مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸

ص ۱۶۵-۱۵۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۳
تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۲/۰۳

تعیین خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف اراضی (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز بهشت آباد، استان چهارمحال و بختیاری)

❖ **دلارام ضیایی جزی*؛** دکتری آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

❖ **رفعت زارع بیدکی؛** استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

چکیده

فرسایش خاک توأم با رشد جمعیت، تأمین آب، غذا و انرژی، تغییر اقلیم و کاهش تنوع زیستی یکی از مشکلات بزرگ محیط زیستی است. پیامدهای ناشی از فرسایش خاک را می‌توان با ابعاد مختلفی مورد بررسی قرار داد. از بعد مکانی هزینه‌های مختلف فرسایش خاک به دو دسته هزینه‌های درون‌منطقه‌ای و برون‌منطقه‌ای قابل تقسیم‌اند. فرسایش خاک تأثیر منفی مستقیم و غیر مستقیم بر چرخهٔ تولید و اقتصاد دارد. هدف این مطالعه برآورد و مقایسهٔ خسارت اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف اراضی در حوزهٔ آبخیز بهشت آباد است. به این منظور، خسارت مستقیم فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف اراضی بر اساس روش جایگزینی عناصر اصلی حاصل‌خیزی خاک با کودهای شیمیایی محاسبه شد. به منظور برآورد مقدار خاک فرسوده شده از سطح کاربری‌های مختلف از نتایج مدل SWAT در این منطقه استفاده شد. خسارت غیرمستقیم فرسایش بر اساس هزینهٔ مصرف شده برای احداث بندهای اصلاحی به علاوه خسارت ناشی از رسوب‌گذاری در پشت سدهای مخزنی برآورد شد. از خسارت‌های مربوط به ارزش‌های طبیعی و زیستی صرف‌نظر شد. طبق نتایج، بیش‌ترین میزان خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک مربوط به کاربری کشت دیم معادل ۵۶ میلیون ریال در هر هکتار در سال برآورد شد؛ علت را می‌توان قرارگیری این اراضی در شیب‌های زیاد و عملیات نادرست کشاورزی در منطقه دانست. همچنین، کمترین خسارت برآوردی مربوط به کاربری باغی با ۵/۴ میلیون ریال در هکتار در سال بود که اهمیت تاج پوشش درختان و رعایت شیب مناسب در ایجاد باغ در حفاظت خاک را نشان می‌دهد. در این حوضه چرای مفرط و بهره‌برداری نامناسب از مراتع سبب بالا رفتن نرخ فرسایش و تولید رسوب در مراتع بالادست و درنتیجه ۳۳/۳ میلیون ریال خسارت فرسایش از هر هکتار در این کاربری می‌شود.

کلید واژگان: مدلSWAT، خسارت ناشی از فرسایش، حاصل‌خیزی، بندهای اصلاحی، سدهای مخزنی.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۸۹۱۲۳۴۷۷۷۴۷+
Email: d_ziaie@yahoo.com

۱. مقدمه

فرسایش خاک در کنار رشد جمعیت، تأمین آب، غذا و انرژی، تغییر اقلیم، کاهش تنوع زیستی و غیره از مشکلات بزرگ محیط زیستی است [۲۸]. از بین رفتن خاک سطح زمین بر اثر فرسایش، تقریباً در سراسر جهان اتفاق می‌افتد و توان تولیدی خاک اکوسیستم‌های طبیعی از جمله جنگل‌ها و مراتع و زمین‌های کشاورزی را کاهش می‌دهد. در کرهٔ زمین سالانه ۷۵ میلیارد تن خاک زمین‌های مطلوب کشاورزی در اثر فرسایش از دسترس خارج می‌شود [۱۸]. عوامل مختلفی چون بهره‌برداری بی‌رویهٔ منابع خاک و آب، تغییر ناآگاهانه و غیرعلمی کاربری اراضی، بهره‌گیری از زمین‌های نامرغوب و استفادهٔ نادرست زمین بدون شناخت کافی از محیط خاک، سبب فرسایش خاک می‌شود [۲، ۱۷]. اثرات و پیامدهای ناشی از فرسایش خاک از منظرهای مختلفی قابل بررسی است. از بعد مکانی هزینه‌های مختلف فرسایش خاک به دو دسته تقسیم می‌شود. نوع اول، هزینه‌های درون‌منطقه‌ای[1] است که شامل کاهش حاصلخیزی خاک و از بین رفتن مواد مغذی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم، و کاهش عملکرد تولیدات زراعی می‌شود. بخش دیگر خسارت برون‌منطقه‌ای[2] است که به طور عمده با رسوب‌گذاری ارتباط دارد و شامل آلودگی های محیط‌زیست و رودخانه‌ها، آسیب به زیستگاه‌های آبی و کنار آبی، کاهش پوشش جنگلی، ارزش زیبایی چشم اندازها، کاهش تولید برق و کیفیت آب آشامیدنی و از طرف دیگر افزایش سیلاب‌ها، پر شدن مخازن سدها، خطرات بهداشتی و غیره. از دیدگاه دیگر، اثرات فرسایش را می‌توان به دو بخش اثرات مستقیم و غیر مستقیم تقسیم کرد. اثرات غیر مستقیم[3] از اثرات مستقیم ناشی می‌شوند [۱۴، ۳۴]. مهم‌ترین تأثیر فرسایش، کاهش حاصلخیزی است. در خاک‌های فرسوده میزان محصول کاهش می‌یابد ،زیرا رشد محصول تحت تأثیر رطوبت و حاصلخیزی خاک است و تخریب ساختمان خاک منجر به کمبود آب، مواد مغذی، هوا و گرما می‌شود [۲۴]. میزان مواد آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، متغیرهایی هستند که بر میزان تولید تأثیر به‌سزایی دارند [۱۲].

جهت برآورد هزینه‌های مستقیم فرسایش خاک، دو روش کلی وجود دارد که عبارتند از روش هزینهٔ جایگزینی مواد مغذی[3](NRCM) که روش هزینهٔ تخلیهٔ مواد مغذی هم نامیده می‌شود و به دنبال احیای خاک فرسایش یافته به سطح قبل از فرسایش است. در این روش، هزینهٔ خرید کود شیمیایی لازم برای حفظ و احیای بهره‌وری و کسب مجدد مواد مغذی توسط خاک محاسبه می‌گردد [۲۵]. این روش نخستین بار توسط بنت در امریکا مورد استفاده قرار گرفته است [۳۳، ۶]. روش دوم، روش ارزش کاهش بهره‌وری[4](VLPM) یا روش اُفت تولیدات زراعی است که هزینهٔ کاهش تولیدات زراعی در اثر فرسایش را به قیمت بازار اندازه‌گیری می‌کند. روش افت تولیدات زراعی برای مهم‌ترین محصولات انتخابی، برآورد نسبتاً دقیقی از فرسایش مستقیم می‌دهد [۳۱]. [۷] در دو حوزهٔ آبخیز در فیلیپین پس از تخمین میزان فرسایش خاک از روش MUSLE هزینهٔ مستقیم فرسایش را از روش هزینهٔ جایگزینی ۳۳۹۲ پزو معادل با ۲۸۰۳۱۵ ریال در هکتار برآورد نمودند. [۴] از مدل EPM برای برآورد ارزش اقتصادی کارکرد حفظ عناصر غذایی در جنگل‌های پایاب زیرحوزهٔ آبخیز رودخانهٔ کره بس واقع در چهارمحال و بختیاری استفاده نمودند. نتایج ایشان نشان داد که هر هکتار از جنگل‌های این منطقه هر ساله ۴۵۲/۱۹ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم، به ارزش تقریبی ۹۹۶ هزار ریال نگهداری و از هدررفت آن در اثر فرسایش جلوگیری می‌شود. [۳۶] ارزش عملکرد حفظ عناصر غذایی و جلوگیری از فرسایش خاک، با استفاده از روش هزینهٔ فرصت از دست رفته را، معادل ۸۰۰ دلار برآورد نمودند. [۲۶] در لرستان پس از تعیین هزینهٔ میزان فرسایش

[1] Off-site
[2] Indirect effects
[3] Nutrient Replacement Cost Method.
[4] Value of Loss of Productivity Method

منطقه با MPSIAC برای محاسبهٔ خسارت اقتصادی فرسایش، هدررفت نیتروژن، فسفر و پتاسیم از روش جایگزینی عناصر غذایی استفاده کردند و نتیجه گرفتند هزینهٔ فرسایش خاک در منطقهٔ مورد بررسی سالانه معادل ۶۰ میلیارد ریال است. [۳۰] جهت برآورد ارزش اقتصادی مستقیم کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهان مرتعی و مقایسهٔ ارزش اقتصادی آن در تراکم مختلف پوشش گیاهی مراتع ییلاقی بلده در شمال ایران از روش کاهش بهره‌وری استفاده کردند و از ارزش‌گذاری ۹۴۹۷۸ هکتار اراضی مرتعی، کاهش ارزش بهره‌وری علوفه معادل۲۳۰۰۸۴ ریال در هکتار را نتیجه گرفتند. [۲۳] ارزش‌گذاری اقتصادی نقش پوشش گیاهان مرتعی در حفاظت خاک در حوضهٔ طالقان میانی، با سه رویکرد کاهش میزان ازدست رفتن اراضی از طریق شاخص هزینهٔ فرصت و سود کشت دیم، کاهش کنترل رسوب از طریق نسبت تحویل رسوب برآوردشده و هزینهٔ ساخت سد طالقان و کارکرد حفظ حاصل‌خیزی از روش هزینهٔ جایگزینی عناصر غذایی انجام دادند. آن‌ها ارزش اقتصادی کارکرد های کاهش میزان از دست رفتن اراضی، رسوب‌گذاری در مخازن و حفظ حاصل‌خیزی خاک به ترتیب برابر ۶۴۷۱۸ ، ۲۶۱۳۴۶ و ۸۹۱۵۲ هزار ریال در سال محاسبه نمودند. [۱۱] جهت ارزش‌گذاری اقتصادی حفظ حاصل‌خیزی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی احیاء شده در پروژهٔ بین‌المللی ترسیب کربن در خراسان جنوبی، ابتدا میزان هدر رفت خاک ناشی از فرسایش بادی را از مدل ایریفر[1] تخمین زدند. سپس با برآورد مقادیر عناصر غذایی (NPK) در خاک حفاظت شده در اثر عملیات احیایی در سال ۱۳۹۳، ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع در این منطقه در طول سال‌های پس از اجرای پروژه را، ۳۶۷۲۴۴/۵ ریال تعیین نمودند. اثرات غیرمستقیم فرسایش خاک متنوع‌اند و کمّی کردن و تعیین ارزش اقتصادی آن‌ها به سادگی امکان‌پذیر نیست. اثرات غیر مستقیم فرسایش عمدتاً برون منطقه‌ای‌اند و از رسوب‌گذاری ناشی می‌شوند. لذا در این زمینه می‌توان به هزینه‌های مرتبط با کنترل رسوب یا هزینه‌های ناشی از پرشدن مخازن سدها و کاهش کارایی تجهیزات تولید برق و انتقال آب به عنوان هزینه‌هایی که به نسبت، قابلیت کمّی‌سازی را دارند، پرداخت. برای مثال می‌توان با هزینهٔ لایروبی به ازای هر متر مکعب در سال مورد نظر و با در نظر گرفتن حجم رسوب ورودی به مخزن سد، هزینه یکی از اثرات غیرمستقیم فرسایش را برآورد نمود. جهت برآورد هزینه‌های غیرمستقیم فرسایش خاک به صورت اقتصادی در ایران، مطالعات کمّی گسترده‌ای انجام نشده است. در سال ۱۳۷۸ در مورد سد اکباتان در استان همدان برای تخلیه و لایروبی ۱/۶۲میلیون متر مکعب رسوب جمع شده در مخزن سد، در مجموع ۱۴۴۹/۹ میلیون ریال هزینه شده است [۱]. [۳] خسارت ناشی از کاهش عمر مفید سد در ارتباط با مساحت سد و تأسیسات را برای سدهای کارون ۳ و۴ به ترتیب ۲۵۱/۷ و ۲۵۳/۱۸ میلیارد ریال و خسارت ناشی از کاهش درآمد فروش آب و برق را برای سدهای مذکور را به ترتیب ۶/۹۳ و ۷/۱۴ میلیارد ریال برآورد نموده‌اند. عدم آگاهی از ارزش اقتصادی خاک سبب شده ابعاد این فاجعهٔ عظیم برای انسان کمتر شناخته شده باشد. لحاظ نکردن هزینهٔ فرسایش خاک در تحلیل هزینه– سود و در نظر گرفتن خاک به عنوان نهادهٔ رایگان در فرایند تولید از مهم‌ترین عوامل فرسایش فزایندهٔ خاک به شمار می‌رود [۲۰]. لذا علم ارزش‌گذاری اقتصادی منابع طبیعی و تکنیک‌های متنوع آن کمک‌های فراوانی به اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست می‌کند [۲۱]. از نقطه نظر اقتصادی، حفاظت خاک نوعی پس‌انداز برای آینده محسوب می‌شود [۲۹]. هدف از تحقیق حاضر نیز برآورد و مقایسهٔ خسارت اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف اراضی در حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد است. در اکثر مطالعاتی که تاکنون بر روی خسارت اقتصادی فرسایش خاک صورت گرفته است تمرکز بر روی اثرات مستقیم فرسایش بوده

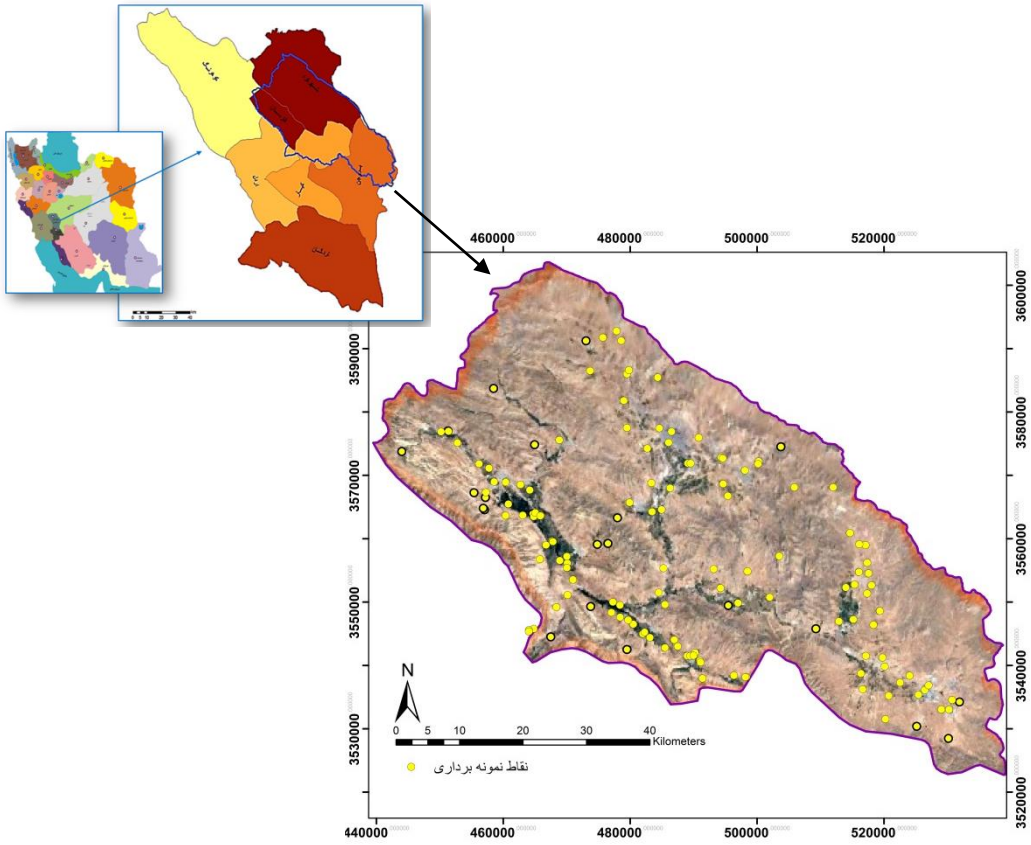
[1] IRIFR

است [۷، ۱۱، ۲۶، ۳۰، ۳۸] و در کمتر مطالعه‌ای تاکنون هر دو دسته خسارات فرسایش خاک مورد توجه قرار گرفته است.

۲. روش شناسی

۱،۲. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

حوزهٔ آبخیز بهشت آباد با مساحت ۳۷۷۰ کیلومتر مربع سومین زیرحوزهٔ بزرگ آبخیز کارون شمالی ۱۴/۳در صد از کل م ساحت آن و تقریباً ۲۳٪ از م ساحت استان چهارمحال و بختیاری را در برگرفته است. این حوزه در حد فا صل طول‌های جغرافیایی '۲۳ °۵۰ تا ´۲۵ °۵۱ شرقی و عرض‌های جغرافیایی '۴۹ °۳۱ تا '۳۴ °۳۲ شمالی واقع شده است. متوسط بارش درازمدت سالانه در این حوزه ۴۱۹ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه معادل ۱۰/۲ درجهٔ سلسیوس است (ادارهٔ کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۵). بر پایهٔ اطلاعات نقشهٔ زمین‌شناسی شهرکرد و بروجن-اردل حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد از دیدگاه زمین‌شناسی دارای دو قلمرو متفاوت زاگرس و زون سنندج-سیرجان است (نقشهٔ زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ استان چهارمحال و بختیاری).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوزهٔ آبخیز بهشت آباد و نقاط نمونه‌برداری خاک حوزهٔ آبخیز بهشت آباد

بر اساس نقشهٔ کاربری اراضی تهیه شده در این مطالعه (به روش طبقه‌بندی نظارت شده پس از مطالعات میدانی بر روی تصاویر سنجندهٔ لندست ۷ از تصاویر با ضریب کاپا ۸۱٪ و صحت کلی ۹۳/۴۴٪)، کاربری اراضی در این حوزه در حدود ۷۲٪ مراتع (طبق نظر کارشناسان مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

۴۹٪/۵ مراتع ضعیف، ۱۴/۵٪ مراتع متوسط، و ۸/۵٪ مراتع خوب)، ۲۲٪زراعت و ۲/۵٪ را رخنمون سنگی و ۳/۵٪ مناطق مسکونی در برگرفته‌اند. کشت غالب حوزه گندم و جو آبی و دیم و یونجه است. پانزده تیپ گیاهی در سراسر حوزهٔ بهشت آباد گسترش دارد و گون به عنوان گونهٔ غالب مراتع طبیعی پراکنش دارد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مورد مطالعه را نشان می‌دهد. قسمت عمدهٔ حوزهٔ آبخیز کارون کوهستانی و پرشیب بوده و با توجه به شدت و پراکنش نامناسب بارندگی، هر ساله حجم عظیمی از خاک آن فرسایش یافته و ضمن کاهش حاصل‌خیزی خاک، با رسوب در مخازن سدهای بزرگ، مشکلات بسیاری ایجاد می‌نماید (مرکز تحقیقات منابع آب دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۲).

۲،۲. روش کار

در این مطالعه، به منظور برآورد خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک در مرحلهٔ اول رسوب تولید شده توسط هر یک از کاربری‌های حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد با استفاده از مدل SWAT[1] برآورد شده است. در این مدل حوزهٔ آبخیز بر اساس نوع خاک، کاربری اراضی و کلاس‌های شیب به واحدهای عکس‌العمل هیدرولوژیکی تفکیک شده و سپس برای هر واحد هیدرولوژیکی میزان آب، رسوب و چرخهٔ عناصر و تلفات تعیین و برای هر زیر حوزه متوسط وزنی محاسبه می‌شود. سپس این مقادیر در مسیر شبکهٔ رودخانه تا محل خروجی حوزه با هم جمع شده و مقدار نهایی برای حوزه تعیین می‌گردد. به منظور تأیید قابلیت استفاده از نتایج خروجی مدل صحت‌سنجی و واسنجی مدل با استفاده از آمار روزانهٔ رسوب ایستگاه خروجی حوزه به نام بهشت‌آباد با استفاده از نرم افزار Swat-cup صورت گرفت. ضرایب NS و R به دست آمده برای مقادیر رسوب به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۷۳ برای مرحلهٔ واسنجی و ۰/۶۶، ۰/۷۱ در مرحلهٔ اعتبار سنجی توانایی مدل را در برآورد صحیح رسوب در حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد تأیید می‌نماید [۳۹]. (جهت مطالعهٔ بیشتر به مقالهٔ بررسی مقایسه‌ای نقش کاربری اراضی بر تولید رسوب و رواناب سطحی با استفاده از مدل SWAT (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد) پذیرفته شده در نشریهٔ مرتع و آبخیزداری دانشگاه تهران مراجعه شود [۴۰].

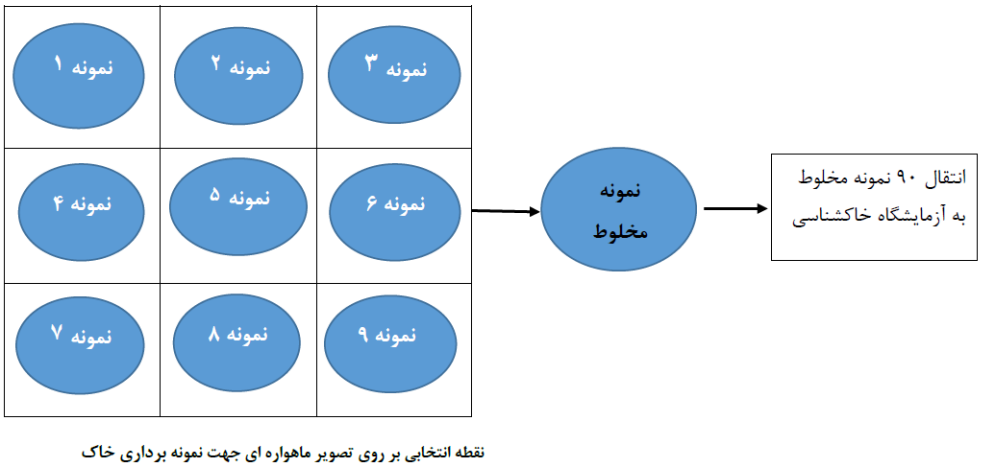
برای برآورد خسارت مستقیم فرسایش خاک، از روش هزینه جایگزینی مواد مغذی خاک استفاده شد [۲۵]. در ابتدا به منظور برداشت نمونه از همهٔ گروه‌های خاک موجود در حوزه که بر روی تصویر ماهواره‌ای منطقه بازتاب‌های متفاوتی داشتند و نتیجتاً احتمال تفاوت در میزان عناصر موجود در خاک آن‌ها وجود داشت، تصویر ماهوارهٔ خوشه بندی[2] از روش سیستماتیک تصادفی استفاده شد. در مرحلهٔ نخست ۱۵ محل جهت نمونه‌برداری از هریک از کاربری‌های اراضی انتخاب شده و پس از مراجعه به هریک از این نقاط از پیش تعیین شدهٔ مورد نظر ۹ نمونه از خاک وسط و گوشه‌های کاربری مورد نظر از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک برداشته، مخلوط کرده و نهایتاً یک نمونه مخلوط خاک در هر محل و در مجموع ۹۰ نمونه از کاربری‌های حوزه شامل اراضی کشت آبی، کشت دیم، باغات، و انواع مراتع به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال بختیاری منتقل شد. شکل ۲ نحوهٔ نمونه‌برداری از هر نقطه را به صورت شماتیک را نشان می‌دهد.

در آزمایشگاه میزان نیتروژن به روش کجلدال، میزان فسفر قابل جذب به روش اولسن، میزان پتاسیم به روش فلیم فتومتری تعیین شد [۱۶] و سپس متوسط مقدار این عناصر در کاربری‌های مختلف اراضی محاسبه شد. مقدار عناصر مغذی از دست رفته از هر کاربری با ضرب این مقدار متوسط در رسوب تولیدی هرکاربری تعیین می‌شود. هزینهٔ جایگزینی مواد مغذی در مقایسه با خرید کودهای شیمیایی رایج مورد استفاده توسط کشاورزان در حوزهٔ بهشت‌آباد برای برآورد خسارت مستقیم در نظر

[1] Soil Water Assesment Tools

[2] Cluster

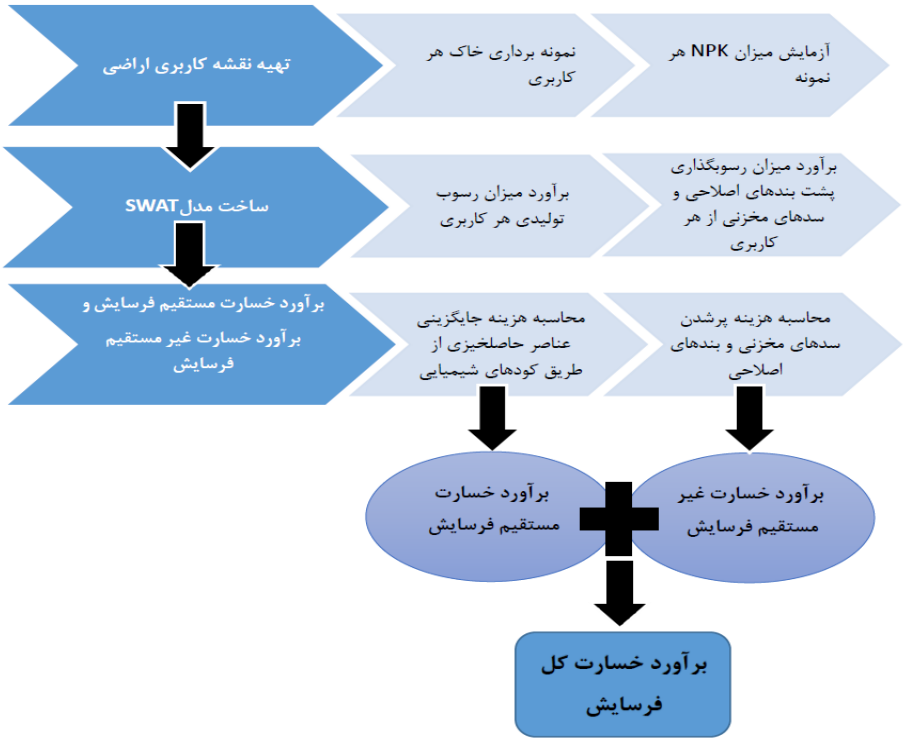
گرفته شـــده در این مطالعه کودهای رایج شـــامل کود شـــیمیایی اوره حاوی ۴۶ درصـــد نیتروژن با قیمت هر کیلوگرم ۸۴۰۰ ریال، کود سوپر فسفات دارای ۲۴ درصد فسـفر خالص بدون اکسـیژن هر کیلوگرم ۱۷۰۰۰ ریال و کود سولفات پتاسیم دارای ۴۲ درصد پتاسیم هر کیلوگرم ۱۲۰۰ریال می‌باشـد. قیمت واحد کودهای ذکر شـده بر اساس آمار قیمت متوسط بازار در سال ۱۳۹۵ است.



شکل ۲. نحوهٔ برداشت نمونه خاک

خسـارت غیرمسـتقیم فرسـایش در این مطالعه به دو دسته خسارت ناشی از پرشدن بندهای اصلاحی و خسارت ناشـی از پرشـدن سـد مخزنی در اثر رسـوبات خروجی از حوزهٔ آبخیز تقسـیم‌بندی شـد. جهت برآورد اقتصـادی خسارت غیر مستقیم فرسایش، اثرات پرشدن حجم پشت سـدهای رسـوب‌گیر، هزینهٔ پرشـدن سـد مخزنی، هزینهٔ کاهش تولید برق و آب کشـاورزی پشـت سـد مخزنی به دلیل قابلیت تبدیل آن‌ها به ارزش اقتصادی در نظر گرفته شد و از دیگر اثرات غیرمستقیم فرسایش از جمله هزینهٔ آلودگی محیطزیسـت و کاهش تنوع زیسـتی، ترسـیب کربن، ارزش زیبایی چشـم انداز، کیفیت آب و غیره به دلیل محدودیت اطلاعات اولیه در این موارد جهت ارزش‌گذاری اقتصادی، چشم‌پوشی شد. برای محاسبهٔ این بخش از خسـارت تولید رسـوب، بر اسـاس اطلاعات و نقشـه‌های موجود در مرکز تحقیقات کشـاورزی و منابع طبیعی اسـتان چهارمحال و بختیاری و بازدیدهای محلی با توجه به ابعاد سازه‌ها هزینهٔ احداث این سازه‌ها (بندهای اصلاحی) بر اساس فهرست بهاء سازمان برنامه و بودجهٔ کشور در سال ۱۳۹۵ برای عملیات عمرانی و آبخیزداری و محاسـبهٔ عمر مفید آن‌ها صـورت گرفته اسـت. علی‌رغم وجود بندهای اصـلاحی، همچنان مقادیری رسـوب از خروجی حوضـه در ایسـتگاه بهشـت آباد خارج می‌شـود. چنانچه این مقدار رسـوب در پشـت سـد مخزنی پس از خروج از حوزه ته‌نشین شود، علاوه بر کاهش حجم ذخیرهٔ مفید سد، سبب کاهش تولید برق و ذخیرهٔ آب کشاورزی نیز می‌گردد و باید در محاسـبهٔ خسـارات غیرمسـتقیم فرسـایش لحاظ گردند. لذا هزینه‌ای که برای ایجاد یک متر مکعب فضای ذخیره در سد مخزنی صرف می شود و نیز بهای یک متر مکعب آب کشاورزی و سود حاصل از تولید برق از این حجم ذخیره در برآورد خسارت ناشی از ته‌نشین شدن رسوبات در سد مخزنی مد نظر قرار گرفت. برای محاسبهٔ خسارت پر شدن سد مخزنی هزینهٔ محاسبه

شـــده توســـط [۳] مبنا قرار گرفته اســـت. در این مطالعه نهایتاً برای محاسبهٔ خسارت غیرمستقیم فرسایش، سهم هر کاربری در تولید رســـوب ملاحظه شـــد. در محدودهٔ مذکور پراکنش ســـدهای رســـوب‌گیر در همه زیر حوزه‌ها یکســـان نیســـت و از ۳۱ زیر حوزه ۱۵ عدد دارای بند اصلاحی هستند. نتایج خروجی شبیه‌سازی مدل SWAT نشـــان می‌دهد در تعدادی از این ۱۵ زیر حوزه میزان رسوب ورودی و خروجی برابر است، یعنی در آبراهه و به عبارتی پشت بندهای اصلاحی آن زیر حوزه رسوب‌گذاری انجام نمی‌شود که دلیل آن علاوه بر به شیب حد رسیدن تعدادی از آبراهه‌های منطقه، می‌تواند مکان‌یابی نامناسب احداث این بندهای اصلاحی در برخی نقاط باشد. در این مطالعه برای محاسبهٔ خسارت ناشی از پر شدن بندهای اصـــلاحی مجموع میزان رســـوب‌گذاری در زیرحوزه‌های دارای سد بر مجموع حجم پشت بندهای اصلاحی تقسیم شد تا مدت زمان پرشدن سدها محاسبه شود و سپس بر اساس قیمت تمام شدهٔ ساخت این سدها در سال مرجع (سال ۱۳۹۵) هزینهٔ هر تن رسوب پشت سد محاسبه شد. نهایتاً بر اساس سهم هر کاربری در تولید رسوب، خسارت حاصل از پر شدن بندهای اصلاحی محاسبه شد. شکل ۳ به صورت شماتیک مراحل انجام تحقیق مذکور را نشان می‌دهد.



شکل ۳. تصویر شماتیک مراحل برآورد خسارت اقتصادی فرسایش

۳. نتایج

۱،۳. خسارت اقتصادی مستقیم فرسایش

در این مطالعه برای محاسبهٔ اثرات مستقیم فرسایش، با توجه به این‌که امکان محاســـبهٔ خســـارت مســـتقیم فرســـایش از روش موســـوم به افت تولیدات زراعی با توجه به نبود اطلاعات دقیق در زمینهٔ میزان کاهش محصـولات در شرایط قبل و بعد فرسایش جهت مقایسه، روش هزینهٔ

جایگزینی مواد مغذی مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر رسوب و عناصر اصلی حاصلخیزی در هر یک از کاربری‌های حوزهٔ بهشت‌آباد در جدول (۱) ارائه شده است. محاسبات خسارت مستقیم فرسایش بر اساس هزینه‌های جایگزینی مواد مغذی در هر کاربری براساس نتایج جدول مذکور و قیمت کودهای شیمیایی جایگزین صورت گرفته است.

جدول۱. میزان متوسط رسوب تولیدی و عناصر مغذی اصلی در هر کاربری اراضی

کاربری	رسوب (تن/هکتار/سال)	مساحت (هکتار)	میانگین شیب (٪)	کل رسوب تولیدی (تن/سال)	سهم هر کاربری در تولید رسوب (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
کشت آبی و آیش	۷/۱	۵۸۰۰۰	۵/۳	۴۱۱۸۰۰	۹/۲	۰/۱۲	۲۲/۳	۳۱۸
کشت دیم	۲۴/۵	۱۸۵۰۰	۱۵/۲	۴۵۳۲۵۰	۱۸/۹	۰/۰۹	۱۰/۷	۱۹۹
باغ	۱/۶	۹۵۰۰	۸/۵	۱۵۲۰۰	۰/۶	۰/۱۳	۱۲/۷	۲۹۶
مراتع بالادست (خوب)	۱۸/۲	۳۸۰۰۰	۳۸	۶۹۱۶۰۰	۲۸/۹	۰/۰۶	۱۱/۸	۲۳۰
مراتع میان‌بند (متوسط)	۳/۴	۶۰۰۰۰	۱۵/۲	۲۰۴۰۰۰	۸/۵	۰/۰۶	۱۱/۸	۲۳۰
مراتع پایین دست (ضعیف)	۹	۱۸۹۰۰	۱۸/۵	۱۷۰۱۰۰۰	۳۳/۹	۰/۰۶	۱۱/۸	۲۳۰

* طبقه‌بندی مراتع بر حسب تولید علوفه و خوشخوراکی بر اساس نقشهٔ کاربری اراضی مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان چهارمحال و اصلاح با تصاویر ماهواره‌ای به روز صورت گرفته است و این طبقه بندی بر اساس میزان فرسایش نمی‌باشد.

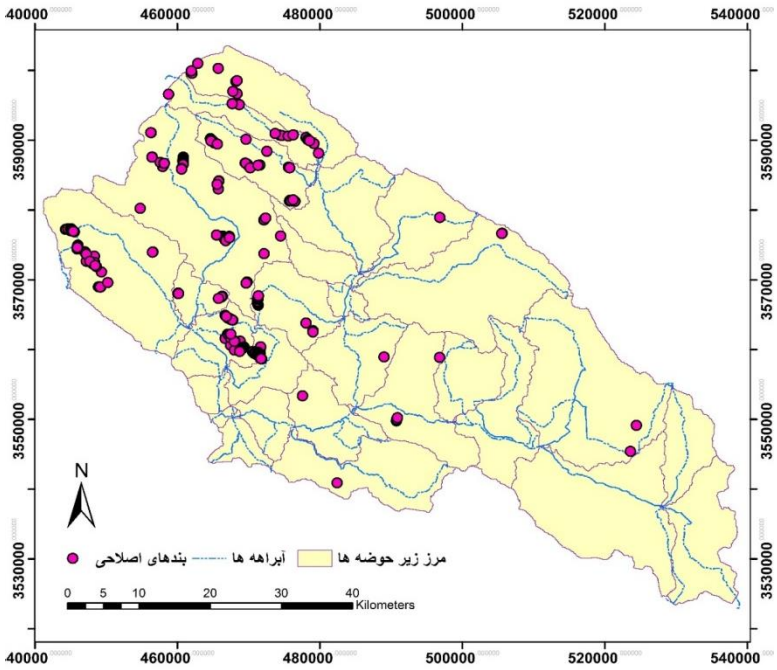
خسارت مستقیم فرسایش بر اساس برآورد هزینهٔ جایگزینی مواد مغذی بر پایهٔ میزان کودهای شیمیایی از دست رفته بر مبنای سه عنصر اصلی نیترون، فسفر و پتاسیم در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. محاسبهٔ اقتصادی خسارت جایگزینی مواد مغذی در هر هکتار کاربری‌های اراضی در سال

نوع کاربری	کود اوره مورد نیاز (تن/هکتار)	هزینه جایگزینی با کود اوره (ریال)	کود سولفات پتاسیم مورد نیاز (تن/هکتار)	هزینه جایگزینی با سولفات پتاسیم (ریال)	کود سوپر فسفات مورد نیاز (تن/ هکتار)	هزینه جایگزینی با کود سوپر فسفات (ریال)	جمع کل (میلیون ریال/هکتار)
کشت آبی	۱/۸۵	۱۵۵۵۸۲۶	۰/۵۴	۶۴۵۰۸۶	۰/۰۷	۱۱۲۱۵۰	۲۳/۱
کشت دیم	۴/۷۹	۴۰۲۶۵۲۲	۱/۱۶	۱۳۹۳۰۰۰	۰/۱۱	۱۸۵۶۹۰	۵۶
باغ	۰/۴۶	۳۸۶۹۴۸	۰/۱۱	۱۳۷۸۵۱	۰/۰۱	۱۴۶۴۰	۵/۴
مراتع پایین دست	۱/۱۶	۹۷۵۱۳۰	۰/۴۹	۵۸۲۳۱۴	۰/۰۴	۷۴۳۸۹	۱۶/۳
مراتع میان بند	۰/۴۴	۳۷۲۵۲۲	۰/۱۹	۲۲۲۴۵۷	۰/۰۲	۲۸۴۱۸	۶/۲
مراتع بالادست	۲/۳۷	۱۹۹۴۰۸۷	۰/۹۹	۱۱۹۰۸۰۰	۰/۰۹	۱۵۲۱۲۲	۳۳/۴

۲،۳. خسارت اقتصادی غیرمستقیم فرسایش

شکل (۴) پراکنش بندهای اصلاحی در حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد و جدول (۳) تعداد، نوع و مجموع حجم سازه و مجموع حجم پشت این سازه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل۴. موقعیت بندهای اصلاحی درحوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد

لازم به ذکر است که نتایج مدل SWAT نشان می‌دهد که در اکثر زیر حوزه‌های دارای سدخاکی رسوب‌گذاری در آبراهه صفر است و در چند زیر حوزه دارای رسوب‌گذاری در بالادست سد خاکی، سدهای رسوب‌گیر احداث شده‌اند. لذا بر این اساس سدهای خاکی از محاسبات این بخش حذف شدند. جدول (۳) مشخصات بندهای اصلاحی ساخته شده در حوزهٔ بهشت‌آباد را نشان می‌دهد (بر اساس اطلاعات و نقشه‌های موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری).

جدول ۳. بندهای اصلاحی حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد

نوع سازه	تعداد	مجموع حجم سازه (مترمکعب)	مجموع حجم پشت سازه (مترمکعب)	بهای واحد (ریال)	هزینهٔ ساخت (میلیون ریال)
خشکه چین	۸۸	۱،۲۵۵	۴۸۱۵۰	۳۱۰،۵۰۰	۳۸۹/۷
سنگ چین ملات‌دار	۱۷۰	۱۵،۵۵۰	۲۲۰۶۰۲۰	۸۳۳،۰۰۰	۱۲۹۱
گابیون	۶۱	۲،۹۵۰	۳۱۴۶۳۰	۸۱۱،۵۰۰	۲۳۹۴
خاکی	۲۲	۴،۸۳۷،۹۰۰	۷۴۱۴۴۲۴۲۷	۱۸۵،۰۰۰	۸۹۵۰۱۱/۵
مجموع	۳۴۱		۷۴۴،۰۱۱،۲۲۷	-	۸۹۹۰۸۶

بر اساس نتایج مدل SWAT اجرا شده در این تحقیق برای حوزهٔ بهشت‌آباد، سالانه حدود ۲۲۰۰۰۰ تن رسوب

از کاربری‌های مختلف در زیر حوزه‌های دارای بند اصلاحی به پشت این سدها انتقال یافته و درآنجا رسوب‌گذاری می شود [۳۹]. بر این ا ساس و طبق مجموع حجم پ شت سد محاسبهٔ هزینهٔ خسارت رسوب‌گذاری هر تن رسوبات پشت بندهای اصلاحی صورت گرفته و نتایج در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴. محاسبهٔ خسارت واحد رسوب

وزن رسوب انتقالی (تن)	حجم رسوب انتقالی (مترمکعب)	مجموع حجم پشت بندهای اصلاحی (مترمکعب)	مدت زمان پر شدن پشت بند اصلاحی	هزینهٔ ساخت بندهای اصلاحی سالانه (ریال)	هزینه هر تن رسوب (ریال)
۲۲۰۰۰۰	۱۸۳۳۰۰	۲۵۶۸۸۰۰*	۱۴ سال	۲۹۱،۰۵۳،۷۵۰	۱۳۲۰

*حجم پشت بندهای اصلاحی شامل مجموع حجم پشت کل سدهای گابیونی، خشکه‌چین و سنگ‌چین ملات‌دار می‌باشد.

*هزینهٔ ساخت سالانهٔ بندهای اصلاحی شامل مجموع هزینهٔ ساخت سدهای گابیونی، خشکه‌چین و سنگ‌چین ملات‌دار تقسیم بر مدت زمان پر شدن پشت بند اصلاحی می‌باشد.

بر اساس نتایج جدول (۴) متوسط هزینهٔ هر تن رسوب‌گذاری در پشت سدهای مخزنی حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد ۱۳۲۰ ریال است. بر این اساس با توجه به سهم هر کاربری در تولید رسوبات، ابتدا نقش هر کاربری در رسوب‌گذاری پشت سدهای مخزنی و سپس بر مبنای آن خسارت اقتصادی رسوب‌گذاری پشت بند اصلاحی در اثر هر کاربری و نهایتاً بر اساس سطحی که هر کاربری به خود اختصاص می‌دهد، خسارت در ازای هر هکتار برای هر یک از انواع کاربری‌های اراضی منطقه محاسبه شد. نتایج در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول۵. خسارت رسوب‌گذاری پشت بند اصلاحی برای هر کاربری

کاربری	مساحت (هکتار)	کل رسوب تولیدی (تن/سال)	سهم هر کاربری در تولید رسوب	رسوب‌گذاری پشت بند اصلاحی (تن)	خسارت رسوب‌گذاری پشت بند اصلاحی (میلیون ریال)	خسارت در ازای هر هکتار کاربری (ریال)
کشت آبی	۵۸۰۰۰	۴۱۱۸۰۰	٪۱۱ /۸	۲۶۵۰۶	۳۴/۹	۶۰۰
کشت دیم	۱۸۵۰۰	۴۵۳۲۵۰	٪ ۱۲/۹	۲۹۱۷۴	۳۸/۵	۲۰۸۰
باغ	۹۵۰۰	۱۵۲۰۰	٪۰ /۴	۹۷۸	۱/۳	۱۴۰
مراتع بالادست	۴۰۰۰۰	۷۲۸۰۰۰	٪ ۲۰/۸	۴۴۵۱۶	۵۸/۷	۱۵۵۰
مراتع میان بند	۶۲۰۰۰	۲۱۰۸۰۰	٪ ۶	۱۳۱۳۱	۱۷/۳	۲۹۰
مراتع پایین دست	۱۸۹۰۰۰	۱۶۸۲۱۰۰	٪ ۴۸	۱۰۵۶۹۴	۱۳۹/۵	۷۶۰

بر طبق نتایج مدلSWAT اجرا شده برای این تحقیق سالانه در حدود صد هزار تن رسوب از حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد خارج می شود. بر این اساس و با توجه به مبلغ ۴۰۱۰ تومان خسارت به ازای هر تن ر سوب‌گذاری پشت سدهای مخزنی، با توجه به سهم هر کاربری در تولید رسوبات، خسارت ناشی از هر کاربری اراضی محاسبه شد. نتایج محاسبهٔ خسارت اقتصادی ناشی از رسوبات خروجی از حوزه در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول۶. خسارت رسوب‌گذاری پشت سد مخزنی برای هر کاربری در حوزۀ آبخیز بهشت‌آباد

کاربری	سهم هر کاربری در تولید رسوب (٪)	رسوب‌گذاری پشت سد مخزنی (تن)	خسارت کل رسوب‌گذاری پشت سد مخزنی (میلیون ریال)	خسارت در ازای هر هکتار (ریال)
کشت آبی	۱۱/۸	۱۲۰۴۸	۴۸۳	۸۳۳۰
کشت دیم	۱۲/۹	۱۳۲۶۱	۵۳۲	۲۸۷۴۰
باغ	۰/۴	۴۴۵	۱۷۹	۱۸۸۰
مراتع بالادست	۲۰/۸	۲۰۲۳۵	۸۱۱/۵	۲۱۳۵۰
مراتع میان بند	۶	۵۹۶۹	۲۴۰	۳۹۹۰
مراتع پایین دست	۴۸	۴۸۰۴۳	۹۲۶/۵	۱۰۴۴۰

خسارت کل شامل مجموع هزینه‌های درون و برون حوزه‌ای فرسایش می‌باشد. نتایج خسارت کل فرسایش محاسبه شده در حوزۀ آبخیز بهشت‌آباد در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول۷. خسارت مستقیم و غیرمستقیم فرسایش خاک از هر کاربری اراضی در حوزۀ آبخیز بهشت‌آباد

نوع کاربری	خسارت کل فرسایش از هر هکتار(تومان/هکتار)
کشت آبی	۲۳۱۳۹۳۴
کشت دیم	۵۶۰۸۲۲۱
باغ	۵۳۹۶۳۶
مراتع پایین دست (ضعیف)	۱۶۳۴۰۷۰
مراتع میان بند (متوسط)	۶۲۳۸۱۴
مراتع بالا دست (خوب)	۳۳۳۸۱۰۱

۴. بحث و نتیجه‌گیری

چنانچه نتایج این تحقیق نشان می‌دهد خسارت ناشی از هدر رفت عناصر غذایی حاصل‌خیزی خاک که به عنوان خسارت مستقیم فرسایش در نظر گرفته شده است در حوزۀ مذکور بسیار بیشتر از خسارت غیرمستقیم ناشی از رسوب‌گذاری است. به‌طوری‌که خسارت غیرمستقیم در این تحقیق در مقایسه با خسارت مسقیم قابل چشم‌پوشی است. این امر خطرات برداشت‌های نامناسب از زمین و روش‌های غیراصولی کشت و کار و چرای مفرط و عدم رعایت اصول آمایش سرزمین در جانمایی کاربری‌های اراضی در حوزۀ بهشت‌آباد را نشان می‌دهد. میزان خسارات اقتصادی فرسایش خاک گزارش شده توسط محققین مختلف در جهان بسیار متفاوت می‌باشد که دلیل این امر علاوه بر تفاوت در نرخ فرسایش و رسوب در مناطق مختلف مطالعاتی، در نظر گرفتن اثرات و جنبه‌های مختلفی از فرسایش در محاسبات اقتصادی فرسایش و علاوه بر آن عامل نرخ تورم در زمان می‌باشد. چنانچه

طبق محاسبات به روز شده [۱۴]، مقدار کل فرسایش در هر هکتار در آمریکا بر اساس مطالعات [۲۸] برای کاهش محصولات کشاورزی ۶۵/۳ برای اثرات خارج حوزه‌ای ۴۴/۴و برای اثرات درون و برون آبراهه‌ای ۱۹/۳دلارنیوزلند، در زیمباوه ۱۳/۸ دلارنیوزلند، در انگلستان ۱/۶۷ دلار نیوزلند برای خسارت کشاورزی فرسایش [۲۵، ۱۴، ۲۸] و خسارت برای بیشترین و کمترین میزان تولید رسوبات در استرالیا ۰/۰۸ و ۰/۲۳ دلار نیوزلند [۱۳] گزارش نموده‌اند. [۱۹] میانگین خسارت درون منطقه‌ای را در سه مزرعهٔ مورد مطالعه در مناطق Caux farms Pays de و The Lauragais حدود ۳۸ یورو در هر هکتار تخمین می‌زند و میزان آن را از ۸ تا ۹۰/۵ یورو متغیر گزارش کرده‌اند. [۹] تنها با در نظر گرفتن کاهش عملکرد دانهٔ ذرت به این نتیجه رسیدند، کشاورزان در حوزهٔ آبخیز Dapo در بخش اتیوپیایی نیل سالانه در حدود ۲۲۰ و ۱۵۰ دلار آمریکا، به ترتیب فقط به دلیل از دست دادن ازت و فسفر متضرر می‌شوند.

نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان تولید رسوب از هر هکتار و نتیجتاً بیشترین میزان خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک در حوزهٔ آبخیز بهشت‌آباد مربوط به کاربری کشت دیم معادل ۵۶ میلیون ریال در هر هکتار است که علت آن واقع شدن این اراضی در شیب‌های بالای ۵ و حتی تا ۳۵ درصد و عملیات نادرست کشاورزی در منطقه است. کمترین میزان مربوط به باغات برابر ۵/۴ میلیون ریال در هکتار می‌باشد که اهمیت تاج‌پوشش گیاهی و رعایت شیب مناسب در احداث باغات در حفاظت خاک را نشان می‌دهد. علاوه بر این احداث باغات در منطقهٔ مطالعاتی اکثراً در شیب‌های زیر ۱۲٪ است، کشت ردیفی سبب شکست شیب و ایجاد حالت سکو مانند شده است. چنان‌چه بیشترین خسارت ناشی از فرسایش و رسوب مربوط به اراضی کشت دیم و سپس مراتع بالادست حوزه است که در طبقه‌بندی مراتع به لحاظ نوع و خوشخوراکی پوشش گیاهی و میزان پوشش و کیفیت علوفه در دستهٔ مراتع خوب قرار دارند، می‌باشد. علت این مسئله افزایش تصاعدی شدت فرسایش در زمین‌های زراعی شیب‌دار، شیوه‌های نامناسب آبیاری از جمله شیوهٔ غرقابی در بالغ بر ۵۰٪ اراضی آبی حوزهٔ بهشت آباد و عملیات خاک‌ورزی نامناسب در اراضی کشت دیم و چرای مفرط که منجر به کاهش نقش حفاظتی و همچنین تنوع زیستی پوشش گیاهی شده است. با توجه به اینکه در منطقهٔ مذکور مراتع خوب در بالا دست حوزه واقع شده‌اند لذا دو عامل شیب و چرای مفرط به علت خوشخوراکی علوفهٔ تولیدی سبب فرسایش تشدید شونده شده است. [۲۷] مطالعات مشابهی بر روی فرسایش در حوزهٔ آبخیز مجاور بهشت‌آباد به نام حوزهٔ آبخیز تنگه گزی انجام داده اند و به نتایج مشابهی در مورد مراتع دست یافته‌اند. با توجه به این‌که مبالغ خسارت ذکر شده تنها بخشی از اثرات واقعی مستقیم و غیرمستقیم فرسایش هستند و بسیاری از هزینه‌ها مانند تخریب ساختمان خاک، کاهش مواد آلی و ترسیب کربن، افزایش سیلاب‌ها، کاهش تولید محصولات کشاورزی، کاهش ارزش چشم‌انداز، کاهش تنوع زیستی، آلودگی منابع آب و خاک و غیره در نظر گرفته نشده است، بدیهی است که با در نظر گرفتن همه اثرات فرسایش هزینه‌های درون و برون منطقه‌ای فرسایش و تولید رسوب بیشتر از مبالغ محاسبه شده در این تحقیق خواهد شد. لازم به ذکر است که طبق نظر محققین، فقط عناصر غذائی خاک نیستند که ترکیبات و عناصر ضروری موجود در خاک به شمار می‌روند. خصوصیات دیگری از جمله ساختمان فیزیکی، ظرفیت نگهداری آب در خاک، میزان مواد آلی و ابعاد کمّی و کیفی ارگانیسم‌های زندهٔ حاضر در خاک و غیره هم در حاصلخیزی خاک تأثیرگذار می‌باشند [۳۹]، بنابراین ارزش واقعی تولیدی خاک بسیار فراتر از خسارت اقتصادی محاسبه شده به روش جایگزینی خواهد بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد خسارت درون منطقه‌ای فرسایش محاسبه شده توسط محققین در آمریکا و اروپا (بعد از معادل‌سازی ارزی) در مواردی پایین‌تر از مقادیر محاسبه شده در این تحقیق می‌باشد که علت اصلی پایین‌تر بودن نرخ فرسایش

و رسوب در آن مناطق می‌باشد و بالعکس خسارت برون منطقه‌ای محاسبه شده توسط آن‌ها بیشتر از مقادیر به دست آمده در این تحقیق می باشد که علت آن، چشم‌پوشی از بسیاری از خسارات غیرمستقیم در این تحقیق به علت نبود اطلاعات کمّی در منطقهٔ مورد مطالعه است.

هدف اصلی این تحقیق نشان دادن خسارت ناشی از فرسایش خاک و مقایسهٔ کاربری‌های مختلف اراضی از این لحاظ است. واضح است که تبدیل ارزش‌های غیربازاری به پول کار ساده‌ای نیست. بسیاری از کارکردهای اکوسیستم را به سختی می‌توان ارزش‌گذاری کرد و بنابراین در این محاسبات لحاظ نشده‌اند. برآورد ارزش اقتصادی حفاظتی اکوسیستم‌های طبیعی سبب می شود معیاری برای مقایسهٔ سود و زیان ناشی از تغییر کاربری‌های اراضی در اختیار محققین و مدیران حوزه‌های آبخیز برای تصمیم‌گیری‌های آینده در برنامه‌ریزی استفاده اراضی قرار دهد، اما در مقایسهٔ اجمالی می‌توان دید که خسارت ناشی از باغات و کشت آبی کمتر از کشت دیم است یا این‌که خسارت ناشی از چرای مراتع این حوزه نسبتاً بالا است. چیزی که در ظاهر امر دیده نمی‌شود. نکته‌ای که باید بر آن تأکید کرد این است که مراتع به مدیریت بیشتری نیاز دارند و کشت دیم هم به دلیل خسارت نسبتاً زیاد باید اصلاح شود.

References

[1] Agheli Kahne, L., and Sadeghi, h. (2005). Estimation of soil economic effects I Iran. Journal of economic research. No. 15

[2] Ahmadi Iikhchi.A, Hajabbassi. M. A., Jalalian. A. (2003), Effects of Converting Range to Dry-farming Land on Runoff and Soil Loss and Quality in Dorahan, Chaharmahal & Bakhtiari Province. JWSS. 2003; 6 (4) :103-115

[3] Bahrami.H, ,Mahmodi Nejad.V, Moradi.M. (2017). Necessity to dedicate a portion of the hydroelectric dam income of Karun watershed to watershed management, First National Conference on Natural Resources and Sustainable Development in Central Zagros, Shahrekord university, September 2017 (In Persian)

[4] Bakhtiari, F., M. Panahi, M. Karami, J. Ghoddusi, Z. Mashayekhi and M. Pourzadi. (2009). Economic valuation of soil nutrients retention functions of Sabzkouh forests, Iranian Journal of Forest, 1: 69-81 (In Persian).

[5] Bateman Ian J. & Andrew A. Lovett. (2000). Estimated value of carbon sequestered in softwood and hardwood Trees, timber Products and Forest Soils in Wales, Journal of Environmental Management, 60: 301-323.

[6] Bennett, H.H. (1993). The cost of soil erosion, Journal of Ohio Society, 33:271-279.

[7] Cruz, W., H.A. Francisco and Z.T. Conway. (1988). The on-site and downstream costs of Erosion in the Magat and Pantabangan Watershed Journal of Philippines Development, 26: 85- Degradation. Project 6.1 Final Report to the National Land and Water Resources Audit.

[8] Darmendrail, D. Cerdan O., Gobin A., Bouzit M., Blanchard F., and Siegele B. (2004). Assessing the Economic Impacts of Soil Degradation Final Report, Volume II: Case Studies and Database Research, Final Version, December 2004 , Study Contract ENV.B.

[9] Erkossa, T; Wudneh, A; Desalegn, B; Taye, G. (2015). linking soil erosion to on-site financial cost: lessons from watersheds in the Blue Nile basin, Solid Earth; Gottingen6.2 (2015): pp 765-774.

[10] FAO. UNDP. 1994. Land degradation in South Asia: its severity causes and effects upon the people. World Soil Resources Reports No. 78

[11] Ghasemi Aryan. Y, Kiani Rad.A, Azarnivand.H. (2017). Economic evaluation of soil fertility function in Recoverd rangeland ecosystems in arid regions,(Case study:Carbon sequestration project report, southern khorasan,2014), Journal of Range AND Watershed Management, Volume 69, Issue 4, Winter 2017, Page 1031-1042 (text in Persian)

[12] Gulati, A. and S.C. Rai. (2014). Cost estimation of soil erosion and nutrient loss from a watershed of the Chotanagpur Plateau, India. Journal of Current Science, 106: 1-5.

[13] Hajkowicz, S.A. and Young, M.D. (2002). Value of returns to land and water and costs of Canberra, CSIRO Land and Water

[14] Haydon J, Clough P, Höck B,and Phillips C. (2008). Economic costs of hill country erosion and benefits of mitigation in New Zealand: Review and recommendation of approach

[15] ISRIC. (2011). Chapter 4: global soil erosion ~ Edition 9 of March 2010 (Updated October 2010 and Sept. 2011

[16] Jafari haghighi.M. (2003). Soil Analysis Methods: Sampling and important chemical & physical analysis " regarding to practical and teorical methods

[17] Jalalian A. (2011). Soil degradation and its effect in Iran. 20th Iran soil congress. 3-5 Sept. Tabriz University, Iran.

[18] Lang, S.S. (2006). Slow, insidious' soil erosion threatens human health and welfare as well as the environment, Cornell study asserts. National institute of food and agriculture.

[19] Le Bissonnais Y., Cerdan O., Léonard J. (2003). Pan-European soil erodibility assessment. In: Boardman, J., Poesen, J. (Eds), Soil erosion in Europe. Wiley, Chichester, U.K. in press.

[20] Mobarghaei N. (2011). Estimating the Value of Conservation Function of Soil Nutrient in Forest Ecosystems, Environmental Researches, 2011(Issue 2), pp 1-9(in Persian)

[21] Mojarad Ashna.M. (1998). Investigating the sequence of plant regeneration in refugee settlements in western Azerbaijan and its ecological valuation, Ms.C Thesis, Tarbiat Modares university of Tehran (in perisan)

[22] Mojarad Ashna.M, Rohani.A. (2010). Soil Erosion؛ Challenges, costs and benefits of conservation, Human & Environment, 2010 (Issue 14), (in perisan)

[23] Moosavi, S. A., Arzani, H., Sherzei, GH. A., Azarnivand, H., Farahpoor, M., Estefani, E., Alizadeh, E and Nazari Samani, A. A. (2014). Economic valuation of rangeland plant cover roles in soil conservation (case study: Medium Taleghani Basin). Journal of rangeland and watershed, No, 2, Pp 331-337.

[24] Morgan, R.P, C. (1995). Soil Erosion and Conservation. Longman LTD, UK, PP 60-67

[25] Norse, D. and Saigal, R. (1994). National economic cost of soil erosion in Zimbabwe. In: M. Munasinghe (Editor), Environmental economics and natural resource management in Developing countries. Committee of International Development Institutions on the Environment (CIDIE), pp. 229-240.

[26] Nour, F., M. Nasri, H. Yeganeh and F. Moghiminejad, Y. Ghasemi Aryan and J. Bani name. (2013). Estimation of economic losses of soil erosion of rangelands using Nutrient Replacement Cost Method (NRCM). Iranian Journal of Range and Desert Research, 20: 522-530 (In Persian).

[27] Pazhohesh.M, Gorji. M, Taheri.S.M, Sarmadian.F, Mohamadi.F & Samadi Broujeni.H. (2011). Impact of different landuse on sediment production in upper Zayanderoud dam watershed, IRAN Water Research Journal, spring and smmer 2011, Page 152-143

[28] Pimentel, D., C. Harvey, P.Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz,M. McNair, S. Crist, L. Fitton, R. Saffouri, and R. Blair. (1995). Environmental and Economic costs of Soil Erosion and Conservations Benefits. Science. 267:1117-1123.

[29] Pretty, J.N., Brett, C., Gee, D., Hine, R.E., Mason, C.F., Morison, J.I.L., Raven, H., Rayment, M.D., and van der Bijl, G. (2000). An assessment of the total external costs of UK agriculture. Agricultural Systems, 65(2): 113-136.

[30] Rastgar. S, Barani. H, Darijani. A, Sheikh. V B, Ghorbani. J , and Ghorbani, M. (2016). Estimating Direct Economic Value of Soil Conservation Function of Rangelands, Journal ofWatershed Management Research Vol. 7, No. 13, Spring and Summer 2016,PP 254-261

[31] Sri Lanka Report. (2001). State of the Environment. Part III, pp.23-106, Internet Address: www.grida.no/soe/iea/purna/.../soe-srilink.pdf.

[32] Somarante, W.G. (1998). Policy Reforms and the Environment: A general Equilibrium Analysis of Land Degradation in Sri Lanka, Ph.D Thesis, La Trobe University, Melbourne, Australia.

[33] Stocking. M. (1986). of soil erosion in ZimbabweinZimbabwean terms of the loss of three major nutrients. Rome, FAO, 986, 156p

[34] Telles, T.S., M.F. Guimaraes and S.C. Dechen. (2011). The cost of soil erosion. Brazilian Journal of Soil Sciences, 35: 287-295

[35] Toy, T.J., Foster, G.R. and Renard, K.G. (2002). Soil erosion: Processes, prediction, measurement, and control Technology & Engineering. New York, John Wiley and Sons, 338 pp.

[36] Ward, P.J., H. Renssen, J.C.J.H. Aerts, R.T. Van Balen & J. Vandenberghe. (2009). The impact of land use and climate change on late Holocene and future suspended sediment yield of the Meuse catchment, J. Geomerphology, 103: 389-400.

[37] Water resource investigation center (Shahrekord university). (2013). A report of Investigating the technical, socio-economic and environmental impacts of the implementation of the Beheshtabad Water Transfer Tunnel on groundwater resources and the tunnel area route and providing appropriate solutions. (in Persian)

[38] World Bank. (2005). Islamic Republic of Iran Cost: Assessment of Environmental Degradation, Rural Development, Water and Environment Department Middle East and North African Region.

[39] WRI, Ecosystems and Human Well-being. (2003). a report of the conceptual framework working group of the millennium ecosystem assessment, Island Press.

[40] Ziaie .D, Zare Bidaki R, Besalatpour A. (2018). Comparing Surface Runoff and Sediment Yield of Different Land Uses in Beheshtabad Watershed Using SWAT, Journal of RANGE AND WATERSHED MANAGEMENT, (Under publishent)