

پیامدهای اقتصادی تغییر کاربری مراتع به دیم‌زار از جنبه کارکردهای حفظ آب و خاک

افتخار بارانیان کبیر^{۱*}، سید علیرضا موسوی^۱، حسین بشری^۱، محمدرضا مصدقی^۲ و مهدی بصیری^۱

(تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۱)

چکیده

امروزه بهره‌برداری از منابع طبیعی بدون توجه به ارزش واقعی و ظرفیت‌های محیطی، یکی از مسائل پیش روی کشورهای در حال توسعه بوده و شاهد تغییر کاربری مرتع به کشاورزی برای دستیابی سریع به تولید بیشتر هستیم. پژوهش حاضر در بخشی از منطقه فریدونشهر اصفهان، تأثیر اقتصادی تبدیل مراتع خوب و ضعیف به دیم‌زار را از نظر کارکردهای حفظ آب و خاک بررسی نموده است. ویژگی‌های هیدرولیکی و نفوذپذیری با استفاده از دستگاه نفوذسنج مکشی و میزان فرسایش و رسوب به روش MPSIAC برآورد گردید. همچنین از روش هزینه جایگزین برای برآورد ارزش اقتصادی کارکردهای حفظ آب و خاک در هر کاربری بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که مرتع خوب نسبت به دیگر کاربری‌ها کمترین میزان روان‌آب (۶/۶۶ میلی‌متر)، فرسایش (۲۹۸/۱۴ مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال) و رسوب (۱۲۹/۴۲ تن بر کیلومتر مربع در سال) را در هر هکتار داشته است. ارزش اقتصادی کارکرد حفظ آب و خاک هر هکتار از مرتع خوب و ضعیف در مقایسه با دیم‌زار نیز به ترتیب حداقل ۲۰/۳۸ و ۱۳/۱۹ میلیون ریال در سال بیشتر بوده که معادل منفعت اقتصادی سالانه عدم تبدیل هر هکتار مرتع است؛ لذا به‌منظور مدیریت جامع‌نگر سرزمین مطابق با اصول توسعه پایدار، حفظ مراتع پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تبدیل کاربری، نفوذپذیری، فرسایش، مدیریت همه‌جانبه‌نگر، روش هزینه جایگزین

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: eftekar.baranian@na.iut.ac.ir

مقدمه

به‌خصوص دیم‌زار در مناطقی که بارندگی به‌نسبه مناسبی دارند موافقت نمایند.

تبدیل کاربری اراضی ممکن است سبب افزایش رواناب سطحی، تخریب و فرسایش خاک و یا تشدید روند آن شود (۱۸، ۱۹ و ۳۳). بخش زیادی از مراتع و جنگل‌های ایران (به‌ویژه در مناطق نیمه‌خشک) در راستای طرح خودکفایی گندم به دیم‌زار تبدیل شدند که حدود ۱۲/۶ میلیون هکتار از دیم‌زارها از لحاظ شرایط اکولوژیک، تولید پایداری نداشته و طی ۲۰ سال گذشته حدود ۵ میلیون هکتار از دیم‌زارهای کم‌بازده رها شده‌اند (۲۰ و ۴۳). پژوهش‌های متعددی تأثیر مدیریت اراضی (مانند خاک‌ورزی، کوددهی و...) را بر ویژگی‌های فیزیکی و ساختمان خاک بررسی کرده‌اند (۱۸، ۱۹ و ۴۰). کاهش ذخیره کربن آلی خاک را می‌توان اصلی‌ترین تأثیر تغییر کاربری اراضی و دست‌کاری خاک بیان کرد (۲۲، ۲۵، ۲۸ و ۳۱) که در ادامه بر دیگر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و فرایندهای میکروبی خاک تأثیر می‌گذارد (۲۷، ۴۰ و ۴۲).

کاهش مقدار کربن آلی خاک در اثر خاک‌ورزی درازمدت با کاهش مقاومت فیزیکی خاک در برابر عوامل فرساینده همراه است (۱۸، ۱۹، ۲۵، ۲۷ و ۴۰). در این میان حضور پوشش گیاهی نه تنها به‌عنوان عاملی برای افزایش ذخایر کربن آلی خاک، بلکه به‌عنوان عامل حفاظت فیزیکی خاک در برابر قطرات باران عمل می‌نماید. همچنین با استقرار گیاه و ریشه‌دوانی در خاک، موجب افزایش نفوذپذیری خاک نیز می‌شود ولی دیم‌زارها در زمان وقوع بارش، عمدتاً به‌خاطر برداشت محصولات کشاورزی، بدون پوشش گیاهی و یا هر گونه عامل محافظت‌کننده‌ای هستند (۱۳ و ۲۱). ویژگی‌های هیدرولیکی خاک نقش تعیین‌کننده‌ای در هدایت آب سطحی به درون خاک، ایجاد جریان آب درون خاک و جلوگیری از تشدید روان‌آب دارند. میزان نفوذ آب به درون خاک و ایجاد جریان سطحی رابطه معکوسی داشته و هر چه توان نگهداشت و نفوذپذیری خاک بیشتر باشد، رواناب کمتری تولید می‌شود

توسعه اقتصادی هر کشوری در گرو برخورداری از منابع طبیعی سالم و پایدار است. از بین انواع منابع طبیعی، مراتع با داشتن وسعتی معادل ۴۳ درصد از خشکی‌های سطح زمین و برخورداری از پوشش‌های متنوع گیاهان مرتعی، کارکردهای متنوعی را داشته و نقش به‌سزایی در حفظ منابع آب، جلوگیری از ایجاد سیلاب و کنترل فرسایش و رسوب دارند (۳۷ و ۴۳). یکی از مهم‌ترین علل تخریب این منابع را می‌توان تفکر رایگان بودن این کارکردها و به دنبال آن بهره‌برداری بی‌رویه آنها دانست (۳). رعایت اصول توسعه و بهره‌برداری پایدار و حفظ منافع درازمدت نسبت به منافع کوتاه مدت، مستلزم آگاهی یافتن از ارزش واقعی خدمات اکوسیستمی است (۲). در ایران پژوهش‌های محدودی به موضوع ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای منابع طبیعی پرداخته‌اند. دانسته‌های علمی کمی در خصوص ارزش خدمات اکوسیستمی ارائه شده، که سبب بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع شده و تخریب منابع روز به روز افزایش یافته است.

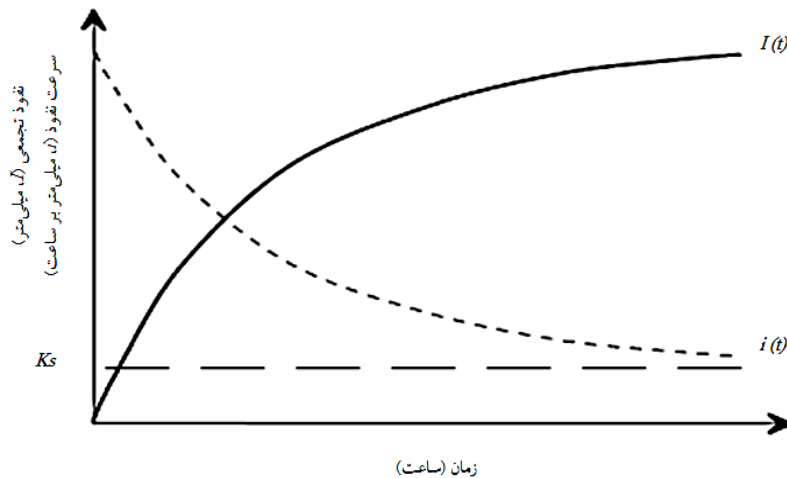
رشد جمعیت در دهه‌های اخیر افزایش چشمگیری یافته است و جوامع بشری برای تأمین غذای مورد نیاز خود به دست‌کاری در طبیعت و تبدیل کاربری‌های طبیعی به زمین‌های کشاورزی روی آورده‌اند تا با دستیابی سریع به محصولات مورد نیاز، امنیت غذایی خود را تأمین نمایند ولی تولیدات محصولات کشاورزی در برخی مناطق در درازمدت پایدار نبوده است. همچنین پس از گذشت چند سال، میزان کارآیی زمین‌های کشاورزی کاهش شدیدی می‌یابد و از طرف دیگر کارکردهای حفاظتی منابع طبیعی (به‌ویژه در زمینه حفظ آب و خاک) نادیده گرفته می‌شود (۵، ۱۰، ۱۹ و ۳۰). همچنین سیاست‌گذاران و مدیران دولتی نیز به‌خاطر عدم آگاهی از ارزش واقعی و پیامدهای بوم‌شناختی تبدیل منابع طبیعی در مقیاس‌های مختلف (مانند گرد و غبار، سیل، فرسایش و رسوب و...)، ممکن است با تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی و

مطالعه کارکردهای تنظیمی اکوسیستم‌های طبیعی و ارزش‌گذاری آنها پرداخته‌اند. در ایران نیز پژوهش‌هایی که در زمینه ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای اکوسیستمی انجام شده با روند رو به رشدی همراه بوده است (۱، ۲، ۹، ۱۱ و ۱۲) ولی همچنان به دلیل دانسته‌های علمی کمی که در خصوص ارزش خدمات اکوسیستمی ارائه شده، موجب بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع گردیده و تخریب منابع روز به روز افزایش یافته است. قاسمی آریان و همکاران (۸) به ارزش‌گذاری کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی احیا شده مناطق خشک خراسان جنوبی پرداخت که با استفاده از روش هزینه جایگزین، ارزش هر هکتار از مراتع مذکور را ۳۶۷/۲۴۵ هزار ریال در سال برآورد نمودند. رستگار و همکاران (۴) نیز ارزش اقتصادی مستقیم کارکرد حفاظت خاک توسط پوشش گیاهی مراتع بیلاقی حوزه آبخیز نوررود را براساس کاهش بهره‌وری علوفه در هر هکتار ۲۳۰/۰۸۴ هزار ریال برآورد نمودند و اظهار داشتند که مراتع متراکم ارزش بیشتری داشته‌اند. یگانه و همکاران (۱۵) نیز با استفاده از روش هزینه فرصت ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک هر هکتار از مراتع تهم زنجان را ۱۰۴ هزار ریال برآورد کردند و اذعان داشتند که این مقدار ارزش در تیپ‌های گیاهی با ارزش‌تر بیشتر است. ابراهیمی (۱) به ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای اکوسیستم‌های طبیعی حوزه سد گلپایگان در حفظ آب و خاک پرداخت و نتیجه گرفت که در صورت حفظ پوشش گیاهی موجود، هر هکتار از اراضی مرتعی منطقه ارزشی معادل ۴۳۲۰۰۵۰ و ۱۱۴۱۹ ریال از حیث نگهداشت آب و کنترل فرسایش خاک داشته است. موسوی و ارزانی (۱۲) نیز ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم آب توسط اکوسیستم‌های مرتعی البرز مرکزی را مطالعه نمودند و ارزش سالانه هر هکتار از مراتع را در تنظیم آب به‌طور میانگین برابر ۹۶۰۶۲۸ ریال اعلام نمودند. با توجه به نقش قابل توجه مراتع در حفظ آب و خاک و به‌منظور آگاهی بخشی به تصمیم‌گیران دولتی و بهره‌برداران

(۲۷). یکی از روش‌های توصیه شده برای اندازه‌گیری ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، استفاده از دستگاه نفوذسنج مکشی است که ضمن ارزان و قابل حمل بودن دستگاه، نیازی به برهم‌زدن خاک ندارد و ویژگی‌های هیدرولیکی به‌دست آمده به شرایط واقعی نزدیک‌تر است چرا که بسیاری از ویژگی‌های هیدرولیکی به ساختمان خاک بستگی دارند؛ لذا با این دستگاه می‌توان نفوذ تجمعی و شدت نفوذ آب به خاک در پتانسیل‌های ماتریک مختلف را اندازه‌گیری نموده (۲۹) و با استفاده از برخی ویژگی‌های هیدرولیکی (هدایت هیدرولیکی اشباع و جذب‌پذیری) میزان روان‌آب احتمالی را برآورد نمود (۳۹).

یوسفی‌فرد و همکاران (۴۶) میزان رسوب، روان‌آب و هدرفت عناصر غذایی را در ۴ کاربری مرتع خوب، مرتع ضعیف، دیمزار و دیمزار رها شده بررسی کرده و اظهار داشتند که مرتع خوب از نظر ویژگی‌های مورد بررسی بهترین شرایط و دیمزار بدترین شرایط را داشته است. حقیقی و همکاران (۲۷) نیز گزارش کردند که تبدیل مراتع طبیعی به دیمزار سبب کاهش معناداری در میزان کربن آلی، تخلخل، هدایت هیدرولیکی خاک و میزان نهایی نفوذ آب در خاک شده که به‌دنبال آن میزان تولید کنندگی و فرسایش پذیری خاک نیز تغییر معناداری داشته است.

پژوهش‌هایی که پیش از این انجام گرفته است، بیشتر به بررسی آثار اکولوژیک تبدیل کاربری مرتع به دیمزارها پرداخته‌اند (۲۷، ۳۳، ۴۰ و ۴۶) و پژوهش‌های محدودتری در زمینه برآورد ارزش اقتصادی از دست رفته ناشی از تبدیل کاربری‌ها و هزینه و خسارت وارد شده ناشی از آنها صورت گرفته است. به‌طور مثال تاکنون محققان متعددی از جمله ادگر (۱۷) در جنگل‌های مکزیکی، گو و همکاران (۲۶) در جنگل‌های ایالت ژینگشان چین، سوپارموکو (۴۴) در زیستگاه‌های مرزی و جنگل‌های مانگرو اندونزی، لی و همکاران (۳۲) در کوه‌های کینبا چین و اسکات و همکاران (۴۲) در زیستگاه‌های استپی بوت‌های کوهستان‌های وست به



شکل ۱. رابطه بین نفوذ تجمعی (I) و سرعت نفوذ (i) آب به خاک با زمان (۳۶)

هدایت هیدرولیکی اشباع و جذب‌پذیری) میزان روان آب برآورد گردید. بدین ترتیب در هر کاربری ویژگی‌های نفوذ و هیدرولیکی خاک توسط دستگاه نفوذسنج مکشی در سه تکرار و در مکش‌های متوالی ۱۵، ۱۰، ۵ و ۲ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel و معادلات فیلیپ (۳۹)، وودینگ (۴۵) و گاردنر (۲۳) ویژگی‌های هیدرولیکی خاک (هدایت هیدرولیکی اشباع و جذب‌پذیری) در هر مکش ماتریک به دست آمد (۲۹) و در ادامه میزان رواناب در هر کاربری براساس برآورد میزان نفوذ تجمعی در روش فیلیپ تعیین شد. فیلیپ (۳۹) دریافت که در ابتدای نفوذ، شیب پتانسیل آب زیاد بوده و سرعت ورود آب به خاک زیاد است ولی با گذشت زمان، سرعت نفوذ آب به خاک کاهش می‌یابد (شکل ۱).

نفوذ یک بعدی تجمعی آب به خاک توسط فیلیپ به صورت رابطه ۱ بیان شده است؛

$$I = S_p t^{3/2} + K_s t \quad [1]$$

در این رابطه I میزان نفوذ برحسب میلی‌متر، S_p ضریب جذب‌پذیری خاک در مکش ۲ سانتی‌متر (نزدیک به اشباع) برحسب میلی‌متر بر جذر ساعت، t زمان برحسب ساعت و K_s هدایت هیدرولیکی در حالت اشباع برحسب میلی‌متر بر ساعت

محلی، پژوهش حاضر سعی دارد تا با بررسی کارکردهای مراتع و دیم‌زارها در حفظ آب و خاک، به ارزیابی و مقایسه اثرات اقتصادی تبدیل مراتع به دیم‌زار بپردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بخشی از شهرستان فریدونشهر را شامل می‌شود که در فاصله ۱۴۰ کیلومتری شمال غرب استان اصفهان و در محدوده طول جغرافیایی ۳۸' ۳۲" تا ۵۷' ۳۲" شمالی و عرض جغرافیایی ۵۸' ۴۹" تا ۲۳' ۵۰" شرقی واقع شده است. میانگین ارتفاع منطقه ۱۵۴۳ متر از سطح دریا، میانگین بارش ۵۴۲ میلی‌متر و میانگین دما ۱۰/۴ درجه سلسیوس می‌باشد. در محدوده منطقه مورد مطالعه سه مکان مطالعاتی (دارای شرایط تقریباً مشابه و همگن از نظر خاک، توپوگرافی و سایر شرایط محیطی) انتخاب گردید، به نحوی که هر مکان مطالعاتی شامل کاربری‌های مرتع با وضعیت خوب، مرتع با وضعیت ضعیف و دیم‌زار باشد. لازم به ذکر است که وضعیت مراتع براساس روش ۴ فاکتوری (۳۸) و بافت خاک در هر کاربری به روش هیدرومتری (۲۴) تعیین شدند.

در این پژوهش با استفاده از برخی ویژگی‌های هیدرولیکی

شده و برآورد شده، معادلات وودینگ و گاردنر برآزش داده شده و مقادیر بهینه λ_c و K_s پیش‌بینی شد (۳۴). پس از محاسبه پارامترهای هیدرولیکی مذکور، منحنی شدت نفوذ مطابق با رابطه ۲ برای هر کاربری ترسیم شده و سطح محصور بین نمودار تا شدت بارش مدنظر به‌عنوان روان‌آب ایجاد شده درنظر گرفته شد.

همچنین برای برآورد میزان فرسایش و رسوب در هر کاربری از روش MPSIAC استفاده شد (۳۷) و با تعیین امتیازات عوامل نه‌گانه در این روش (طبق جدول ۳)، میزان فرسایش خاک در هر کاربری براساس رابطه ۵ محاسبه گردید:

$$Q_e = 38.77 e^{0.033R} \quad [5]$$

در این رابطه، Q_e میزان فرسایش برحسب مترمکعب در کیلومتر مربع در سال، e عدد ثابت نپیرین و R مجموع عوامل نه‌گانه برآورد شده است. همچنین با درنظر گرفتن شاخص نسبت تحویل رسوب (SDR: Sediment Delivery Ratio)، میزان رسوب تولیدی در هر کاربری نیز براساس رابطه ۶ محاسبه شد:

$$Q_s = Q_e \times \rho_b \times SDR \quad [6]$$

در رابطه ۶، Q_s میزان رسوب ویژه برحسب تن بر کیلومتر مربع در سال، ρ_b چگالی ظاهری رسوب برحسب کیلوگرم بر مترمکعب و SDR نسبت تحویل رسوب در هر کاربری است (۳۷). در نهایت برای برآورد ارزش اقتصادی کارکردهای حفظ آب و خاک در هر کاربری، از روش هزینه جایگزین بهره گرفته شد (۲ و ۱۱). فرض اساسی این روش مانند سایر روش‌های مبتنی بر هزینه این است که ارزش اقتصادی کارکردهای اکوسیستم‌های طبیعی را می‌توان با درنظر گرفتن هزینه‌های ایجاد این کارکردها با استفاده از شیوه‌های مصنوعی برآورد نمود. به‌عبارت دیگر، وجود این اکوسیستم‌ها از هزینه‌های لازم به‌منظور ایجاد این کارکردها به‌صورت مصنوعی جلوگیری می‌کند. به‌منظور اجرای این روش، کارکرد مراتع در کنترل روان‌آب، فرسایش و رسوب معادل کارکرد سازه‌هایی درنظر گرفته شد که با هدف کنترل روان‌آب، فرسایش و یا رسوب در منطقه مورد مطالعه یا مناطق

است.

همچنین سرعت نفوذ نیز براساس مشتق رابطه فیلیپ و مطابق با رابطه ۲ محاسبه شد:

$$i = 0.05 S_p t^{-0.5} + K_s \quad [2]$$

که در این رابطه نیز i سرعت نفوذ برحسب میلی‌متر بر ساعت است.

با توجه به اینکه در زمان‌های ابتدایی جریان آب یک بعدی است، با به‌کارگیری رابطه فیلیپ (رابطه ۱) برای زمان‌های کوتاه (۴۰ تا ۱۸۰ ثانیه)، شیب خط I در برابر جذر زمان به‌عنوان ضریب جذب‌پذیری درنظر گرفته شد (۲۹). روش تحلیلی معادلات جریان که بر پایه معادلات وودینگ است، با فرض یکنواخت و همگن بودن نیم‌رخ خاک به‌کار می‌رود و همچنین فرض می‌شود که رطوبت اولیه خاک در تمام نیم‌رخ خاک توزیع یکنواختی دارد. وودینگ (۴۵) نشان داد که برای زمان‌های طولانی، شدت جریان ماندگار با رابطه ۳ بیان می‌شود:

$$q = K_{wet} \left[1 + \frac{4\lambda_c}{\pi r} \right] \quad [3]$$

که در این رابطه q شدت جریان ماندگار در واحد سطح، K_{wet} هدایت هیدرولیکی نظیر مکش اعمال شده (h_{wet})، λ_c طول درشت موئینگی و r شعاع دیسک نفوذسنج است. با توجه به فرضیات وودینگ مبنی بر یکنواخت، همگن و انبساط‌پذیر بودن خاک، با استفاده از مدل گاردنر (۲۳) براساس رابطه ۴، هدایت هیدرولیکی در مکش‌های مختلف محاسبه شد:

$$K(h) = K_s \exp \left[\frac{-h}{\lambda_c} \right] \quad [4]$$

در این رابطه، $K(h)$ هدایت هیدرولیک غیراشباع، h مکش ماتریک مورد نظر و K_s نیز هدایت هیدرولیک اشباع است.

در محیط نرم‌افزار Excel، داده‌های نفوذ تجمعی در برابر زمان و جذر زمان برای محاسبه شدت جریان ماندگار و جذب‌پذیری ترسیم شد. سپس توسط ابزار Excel Solver با کمینه کردن مجموع مربعات خطا (SSE) بین مقادیر اندازه‌گیری

در این رابطه AC هزینه اجتناب شده ناشی از هر کارکرد در هر کاربری نسبت به کاربری مبنا برحسب ریال است و F_i کارکرد کاربری‌های مورد بررسی و F_{base} کارکرد کاربری مبنا (مترمکعب روان‌آب و فرسایش و یا تن رسوب) است (۲) و (۱۱) که در این پژوهش دیم‌زار به‌عنوان کاربری مبنا در نظر گرفته شد.

با توجه به اینکه هدف این پژوهش بررسی تأثیر اقتصادی تبدیل مراتع به دیم‌زار از لحاظ حفاظت آب و خاک می‌باشد، لذا پس از برآورد مقادیر کارکردهای کنترل روان‌آب، فرسایش و رسوب در هریک از کاربری‌ها و با در نظر داشتن هزینه متناظر هر کارکرد به‌صورت مصنوعی (با احداث سازه‌ها) برای هر کاربری در مقایسه با دیم‌زار، هزینه اجتناب شده ناشی از عدم تبدیل مراتع (خوب و ضعیف) به کشت دیم محاسبه گردید.

نتایج و بحث

در جدول ۱ نتایج به‌دست آمده برای بافت خاک در کاربری‌های مورد مطالعه آمده است. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، مقادیر اجزای بافت خاک (رس، سیلت و شن) در کاربری‌های مختلف اختلاف معنی‌داری ندارند ($P < 0/05$) که بیانگر شرایط یکسان کاربری‌ها از نظر نوع (بافت) خاک است و عمدتاً خاک کاربری‌ها دارای بافت Silty Clay Loam هستند. لذا بر این اساس می‌توان فرض نمود که عامل اصلی تأثیرگذار بر میزان نفوذپذیری و شرایط هیدرولیکی خاک‌ها در کاربری‌های مختلف، نوع مدیریت سرزمین و به‌عبارتی کاربری آنها است.

به منظور بررسی تأثیر نوع مدیریت سرزمین و تعیین میزان روان‌آب در هر کاربری، برخی پارامترهای هیدرولیکی خاک براساس روش حل تحلیلی وودینگ-گاردنر و با بهره‌گیری از نتایج صحرائی به دست آمده از اندازه‌گیری با استفاده از دستگاه نفوذسنج مکشی محاسبه گردید که در جدول ۲ به‌صورت خلاصه آمده است. همچنین براساس رابطه ۲، رابطه سرعت نفوذ در هر کاربری برحسب زمان مشخص گردید که با در نظر گرفتن میانگین شدیدترین بارش در آمار منتشر شده

مجاور آن احداث شده‌اند. با محاسبه هزینه احداث سازه‌ها به‌ازای هر واحد از هر کارکرد (مترمکعب روان‌آب و فرسایش و یا تن رسوب) براساس رابطه ۷ ارزش ریالی کارکردهای اکوسیستمی مدنظر برای نگهداشت یک واحد رسوب، فرسایش و روان‌آب در هر کاربری محاسبه گردید:

$$PVC = \frac{TC}{Capacity \times Age} \quad [7]$$

در این رابطه PVC هزینه مورد نیاز به‌ازای نگهداشت هر واحد روان‌آب، فرسایش و رسوب در سازه‌ها برحسب ریال است. TC ارزش گذشته کل هزینه ساخت سازه (ریال)، $Capacity$ ظرفیت سازه (مترمکعب روان‌آب و فرسایش و یا تن رسوب) و Age عمر مفید سازه (سال) است.

همچنین با در نظر گرفتن نرخ تنزیل مناسب براساس رابطه ۸، هزینه مورد نیاز نگهداشت هر واحد روان‌آب، فرسایش و رسوب به ارزش حال این هزینه‌ها تبدیل گردید:

$$FV = PVC \times (1 + DR)^n \quad [8]$$

در رابطه فوق FV و PVC به ترتیب ارزش حال و گذشته هر واحد کارکرد مورد نظر بوده، DR نرخ تنزیل مناسب و n بازه زمانی مورد بررسی برحسب سال است. به‌همین منظور در منطقه مورد مطالعه و یا در مجاورت آن، سازه‌هایی که با اهداف کنترل روان‌آب، فرسایش و رسوب در سال‌های گذشته احداث شده بودند، شناسایی گردید و ارزش حال نگهداشت هر واحد روان‌آب، فرسایش و یا رسوب در سال بهره‌برداری از سازه محاسبه شد. لازم به ذکر است با توجه به مقدار نسبتاً زیاد نرخ تورم در کشور ایران و از آنجا که پیشنهاد می‌شود بالاترین هزینه فرصت اجتماعی سرمایه به‌عنوان نرخ تنزیل مدنظر قرار گیرد از این‌رو در این پژوهش، نرخ تورم در سال‌های مختلف به منظور تنزیل ارقام مالی و اقتصادی مورد استفاده قرار گرفت (۱۱).

بنابراین با در نظر گرفتن میزان نگهداشت و کنترل روان‌آب، فرسایش و رسوب در کاربری‌های مختلف، میزان هزینه‌های پیشگیری شده در اثر حضور اکوسیستم مرتعی (در مقایسه با شرایط دیم‌زارها) طبق رابطه ۹ محاسبه شد:

$$AC = FV \times (F_i - F_{base}) \quad [9]$$

جدول ۱. مقادیر اجزای بافت خاک (رس، سیلت و شن) در کاربری‌های مورد مطالعه

کاربری	اجزاء بافت خاک (درصد)		
	رس (>۲ میکرون)	سیلت (۲-۵۰ میکرون)	شن (۵۰-۲۰۰۰ میکرون)
مرتع خوب	۳۷/۸ ^{a*}	۴۸/۵ ^a	۱۳/۸ ^a
مرتع ضعیف	۳۹/۲ ^a	۴۴/۰ ^a	۱۶/۸ ^a
دیمزار	۳۶/۸ ^a	۴۶/۲ ^a	۱۶/۰ ^a

*حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در آزمون مقایسه میانگین توکی (P<۰,۰۵) می‌باشد.

جدول ۲. بیشینه (max)، کمینه (min)، میانگین (mean) و ضریب تغییرات (CV) ویژگی‌های هیدرولیکی خاک و میانگین روان‌آب برآورد

شده در کاربری‌های مورد مطالعه

کاربری	ویژگی‌های هیدرولیکی									
	میزان روان‌آب (mm)	رابطه نهایی نفوذ $i = 0.05 t S_2^{-0.5} + K_s$	جذب‌پذیری در مکش ۲ سانتی‌متر $(S_2, \text{mm h}^{-0.5})$				هدایت هیدرولیکی اشباع $(K_s, \text{mm h}^{-1})$			
			CV	mean	min	max	CV	mean	min	max
مرتع خوب	۶/۶۶	$i = 13.7 t^{-0.5} + 65.6$	۴۷/۳	۲۷/۴	۱۲/۹	۴۸/۴	۳۶/۶	۶۵/۶	۴۹/۰	۱۱۷/۹
مرتع ضعیف	۱۰/۱۴	$i = 9.05 t^{-0.5} + 39.8$	۴۴/۹	۱۸/۱	۷/۲	۲۷/۶	۴۹/۷	۳۹/۸	۲۰/۱	۶۵/۶
دیمزار	۱۶/۵۱	$i = 2.85 t^{-0.5} + 6.9$	۸۷/۰	۵/۷	۰/۴	۱۱/۱	۷۹/۵	۶/۹	۰/۸	۱۳/۴

در این پژوهش کمترین مقادیر روان‌آب (۶/۶۶ میلی‌متر)، فرسایش (۲۹۸/۱۴ مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال) و رسوب ویژه (۱۲۹/۴۲ تن بر کیلومتر مربع در سال) در کاربری مرتع خوب دیده شد و پس از آن مرتع ضعیف و سپس دیمزار بیشترین مقادیر مربوطه را داشتند (جدول ۲ و ۴)، این روند افزایشی را می‌توان با میزان پوشش گیاهی در کاربری‌ها منطبق دانست. با توجه به اینکه کاربری دیمزار در زمان وقوع بارش‌ها (به‌عنوان عامل فرساینده و ایجاد روان‌آب) عاری از پوشش گیاهی هستند؛ لذا در هر بارش، شاهد نفوذ چندان آب نبوده و حجم قابل توجهی از ذرات خاک شسته شده و همراه با روان‌آب روی سطح زمین به حرکت در خواهد آمد و فرسایش و رسوب قابل ملاحظه‌ای ایجاد می‌نماید. این در حالی است که مراتع در زمان وقوع بارش دارای پوشش گیاهی هستند و پوشش گیاهی از برخورد مستقیم قطرات باران با ذرات خاک

از سوی ایستگاه باران‌سنجی نزدیک منطقه، بارش ۱۲/۱۲ سانتی‌متری که حاصل میانگین شدیدترین بارش‌های سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۴ با دوره بازگشت دو سال و در مدت زمان ۹۰ دقیقه بوده است، به‌عنوان بارش میانگین در نظر گرفته شد؛ لذا سطح محصور بین منحنی تا شدت مذکور تا زمان ۹۰ دقیقه به روش عددی محاسبه گردید و به‌عنوان روان‌آب برای هر کاربری در نظر گرفته شد که نتایج آن نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. لازم به‌ذکر است که کمترین ضریب تغییرات به دست آمده در کاربری‌ها برابر ۳۶/۶ بوده است که نشان‌دهنده تغییرات شدید محلی در مطالعه شرایط هیدرولیکی خاک است. در کاربری‌های مورد مطالعه نیز امتیازدهی به عوامل نه‌گانه در برآورد فرسایش و رسوب به روش MPSIAC انجام گردید (جدول ۳) و نتایج به‌دست آمده از برآورد فرسایش در جدول ۴ خلاصه شده است.

جدول ۳. امتیازات عوامل نه‌گانه روش MPSIAC در کاربری‌های مورد مطالعه

عامل	مرتفع خوب	مرتفع ضعیف	دیم‌زار
زمین شناسی	۵/۳۷	۴/۶۴	۴/۰۳
خاک	۴/۰۳	۵/۳۲	۴/۵۲
آب و هوا	۹/۶	۹/۶	۹/۶
روان‌آب	۴/۳۳	۰/۹۱	۳/۵۳
پستی و بلندی	۶/۱۴	۸/۰۵	۸/۹۱
پوشش گیاهی	۳/۹۸	۵/۹۸	۶/۳
استفاده از زمین	۱۳/۳۸	۱۳/۸۳	۱۴/۴۴
وضعیت فعلی فرسایش	۹/۷۷	۹/۵۷	۱۰/۳۹
فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب	۱/۱۶	۴/۸۲	۸/۲۵
مجموع عوامل (R)	۵۷/۷۶	۶۲/۷۲	۶۹/۹۷

جدول ۴. برآورد فرسایش و رسوب در هر کاربری به روش MPSIAC

کاربری	مجموع عوامل نه‌گانه (R)	فرسایش (مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال)	چگالی ظاهری رسوب (کیلوگرم بر مترمکعب)	نرخ تحویل رسوب (تن بر کیلومتر مربع در سال)	رسوب ویژه
مرتفع خوب	۵۷/۷۶	۲۹۸/۱۴	۱۱۴۲/۳۱	۰/۳۸	۱۲۹/۴۲
مرتفع ضعیف	۶۲/۷۲	۳۵۳/۵۸	۱۱۵۱/۸۰	۰/۴۳	۱۷۵/۱۲
دیم‌زار	۶۹/۹۷	۴۵۸/۲۶	۱۱۵۷/۸۳	۰/۵۳	۲۸۱/۲۱

سازه‌های احداث شده شناسایی گردید و هزینه نگهداشت هر واحد روان‌آب، فرسایش و یا رسوب در سال بهره‌برداری از سازه محاسبه شد. همچنین با در نظر گرفتن نرخ تنزیل سالانه از سال بهره‌برداری سازه تا سال ۱۳۹۵، هزینه واحد در سال بهره‌برداری به هزینه واحد معادل در سال ۱۳۹۵ تبدیل گردید که در جدول ۵ خلاصه نتایج به دست آمده ارائه شده است.

در جدول ۶ هزینه اجتناب شده ناشی از عدم تبدیل مراتع (خوب و ضعیف) به کشت دیم نشان داده شده است. به‌طور مثال میزان روان‌آب در هر هکتار از مراتع خوب ۶۶/۶ مترمکعب برآورد گردید که در مقایسه با مقدار روان‌آب در دیم‌زار (۱۶۵/۱ مترمکعب) حدود ۹۸/۵ مترمکعب روان‌آب

جلوگیری نموده و یا سرعت برخورد آنها را کاهش می‌دهد، لذا زمان و مقدار نفوذ آب به داخل خاک و همچنین ربایش خاک بیشتر می‌گردد و پس از آن با کاهش حجم روان‌آب، فرسایش و رسوب کمتری را به همراه خواهد داشت (۶). این نتیجه با یافته‌های یوسفی‌فرد و همکاران (۴۶) و پن و شانگون (۳۶) هم‌خوانی دارد. همچنین عادل‌پور و همکاران (۱۶) و مولمبا و همکاران (۳۵) نیز به نقش پوشش گیاهی در سطح خاک به‌عنوان یک عامل حفاظتی برای کنترل فرسایش خاک اشاره داشته‌اند.

علاوه بر این در مجاورت منطقه مورد مطالعه برای هر یک از اهداف کنترل روان‌آب، فرسایش و رسوب، جدیدترین

جدول ۵. مشخصات سازه‌های کنترل روان‌آب، فرسایش و رسوب در منطقه مورد مطالعه (۷ و ۱۴)

نام سازه	هدف	سال ساخت	عمر مفید (سال)	کل هزینه (میلیارد ریال)	حجم کل (m ³ /رسوب(ton)	هزینه نگهداشت یک واحد در زمان بهره‌برداری (ریال)	ارزش حال هزینه نگهداشت یک واحد (ریال)*
بند سنگی - سیمانی حوزه C2 فریدونشهر (۷)	کنترل روان‌آب و فرسایش	۱۳۸۶	۲۰	۳/۵۷	۴۵۰۰	۳۹۶۶۶/۷	۲۰۲۶۳۹
سازه خشکه چین رسوبگیر تپ ۲ سیبک (۱۴)	کنترل رسوب	۱۳۸۴	۱۰	۳/۶۷۲	۳۳۷۳۰	۱۰۸۸۷/۴	۶۸۷۱۰

* هزینه نگهداشت هر واحد در زمان بهره‌برداری، با استفاده از نرخ تورم به هزینه نگهداشت در سال ۱۳۹۵ تبدیل شده است.

ولی در عین حال تفاوت کاربری‌های در آنها به خوبی نمایانگر شده است (۱ و ۱۲). شاید مردم محلی فکر کنند که به دلیل شخم اراضی کشاورزی، میزان نفوذ آن نیز بیشتر از مراتع است حال آن که نتایج این مطالعه خلاف این موضوع را ثابت نمود؛ اگر چه در کاربری دیم‌زار به دلیل شخم لایه سطحی در دقایق ابتدایی اندازه‌گیری، سرعت نفوذ بیشتر بود ولی در ادامه به دلیل تخریب ساختمان خاک زیرسطحی و تشکیل سخت لایه‌ها، میزان و سرعت نفوذ افت شدیدی پیدا کرده و به‌طور کلی در بازه زمانی مورد بررسی، کاربری مرتع ظرفیت نفوذ بیشتری را از خود نشان داد.

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش تاحدودی در راستای دیگر پژوهش‌های انجام شده می‌باشد. براساس مطالعه موسوی و ارزانی (۱۲) حداقل ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم آب در هر هکتار از مراتع البرز مرکزی نیز ۹۶۰۶۲۸ ریال برآورد شده است. ابراهیمی (۱) نیز گزارش نمود که هر هکتار اراضی مرتعی حوضه سد گلپایگان در وضع موجود خود توانسته سالانه ۱۲۳/۴۳ مترمکعب آب و ۰/۶۳ مترمکعب خاک را که ارزشی معادل ۴۳۲۰۵۰ و ۱۱۴۱۹/۱۲ ریال دارد را در خود نگه داشته و از هدررفت آن جلوگیری نماید. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج پژوهش‌های پیش از این نیز هم‌سو بوده و همگی ارزش اقتصادی کنترل روان‌آب را بیش از دیگر

کمتر داشته و به همین میزان روان‌آب را کنترل نموده است. با احتساب اینکه هزینه لازم برای نگهداری هر مترمکعب آب و جلوگیری از هدررفت آن براساس احداث سازه‌های مصنوعی در منطقه حدود ۲۰۲۶۳۹ ریال محاسبه شده (جدول ۴)، لذا هر هکتار از مراتع خوب از حیث کنترل روان‌آب ارزشی برابر ۱۹/۹۶ میلیون ریال داشته‌اند. به‌همین ترتیب طبق فرایند فوق، برای سایر کارکردها (کنترل فرسایش و کنترل رسوب) و همچنین برای کاربری مرتع ضعیف نیز ارزش هر کارکرد نسبت به کاربری دیم‌زار محاسبه گردید که خلاصه نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

نتایج ارزش‌گذاری اقتصادی ارائه شده در جدول ۶ نشان می‌دهد که کارکرد کنترل روان‌آب بیشترین سهم را در کل هزینه پیشگیری شده در عدم تبدیل مراتع به دیم‌زار دارد و به‌طور کلی تبدیل هر هکتار از مراتع خوب به دیم‌زار بیش از ۲۰ میلیون ریال و تبدیل هر هکتار مرتع ضعیف به دیم‌زار بیش از ۱۳ میلیون ریال خسارت اقتصادی تنها از جنبه‌های حفظ آب و خاک خواهد داشت و عدم تبدیل مراتع به دیم‌زار به‌طور غیرمستقیم از این خسارت‌ها جلوگیری می‌نماید. لازم به ذکر است که تفاوت ارقام به‌دست آمده برای کارکرد کنترل روان‌آب نسبت به کارکرد کنترل فرسایش و رسوب به‌دلیل روش‌های مختلف به کار گرفته شده برای کمی‌سازی این کارکردها بوده

جدول ۴. برآورد ارزش اقتصادی کارکردهای حفظ آب و خاک در کاربری‌های مورد مطالعه (به ازای هر هکتار در سال)

برآورد کلی کارکردها در علم زمین کاربردی (میلیون ریال)	کنترل رسوب				کنترل فرسایش				کنترل روان‌آب				
	ارزش کارکرد (میلیون ریال)	هزینه نگهداشت هر واحد (ریال)	اختلاف نسبت به دیمزار (تن)	مقدار (تن)	ارزش کارکرد (میلیون ریال)	هزینه نگهداشت هر واحد (ریال)	اختلاف نسبت به دیمزار (مترمکعب)	مقدار (مترمکعب)	ارزش کارکرد (میلیون ریال)	هزینه نگهداشت هر واحد (ریال)	اختلاف نسبت به دیمزار (مترمکعب)	مقدار (مترمکعب)	کاربری
۲۰/۳۸	۰/۱۰	۶۸۷۱۰	-۱/۵۲	۱/۲۹	۰/۳۲	۲۰۲۶۳۹	-۱/۶۰	۲/۸۸	۱۹/۸۶	۲۰۲۶۳۹	-۹/۸۵	۶۶/۶	مرغ خوب
۱۳/۱۹	۰/۰۷	۶۸۷۱۰	-۱/۰۶	۱/۷۵	۰/۲۱	۲۰۲۶۳۹	-۱/۰۴	۳/۵۴	۱۲/۹۱	۲۰۲۶۳۹	-۶/۳۷	۱۰۱/۴	مرغ ضعیف
-	-	-	۰	۲/۸۱	-	-	۰	۴/۵۸	-	-	۰	۱۶۵/۱	دیمزار

قبلی همگی با مدل‌سازی، میزان روان‌آب و یا نفوذ را برآورد و ارزش‌گذاری نموده بودند. در این پژوهش میزان رواناب به روش میدانی و براساس ویژگی‌های هیدرولیکی مؤثر در نفوذپذیری خاک با استفاده از دستگاه نفوذسنج مکشی تعیین شد و به‌نظر می‌رسد برآورد میزان روان‌آب در کاربری‌ها به واقعیت بسیار نزدیک باشد که برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد. براساس این روش، کمترین و بیشترین میزان روان‌آب به ترتیب در کاربری‌های مرتع خوب (۶/۶۶ میلی‌متر) و دیمزار (۱۶/۵۱ میلی‌متر) به‌دست آمد. برآورد فرسایش و رسوب به روش MPSIAC نیز مطابق با نتایج ویژگی‌های هیدرولیکی خاک بود، بدین ترتیب که مرتع خوب و دیمزار به ترتیب کمترین و بیشترین مقادیر فرسایش (۲۹۸/۱۴ و ۴۵۸/۲۶ مترمکعب بر کیلومتر مربع در سال) و رسوب (۱۲۹/۴۲ و ۲۸۱/۲۱ تن بر کیلومتر مربع در سال) را داشتند. یافته‌ها نشان داد که در حال حاضر جلوگیری از تبدیل هر هکتار از مراتع خوب به دیمزار ۲۰/۳۸ میلیون ریال و عدم تبدیل مراتع ضعیف به دیمزار نیز ۱۳/۱۹ میلیون ریال منفعت اقتصادی را در هر سال به همراه خواهند داشت که نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، ضمن تأیید نتایج پژوهش‌های پیشین، ارزش اقتصادی کنترل روان‌آب را بیش از سایر کارکردهای تنظیمی برآورد نموده و حفظ کاربری طبیعی سرزمین را پیشنهاد می‌نماید. از آنجا که خدمات اکوسیستمی به‌ویژه در زمینه حفظ آب و خاک نقش مهمی در رفاه بشر دارند و همچنین نیاز است تا در فرایند تصمیم‌گیری بهره‌برداران و دولتمردان در زمینه تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی جایگاه ویژه‌ای داشته باشند؛ لذا نتایج چنین پژوهش‌هایی می‌تواند به مدیریت بهینه سرزمین کمک کند و تصمیم‌گیری مطابق با اصول توسعه پایدار را تسهیل نماید.

کارکردهای تنظیمی برآورد نموده‌اند. رستگار و همکاران (۴) نیز ارزش اقتصادی مستقیم کارکرد حفاظت خاک توسط پوشش گیاهی مراتع بیلاقی حوزه آبخیز نوررود را براساس کاهش بهره‌وری علوفه در هر هکتار ۲۳۰/۰۸۴ هزار ریال برآورد نمودند و اظهار داشتند که مراتع متراکم ارزش بیشتری داشته‌اند. یگانه و همکاران (۱۵) نیز با استفاده از روش هزینه فرصت ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک هر هکتار از مراتع تهم زنجان را ۱۰۴ هزار ریال برآورد کردند و اذعان داشتند که این مقدار ارزش در تیپ‌های گیاهی با ارزش‌تر بیشتر است. همچنین می‌توان اذعان داشت که تفاوت ارقام و ارزش‌های گزارش شده نیز نه تنها به دلیل تفاوت در روش اندازه‌گیری یا برآورد کارکردها است، بلکه با توجه به تغییرات قیمت‌های بازاری، قیمت هر واحد از کارکردها در هر سال با توجه به نرخ تنزیل تغییر می‌یابد و این تغییرات عمدتاً افزایشی می‌باشند. لازم به‌ذکر است در صورتی که در پژوهش‌های آتی سایر کارکردهای مراتع نیز مدنظر قرار گیرد، ارزش پوشش گیاهی طبیعی مراتع بهتر نشان داده خواهد شد. در شرایطی که دیگر کارکردها از جمله تنوع زیستی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد، به مراتب ارزش اقتصادی قابل توجهی خواهد داشت چرا که تنوع زیستی در درازمدت نقش مؤثری در تولید غذا و داروی مورد نیاز جوامع بشری دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از اجزای مهم اکوسیستم‌های طبیعی ضمن تأثیر بر نفوذپذیری خاک و حجم روان‌آب ایجاد شده پس از هر بارش، بر میزان فرسایش ایجاد شده و تولید رسوب نیز نقش به‌سزایی داشته و موجب بهبود شرایط هیدرولوژیکی منطقه می‌گردد. پژوهش‌های

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، ع. ۱۳۹۳. ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد اکوسیستم‌های طبیعی در حوضه سد گلپایگان در حفظ آب و خاک، پایان‌نامه

- کارشناسی ارشد آبخیزداری. دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
۲. امیرنژاد، ح. ۱۳۸۴. تعیین ارزش کل اقتصادی جنگل‌های شمال ایران با تأکید بر ارزش‌گذاری زیست محیطی-اکولوژیکی و ارزش‌های حفاظتی، رساله دکتری اقتصاد کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
 ۳. پوراصغر سنگاچین، ف. و ع. صالح. ۱۳۸۴. تحلیل اقتصادی پیامدهای محیط زیست (چاپ اول). انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، تهران، ۳۲۴ ص.
 ۴. رستگار، ش.، ح. بارانی، ع. دریجانی، و. بردی‌شیخ، ج. قربانی و م. قربانی. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی مستقیم کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی مراتع (مطالعه موردی: مراتع ییلاقی حوزه آبخیز نوررود). *پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز* ۷(۱۳): ۲۶۲-۲۵۴.
 ۵. زارع، ب. و ز. روغنیان. ۱۳۹۴. آینده پژوهی در توسعه زیست محیطی به‌روش سناریوپردازی، کنفرانس بین‌المللی پژوهش در مهندسی علوم و تکنولوژی. استانبول، ترکیه، ۳۰ تیر ماه.
 ۶. سرشاد، م.، س. ع. موسوی، س. سلطانی و ر. مقیمیان. ۱۳۹۴. تأثیر تخریب مراتع بر فرسایش خاک (مطالعه موردی منطقه خفر و سیور سمیرم). دومین کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها، با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری. تبریز، ایران، ۶-۴ اسفند ماه.
 ۷. شرکت خوشه‌های زرین فریدن. ۱۳۸۷. گزارش کنترل سیلاب زیرحوزه آب پونه و رضوانشهر (C2) فریدونشهر. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان، ۱۶۱ ص.
 ۸. قاسمی‌آریان، ی.، ح. آذرنبوند و ع. کیانی‌راد. ۱۳۹۵. ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی احیا شده در مناطق خشک (مطالعه موردی: پروژه بین‌المللی ترسیب کربن، خراسان جنوبی). *مجله منابع طبیعی ایران* ۶۹(۴): ۱۰۴۲-۱۰۳۱.
 ۹. عباسپور، م.، ز. عبدی، م. احمدیان و ف. ظفری. ۱۳۹۲. ارزش‌های اقتصادی کارکردهای بازاری منابع زیست محیطی دریاچه ارژن پریشان با تأکید بر گونه‌های آبی. *علوم و تکنولوژی محیط زیست* ۱۵(۱): ۸۹-۷۵.
 ۱۰. مصداقی، م. ۱۳۸۹. مرتع‌داری در ایران (چاپ ششم). نشر دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۳۳۶ ص.
 ۱۱. موسوی، ع. ر. ۱۳۹۰. مدیریت بهینه اراضی با تأکید بر ارزش اقتصادی کارکردهای اکوسیستمی و با استفاده از یک سامانه پشتیبان برنامه‌ریزی: مطالعه موردی حوزه آبخیز طالقان میانی، رساله دکتری مرتعداری. دانشگاه تهران.
 ۱۲. موسوی، ع. ر. و ح. ارزانی. ۱۳۹۳. برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم آب توسط اکوسیستم‌های مرتعی البرز مرکزی. *اکوهیدرولوژی* ۱(۱): ۱۶-۱۱.
 ۱۳. مهدوی، م. ۱۳۹۲. هیدرولوژی کاربردی، جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۴۴۲ ص.
 ۱۴. مهندسین مشاور پایندآب توان. ۱۳۸۴. مطالعات تفصیلی-اجرایی حوزه سبیک، شهرستان فریدونشهر، جلد هشتم. سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان-مدیریت آبخیزداری. اصفهان، ۱۲۸ ص.
 ۱۵. یگانه، ح.، ح. آذرنبوند، ا. صالح، ح. ارزانی و ح. امیرنژاد. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک (مطالعه موردی: تهم زنگان). *فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران* ۲۳(۱): ۱۷۶-۱۶۱.
16. Adelpor, A., Soufi, M. and N. Behnia. 2007. Effect of crop residue on soil erosion in arid and semi arid regions of Iran. *The Journal of Agriculture Science* 30: 103-113.
 17. Adger, N. 1995. Total economic value of forest in Mexico. *Imbio* 1: 286-298.
 18. Ayoubi, S., N. Emami, N. Ghaffari, N. Honarjoo and K. L. Sahrawat. 2014. Pasture degradation effects on soil quality indicators at different hillslope positions in a semiarid region of western Iran. *Environmental Earth Sciences* 71: 375-381.

19. Baranian Kabir, E., H. Bashari, M. R. Mosaddeghi and M. Bassiri. 2017. Soil aggregate stability and organic matter as affected by land-use change in central Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science* 8: 1-15.
20. Beheshti, A., F. Raiesi and A. Golchin. 2012. Soil properties, C fractions and their dynamics in land use conversion from native forests to croplands in northern Iran. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 148: 121-133.
21. Deurer, M., B. Clothier and S. Green. 2008. Infiltration rate, hydraulic conductivity and preferential flow. *Soil Science Society of America Journal* 213-226.
22. Doaee, N., A. A. Mahboubi, M. R. Mosaddeghi and A. Safadoust. 2009. Soil organic carbon and total nitrogen fractions in aggregates of adjacent cultivated and pasture soils on a landscape. ISTRO 18th Triennial Conference Proceedings. Izmir, Turkey, 15-19 June.
23. Gardner, W. 1958. Some steady-state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Science* 85: 228-232.
24. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. PP. 383-397, In: Klute, A. (Eds), *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*, Agronomy Monograph. No. 9, 2nd Edition, Am. Soc. of Agron., Madison.
25. Golchin, A., P. Clarke, J. Oades and J. Skjemstad. 1995. The effects of cultivation on the composition of organic-matter and structural stability of soils. *Soil Research* 33: 975-993.
26. Guo, Z., X. Xiao, Y. Gan and Y. Zheng. 2001. Ecosystem functions, services and their values—a case study in Xingshan County of China. *Ecological Economics* 38: 141-154.
27. Haghghi, F., M. Gorji and M. Shorafa. 2010. A study of the effects of land use changes on soil physical properties and organic matter. *Land Degradation & Development* 21: 496-502.
28. Havaee, S., S. Ayoubi, M. R. Mosaddeghi and T. Keller. 2014. Impacts of land use on soil organic matter and degree of compactness in calcareous soils of central Iran. *Soil Use and Management* 30: 2-9.
29. Hussen, A. A. and A. W. Warrick. 1995. Tension infiltrometers for the measurement of vadose zone hydraulic properties. PP. 189-201. In: Wilson, L. G., L. G. Evertt and S. J. Cullen (Eds.), *Handbook of Vadose Zone Characterization & Monitoring*. Lewis Puplicher, Boca Roton.
30. Jackson, T. 2006. *The Earthscan Reader in Sustainable Consumption*. Earthscan, London, 402 p.
31. Karami, A., M. Homae, S. Afzalinia, H. Ruhipour and S. Basirat. 2012. Organic resource management: impacts on soil aggregate stability and other soil physico-chemical properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 148: 22-28.
32. Li, J., Z. Ren and Z. Zhou. 2006. Ecosystem services and their values: a case study in the Qinba mountains of China. *Ecological Research* 21: 597-604.
33. Mokhtari Karchegani, P., S. Ayoubi, M. R. Mosaddeghi and N. Honarjoo. 2012. Soil organic carbon pools in particle-size fractions as affected by slope gradient and land use change in hilly regions, western Iran. *Journal of Material Sciences* 9: 87-95.
34. Mosaddeghi, M. R., A. A. Safari Sinnegani, M. B. Farhangi, A. A. Mahboubi and A. Unc. 2010. Saturated and unsaturated transport of cow manure-borne *Esherichiacoli* through in situ clay loam lysimeters. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137: 163-171.
35. Mulumba, M. 1992. Environmental economics and sustainable development. World Congress of Environment and Resources Economists. Italy, Venice, 25-27 June.
36. Pan, C. and Z. Shanguan. 2006. Runoff hydraulic characters and sediment generation in Sloped grassplots under simulated rainfall condition. *Journal of Hydrology* 331:178-185.
37. Parehkar, A., N. Behnam and M. Shokrabadi. 2013. An investigation survey on MPSIAC Model to predict sediment yeilad in Iran. *Research Journal of Environment and Earth Sciences* 5:324-349.
38. Parker, K. W. 1951. Application of ecology in the determination of range condition and trend. *Journal of Range Management* 7:14-23.
39. Philip, J. 1969. Theory of Infiltration. pp. 215-296. In: *Advances in Hydrosience*, Vol. 5, Chow, V. T. (Edt), Academic Press, New York
40. Raiesi, F. 2006. Carbon and N mineralization as affected by soil cultivation and crop residue in a calcareous wetland ecosystem in Central Iran. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 112: 13-20.
41. Scott, M. J., G. R. Bilyard, S. O. Link, G. A. Ulibarri and H. E. Westerdahl. 1998. Valuation of ecological resources and functions. *Environmental Management* 22: 49-68.
42. Shahab, H., H. Emami, G. Haghnia and A. Karimi. 2013. Pore size distribution as a soil physical quality index for agricultural and pasture soils in northeastern Iran. *Pedosphere* 23: 312-320.
43. Siadat, H. 1998. Iranian agriculture and salinity. Conference on New Technologies to Combat Desertification. Soil and Water Research Institute of Iran. Tehran, Iran. 12-15 October.
44. Suparmoko, M. 2008. Economic valuation for environmental goods and services (Market Price method). Regional training workshop on the economic valuation of the goods and services of Coastal Habitats. Samut Songkram

- Province, Thailand, March 24-28.
45. Wooding, R. 1968. Steady infiltration from a shallow circular pond. *Water resources research* 4: 1259-1273.
46. Yousefi fard, M., A. Jalalian and H. Khademi. 2007. Estimating nutrient and soil loss from pasture land use change using rainfall simulator. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 40: 93-106.