فصلنامه علوم محیطی، دوره چهاردهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

۱۴۶-۱۳۷

ارزش‌گذاری اقتصادی عناصر غذایی خاک منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار با روش هزینه جایگزین

فرشاد کیوان بهجو[۱*]، احمد هاشمیان[۲]، مصطفی پناهی[۳] و الناز حسن زاده[۴]

[۱] دانشیار گروه علوم و صنایع چوب وکاغذ، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
[۲] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، تهران
[۳] دانشیار گروه اقتصاد انرژی، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، تهران
[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۸

چکیده

این تحقیق با هدف ارزش‌گذاری اقتصادی عناصر غذایی اصلی خاک و با تأکید بر خاک جنگل‌های منتخب منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار در استان خوزستان انجام شده است. در این پژوهش ابتدا با روش EPM، میزان فرسایش تعیین و سپس مقدار هدررفت سه عنصر غذایی مهم (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) بر اساس اختلاف مقادیر عناصر غذایی دو تیمار شاهد و فرسایش‌یافته اندازه‌گیری شد؛ سپس ارزش پولی نگهداری عناصر غذایی خاک به وسیلهٔ پوشش جنگلی، بر اساس روش اقتصادی هزینه جایگزینی محاسبه شد. نتایج تحقیق نشان داد که در محدوده مورد بررسی به مساحت ۳۱۱۶ هکتار سالانه حدود ۴۶۸/۵ تن عناصر غذایی (N,P,K) در اثر فرسایش خاک از بین می‌رود که به معنای ایجاد هزینه‌ای معادل ۸۸،۲۰۲،۹۴۵،۴۹۱ ریال به محیط زیست است. همچنین مشخص شد که هر هکتار از جنگل‌های محدوده مورد بررسی قادر است که از خسارت ناشی از فرسایش خاک و نابودی تنها سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به میزان ۲۸،۳۰۶،۴۶۵ ریال جلوگیری کند که نتایج، نشان‌دهنده ارزش اقتصادی حفظ پوشش گیاهی و جنگل برای جلوگیری از فرسایش خاک است.

کلمات کلیدی: ارزش‌گذاری اقتصادی، فرسایش خاک، EPM، عناصر غذایی NPK، شیمبار.

Economic Valuation of Soil Nutrients in Shimbars Forest Protected Area Using Replacement Cost

Farshad Keivan Behjou[1*], Ahmad Hashemian[2], Mostafa Panahi[3] & Elnaz Hassanzadeh[4]

[1] *Associate Professor, Department of Wood and Paper Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil*
[2] *MSc. of Environmental Economics, Faculty of Environment and Energy, Science & Research Branch, Islamic Azad University (IAU), Tehran*
[3] *Associate Professor, Department of Energy Economics, Faculty of Environment and Energy, Science & Research Branch, Islamic Azad University (IAU), Tehran*
[4] *MSc. student in Rangeland Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil*

Abstract

This research was undertaken with the aim of the valuation of the main soil nutrients, placing an emphasis on the forest soil of Shimbar conservation forest in Khozestan Province. Initially, the EPM method was applied for determining erosion and, then, the amount of soil waste of the three main nutrients, namely nitrogene, phosphorus, and potassium based on the differences in soil nutrients of the control and eroded areas. Then evaluation of forest soil nutrients was conducted based on replacement method. The results of this present research showed that, in study area covering 3116ha, 468.5 tons of NPK had been lost due to erosion and this means a cost of 88,202,945,491 Rials to environment. On the other hand, the results also indicated that the studied forest can prevent eroding NPK equal to 28,306,465 Rials according to the high value of the canopy cover and forest.

Keywords: Economic valuation, Soil erosion, EPM, NPK, Shimbar forest.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: farshad.keivan@gmail.com

۱- مقدمه

منابع جنگلی به عنوان غنی‌ترین اکوسیستم‌های روی زمین از نظر تنوع زیستی، همچنان با روند نگران‌کننده‌ای در جهان رو به نابودی هستند. با توجه به فواید مختلف جنگل (تعدیل هوا، جلوگیری از فرسایش خاک، تنظیم جریان‌های آبی و ...) لازم است هر یک از خدمات و تولیدات جنگل که در ابتدا به صورت کیفی هستند به روش‌های خاص موجود در اقتصاد محیط زیست کمی‌شده و مورد ارزیابی اقتصادی قرار گرفته و بر حسب پول اندازه‌گیری شوند.

طبق نظر پیرس و وارفورد[1]، کالاها و خدمات زیست محیطی از ارزش محیطی برخوردار بوده و قیمت صفر ندارند. عده زیادی برای تضمین دسترسی مداوم به آنها مایل به پرداخت این ارزش هستند. بر این اساس دانشمندان در تلاشند که ضمن ارائه تحلیل های نظری مورد نیاز راه حل‌های عملی رسیدن به قیمت‌های معقولی در این باره را بررسی کنند [۱].

شاید با توجه به آنچه لت و دبو[2] ، بیان کرده‌اند بتوان گفت که ارزش‌گذاری مبتنی بر قیمت‌های بازاری معتبرترین و ساده‌ترین شیوه به حساب می‌آید زیرا با استفاده از قیمت‌های بازاری موجود، تصویری روشن و قابل فهم از ارزش به صورت پولی در اختیار قرار می‌گیرد و با استفاده از آن می‌توان تمامی هزینه‌ها و فایده‌های مرتبط با گزینه‌های پیشنهادی برای استفاده از اراضی جنگلی را برآورد کرد [۲].

تقریباً در تمامی این روش‌های علمی تعیین ارزش اقتصادی مواهب زیست محیطی، میزان تمایل مردم برای پرداخت هزینه ارائه خدمات زیست‌محیطی است. بنابراین تمایل به پرداخت (WTP)[3] مقیاس تعیین رضایت و خشنودی است. از مهمترین خدمات جنگل‌ها و پوشش‌گیاهی در محیط زیست می‌توان به حفظ و نگهداری از خاک و جلوگیری از فرسایش خاک اشاره کرد. خاک را می‌توان یکی از بنیادی‌ترین منابع‌طبیعی دانست که بستر رشد گیاهان و به عبارت دیگر بستر تولید است به‌طوریکه بدون خاک کشاورزی امکان‌پذیر نبوده و با تخریب خاک کشاورزی نیز نابود می‌شود [۳].

در بررسی بوم‌سامانه‌ها مشاهده شده است که تلفات خاک با هدررفت آب همراه است، فرسایش خاک نه تنها از مهمترین عوامل محدودکننده در ارزیابی توان محیطی خاک و تعیین کاربری مناسب محسوب می‌شود، بلکه پیوند این دو پدیده سبب از دسترس خارج شدن منابع آب نیز می‌شود، زیرا با نابودی خاک عملاً از میزان نفوذ و ظرفیت ذخیره آب از نقاط مختلف کاسته شده و رواناب‌های ناشی از بارندگی‌ها سریعاً از محل نزول بارش‌ها تخلیه می‌شوند [۳] و [۴]. متأسفانه این موضوع در بسیاری از نقاط کشور طی سال‌های اخیر، روند نگران‌کننده‌ای پیدا کرده و به دنبال تخریب گسترده جنگل‌ها به خصوص جنگل‌های کوهستانی مشکل فرسایش خاک بیش از پیش گسترش یافته است و حاکی از نابودی و تخریب خاک به ترتیب در اثر فرسایش، شور و قلیایی شدن اراضی، از بین رفتن توان تولید به دلیل کاهش شدید حاصلخیزی خاک است.

جبران خاک فرسایش‌یافته برای طبیعت به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک که شرایط تشکیل خاک در آن نامساعد است دشوار و طولانی است به عنوان مثال؛ برای تشکیل یک سانتی‌متر خاک ۵۰۰ تا ۸۰۰ سال زمان لازم است [۳].

بطور کلی در مناطق جنگلی و نقاطی که گیاهان مرتعی سطح خاک را پوشانده‌اند، خاک کمتر تحت تأثیر عوامل فرسایش بوده اما در نقاطی که پوشش گیاهی در اثر چرای بی‌رویه دام و برداشت محصولات و غیره تخریب‌شده، خاک به شدت در معرض فرسایش قرار دارد. درختان از یک سو با افزایش میزان هوموس باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند و از طرف دیگر با افزایش میزان تعرق باعث کم شدن آب خاک شده و از حرکت سریع آن در خاک می‌کاهند و در نتیجه از هدررفتن مواد مغذی محلول در آب جلوگیری می‌کنند. با توجه به اهمیت وجود جنگل‌ها در تأمین و ارائه خدمات و حفظ و توسعه محیط زیست و به دنبال آن اثرات مثبت در اقتصاد کشورها محققان زیادی بررسی‌های گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف مربوط به جنگل انجام داده‌اند. در سال‌های اخیر به دنبال تخریب گسترده جنگل‌ها به خصوص جنگل‌های کوهستانی مشکل فرسایش خاک بیش از پیش گسترش یافته و خسارات وارده از این طریق نیز قابل ملاحظه بوده است. محققان در پژوهشی برای تخمین ارتباط میزان مواد مغذی و خروجی/ ورودی در چین دریافتند که سالانه کاهش عمده ای از نظر منابع پتاسیم خاک وجود دارد به طوری که مقدار آن از ۲/۹ میلیون تن در سال ۱۹۶۱ به ۸/۳ میلیون تن در سال ۱۹۹۷ افزایش یافته است. چنین کاهش فزاینده ای یک تهدید عمده برای تولید مواد غذایی چین در آینده است و استفاده از کود پتاسیم باید به طور اساسی افزایش یابد تا در نتیجه میزان مواد غذایی بهبود و تخریب خاک کاهش یابد [۵].

هم‌چنین، محققان پژوهشی در مورد هدررفت خاک و موادغذایی در جنگل‌های مابیرا[۴] و تعیین اثر تخریب و ترمیم جنگل‌ها به خاطر رواناب انجام داده و پی بردند که هدررفت سالانه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب از ۴/۲۶-۰/۱۱، ۰/۱۸-۰/۰۱ و ۶/۶۳-۰/۰۸ kg/hac تغییر می‌کند [۶]. هم‌چنین ارزش هر هکتار از جنگل‌های مانگرو از نظر نگهداری عناصر غذایی ماکروی خاک در هندوستان ۲۳۲/۵ دلار برآورد شده است [۷].

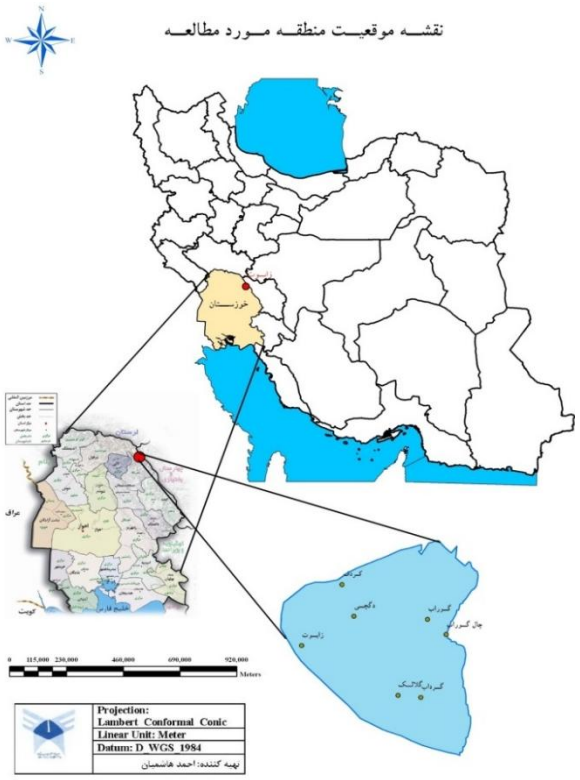
در ایران بیشتر تحقیقات انجام شده درباره مقدار فرسایش و میزان جابجایی خاک و مقادیر رسوب‌گذاری بوده است. در صورتی که هدررفت و از دسترس خارج شدن عناصر غذایی موجود در خاک موجب کاهش حاصلخیزی خاک در اثر فرسایش می‌شود. براساس یک برآورد ارزش حفظ عناصر غذایی توسط جنگل‌های شمال کشور، سالانه ۹۲/۶ میلیون ریال در هکتار است [۸]. در پژوهشی در جنگل‌های منطقه سبزکوه مشخص شد که هر هکتار از جنگل‌های محدوده مورد بررسی می‌تواند سالانه ۴۵۲/۱۹ کیلوگرم از عناصر (N,P,K) به ارزش تقریبی ۹۹۶ هزار ریال را نگهداری و از هدررفت آن در اثر فرسایش جلوگیری کند [۹]. در پژوهشی دیگر، با بیان میزان کربن ذخیره‌شده در مراتع در دو بخش پوشش گیاهی و خاک ارزش ریالی آن با روش مبتنی بر هزینه جایگزینی برآورد شده است [۱۰]. هم‌چنین محققان هزینه سالانه فرسایش خاک در ایران را با روش هزینه جایگزین برآورد کردند [۱۱]. با توجه به ارزش اقتصادی حفاظت خاک و نقش عناصر غذایی خاک (N,P,K) در نگهداشت پوشش گیاهی و جلوگیری از فرسایش، ارزش‌گذاری اقتصادی این عناصر می‌تواند توجه برنامه‌ریزان محیط زیست را جلب کند. با توجه به بالا بودن میزان فرسایش در کشور به طور قطع مقدار عناصر غذایی که هر ساله در اثر فرسایش از دست می‌رود زیاد است.

شناخت ارزش خاک که بستر اصلی تولید محسوب می‌شود جایگاه ویژه‌ای در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی در سطح کشور دارد. بنابراین با انجام این پژوهش، ارزش خاک و هدررفت آن در قالب برنامه‌های حفاظت خاک و مبارزه با فرسایش به صورت کمی و قابل‌تبدیل به ارزش ریالی مشخص شده که برای این کار از معادل کودهای شیمیایی قابل‌مبادله در بازار استفاده می‌شود که تصویری از ارزش خاک جنگل در اختیار قرار می‌دهد و توجیه‌های لازم برای تصمیم‌گیری مناسب برای سرمایه‌گذاری در زمینه حفاظت جنگل و به دنبال آن خاک و مبارزه با فرسایش فراهم می‌آورد. با توجه به اهمیت مناطق حفاظت‌شده و الگو بودن آنها از نظر حفاظت سایر مناطق و هم‌چنین بر اساس مشاهدات میدانی درباره جدی بودن مشکل فرسایش در قسمت‌هایی از منطقه حفاظت‌شده شیمبار، یافته‌های این پژوهش می‌تواند در برنامه‌ریزی و مدیریت اقدامات حفاظتی قابل توجه باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد بررسی

منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار با وسعت ۵۳۹۳۵ هکتار در ۴۵ کیلومتری شمال شرق مسجدسلیمان و در محدوده شهرستان اندیکا قرار دارد. این منطقه برف‌گیر بوده و از بارندگی مناسب و دمای معتدل برخوردار است و در مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۸ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی واقع است (شکل۱). بر اساس طبقه‌بندی به روش دومارتن منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار جزء نواحی خشک است و بر اساس روش آمبرژه جزء نواحی گرم نیمه خشک و گرم مرطوب است. میانگین بارندگی این منطقه ۵۸۲,۷ میلی‌متر است. وجود شیب‌های متفاوت از مشخصه‌های بارز منطقه فوق است که تأثیر زیادی بر روند حیات در آن دارد. به طورکلی ۶ طبقه شیب شامل ۱-۰، ۵-۱، ۱۰-۵ ، ۲۰-۱۰، ۴۰-۲۰ و ۱۰۰-۴۰ در منطقه شیمبار تعیین شده است. هم‌چنین، در منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار، ۱۵ طبقه ارتفاعی شیب وجود دارد که از ارتفاع ۴۰۰ تا ۳۴۰۰ متر متغیر است و دارای جهت‌های جغرافیایی غالباً پرشیب است. حوزه زابوت که در بخش شرقی منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار قرار دارد دارای مساحت ۳۱۱۶ هکتار است و در این تحقیق به عنوان یک واحد مطالعاتی در نظر گرفته شده است. این واحد فرعی از دامنه‌های شرقی منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار از محلی به نام هرباز با ارتفاع حدود هزار متر از سطح دریا شروع شده و تا ارتفاعات کوه لیلیکه‌خون با ارتفاع حدود۲۳۰۰ متر از سطح دریا ادامه می‌یابد. منطقه چلو (با مرکزیت زابوت) که از زیرحوزه‌های منطقه حفاظت‌شده ی شیمبار است به عنوان منطقه نمونه‌برداری خاک و اجرای مدل EPM انتخاب شده است.



شکل۱- موقعیت منطقه مورد بررسی در استان خوزستان

۲-۲- روش کار

برای انجام مطالعات در منطقه ابتدا با استفاده از مدل ارتفاعی (DEM)، نقشه های شیب، جهت و طبقات تهیه شد. سپس این نقشه و نقشه رقومی پوشش گیاهی و نقشه رقومی خاک‌شناسی (تهیه شده توسط سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور)، نقشه رقومی زمین شناسی (تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور) در محیط نرم‌افزار ArcGIS مختصات‌دار و روی‌هم‌گذاری شد و واحدهای زیر ۵۰ هکتار (کوچک‌تر از ۱ سانتی متر) را حذف کرده تا به آسانی میزان فرسایش و رسوب با استفاده از روش EPM در هر واحد کاری محاسبه شود. در نتیجه ۲۰ واحد همگن تهیه شد. شکل ۲ واحد کاری منطقه مورد بررسی را نشان می‌دهد. همچنین با استفاده از روش سیستماتیک–تصادفی و با توجه به محدودیت هزینه و زمان در هر واحد همگن ۴ نمونه برداشت شد که مجموع کل نمونه های محدوده مطالعاتی ۸۰ نمونه به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی متر است. برای محاسبه میزان هدررفت عناصر غذایی در هر واحد کاری از دو تیمار فرسایش‌یافته و فرسایش‌نیافته (کمتر فرسایش یافته) نمونه‌برداری شد و از تفاضل این دو مقدار هدررفت عناصر بین دو نقطه نمونه‌برداری تعیین و سپس میزان هدررفت در هر واحد کاری محاسبه شد. به این ترتیب که با روش نمونه‌برداری سیستماتیک-تصادفی ابتدا در هر واحد کاری یک نقطه (با استفاده از کاغذ شطرنجی) انتخاب شد و با توجه به هزینه نمونه‌برداری دو تکرار در هر تیمار (شاهد و فرسایش یافته) انجام شد. بنابراین پس از تعیین نقاط فرسایش‌یافته بیست‌گانه در نقشه واحدهای کاری موقعیت جغرافیایی آنها ثبت و به منظور دستیابی سریع‌تر به آنها، بر روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۵۰۰۰۰ : ۱ منتقل شدند، سپس در عملیات میدانی به هر یک از نقاط مورد نظر با کمک دستگاه جی پی اس و نقشه توپوگرافی و راهنما مراجعه شد و پس از حفر پروفیل برای تعیین تکرار نقاط فرسایش یافته ۵۰ متر به طرف شرق (قرارداد) حرکت شد و نقطه مورد نظر به عنوان نقطه تکرار فرسایش‌یافته در نظر گرفته‌شد و برای تعیین نقاط شاهد نزدیکترین بوته یا درخت یا صخره انتخاب شد [۱۲] و برای تعیین تکرار نقاط شاهد پنجاه متر به طرف جنوب (قرارداد) حرکت شد و نمونه‌برداری از افق‌های سطحی خاک (تا عمق ۳۰ سانتی متر و هر نمونه به جرم تقریبی یک کیلوگرم) انجام شد. سپس برای تعیین میزان عناصر غذایی (N,P,K) نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل و بعد از آماده‌سازی ازت، فسفر، پتاسیم و چگالی آنها اندازه‌گیری شد.

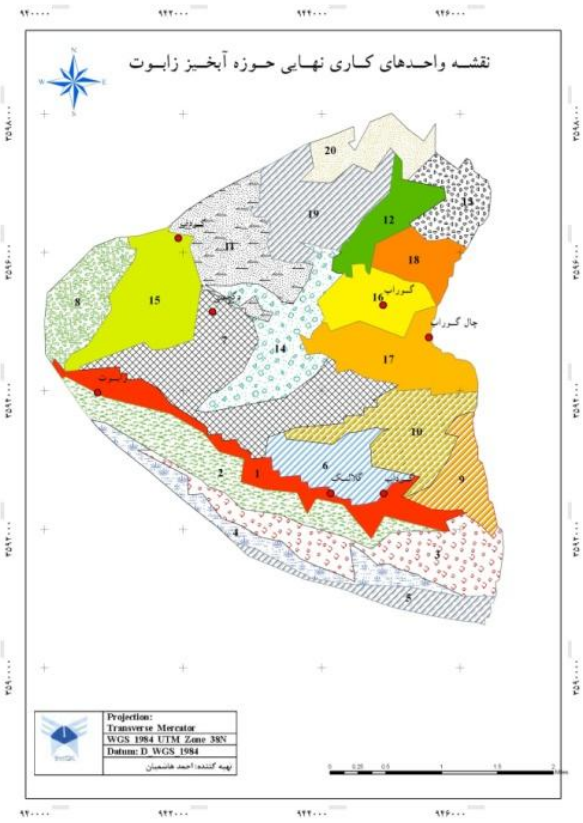
ازت کل با دستگاه کجل، فسفر به روش کورتز[۶] و با دستگاه اسپکتروفوتومتر و پتاسیم با استفاده از روش عصاره‌گیری استات آمونیم با دستگاه فلم فتومتر اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد معناداری اختلاف نتایج به‌دست آمده در دو تیمار شاهد و فرسایش‌یافته با آزمون T test بررسی شد. سپس مقدار هدررفت عناصر غذایی در مناطق فرسایش‌یافته و شاهد در هر واحد کاری، از رابطه ۱ محاسبه شد [۸].

$$D_{un} = S.C_{un} \qquad (۱)$$

که در آن DU میزان عناصر غذایی هدررفته در هر واحد کاری؛ n دوره زمانی تحقیق؛ U نام عنصر مربوطه؛ S میزان فرسایش در هر واحدکاری (kg/ha)؛CU تفاضل مقدار عناصر غذایی در دو تیمار(mg/kg) است.

هم‌چنین همبستگی میان میزانP و K فرسایش‌یافته و شاهد با آزمون‌های T test و مقایسه جفتی میانگین‌ها بررسی شد و به دلیل آن‌که ازت در خاک به صورت محلول است و نیز قسمتی از آن در خاک نفوذ می‌کند و هدررفت آن از خاک بیشتر توسط شسته‌شدن با آب است تا تجمع رسوب در منطقه، بنابراین هدررفت آن پیرو روابط جامدات (مانند فسفر و پتاسیم که همراه ذرات رس جابجا می‌شوند) نیست. ازاین‌رو برای اثبات هدررفت ازت پنج واحد به طور تصادفی

انتخاب و درصد پوشش گیاهی و کاهش تراکم در تیمار شاهد و فرسایش‌یافته بررسی شد (جدول ۱).



شکل۲- نقشه واحدهای همگن (واحدهای کاری) در محدوده مطالعاتی زابوت

جدول ۱- رابطه بین میزان هدررفت ازت و کاهش تراکم پوشش گیاهی در دو تیمار شاهد و فرسایش‌یافته

شماره واحد	کاهش تراکم پوشش گیاهی(درصد)	میزان هدررفت ازت
۸	۰/۱۰	۰/۰۰۹
۱۷	۰/۱۵	۰/۰۱
۲۰	۰/۲۵	۰/۱۳
۵	۰/۲۰	۰/۰۷
۱۱	۰/۲۰	۰/۰۵

برای تعیین ارزش اقتصادی هدررفت خاک، از روش هزینه جایگزین استفاده شد. ساده‌ترین رهیافت ارزیابی هزینه‌های فرسایش خاک، هزینه‌های جایگزین کردن عناصر مغذی است که در اثر فرسایش خاک از بین رفته‌اند. در روش هزینه‌های جایگزین فرض می‌شود که در صورت جایگزینی مصنوعی عناصر مغذی و مواد آلی از دست رفته خاک، بهره‌وری خاک ثابت باقی بماند [۱۳]، [۱۴] و [۱۵].

در واقع عناصر مغذی هدررفته را می‌توان با کاربرد کودهای شیمیایی که قیمت بازاری مشخصی دارند، جایگزین کرد. نکته اصلی در این روش آن است که هزینه‌های منظورشده برای جایگزینی بهره‌وری از دست‌رفته خاک باید با معیاری اقتصادی اندازه‌گیری و در زمان جلوگیری از خسارت، به عنوان سود لحاظ شود [۱۵]. برای بهره‌گیری از روش مذکور، ابتدا بایستی میانگین مقادیر نابودی خاک را درهریک از واحدهای کاری برآورد کرده در نتیجه، برای جایگزینی مواد غذائی موجود در هر هکتار از واحد سطح خاک از روی قیمت بازاری کودهای تجاری قابل‌جانشین که از بازار خریداری می‌شوند، هزینه‌ای محاسبه خواهد شد که این هزینه معادل با ارزش جنگل از حیث جلوگیری از نابودی منابع خاک تلقی خواهد شد. چنین روشی توسط کومار و هوندا[۵]، برای رسیدن به برآوردی از ارزش اقتصادی حفظ خاک به کمک پوشش‌های جنگلی در سال ۲۰۰۰ استفاده شد [۱۶]. در این قبیل محاسبات طبق بررسی‌های خاک‌شناسی از میان ۲۱ عنصر مورد نیاز گیاهان برای رشد و بقا تنها ۶ عنصر ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیوم و گوگرد پرمصرف‌ترین عناصر هستند و از بین این شش عنصر ازت، فسفر و پتاسیم و البته کلسیم بیشترین میزان مصرف را توسط گیاه دارند و عمدتاً کودهای شیمیایی حاوی ازت، فسفات و پتاسیم بیشترین استفاده را توسط کشاورزان دارند [۱۷] و با توجه به اینکه اندازه‌گیری این سه عنصر در بین عناصر پرمصرف ساده‌تر است و نیز سایر دلایل اقتصادی بنابراین از میان عناصر غذائی مختلف موجود درخاک، اغلب سه عنصر پتاسیم (K)، فسفر (P)، نیتروژن(N) بیش از سایرین مورد توجه قرار گرفته و در محاسبات ارزش‌گذاری استفاده می‌شوند. کل مواد غذایی (N,P,K) ازدست‌رفته در سال n از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$An = DNn + DPn + DKn \qquad (۲)$$

ازدست‌رفتن تجمعی موادغذایی خاک در طول زمان تا سال n از رابطه زیر به‌دست می‌آید [۹]:

$$AT= \Sigma\, {}^{N}_{n=0}(DNn + DPn + DKn) \qquad (۳)$$

کودهای حاوی عناصر غذایی ذکرشده که برای جبران نیازهای غذایی گیاهان در عملیات زراعی به خاک اضافه می‌شوند و طی فرآیندهای صنعتی به طور انبوه تولید

می‌شوند، انواع متنوعی دارند که بسته به هدف و میزان کمبود خاک توسط بهره‌برداران کشاورزی استفاده می‌شوند .برای جبران کمبود خاک از نظر ازت می‌توان کودهای اوره، نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم و یا برای جبران فسفر کمیاب‌شده خاک از کودهای فسفات آمونیوم، بیوفسفات و نیز برای جبران پتاسیم از کودهای سولفات پتاسیم، کلرور پتاسیم، نیترات پتاسیم و غیره استفاده کرد. وجه تمایز چنین کودهایی که به طور گسترده در بازار خرید و فروش می‌شوند، غیر از قیمت، محتوای عناصر غذایی موجود در آنها است. در این بررسی از سه کود اوره، فسفات دی‌آمونیوم و سولفات پتاسیم به عنوان جایگزین‌های احتمالی مواد غذایی استفاده شد. مطابق با قیمت‌های اعلام شده از سوی شرکت خدمات حمایتی کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، قیمت هر کیلوگرم کود اوره در سال۱۳۹۰، ۱۳۵۰ فسفات آمونیم ،۱۹۲۰سولفات پتاسیم ۱۶۰۵ریال بوده است. لازم به ذکر است که در بحث محاسبه قیمت هدررفت مواد غذایی در هر یک از واحدهای کاری، می‌بایست قیمت هر کود به تفکیک در میزان هدررفت ماده غذایی مورد نظر ضرب شود و مجموع آنها به عنوان قیمت هدررفت مواد غذایی در هر واحد کاری در نظر گرفته شود.

۳- نتایج و بحث

براساس نتایج میانگین فرسایش ویژه ۱۱۸/۴ تن در هکتار (۶۵۰/۷ متر مکعب بر کیلومتر) مربع برآورد شد که در مقایسه با استاندارد جهانی که ۵ تن در هکتار است به مراتب خیلی بیشتر است. بنابراین حفاظت و احیای پوشش گیاهی و جنگلی در این منطقه ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به جدول شماره ۲ بیشتر منطقه تحت فرسایش کم و متوسط به طور نسبتاً مساوی قرار دارد و بعد از آن فرسایش ناچیز دارای درصد بیشتری از مساحت است که البته این موضوع، به دلیل وجود بیرون‌زدگی‌های سنگی (که در مقابل فرسایش مقاوم‌اند) و پوشش‌گیاهی است. بنابراین کنترل فرسایش شدید و کم بعد از کنترل فرسایش متوسط در اقدامات مدیریتی منطقه باید مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به مطالب فوق بیشتر منطقه تحت فرسایش کم و متوسط قرار دارد که با بررسی پوشش منطقه مشخص شد که این منطقه از پوشش گیاهی غنی برخوردار است و حدود نیمی از منطقه را جنگل بلوط ایرانی و بلوط غرب *(Quercus persica,Quercus brantti)* می‌پوشاند به‌طوری که می‌توان این منطقه را نمونه شاخصی از جنگل‌های زاگرس دانست. در واقع وجود پوشش گیاهی غنی باعث جلوگیری از فرسایش شدید شده است چرا که این منطقه به علت شیب بالا و بارندگی به‌طور عمده در معرض فرسایش آبی شدید قرار دارد. کومار و هوندا و پناهی در بررسی‌های خود به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۹و ۲۰۰۵ به‌طور جداگانه به این موضوع اشاره کرده‌اند که میان تراکم پوشش گیاهی و کاهش فرسایش رابطه وجود دارد [۱۶] و [۸].

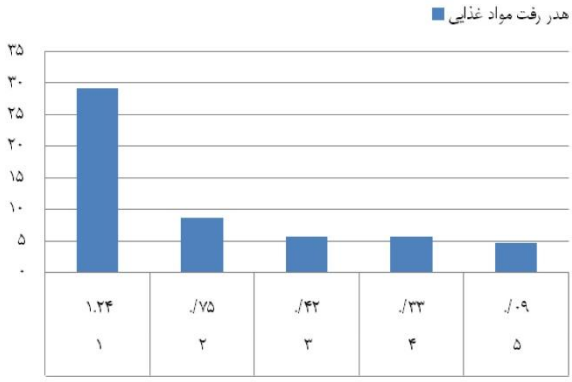
علاوه بر خصوصیات فیزیکی منطقه مانند شیب، سنگ مادر و غیره که باعث مستعد ساختن منطقه برای فرسایش است دخالت انسانی نیز نقش مؤثری در تشدید فرسایش دارد. از آنجا که جنگل‌های زاگرس مهمترین منبع امرار معاش مردم ساکن آن نواحی هستند متأسفانه، در مناطق جنگلی ساکنان که غالباً عشایرند، برای تأمین سوخت و ساخت آغل و تأمین علوفه برای دام درختان را قطع می‌کنند. علاوه بر این طرح‌های توسعه‌ای از قبیل احداث جاده‌های اصلی و فرعی، توسعه و مرمت روستاها و برداشت‌های غیر مجاز مصالح ساختمانی، احداث خطوط لوله آب و برق، مخازن آب و سایر طرح‌های توسعه بدون بررسی و ارائه گزارش زیست‌محیطی، منطقه حفاظت شده‌ی شیمبار را در معرض تخریب و فرسایش شدید قرار داده است که البته به دلیل وسعت منطقه و پراکنش طرح‌های مذکور در منطقه و کمبود هزینه و زمان، امکان بررسی کامل منطقه از نظر میزان فرسایش و هدررفت عناصر غذایی، مقدور نبوده است اما بیان مطالب فوق به دلیل مشاهدات میدانی و حضور مستمر محقق به مدت تقریبی دو سال در منطقه حفاظت‌شده‌ی شیمبار است.

کمبود درآمد کافی و کشاورزی در اراضی نامستعد و دامداری سنتی موجب تخریب و فرسایش بیشتر منطقه شده است به طوریکه زمین‌های شخم‌زده با شیب بالا در منطقه به وفور مشاهده می‌شوند که شخم به دلیل نداشتن ادوات پیشرفته کشاورزی عمود بر خطوط تراز بوده و این امر به نوبه خود فرسایش را تشدید می‌کند.

روند تخریب در قسمت‌های متعددی از حوزه زاگرس به حدی در حال پیشروی است که امکان تجدید طبیعی آن وجود ندارد که در این پژوهش نیز در واحدهای کاری

فاقد پوشش جنگلی و یا با پوشش جنگلی تخریب‌یافته این مسئله مشهود بود. درست است که از خاک‌هایی که در نتیجه فرسایش آبی شدید از نقاط مرتفع‌تر به نقاط پست‌تر یا چاله‌ها و پشت سدها منتقل می‌شود، باز زمین به‌وجود می‌آید و این‌گونه زمین‌ها هم اغلب زمین‌های رسوبی حاصلخیزاند اما مقدار زمینی که بر اثر رسوب و تجمع مواد به‌وجود می‌آیند در مقابل سطح‌هایی که خاک آن فرسایش‌یافته است و پوشش آن از دست‌رفته است بسیار ناچیز است؛ و نیز در محیط‌زیست حاصلخیزی در سطح بیش از حاصلخیزی در نقاطی خاص (مانند دشت یا چاله‌های نواحی پست) اهمیت دارد [۴]. بر این اساس میزان خاکی که در اثر فرسایش جابجا شده بود در این پژوهش، به عنوان شاخصی از هدررفت و کاهش حاصلخیزی قرار گرفت.

با دادن نام نهاده به خاک و محاسبه هزینه‌ها و قیت‌های بازاری برای استفاده از نهاده‌های مصنوعی جبران‌کننده (کودهای مصنوعی) به جای نهاده‌های از دست‌رفته (عناصر غذایی خاک)، بهره‌گیری از رویکرد هزینه جایگزینی ضروری است که در این بررسی از آن استفاده شده است. در کاربرد روش هزینه جایگزین در فرسایش خاک محققان به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین مقادیر هزینه فرسایش در خاک‌های با عمق کمتر از ۱۵ سانتی‌متر ایجاد می‌شود که دارای نرخ‌های بالای فرسایش هستند و ثانیاً به طور نسبی با افزایش عمق خاک زراعی (به دلیل کاهش نرخ فرسایش)، هزینه‌های جایگزینی فرسایش کاهش خواهد یافت [۱۸]. نتایج به‌دست آمده از جدول ۴ نشان می‌دهد که در کل محدوده مطالعاتی زابوت با مساحت ۳۱۱۶ هکتار که بیشتر تحت فرسایش کم و متوسط قرار دارد و سالانه ۴۶۸۵۲۶/۶۱ تن عناصر (N,P,K) در اثر فرسایش خاک از جنگل خارج شده و از بین می‌روند که به منزله کاهش حاصلخیزی است. مسئول حفاظت خاک بخش توسعه آب و خاک فائو به نقل از دولت استرالیا می‌نویسد که در اثر فرسایش ناشی از تخریب پوشش طبیعی، سالانه ۳۶۰۰ دلار خسارت به دلیل کاهش عناصر غذایی (N,P,K) و افت کیفیت اراضی به هر کشاورز وارد می‌شود [۱۹]. بنابراین براساس جدول ۳ و با در نظر گرفتن هزینه هدررفت عناصر غذایی در هر هکتار در محدوده مطالعاتی زابوت (چلو)، هدررفت عناصر غذایی مهم، هزینه جاری معادل ۸۸،۲۰۲،۹۴۵،۴۹۱ ریال را به محیط زیست تحمیل می‌کند و برای جبران چنین خسارتی و بازگرداندن چنین مقادیری از عناصر فوق به ناچار باید مواد شیمیایی لازم را به صورت کود از بازار خریداری کرد. در تحقیقی خسارت ثابت سالیانه وارد آمده فقط از نظر هدررفت عناصر غذایی (N,P,K) حدود ۹۹۶۸۸۸ ریال در هکتار برآورد شده است [۹]. در مطالعه‌ای دیگر، میانگین هزینه سالانه فرسایش در هر هکتار از اراضی دیم در سال ۱۳۷۹-۱۳۷۸ برابر ۲۰۴۴۱۱ ریال برآورد شده است [۱۱]. به این ترتیب با توجه به نتایج این فرضیه که "می توان داده های فنی مربوط به عناصر غذایی خاک را به داده‌های اقتصادی تبدیل کرد" اثبات می‌شود.



شکل ۳- رابطه بین ضریب شدت فرسایش و هدررفت مواد غذایی

هم‌چنین از شکل ۳ می‌توان دریافت که در واحدهای کاری که فرسایش شدیدتری دارند هدررفت مواد غذایی در هکتار در آنها بیشتر است که بیان‌کننده وجود رابطه معنادار میان فرسایش و هدررفت مواد غذایی خاک است. بیشترین سهم هدررفت به پتاسیم و بعد از آن به فسفر اختصاص دارد. با توجه به مطالب بیان شده، تخریب جنگل عامل فرسایش بیشتر و به دنبال آن هدررفت بیشتر مواد غذایی است بنابراین برای آگاهی از کارکرد جنگل در زمینه حفظ خاک و جلوگیری از هدررفت مواد غذایی اساسی خاک و حفظ حاصلخیزی آن از نظر این عناصر، باید اختلاف بین مقدار از دست‌رفتن عناصر فوق در دو عرصه فرسایش‌یافته و شاهد را محاسبه و به عنوان کارکرد حفاظتی جنگل معرفی کرد. از این‌رو مقایسه میزان هدررفت عناصر غذایی (N,P,K) نشان می‌دهد که هر هکتار از جنگل‌های محدوده مطالعاتی قادر است که از خسارت ناشی از فرسایش و نابودی تنها سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک به میزان ۲۸،۳۰۶،۴۶۵ ریال (یا حفظ عناصر مهم غذایی)

جلوگیری کند که البته در صورت احیای جنگل زاگرس این رقم بیشتر خواهد شد و به این ترتیب این فرضیه که " وجود اکوسیستم جنگل می‌تواند موجب حفظ عناصر مهم غذایی خاک شود" اثبات می‌شود. در پژوهشی، در خلیج بینتونی (اندونزی)، ارزش عملکرد حفظ و نگهداری عناصر غذایی و جلوگیری از فرسایش خاک، با استفاده از روش هزینه فرصت از دست‌رفته، معادل ۸۰۰ دلار برآورد شده است [۱۲]. در برآورد ارزش اقتصادی منافع محیط زیستی جنگل‌ها، میانگین ارزش ریالی سالانه کارکردهای تنظیم آب، خاک‌زایی و جذب کربن در دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۷۹ را به ترتیب ۰/۴۳، ۱۱۸/۸۴، ۱/۸۲ میلیون ریال و میانگین ارزش ریالی سالانه کارکرد حفظ خاک را ۷۲/۷۴ ریال برآورد کردند [۲۰]. ارزش نگهداری عناصر غذایی در ۱۴۵ کیلومتر مربع از جنگل‌های مانگرو، ۳/۴ میلیون دلار (هر هکتار حدود ۲۳۵ دلار) برآورد شده است [۷]. طبق نظریه‌ای در برآورد ارزش نگهداشت خاک با این رویکرد باید هزینه نیروی کار برای کودپاشی (ریال در هکتار) و هزینه بازسازی و نوسازی خسارات ناشی از فرسایش خاک (ریال در هکتار) را نیز به حساب آورد [۲۱]، که در صورت وارد کردن این مقادیر به خسارات ناشی از هدررفت عناصرغذایی در اثر فرسایش می‌توان نتیجه گرفت که ارزش کارکرد جنگل در حفظ و نگهداشت خاک عددی بالاتر از مقدار محاسبه‌شده خواهد بود. بنابراین اقتصاد محیط زیست با ارزش‌گذاری منابع متعدد زیست‌محیطی امکان انتخاب بهترین گزینه در برنامه‌ریزی‌های مختلف تعیین و تغییر کاربری‌ها و سرمایه‌گذاری در امر حفاظت برخی عرصه‌ها را پیش روی برنامه‌ریزان و مدیران قرار می‌دهد.

۴- نتیجه‌گیری

پس از برآورد میزان فرسایش از روش EPM، ۴/۱۵ درصد مساحت حوزه مورد بررسی تحت فرسایش خیلی زیاد، ۹/۲۷ درصد تحت فرسایش زیاد، ۲۸/۶۶ درصد تحت فرسایش متوسط، ۲۹/۷۴ درصد تحت فرسایش کم و ۲۴/۲۸ درصد مساحت حوزه زابوت تحت فرسایش ناچیز قرار دارد (جدول ۲). هم‌چنین نتایج حاصل از محاسبه مجموع مواد غذایی هدررفته از هر واحد کاری (kg/ha) در جدول ۳ آمده است. با به‌دست آوردن مقدار عناصر غذایی هدررفته درسال n و با داشتن قیمت بازاری کودهای حاوی این سه عنصر (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) که برای جبران کمبود عناصر غذایی به خاک اضافه می‌شوند ارزش بازاری هدررفت عناصر غذایی (N,P,K) در هر واحد کاری به ازای هر هکتار و همچنین به ازای کل مساحت واحد کاری و برای کل منطقه مورد بررسی (حوزه زابوت) محاسبه شد که نتایج درجدول شماره ۴ آمده است.

جدول ۲- میزان فرسایش در هر یک از واحدهای کاری

ردیف	شماره واحد کاری	نوع فرسایش	مجموع مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	۸	خیلی زیاد	۱۲۹/۴۷	۴/۱۵
۲	۱،۴	زیاد	۲۸۹/۱۲	۹/۲۷
۳	۲،۱۱،۱۲،۱۴،۱۵	متوسط	۸۹۳/۲۷	۲۸/۶۶
۴	۳،۷،۹،۱۰،۱۸،۱۹	کم	۹۲۷/۰۰	۲۹/۷۴
۵	۵،۶،۱۳،۱۴،۱۷،۲۰	ناچیز	۷۵۶/۷۵	۲۴/۲۸

جدول ۴- ارزش ریالی هدررفت مواد غذایی در اثر تخریب جنگل و فرسایش یک‌ساله

نام حوزه	مساحت (هکتار)	مجموع مواد غذایی هدررفته از کل منطقه (kg)	ارزش جاری (ریال در هکتار)	قیمت مواد غذایی هدررفته (ریال)
زابوت (چلو)	۳۱۱۶/۰۴	۴۶۸۵۲۶/۶۱	۱۸۸۲۵۶	۸۸۲۰۲۹۴۵۴۹۱

جدول ۳- محاسبه مجموع مواد غذایی هدررفته از هر واحد کاری (kg/ha)

شماره واحد کاری	میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم هدررفته با فرسایش (Mg/kg)			میزان فرسایش در هر واحد کاری (kg/ha)	میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم هدررفته در هر هکتار در هر واحدکاری			مجموع NPK هدررفته از هر واحد کاری (kg/ha)
	N%	P(mg/kg)	K(mg/kg)	wsp(kg/ha)	DN(kg/ha)	Dp(kg/ha)	Dk(kg/ha)	An
۱	۰/۰۱۶۸۷	۰/۹۳	۱۶۹/۴۹	۲۳۱۶۸۶	۳۹/۰۸	۰/۲۱۵۴۶۷	۳۹/۲۶	۷۸/۵۵
۲	۰/۰۱۷۸۵	۷/۹۸	۲۰۱۸/۰۷	۱۵۳۷۹۰	۲۷/۴۵	۱/۲۲۷۲۴۴	۳۱۰/۳۵	۳۳۹/۰۳
۳	۰/۰۸۱۲	۷/۸۷	۴۸۷/۲۹	۱۰۳۳۷۶	۸۳/۹۴	۰/۸۱۳۵۶۹	۵۰/۳۷	۱۳۵/۱۲
۴	۰/۰۲۵۴۱	/۸۸	۱۰/۵۳	۳۱۰۱۲۸	۷۸/۸	۰/۲۷۲۹۱۲	۳/۲۶	۸۲/۳۳
۵	۰/۰۷۲۳۱	۲/۵۲	۱۱۰۶/۹۹	۲۶۵۷۲	۱۹/۲۱	۰/۰۶۶۹۶۱	۲۹/۴۱	۴۸/۶۸
۶	۰/۰۵۲۰۸	۰/۹۶	۵۸/۲۶	۵۶۴۲	۲/۹۳	۰/۰۰۵۴۱۶	/۳۲	۳/۲۵
۷	۰/۴۵۳۸۱	۲/۸۹	۲۶/۶۶	۴۸۴۱۲	۲۱۹/۶۹	۰/۱۳۹۹۱۰	۱/۲۹	۲۲۱/۱۱
۸	۰/۰۱۸۶۹	۰/۱۷	۴۲/۳۷۵	۵۳۴۸۹۸	۹۹/۹۷	۰/۰۹۰۹۳۲	۲۲/۶۶	۱۲۲/۷۲
۹	۰/۰۰۹۲۴	۰/۲۱	۱۷۴/۷۸۵	۷۶۲۵۸	۷/۰۴	۰/۰۱۶۰۱۴	۱۳/۳۲	۲۰/۳۷
۱۰	۰/۰۳۰۵۳	۴/۸۷	۳۶۵/۴۷	۶۵۵۲۰	۲۰/۰۰۳	۰/۳۱۹۰۸۲	۲۳/۹۴	۴۴/۲۶
۱۱	۰/۰۰۸۸۹	۰/۵۱	۱۰/۵۹	۱۲۴۴۸۸	۱۱/۰۶	۰/۰۶۳۴۸۸	۱/۳۱	۱۲/۴۳
۱۲	۰/۳۰۵۴۱	۶/۶۵	۱۰۵/۹۴	۱۴۳۲۳۴	۴۳۷/۴۵	۰/۹۵۲۵۰۶	۱۵/۱۷	۴۵۳/۵۷
۱۳	۰/۰۳۲۲	۱/۷۱	۹۵/۳۴	۲۵۱۱۶	۸/۰۸	۰/۰۴۲۹۴۸	۲/۳۹	۱۰/۵۱
۱۴	۰/۱۳۸۸۸	۳/۰۸	۶۲۶/۳۱۱	۸۷۳۶	۱۲/۱۳	۰/۰۲۶۹۰۶	۵/۴۷	۱۷/۶۲
۱۵	۰/۰۰۵۲۵	۱/۸۳	۳۱/۷۸	۱۰۱۷۳۸	۵/۳۴	۰/۱۸۶۱۸۰	۳/۲۳	۸/۷۵
۱۶	۰/۲۴۴۳۷	۱۰/۸۷	۱۲۷۱/۱۸	۱۴۶۸۷۴	۳۵۸/۹۱	۱/۵۹۶۵۲۰	۱۸۶/۷۰	۵۴۷/۲۰
۱۷	۰/۰۱۱۶۲	۰/۲۱	۳۸۱/۴۱	۳۴۵۸	۰/۴	۰/۰۰۰۷۲۶	۱/۳۱	۱/۷۱
۱۸	۰/۱۸۰۲۵	۸/۱۳	۲۰۲۸/۶	۱۲۳۷۶۰	۲۲۳/۰۷	۱/۰۰۶۱۶۸	۲۵۱/۰۵	۴۷۵/۱۲
۱۹	۰/۰۸۳۹۳	۴/۷۲	۲۱۳۹/۸۴	۱۰۹۷۴۶	۹۲/۱۰	۰/۵۱۸۰۰۱	۲۵۶/۷۸	۳۴۹/۳۹
۲۰	۰/۱۳۶۵	۶/۹۴	۳۱/۷۸	۲۵۱۱۶	۳۴/۲۸	۰/۱۷۴۳۰۵	۰/۷۹	۳۵/۲۴
جمع تراکمی	٪۱/۵۱	۷۳/۹۳	۱۱۱۸۲/۶۹	۱۱۸۴۰۰	-	-	-	۳۰۰۶/۹۶

پس از بررسی همبستگی میان میزانP و K فرسایش‌یافته و شاهد با آزمون‌های T test و مقایسه جفتی میانگین‌ها مشخص شد که همبستگی معناداری بین میزان هدررفت P و K در مناطق فرسایش‌یافته و شاهد وجود دارد و نشان‌دهنده هدررفت این دو عنصر است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میان هدررفت فسفر و میزان فرسایش در سطح ۹۵ درصد و با اشتباه معیار۰/۸۸۶ همبستگی بالایی وجود دارد و ضریب همبستگی ۰/۰۲۷ است که دلیل بر هدررفت معنادار فسفر در منطقه است. همچنین میان هدررفت پتاسیم و میزان فرسایش در سطح ۹۵ درصد و با اشتباه معیار ۱۳۱/۰۳همبستگی بالایی وجود دارد و ضریب همبستگی ۰/۲۳۷ است که دلیل بر هدررفت معنادار پتاسیم در منطقه است.

در بررسی‌های آماری مشخص شد که بین میزان فرسایش و هدررفت نیتروژن در سطح ۹۵٪ و با اشتباه معیار۰/۲۳۳ و ضریب همبستگی ۰/۳۰۸ رابطه معناداری وجود ندارد. زیرا ازت در خاک به صورت محلول است و نیز قسمتی از آن در خاک نفوذ می‌کند و هدررفت آن از خاک بیشتر توسط شسته شدن در نتیجه عمل آب است تا اینکه به صورت رسوب در منطقه تجمع یابد بنابراین هدررفت آن پیرو روابط جامدات (مانند فسفر و پتاسیم که همراه ذرات رس جابه‌جا می‌شوند) نیست.

پی‌نوشت‌ها

[1] Pearce and Warford
[2] Lette and De boo
[3] Willingness to pay
[4] Mabira
[5] Kummar and Honda

منابع

[1] Pearce D W, Warford J J. World without ends: Economics, environment and sustainable development, Oxford University Press; **1992**. p.152.

[2] Lette H, De Boo H. Economic valuation of forests and nature :A support tool for effective decision-making, International Agricultural Centre (IAC); **2002**. p.20.

[3] Salardiny A A. Soil Fertility. Tehran University Press; **1989**.p.121. **[In Persian]**

[4] Barbier E, Bishop, J T. Economic Values and Incentives Affecting Soil and Water Conservation in Developing Countries, Journal of Soil Water Conservation (March-April); **1995**;133-137.

[5] Sheldrick W F, Keith syers J, Lingard J. A conceptual model for conducting nutrient audits at national, regional, and lobal scales. Nutrient cycling in Agroecosystems; **2002; 62**; 61-72.

[6] Kizza C L, Majaliwa J G M, Nakileza B, Eilu G, Bahat l, Kansiime F, Wilson J.. Soil and nutrient Losses along the chronoseguential forest recovery gradient in Mabira Forest Reserve, Uganda. African Journal of Agriculture Research; **2013; 8**(1).77-85.

[7] Hussain S A, Badola R. Valuing mangrove ecosystem services: linking nutrient retention function of mangrove forests to enhanced agro ecosystem production, Journal of Soil Water Conservation; **2008;32**(8): 120-130.

[8] Panahi M. Economic Valuation of Caspian forests, case studies in the fields of forestry, wood and paper, wood and paper side Kheyrud Gilan, doctoral dissertations; **2005**. **[In Persian]**

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

[10] Ghoreyshi R, Motamedi J, Sheidai Karkaraj E. Estimating economic value of Carbon sequestration service in rangelands with replacement cost method (Case study: Khoy Dizaj Batchy Rangeland), Journal of Environmental Sciences ; **2014; 12**(2). 55-64.

[11] Ghorbani M, Hosseini S. The aplication of replacement cost approach in estimating the annual cost of water soil erosion in Iran. Agricultural research (Water, Soil and Plant in Agriculture); **2007;** 7(3). 177-186. **[In Persian]**

[12] Ward P J, Renssen H, Aerts J C J H, Van Balen R T, Vandenberghe J. The impact of land use and climet change on late Holocene and future suspended sediment yield of the Meuse catchment, J. Geomorphology; **2009; 103**: 389-400

[13] Dixon J A, Hufschmidt M M. Economic valuation techniques for the environment: A case study work book. Enviroment and Policy Institue; **1989**.

[14] Dixon J A, Scura R, Carpenter A, Sherman P B. Soil loss and conservation planning in tea plantations of Sri Lanka. In: R. A. Carpenter (eds). Natinol system for development: What planners need to know. New York: Macmillan, Inc; **1983.**

[15] Hufschmidt M M, Jarnes D E, Meister A D, Bower B t, Dixon J A. Environment, natural system and development: An economic valuation guide. Environmental Policy Program; **1983**.

[16] Kummar H M, Honda K. Estimating of soil erosion using remote sensing and GIS, Its valuation and economic implications in agricultural production, Conservation organization meeting, Purdue University and the USDA-ARS National soil erosion research Laboratory; **1999**.

[17] Jamali,Ghoddus. Course notes Watershed Management, Tarbiat Modarres University; **2007;** P. 150.**[In Persian]**

[18] Common M, Sigrid S. Ecological Economics An Intoduction. Chap. 2.2. "Thermodynamics"; **2005**; 26-37.

[19] Fao, Agriculture investment to promote improved capture and use of rainfull in dry land farming, FAO Investment Center Technical. No.10; **1995**.

[20] Yazdani S, Abbasi A. Estimating the economic value of the environmental benefites of forest (Case study: The Forest Namkhoneh Kheyrood Noshahr). Journal of Agriculture Economics; **2010:2**(3). **[In Persian]**

[21] Predo C, Grist p, Menz K R. Estimating the on-site cost of soil erosion in the Philippins: The replacement cost approach .Imperat project .paper improving smallholder farming systems in Inpeata areasof Southeast Asia; **1997; 8**,22-35