میزان فرسایش و رسوب و همچنین هرزآب های کشور به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافته است که چنین روندی خسارات جبران ناپذیری بر کشور از جمله، افزایش نرخ تولید رسوب و کاهش عمر مفید مخازن سدها، موجبات کاهش تولید و تلفات سرمایه‌های ملی کشور را فراهم نموده است. کنترل و ذخیره آب باران راهکار مناسبی برای مهیای حوضه های آبخیز کوچک به منظور کشت محصولات کشاورزی، بهبود اکوسیستم منطقه و تثبیت آن می باشد. توجه به ویژگی آبراهه‌ها و مسیل‌ها و نوع رسوبات برجای مانده از سیلاب‌ها در بستر آن‌ها، احداث سازه‌های کوتاه در نقاط مرتفع تاثیر بسزایی در میزان نفوذ رواناب‌ها و تغذیه آب‌های زیر زمینی دارد (Li, 2002). نفوذپذیری خاک لومی شنی در یک دوره ۶ ساله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کار نشان داد که مقدار نفوذ با افزایش شیب رابطه معکوسی دارد. بطوریکه با افزایش شیب از ۰/۵ به ۵ و از ۵ به ۱۰ درصد مقدار نفوذ بترتیب ۵۸/۵ و ۲۳/۳ درصد کاهش می یابد. بنابراین با احداث سازه‌های کوتاه بر روی آبراهه‌ها و مسیل‌ها شیب تقلیل می یابد که فرآیند نهایی آن افزایش میزان نفوذ رواناب می باشد (Sharma et al., 1983). نتایج پژوهش بریان (۲۰۰۳) نشان می دهد که مقدار نفوذ آب در خاک‌های با بافت شنی و ماسه‌ای ۲۰۰ میلیمتر در ساعت بوده است (قدرتی، ۱۳۸۳). عملیات آبخیزداری در تثبیت آب و خاک و به دنبال آن بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی حوضه های آبخیز نقش مهمی را ایفاء می نماید. عملیات مکانیکی از قبیل ایجاد کنتور فارو و پیتینگ باعث افزایش رطوبت خاک و کاهش رسوب می گردد (جهان تیغ، ۱۳۹۰). موفقیت کارهای آبخیزداری به دو عامل تناسب سازه‌های حفاظت آب و خاک با ویژگی ها و خصوصیات حوضه های آبخیز و تاثیر آنها در استقرار پوشش گیاهی بستگی دارد (Satterland, 1962; Noble, 1963; Doty, 1971). نتایج بررسی هایی در زمینه تاثیر عملیات حفاظت آب و خاک نشان می دهد که چنانچه انتخاب سازه ها بر اساس ویژگیهای منطقه و آبراهه ها باشد از موفقیت مطلوبی برخوردار است ولی عدم انتخاب مناسب نوع سازه، احداث غیر اصولی آنها بدون توجه به مشخصات فنی و همچنین عدم تلفیق و ترکیب سازه ها با فعالیت های بیولوژیکی نتنها عملیات کارآمد نیست، بلکه تشدید فرسایش را نیز بهمراه دارد (Bailey, 1937). استفاده از تجارب بهره برداران حوضه های آبخیز نقش موثری در تثبیت آن دارد. موثرترین راه برای کنترل فرسایش، ایجاد پوشش گیاهی در زمین و کاهش شیب کانال ها و سطح اراضی است که آب بر روی آن جریان می یابد (Hall & Sworth, 1987). کارهای آبخیزداری ساده و قابل فهم برای مردم و همچنین پروژه هایی که مردم در طراحی و تصمیم گیری آن مشارکت دارند، استحکام زیادی داشته و چنین

حوضه هایی به سمت توسعه پایدار حرکت می نمایند (Hudson, 1991). عملکرد مدیریت حوضه های آبخیز کوهستانی و کوهپایه ای در منطقه ماهاراشترای هندوستان مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان زنده مانی پوشش‌گیاهی به ۵۱/۳۳ درصد می رسد و مقدار هرزآب و فرسایش به نوع خاک بستگی دارد. بطوریکه در مناطقی با خاک کم عمق کوهپایه و نیمه عمیق به ترتیب ۴۷ و ۲۳ درصد میزان سیلاب کاهش یافته است. نرخ فرسایش در مناطق کوهپایه‌ای – کوهستانی و مرتفع از ۴۲/۶۸ درصد به ۱۲/۷۹ درصد تقلیل می یابد (Pawar, 1998). ارتباط بین تاثیر حفاظت‌های مکانیکی و بیولوژیکی با روان‌آب درکشور هندوستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان رواناب با تلفیق این دو عملیات به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافت. این پژوهش تاکید کرد هنگامی که پوشش‌گیاهی به همراه تراس باشد، میزان رواناب به کمترین حد خود می‌رسد (Ranade & Ramak, 1996). ارزیابی نتایج عملیات آبخیزداری در حوضه آبخیز سد کرج نشان می‌دهد که مدیریت آبخیزداری در این منطقه نقش موثری درکاهش رواناب و رسوبدهی آن داشته است. علاوه بر آن این بررسی نشان داد که عملکرد عملیات آبخیزداری مناسب و سدهای گابیونی در مقایسه با سایر سازه ها، کارآیی بهتری داشته اند (محمدی گلرنگ، ۱۳۷۸). ویژگیهای مهندسی خاک به اثرات پیچیده و متقابل خاک و خصوصیات بالقوه آن، نظیر نوع و میزان کانیها،کاتیونهای جذب سطحی، شکل و اندازه ذرات و همچنین خصوصیات حقیقی یا بالفعل خاک نظیر میزان آب خاک، دانسیته، ساختمان و حرارت تشکیل می دهد. تحقیق بر روی یکی از تورکینست های احداثی در آبخوان پلدشت نشان می دهد که از نظر پایداری آن مشکل وجود دارد. مطالعه خواص شیمیایی نمونه های خاک برداشت شده از بدنه تورکینست نشان داد که از نظر شیمیایی تعادلی بین عوامل موثر وجود دارد و ناپایداری آن را باید در خصوصیات فیزیکی و مکانیکی خاک و شرایط حین احداث آن جستجو نمود. البته در این میان نباید نقش شستشوی خاک بدنه تورکینست در اثر نفوذ آب پشت سر آن و افزایش حساسیت خاک مورد استفاده آن به فرسایش را از نظر دور داشت (سکوتی اسکویی و همکاران، ۱۳۸۲). کوچک شدن ابعاد سنگها در سازه های آبی، میزان آسیب وارده به آنها را افزایش می دهد. محققین با استفاده از پارامترهای سطح آسیب (S) و کاهش ۱۰ و ۳۰ درصدی وزن سنگ ها نشان دادند که یک رابطه نمایی بین افزایش پارامتر پایداری و افزایش سطح آسیب برقرار است (Rao et al., 2003). نفوذپذیری سازه ها تاثیر بسزایی در پایداری هیدرولیکی آن دارد. ولی نفوذپذیری زیاد هسته پایداری پشت سازه را در معرض خطر قرار می دهد، در حالیکه نفوذ ناپذیری هسته نیز ناپایداری سنگ های آنرا در پی دارد (Sayao, 1998).

ابعاد مناسب سازه های آبی و خاکریزها نقش اساسی در پایداری آنها دارد. مطالعه در حوضه سد لار نشان می دهد که ابعاد سازه های احداثی در این محدوده با ابعاد استاندارد آنها تا حدی متفاوت و این امر تخریب آنها را به همراه داشته و از دوام کارآیی مفید سازه ها کاسته است. علاوه بر آن، این موضوع افزایش هزینه های اجرایی سازه ها را در پی دارد. تحقیق حاضر وضعیت پایداری سازه های اجرایی در حوضه آبخیز سنیب را مورد بررسی قرار می دهد تا ضمن شناسایی نقاط ضعف و قوت آنها، راهکار علمی و مدونی به منظور تاثیرگذاری مطلوب عملیات آبخیزداری صورت پذیرد.

ب- مواد و روش ها

عرصه تحقیق از توابع شهرستان خاش و در فاصله ۶۰ کیلومتری شمال غرب آن قرار دارد. این منطقه دارای مختصات ۱۱ , ۴۶ °۶۰ - ۱۷ , ۵۷ °۶۰ طول شرقی و ۴۰ , ۳۱ °۲۸ - ۴۰ , ۴۰ °۲۸ عرض شمالی و در ارتفاع متوسط ۲۳۰۱ متری از سطح دریا قراردارد. با توجه به شرایط اکولوژیکی، محدوده مورد بررسی جزء مناطق خشک و بحرانی کشور محسوب میگردد. کمبود آب و رطوبت از چالش هایی است که حیات در این منطقه را تحت و شعاع خود قرار می دهد به طوریکه این شرایط سخت اکولوژیکی استقرار و رویش پوشش گیاهی را با محدودیت همراه ساخته است. متوسط بارندگی سالیانه در منطقه مورد بررسی ۱۷۴/۹ میلی متر است که بیشترین آن در فصل زمستان ریزش می نماید. متوسط دمای سالانه حوضه ۱۵/۷ درجه سانتیگراد که گرمترین ماه سال مرداد (۳۶/۲) و سردترین آن بهمن (۱/۱-) می باشد. این محدوده از کشور تبخیر و تعرق بالا و رطوبت کمی دارد، بطوریکه متوسط رطوبت سالانه آن ۲۸/۱ درصد می باشد. فلئور منطقه شامل۲۶۴ گونه از ۴۷ خانواده گیاهی می باشد که بیشترین سهم مربوط به ۳ خانواده می باشد. وضعیت پوشش گیاهی منطقه ضعیف تا خوب با گرایش ثابتی دارد. گیاهان یکساله و چندساله به ترتیب ۶۲/۴ و ۳۷/۶ درصد از لیست فلئور حوضه را به خود اختصاص می دهد. بررسی فرم رویشی گونه های گیاهی نیز حاکی از این است که بیشترین میزان مربوط به گیاهان علفی و کمترین سهم مربوط به شبه گراس ها هستند. براساس موقعیت زمین شناسی این حوضه آبخیز در پهنه فلش شرق ایران قرار گرفته است. در این پهنه سنگهای رسوبی و آذرین در قالب ۴ واحد چینه سنگی متعلق به کرتاسه تا عهد حاضر رخنمون یافته اند. با توجه به شرایط منطقه، چین خوردگی خاصی به شکل طاقدیس و ناودیس در منطقه وجود ندارد، اما چین خوردگی لایه ها به ویژه در فلش های ائوسن زیاد دیده می شود. برای اجرای این پژوهش ابتدا گزارشات پایه حوضه مربوطه مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و اقدام به جمع آوری آمار و اطلاعات، نقشه‌ها و داده‌های مورد نیاز در خصوص بارش، رواناب و رسوب گردید. بازدیدهای صحرایی به منظور برداشت مشخصات عملیات مکانیکی اجراء شده صورت پذیرفت و اقداماتی شامل، بررسی انواع سازه های

اجرا شده در حوضه آبخیز، طبقه بندی سازه های اجرا شده بر اساس حجم عملیات، بررسی کارکرد سازه ها، تعیین میزان و طبقه بندی نوع خسارات وارده به سازه ها، مشخص نمودن تعداد سازه های پایدار، بررسی عوامل موثر بر تخریب سازه ها، تعیین درصد عملکرد و پایداری سازه ها در حوضه آبخیز سنیب انجام پذیرفت. علاوه بر آن سازه های اجرایی بر اساس حجم عملیات و میزان خسارات وارده نیز طبقه بندی گردید.

ج- نتایج

در حوضه مورد بررسی ۴۵ سازه اجراء گردیده است که به ترتیب ۸۷/۵ و ۱۲/۵ درصد آنها از نوع سنگ و سیمان و گابیونی می باشد. هدف از احداث این سازه ها کنترل هرز آب ها به منظور تامین آب مورد نیاز کشاورزی بهره برداران بوده است. اکثر سازه ها بر اساس روش های علمی احداث، به طوریکه دارای سر ریز، بال و حوضچه آرامش می باشند. سازه های احداثی با توجه به مشخصات محل حجم متفاوتی دارند. کارهای آبخیزداری که در سال های اخیر احداث، نسبت به آنهایی که در اوایل دهه ۸۰ ساخته اند، استحکام بیشتری دارند. زیرا در ساخت این سازه ها اصول مهندسی رعایت گردیده است. این سازه ها بسته به آورد و دبی رودخانه در اندازه های متفاوتی احداث گردیده اند. کوچکترین و بزرگترین بند احداثی در این حوضه به ترتیب ۱۰ و ۴۲ متر طول دارد. عرض کف برخی از بندها به ۳/۵ متر نیز می رسد ولی عرض بالایی معمولا ۱ متر در نظر گرفته شده است. کمترین و بیشترین ارتفاع سازه های مورد مطالعه نیز به ترتیب ۲ و ۶/۷ متر می باشد. سر ریزهای سازه ها در ابعاد مختلفی ساخته شده اند.

به طوریکه طول آنها بسته به میزان رواناب متغییر ولی اکثر آنها ۱ متر ارتفاع دارند. تعدادی از سازه ها بر اثر سیلاب های ابتدایی بوسیله رسوب مدفون و تعدادی نیز نقش موثری در جمع آوری رواناب ها ایفاء نموده اند. طبقه بندی سازه های اجرا شده بر اساس حجم عملیات نشان می دهد که کوچکترین و بزرگترین سازه به ترتیب ۲۰ و ۲۰۶/۲۵ متر مکعب حجم دارد. سازه ها در گروه های ۵۰>، ۷۵-۵۰، ۱۰۰- ۷۵، ۱۲۵-۱۰۰، ۱۵۰- ۱۲۵، ۱۷۵-۱۵۰، ۲۰۰-۱۷۵، ۲۰۰- ۲۲۵ متر مکعب تقسیم بندی گردید. بیشترین تعداد سازه در گروه ۷۵-۵۰ و گروه ۵۰> در رتبه بعدی قرار دارد (جدول ۱). با توجه به اینکه بند انحرافی یک سازه وزنی است که از مصالح سنگ و سیمان و نظایر آن بر روی بستر رودخانه احداث می گردد، توجه ویژه ای به ساخت این سازه ها معطوف و ضوابط استاندارد در مطالعه و ساخت آنها رعایت شده است. برای مطالعه و اجرای این سازه ها مطالعه دقیقی در خصوص زمین‌شناسی، زمین‌شناسی مهندسی صورت گرفته و همچنین در اجرای کار نیز ضوابط و معیارهای استاندارد رعایت شده است. پی سازه های احداثی در حوضه مورد مطالعه به اندازه کافی مستحکم که سازه ها در اثر کنده

شدن قسمتی از خاک پایین‌دست واژگون نشده اند. عرض پی عمدتا در سازه های مورد بررسی بیشتر از عرض پایه سازه احداث، بطوریکه پایداری سازه را بخوبی تضمین نموده است. بعد از هر سازه یک حوضچه آرامش جهت کاهش سرعت و تعدیل انرژی جریان آب از روی سرریز پیش‌بینی که دارای یک سرریز ثانویه می باشد. جریان آب ورودی به این حوضچه آرامش در حین عبور از سرریز ثانویه دچار تلاطم می‌گردد. برای جلوگیری از تخریب بستر آبراهه در پایین دست حوضچه آرامش در برخی از سازه ها استحکام لازم صورت گرفت. ولی تعدادی از آنها حفاظت نگردیدند که چنین وضعیتی با گذشت زمان تخریب پشت سازه و در نهایت با تکرار سیلاب های مخرب انهدام سازه را به همراه داشته است. برخی از بندها فاقد کف بند هستند که سیلاب ها اثرات مخربی بر روی آنها دارد. در برخی از سازه ها بر اساس وضعیت خاک کناره های آنها اقدام به ساخت دیواره-های بالی در دو طرف آنها شده است. جنس دیواره‌های بالی (دستک‌ها) نیز از سنگ و سیمان می باشد. طول دیواره‌ها در جاهای متعدد متفاوت و در حفر بال ها نیز این قاعده خاکبرداری تا نمایان شدن سنگ بستر رعایت و بطور کلی ضوابط استاندارد در احداث آنها بکار رفته است. تمام سازه هایی که با سنگ و سیمان ساخته شده اند دارای سرریز مناسب هستند. ولی در ساخت گابیون ها در برخی موارد کاستی هایی مشهود می باشد که با توجه به عدم نگهداری مناسب آنها توسط بهره برداران، پایداری آنها را با محدودیت همراه ساخته است. سازه مورد بررسی دارای عمر کمتر، عمدا" داری کف بند هستند که بنحو مطلوبی طراحی و اجراء گردیده اند. بندهایی که قبلا ساخته شده اند، فاقد کف بند هستند که چنین نقصانی خساراتی را بهمراه داشته است. بررسی ها نشان می دهد که اکثر سازه ها از پایداری مناسبی برخوردار هستند. تعدادی از سازه با ورود سیلاب های اولیه بوسیله رسوب مدفون و از حیز انتفاع خارج که چنین روندی باعث ایجاد خسارت در پایین دست سازه ها گردیده است. سه نوع سازه در منطقه مورد مطالعه از لحاظ عملکرد وجود دارد. سازه هایی که خسارت دیده اند ولی تعداد آنها کم می باشد، سازه هایی که با ورود چند سیلاب از حیز انتفاع خارج و آنهایی که عملکرد مثبتی داشته اند که بخش عمده ای آنها از این گروه هستند. تعداد ۳ سازه در این حوضه تخریب شده اند که یکی از آنها کمتر از ۵ سال و دو مورد بیش از ۵ سال عمر دارند. بطور کلی خسارات وارده به سازه های زیر ۵ سال کم و بخش عمده ای از آنها سازه های بالای ۵ سال را در بر می گیرد. بررسی ها نشان می دهد که عوامل موثری از قبیل شدت جریان و عدم استحکام کناره ها، نبود پوشش ملات مناسب روی سنگ ها در پشت بند و همچنین انتخاب نامناسب محل آنها تاثیر منفی بر روی پایداری این سازه ها گذاشته است (جدول ۲). تجزیه و تحلیل داده ها نشان می دهد که بین پایداری و عدم پایداری سازه ها اختلاف معنی داری وجود دارد یعنی سازه های اجرایی در حوضه سنیب پایداری لازم را دارا هستند (جدول ۳). نمونه‌ای از سازه‌ها در نگاره‌های ۲-۱ ارائه شده است.

جدول ۲- طبقه بندی سازه های اجرا شده بر اساس حجم عملیات

حجم سازه (متر مکعب)	<۵۰	۵۰-۷۵	۷۵ -۱۰۰	۱۰۰-۱۲۵	۱۲۵ -۱۵۰	۱۵۰-۱۷۵	۱۷۵- ۲۰۰	۲۰۰ -۲۲۵	جمع
تعداد	۹	۱۳	۸	۷	۳	۳	۱	۱	۴۵
درصد	۲۰	۲۸/۹	۱۷/۸	۱۵/۶	۶/۷	۶/۷	۲/۲	۲/۲	۱۰۰

جدول ۳- طبقه بندی سازه ها براساس پایداری

وضعیت سازه	سالم	محل تخریب		جمع
		کناره ها	پشت	
تعداد	۴۲	۱	۲	۴۵
درصد	۹۳/۴	۲/۲	۴/۴	۱۰۰

جدول ۴ ـ تجزیه واریانس تیمارهای مختلف از لحاظ پایداری

منبع تغییرات	Df	SS	MS	F	Sig
تیمار	۱	۱۴۱۷/۵۰۰	۱۴۱۷/۵۰۰	۹/۸۷۵	۰/۰۰۳
خطا	۴۳	۶۱۷۲/۵۰۰	۱۴۳/۵۴۷		
کل	۴۴	۷۵۹۰/۰۰۰			

شکل ۱- نمونه ای از بندهای سنگ و سیمان حوضه خسارت دیده از پشت

جدول ۱- بررسی پایداری سازه‌های احداثی در منطقه

ردیف	مختصات جغرافیایی		نوع بند	ابعاد سازه (متر)			ابعاد سر ریز(متر)			رسوب (متر)			کف بند(متر)			وضعیت اداری
	طول	عرض		طول	ارتفاع	عرض	طول	ارتفاع		طول	ارتفاع	عرض	طول	ارتفاع	عرض	
۱	۶۰ ۵۴ ۵۷	۲۸ ۳۹ ۰۴	۱	۴۲	۳	۱	۱۴	۱		۲۵	۱۵	۲	۱۳	۰/۸	۳	۳
۲	۶۰ ۵۵ ۱۴	۲۸ ۳۹ ۳۱	۱	۲۴	۴	۱	۱۶	۰/۹		۱۸	۳۴	۳	۱۶	۰/۸	۳	۳
۳	۶۰ ۵۵ ۱۶	۲۸ ۳۹ ۳۰	۱	۱۳	۴/۳	۱	–	–		۱۳	۳۴	۴/۳	۴	۰/۸	۳	۳
۴	۶۰ ۵۵ ۱۸	۲۸ ۳۹ ۲۸	۱	۱۴	۵	۱	–	–		۳	۱۱	۰/۵	۳	۰/۸	۲/۵	۳
۵	۶۰ ۵۵ ۱۹	۲۸ ۳۹ ۲۳	۱	۲۴	۴/۲	۱	۱۳	۱		۱۸	۱۳	۳/۱	۱۶	۰/۸	۳	۳
۶	۶۰ ۵۵ ۵۰	۲۸ ۳۹ ۴۷	۱	۱۲	۴	۱	–	–		۱۲	۳۷	۴	۸	۰/۸	۳	۳
۷	۶۰ ۵۵ ۵۱	۲۸ ۳۹ ۴۶	۱	۱۳	۴	۱	–	–		۱۰	۲۵	۴	۱۰	۰/۸	۳	۳
۸	۶۰ ۵۵ ۴۹	۲۸ ۳۹ ۴۵	۱	۲۰	۴	۱	–	–		۱۶	۴۵	۴	۱۴	۰/۸	۳	۳
۹	۶۰ ۵۵ ۴۹	۲۸ ۳۹ ۴۳	۱	۱۷	۳/۸	۱	۶/۵	۰/۸		۵	۳۰	۳	۵	۰/۸	۲/۵	۳
۱۰	۶۰ ۵۵ ۴۹	۲۸ ۳۹ ۴۱	۱	۲۶	۴/۲	۱	۱۲	۰/۸		۱۲	۲۶	۳/۳	۱۲	۰/۸	۳	۳
۱۱	۶۰ ۵۵ ۴۷	۲۸ ۳۹ ۳۴	۱	۱۷	۴	۱	۱۰	۰/۸		۱۳	۲۵	۲/۵	۱۰	۰/۸	۳	۵
۱۲	۶۰ ۵۵ ۴۵	۲۸ ۳۹ ۳۴	۱	۱۰	۵	۱	–	–		۸	۲۱	۳/۲	۸	۰/۸	۳	۳
۱۳	۶۰ ۵۵ ۴۴	۲۸ ۳۹ ۳۱	۱	۲۷	۶/۷	۱	۱۴	۰/۸		۱۵	۲۰	۰/۵	۱۵	۰/۸	۳	۳
۱۴	۶۰ ۵۵ ۴۵	۲۸ ۳۹ ۳۰	۱	۳۰	۴	۱	۱۶	۰/۸		۱۴	۱۷	۴	۱۵	۰/۸	۳	۳
۱۵	۶۰ ۵۵ ۴۵	۲۸ ۳۹ ۳۰	۱	۱۲	۴	۰/۷۳	–	–		۱۰	۵۶	۴	۷	۰/۸	۳	۳
۱۶	۶۰ ۵۵ ۴۳	۲۸ ۳۹ ۲۹	۱	۲۱	۴	۰/۸	۱۵	۰/۸		۱۵	۲۵	۲/۸	۱۵	۰/۸	۳	۳
۱۷	۶۰ ۵۵ ۳۹	۲۸ ۳۹ ۲۶	۱	۲۲	۴	۱	–	–		۲۰	۲۵	۲/۳	۱۴	۰/۸	۳	۳
۱۸	۶۰ ۵۵ ۳۶	۲۸ ۳۹ ۲۰	۱	۳۳	۴	۱	۱۲	۰/۸		۹	۱۲	۰/۶	۱۱	۰/۸	۳	۳
۱۹	۶۰ ۵۵ ۳۴	۲۸ ۳۹ ۱۸	۱	۳۱	۴	۰/۸	۱۳	۰/۸		۱۷	۱۹	۲/۵	۱۳	۰/۸	۳	۳
۲۰	۶۰ ۵۵ ۳۳	۲۸ ۳۹ ۱۱	۱	۳۲	۴	۱	۱۱	۰/۸		۲۵	۲۸	۲/۲۵	۱۱	۰/۸	۳	۳
۲۱	۶۰ ۵۵ ۳۶	۲۸ ۳۹ ۰۸	۱	۲۷	۴	۱	۱۱	۰/۸		۲/۲	۲۳	۲/۲	۱۱	۰/۸	۳	۳
۲۲	۶۰ ۵۵ ۳۳	۲۸ ۳۸ ۵۹	۱	۳۰	۳	۰/۸	۱۰	۰/۸		۳۰	۳۵	۱/۵	۱۴	۰/۸	۳	۳
۲۳	۶۰ ۵۵ ۲۹	۲۸ ۳۸ ۵۰	۱	۱۷	۴	۱	۱۱	۰/۸		۷	۱۲	۱	۱۱	۰/۸	۳	۳

ردیف	مختصات جغرافیایی		نوع بند	ابعاد سازه (متر)			ابعاد سر ریز(متر)		رسوب (متر)			کف بند(متر)			وضعیت پایداری
	طول	عرض		طول	ارتفاع	عرض	طول	ارتفاع	ارتفاع	طول	عرض	ارتفاع	طول	عرض	
۲۴	۶۰ ۵۶ ۵۵	۲۸ ۳۹ ۰۷	۲	۹	۲	۱	–	–	۲	۳	۸	–	–	–	۳
۲۵	۶۰ ۵۶ ۵۵	۲۸ ۳۹ ۰۵	۲	۳۵	۳	۱/۵	–	–	۱/۵	۷	۳۰	–	–	–	۳
۲۶	۶۰ ۵۶ ۵۴	۲۸ ۳۹ ۰۴	۲	۲۶	۲	۱	۲	۱	۱/۵	۲۰	۲	–	–	–	۳
۲۷	۶۰ ۵۶ ۵۴	۲۸ ۳۹ ۰۳	۲	۱۰	۲	۱	–	–	–	–	–	–	–	–	۳
۲۸	۶۰ ۵۶ ۵۲	۲۸ ۳۹ ۰۴	۱	۳۴	۵	۱/۵	۸	۱	۲	۱۶	۱۱	–	–	–	۳
۲۹	۶۰ ۵۶ ۵۰	۲۸ ۳۹ ۰۴	۱	۲۵	۵/۵	۱/۵	۱۱	۰/۸	–	–	–	–	–	–	۳
۳۰	۶۰ ۵۶ ۴۸	۲۸ ۳۹ ۰۳	۱	۱۸	۴	۱/۵	۸	۰/۹	–	–	–	–	–	–	۳
۳۱	۶۰ ۵۶ ۴۶	۲۸ ۳۹ ۰۳	۱	۱۵	۵	۲	۱۲	۰/۷	۱/۲	۲۱	۱۵	–	–	–	۳
۳۲	۶۰ ۵۶ ۱۵	۲۸ ۳۹ ۱۴	۱	۲۷	۱/۴	۱	۸	۱/۲	۳	۳۰	۵	–	–	–	۳
۳۳	۶۰ ۵۵ ۱۳	۲۸ ۳۹ ۱۳	۱	۱۹	۴	۱	۹	۱/۱	۰/۵	۲۲	۹	–	–	–	۳
۳۴	۶۰ ۵۶ ۱۱	۲۸ ۳۹ ۰۹	۱	۲۸	۴	۱	۱۱	۱/۱	۱/۹	۱۵	۱۳	–	–	–	۳
۳۵	۶۰ ۵۶ ۱۲	۲۸ ۳۹ ۱۴	۱	۲۲	۲/۵	۱	۷	۱/۱	۰/۳	۲۰	۹	–	–	–	۳
۳۶	۶۰ ۵۶ ۰۹	۲۸ ۳۹ ۰۳	۱	۲۶	۲/۵	۱	۱۲	۰/۹	۰/۹	۸	۶	–	–	–	۳
۳۷	۶۰ ۵۵ ۲۷	۲۸ ۳۸ ۳۴	۱	۱۵	۴	۱	۹	۱/۱	۴	۹۹	۱۸	–	–	–	۳
۳۸	۶۰ ۵۵ ۲۴	۲۸ ۳۸ ۳۲	۱	۲۶	۳	۱	۸	۱	۳	۹۸	۱۵	–	–	–	۳
۳۹	۶۰ ۵۵ ۲۲	۲۸ ۳۸ ۳۵	۲	۲۲	۲	۱	۱۱	۱	۲	۹۳	۸	–	–	–	۳
۴۰	۶۰ ۵۵ ۱۸	۲۸ ۳۸ ۳۴	۱	۱۹	۲	۱	۱۰	۱	۲	۸۸	۱۳	–	–	–	۴
۴۱	۶۰ ۵۵ ۱۷	۲۸ ۳۸ ۳۲	۱	۲۱	۳	۱	۱۱	۱	۳	۵۵	۹	–	–	–	۵
۴۲	۶۰ ۵۵ ۲۲	۲۸ ۳۸ ۲۶	۱	۱۸	۲	۱	۸	۰/۸	۰/۵	۱۸	۷	–	–	–	۳
۴۳	۶۰ ۵۵ ۲۰	۲۸ ۳۸ ۲۵	۱	۲۵	۴	۱	۶	۱	۴	۳۴	۱۵	–	–	–	۳
۴۴	۶۰ ۵۵ ۲۰	۲۸ ۳۸ ۲۵	۱		۲/۵	۱	۶	۰/۹	۲/۵	۲۸	۷	–	–	–	۳
۴۵	۶۰ ۵۵ ۲۷	۲۸ ۳۸ ۲۷	۱		۳	۱	۹	۱	۳	۵۵	۱۸	–	–	–	۳

۱- بند سنگ و سیمان ۲- بند گابیونی ۳- سالم ۴- تخریب از کناره ها ۵- تخریب از پشت

شکل۲- نمونه ای از بندهای سنگ و سیمان حوضه سنیب فاقد کف بند

د- بحث و نتیجه گیری

سازه های اجرایی در حوضه مورد مطالعه عمدتا از سنگ و سیمان ساخته شده اند که از پایداری مطلوبی برخوردارند. تعداد زیادی از سازه ها با ورود سیلاب های اولیه از رسوب پر و تبدیل به آبشار گردیده اند. عدم انتخاب محل مناسب از مهمترین عوامل دفن این سازه ها بشمار می آید. واحدهای هیدرولوژیکی که چنین سازه هایی بر روی آنها احداث شده است، میزان رواناب بیشتری نسبت به ظرفیت این بندها دارد. بنابراین برای موفقیت این سازه ها ضرورت ایجاد سازه های کوچکتر ولی به تعداد بیشتر وجود دارد. مهمترین عامل برای جلوگیری از حرکت ذرات خاک از ابتدای سرشاخه ها احداث بندهای خشکه چین در آبراهه های درجه یک می باشد تا علاوه بر نفوذ آب در ابتدای حوضه های آبخیز، از تخریب خاک جلوگیری و تداوم جریان آب به پایین و در نتیجه زمان تمرکز آن افزایش یابد. دلیل تخریب تعدادی از سازه ها از پشت، عدم بکار گیری سنگ های متناسب با همدیگر و همچنین خالی ماندن درزهای بین سنگ همانطوریکه رائو (۲۰۰۳) در پژوهش خود به آن اشاره داشته است، می باشد. در صورتیکه این درزها پر گردد، مقاومت آنها در مقابل نیروهای ناشی از حرکت آب افزایش و پایداری آن تضمین می گردد. تخریب بندها از کناره ها، ناشی از نبود بال های مستحکم و همچنین نداشتن زیر ساختار مناسب می باشد. علت تخریب گابیون ها ناشی از عدم بکار بردن سنگ های مناسب و همچنین قرار گرفتن نامنظم سنگ ها در داخل تورهای گابیونی بر اساس اندازه می باشد. عدم بکارگیری مناسب سنگ ها باعث جابجایی آنها در اثر نیروهای وارده از سوی جریان آب می شود که چنین فرآیندی کنده شدن سیم ها و در نتیجه تخریب سازه ها را بهمراه دارد.

ه- پیشنهادات

۱- انتخاب مکان مناسب سازه ها براساس میزان آب ورودی

۲- حفر پی سازه تا سطح خاک سفت

۳- بکارگیری مناسب سنگ ها در داخل گابیون ها در بندهای گابیونی

۴- ایجاد سازه های خشکه چین در آبراهه های درجه یک

۵- پوشش مناسب روی سنگ های سنگ و سیمان در پشت سازه

و- فهرست منابع

جهان تیغ، م.، ۱۳۹۰. تعیین میزان کار آبی متداولترین سیستمهای ذخیره نزولات آسمانی (کنتور فارو ـ پیتینگ)، گزارش طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری درمنطقه ایرانشهر.

سکوتی اسکویی، ر.، طاهری، ج. و داوودی، م. ه.، ۱۳۸۲. بررسی تاثیر خصوصیات شیمیایی خاکها در پایداری سازه های خاکی، سومین همایش آبخوانداری.

قدرتی، ع.، ۱۳۸۳. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی «ارزیابی نتایج عملکرد آبخیزداری در پشت سد سفیدرود»، پژوهشکدهٔ حفاظت خاک و آبخیزداری، صفحه ۷۹.

محمدی گلرنگ، بهرام، ۱۳۷۸. بررسی و ارزیابی نتایج عملیات آبخیزداری انجام شده در حوضه آبخیزداری سد کرج- زیر حوضه آزادبر، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری تهران.

Bailey, R., 1937 and Ayres,A.W.1936;Watershed approach in improwing the socio-economic status of tribal area,a case study.Journal of rural development Hyderabad.p-107-116.

Brian, O., 2003. Soils, Infiltration, and On-site Testing**.** GeoEnvironmental Sciences and Environmental Engineering Department**.** Texas Council of Governments.

Doty. R.D., 1971. Contour trenching effects on stream flow from a Utah watershed. USDA. Forest Service Res. Paper INT.98. Int. Forest and Range Exp .Sta.

Ellison, P.O. and Ayres, Q.C., 1936 Soil Erosion and its control ,Mc GRAW-ITILL,New York and london.

Hall, sworth, E. G., 1987. Anatomy, physiology and phisicology of erosion. John Wiley & Sons. Newyork, N.V

Hudson, R.E., 1991. Reasons for success or failure of soil conservation

Li Z. X.C., 2002. Rainfall Collection and Water-Saving Irrigation Project and Ecological Water for Small Watershed Soil and Water Conservation in Semi-Arid and Extremely Water Deficient Region 12th ISCO Conference, Beijing.

Noble, E.L., 1963. Sediment Reduction through watershed rehabilition. Interagency Sedimentation Conf. 29. P.U.S. Forest and Game.

Pawar, P.B., 1998. Prospect and problems in use ofvetiver for watershed management in submountain and scarcity zones(Maharashtra.India).

Ranade & Ramak, 1996. predicting run off from vertisols of malwa region (India) crop Res1: 9-16.

Rao, S., pramod, Ch. and Rao, B., 2003. Technical note, stability of berm break water with reduced armor stone weight, ocean engineering 31 (2004), P. 1577-1589.

Sharma, K. D., Singh, H. P. and O. P., 1983. Rainwater infiltration rate response into a bare loamy sand. Hydrological Science Journal, 28: 417-427.

Satterland J.B. 1962. Soil Conservation Service– Engineering field manual for conservation practices.

Sayao, O.J., 1998. On the profile reshaping of of berm break water, coastal tructures 99.