

## برآورد ارزش کارکرد حفاظت از مواد مغذی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی

نغمه مبرقعی\*

\* استادیار پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی

(تاریخ دریافت: 1389/3/3؛ تاریخ تصویب: 1389/10/27)

### چکیده

با توجه به فرایند بسیار طولانی تشکیل خاک و نقش کلیدی آن به عنوان یکی از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی، لزوم حفاظت از آن اجتناب‌ناپذیر است. یکی از مهم‌ترین خدمات و کارکردهای اکوسیستم جنگلی، ممانعت از فرسایش خاک و افزایش قدرت نگهداشت مواد مغذی در آن است که این موضوع بخصوص در مناطق پر شیب و کوهستانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجا که خدمت کنترل فرسایش خاک نیز همانند بسیاری از دیگر خدمات این اکوسیستم، فاقد بازاری برای تعیین ارزش آنهاست، در سال‌های اخیر روش‌های جدیدی به منظور برآورد این ارزش ابداع شده است. در مقاله حاضر ارزش عملکرد حفاظت از خاک در بخشی از جنگل‌های خزری برآورد شده است. نکته قابل ملاحظه در این برآورد مکاندار بودن ارزشگذاری است که امکان مقایسه ارزش در حوضه‌های مختلف آبخیز را فراهم می‌سازد. بدین منظور ابتدا میزان فرسایش و رسوب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل پسیاک اصلاح شده (MPSIC) در هر یک از زیرحوضه‌ها در وضعیت موجود بررسی شد و در ادامه با تدوین دو سناریو مبنی بر تبدیل جنگل طبیعی به جنگل تخریب یافته و مرتع فرسایش یافته، تغییرات در میزان فرسایش و رسوب مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با انجام نمونه‌برداری از خاک و تجزیه آزمایشگاهی، تغییرات روی داده در میزان مواد مغذی خاک در هر وضعیت محاسبه شد و با استفاده از نتایج حاصل از تجزیه خاک و استفاده از روش هزینه جایگزین، ارزش اکوسیستم جنگلی در نگهداری از مواد مغذی خاک در هر یک از سناریوها به تفکیک زیرحوضه‌ها برآورد شد. در پایان با استفاده از اطلاعات به دست آمده، نقشه ارزش خدمت اکوسیستمی نگهداشت مواد مغذی خاک، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی بر حسب زیرحوضه‌ها در منطقه مورد مطالعه تهیه شد. محاسبه ارزش حفاظت از مواد مغذی خاک مبین ارزش میانگینی معادل 252 هزار ریال در هکتار برای این خدمت اکوسیستمی در منطقه مطالعاتی است. ارزش این عملکرد با توجه به عواملی چون نوع خاک، میزان فرسایش و شیب حوضه در پنج زیرحوضه منطقه مطالعاتی متفاوت بوده و از حداقل 212/72 تا حد اکثر 401/84 هزار ریال در هکتار تغییر می‌کند. تفاوت فاحش میان میزان فرسایش در وضعیت طبیعی نسبت به هر یک از سناریوها حاکی از نقش کلیدی جنگل در کنترل فرسایش خاک است. همچنین تفاوت آشکار میان برآوردهای مربوط به زیرحوضه‌های مختلف، حاکی از رابطه مؤثر میان ساختار و عملکرد اکوسیستم است. ارزشگذاری مکاندار این خدمت اکوسیستمی می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان به منظور حفاظت از منابع طبیعی قرار دهد و منجر به تدوین برنامه‌هایی دقیق‌تر در این زمینه شود.

**کلید واژه‌ها:** ارزش جنگل، خدمات اکوسیستمی، حفاظت خاک، مواد مغذی خاک، روش هزینه جایگزین، خیرود کنار.

## سرآغاز

نرخ سالانه فرسایش خاک در ایران 33 تن در هکتار گزارش شده که 6/5 برابر حد مجاز و استانداردهای بین‌المللی است (حسینی و قربانی، 1384). به گزارش بانک جهانی در سال 2005 خسارت ناشی از فرسایش خاک در ایران در سال 2002 معادل 2840 میلیون دلار برآورد شده که این رقم 2/5 درصد از کل GDP ایران را در این سال تشکیل می‌دهد (World Bank) (2005). این در حالی است که هزینه‌های سالانه فرسایش خاک در کشورهای مالای 4/8٪ و بورکینافاسو 8٪/8 از کل GDP این کشورها را شامل می‌شود (World Bank 2003). پدیده فرسایش، قشر سطحی خاک را که به واسطه فرایند خاکزایی و انباشت مواد آلی مملو از عناصر غذایی است از بین می‌برد و به مقدار زیادی باعث کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود (حق‌نیا 1370). یکی از مهم‌ترین علل تشدید فرایند فرسایش خاک، عدم آگاهی از ارزش اقتصادی این موهبت اکوسیستمی است. منظور نکردن هزینه فرسایش خاک در تحلیل‌های هزینه-منفعت و استفاده از خاک به‌عنوان نهاده رایگان در فرایند تولید را می‌توان از مهم‌ترین عوامل تخریب فزاینده خاک به‌شمار آورد.

یکی از خدمات اکوسیستم‌های جنگلی، حفظ و نگهداری از عناصر غذایی خاک به واسطه کنترل و کاهش فرسایش است. جنگل‌ها نه فقط با تاج پوشش انبوه مانع از برخورد شدید قطرات باران با خاک می‌شوند، بلکه وجود ریشه درختان جنگلی در خاک نیز نقش مؤثری در استحکام‌بخشی و ممانعت از فرسایش ایفا می‌کند. در سال‌های اخیر به منظور دستیابی به برآوردی از ارزش خاک و سهم پوشش گیاهی در محافظت از این ارزش‌ها، روش‌هایی متداول شده است که یکی از رایج‌ترین آنها برآورد ارزش خاک برحسب ارزش مهم‌ترین عناصر غذایی موجود در خاک است. از میان عناصر غذایی خاک، برخی از اهمیت بیشتری برای گیاه برخوردارند و کمبود آنها عوارض مشخصی برای رشد گیاه به همراه خواهد داشت. در میان این عناصر، سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دارای اهمیت بیشتری بوده و اتفاق نظر عمومی در این رابطه وجود دارد، به‌طوری‌که در بسیاری از تحقیقات ملاک برآورد ارزش خاک، محاسبه ارزش این سه عنصر کلیدی در خاک منطقه است (ابراهیمی، 1378؛ بختیاری، 1386؛ Xue & Tisdell, 2001). در رابطه با نیتروژن، اتلاف و از بین رفتن آن در قسمت‌های سطحی خاک

که مستعد فرسایش هستند و زمین‌های شیب‌دار از جمله مهم‌ترین عوامل کمبود آن در خاک می‌باشد (زرین‌کفش، 1368). فسفر و پتاسیم نیز به واسطه فرسایش براضی از دسترس گیاه خارج می‌شوند. همچنین سه عنصر غذایی مذکور، به‌عنوان عناصر غذایی پر مصرف (ماکروالمان) از جمله مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد در خاک به‌شمار می‌روند، به‌طوری‌که اگر گیاهی دچار کمبود در هر یک از این سه عنصر غذایی شود، جذب سایر عناصر غذایی کم مصرف (میکروالمان) نیز در آن با اختلال مواجه خواهد شد (ملکوتی و طهرانی، 1378). در این مقاله با مقایسه نقش جنگل در نگهداشت این عناصر کلیدی در خاک به برآورد ارزش خدمت اکوسیستمی حفاظت از خاک در اکوسیستم‌های جنگلی پرداخته شده است.

برای اکوسیستم جنگلی تحقیقات متعددی در زمینه برآورد ارزش حفظ حاصلخیزی خاک در ایران و جهان انجام داده است. پناهی در ایران طبق نتایج تحقیقات انجام شده در سه ناحیه از جنگل‌های خزری، ارزش هر هکتار جنگل در حفاظت از مواد مغذی خاک را معادل 92/6 میلیون ریال در هکتار نشان می‌دهد (پناهی، 1384). همچنین نتایج مطالعات بختیاری نشان می‌دهد هر هکتار جنگل از وارد آمدن 131566/7 ریال خسارت با فرسایش خاک و هدر رفت سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مناطق جنگلی زاگرس جلوگیری می‌کند (بختیاری، 1386).

در تحقیقی در جنگل‌های آمیخته پهن برگ و سوزنی برگ در چین، ارزش نگهداشت سه عنصر NKP به میزان 31/25 دلار در هکتار در سال برآورد شده است (Xue and Tisdell, 2001). تحقیق دیگری این میزان را 53/6 دلار در هکتار برای جنگل‌های استان زینگشان چین نشان می‌دهد (Gou et al, 2001). مطالعات کومار در 2003 در جنگل‌های هند ارزشی معادل 475 دلار در هکتار را برای کاهش فرسایش خاک به روش هزینه جایگزین برآورد نموده است (Kumar, 2003). مطالعات امور و همکاران در سال 2000 ارزشی معادل 12 تا 40 دلار در هکتار را سالانه برای حفاظت مواد مغذی خاک در جنگل‌های گواتمالا برآورد کرده است که برای این برآورد از دو روش هزینه جایگزین و هزینه اجتناب شده استفاده کرده است (Ammour et al, 2000). در مطالعه دیگری نیز بن در 1998 رقم 6 دلار در هکتار را برای ارزش حفاظت از مواد مغذی خاک با استفاده از روش هزینه جایگزین برآورد کرد

منطقه مورد مطالعه دارای دو نوع کاربری جنگلی و مرتعی است که جدول (2) درصد و مساحت هر یک از این دو کاربری را در زیرحوضه‌ها نشان می‌دهد.

**جدول (1): تقسیمات آبخیز شماره 1 از حوضه 45 جنگل‌های شمال (منطقه مورد مطالعه)**

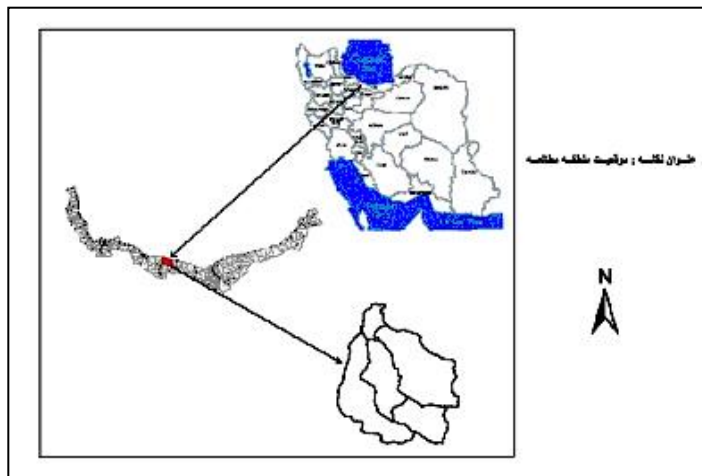
واحد‌های هیدرولوژیکی	نام واحدها	مساحت (ha)
1	خیروود کنار	1158/21
1-1	خیروود کنار	6120/00
1-1-1	کلیک	3143/56
1-2	ولارده	3919/21
1-3	گل‌بند	6241/51
کل منطقه	آبخیز شماره 1	20582/49

(Bann, 1998). شایان ذکر است که تفاوت موجود میان رقم‌های برآورد شده در هر تحقیق از یک سو ناشی از تفاوت در روش‌ها و زمان انجام محاسبات و از سوی دیگر مربوط به آن است که در برخی از تحقیقات رقم برآورد شده سالانه است که بی‌شک نسبت به برآوردهایی که مربوط به کل مواد مغذی در خاک در طول سالیان متمادی است رقم کمتری به دست می‌دهد.

### مواد و روش‌ها

#### معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه آبخیز شماره (1) از حوضه 45 جنگل‌های خزری است که خود شامل 5 زیرحوضه است. شکل (1) موقعیت منطقه را در ایران و جنگل‌های خزری و همچنین جدول (1) مشخصات هر یک از زیرحوضه‌ها را نشان می‌دهد.



**شکل (1): موقعیت منطقه مطالعاتی نسبت به جنگل‌های خزری و کل کشور**

نیز با استفاده از روش هزینه جایگزین ارزش این عملکرد اکوسیستمی در منطقه مورد مطالعه برآورد و نقشه‌سازی شد. معرفی مدل مورد استفاده برای تعیین میزان فرسایش رسوب

مدل‌های بسیاری برای برآورد میزان رسوب و فرسایش استفاده می‌شوند که هر یک عوامل مختلفی را در سنجش این میزان مؤثر می‌دانند. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل پسیاک اصلاح شده (M.P.S.I.A.C) اشاره کرد. در این مدل از 9 عامل متعدد در محاسبه میزان فرسایش استفاده می‌شود. این

### روش پژوهش

در این تحقیق ابتدا میزان فرسایش خاک در هر یک از زیرحوضه‌ها در حالت طبیعی با استفاده از روش پسیاک اصلاح شده برآورد شد. در ادامه با فرض تخریب پوشش گیاهی طی دو سناریو میزان تخریب در هر یک از سناریو‌ها برآورد شد. سپس با محاسبه مقدار هر یک از عناصر غذایی سه گانه (نیتروژن، فسفر و نیتروژن) هدر رفته در هر سناریو و سهم جنگل و پوشش جنگلی در حفاظت از مواد مغذی خاک محاسبه گردید. در ادامه

می‌گیرد، امکان بررسی میزان اثربخشی هر یک از عوامل در نتایج نهایی وجود داشته و می‌توان با تغییر ضرایب مربوط، که پس از انجام تحقیقات تجربی فراوان به دست آمده است، به نقش هر یک از عوامل به طور جداگانه پی برد. همچنین در این روش امکان برآورد میزان فرسایش به دو صورت کیفی و کمی وجود دارد. جدول (3) عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب را در روش پسیاک اصلاح شده نشان می‌دهد.

عوامل عبارتند از زمین‌شناسی، خاک، آب و هوا، رواناب، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه آبخیز و فرسایش رودخانه‌ای. تجربه‌های متعدد در استفاده از این روش در ایران و جهان حاکی از دقت به نسبت مناسب آن در برآورد میزان فرسایش بوده است. (احمدی، 1378) با توجه به این که در این مدل برآورد میزان فرسایش بر حسب هر یک از عوامل متعدد و مؤثر در فرسایش صورت

جدول (2): میزان پوشش جنگلی و مرتعی در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مورد مطالعه (اداره کل منابع طبیعی نوشهر 1386)

واحد هیدرولوژیکی	درصد پوشش مرتعی	درصد پوشش جنگلی	مساحت مرتعی	مساحت جنگلی	درصد تراکم تاج پوشش
1	0	100	0	1158/21	98
1-1	0	100	0	6120/00	97
1-1-1	25/2	74/8	792/6	2350/97	94
1-2	0	100	0	3919/21	97
1-3	26/8	73/2	1672/7	4568/81	93
کل منطقه	11/68	88/02	2465/3	18117/2	-

جدول (3): عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب به روش M. P.S.I.A.C (احمدی 1378)

شماره	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	حدود نمرات هر یک از عوامل	ویژگی‌های مهم هر یک از عوامل
1	سنگ شناسی	0-10	نوع سنگ، سختی، خرد شدگی، حساسیت به فرسایش آبی، و تولید رسوب
2	خاک	0-10	بافت خاصیت انقباض و انبساط، شوری، مواد آلی، ساختمان خاک
3	آب و هوا	0-10	میانگین دما و بارش، شدت و مدت بارندگی، تواتر بارش
4	رواناب	0-10	حجم آبدی در واحد سطح، گروه‌های هیدرولوژیک خاک
5	پستی و بلندی	0-20	شیب، ارتفاع، پستی و بلندی، وضعیت آبرفت‌ها و دشت‌های سیلابی
6	پوشش سطح زمین	0-10	میزان پوشش گیاهی، تراکم تاج پوشش، میزان لاشبرگ
7	استفاده از زمین	0-10	درصد اراضی زراعی، نوع کاربری سرزمین،
8	وضعیت فعلی فرسایش در حوضه آبخیز	0-25	وضعیت منطقه از نظر میزان و انواع فرسایش شیاری، خندقی، و حرکت‌های توده‌ای
9	فرسایش رودخانه‌ای	0-25	شیب متوسط بستر رودخانه، نوع سنگ بستر، نوع جریان، شیب هیدرولوژیک

#### یافته‌ها

میزان فرسایش و رسوب به طور محسوسی تغییر خواهد کرد، با بروز تغییر در میزان پوشش گیاهی، امتیازات مربوط به میزان رواناب، پوشش گیاهی، نحوه استفاده از اراضی، فرسایش در سطح حوضه و فرسایش آبراهه‌ای و انتقال رسوب تغییر کرده و

با استفاده از مدل برآورد رسوب، میزان رسوب در هر یک از زیرحوضه‌ها در وضع موجود برآورد شد که نتایج آن در جدول (4) ذکر شده است. از آنجا که با تغییر در میزان پوشش گیاهی،

این تغییر در نهایت منجر به افزایش میزان فرسایش خواهد شد. به منظور برآورد نقش اکوسیستم جنگلی در کاهش میزان

جدول (4): میزان رسوب‌دهی در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مطالعاتی (یافته‌های تحقیق)

واحد هیدرولوژیکی	مساحت (km <sup>2</sup> )	جمع امتیازات 9 گانه	$Q_s = 38.77 \frac{e^{0.035 R}}{R}$ میزان رسوب (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /y)	حجم رسوب در هر حوضه (m <sup>3</sup> /y)	تولید رسوب Ton /km <sup>2</sup>	کلاس فرسایش
1	11/5821	51/56	235/6262	2729/0464	306/3141	کم
1-1	61/2000	36/5	139/0935	8512/5254	180/8216	کم
1-1-1	31/4356	43/9	180/2143	5665/1449	234/2786	کم
2-1	39/1921	40/9	162/2513	6358/9716	210/9268	کم
3-1	62/4151	40/7	161/1195	10058/2939	209/4554	کم
کل حوضه	205/8249	-	878/3050	33321/9825	1141/7965	کم

جدول (5): میزان فرسایش و رسوب با فرض تبدیل اکوسیستم موجود به جنگل مخروطی (یافته‌های تحقیق)

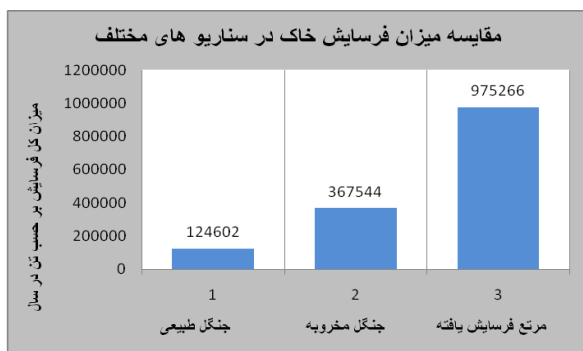
واحد هیدرولوژیکی	مساحت (km <sup>2</sup> )	عوامل 9 گانه جمع امتیازهای	حجم رسوب بر حسب (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /y)	میزان رسوب (ton/km <sup>2</sup> /y)	ضریب رسوب‌زایی	میزان فرسایش (ton/km <sup>2</sup> /y)	میزان فرسایش کل در هر یک از زیرحوضه‌ها (ton/y)
1	11/5821	84/8	1918/754	980/4494	0/41	2391/34	27697
1-1	61/2000	70/4	6144/455	592/2987	0/33	1794/84	109844
1-1-1	31/4356	71/9	1731/480	624/2251	0/36	1733/95	54508
1-2	39/1921	73/2	5257/502	653/2834	0/37	1765/63	69199
1-3	62/4151	68/9	3171/432	562/0052	0/33	1703/04	106296

جدول (6): میزان فرسایش و رسوب با فرض تبدیل اکوسیستم موجود به مرتع فرسایش یافته (یافته‌های تحقیق)

واحد هیدرولوژیکی	مساحت (km <sup>2</sup> )	جمع امتیازهای عوامل 9 گانه	حجم رسوب بر حسب (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /y)	میزان رسوب (ton/km <sup>2</sup> /y)	ضریب رسوب‌زایی	میزان فرسایش (ton/km <sup>2</sup> /y)	میزان فرسایش کل در هر یک از زیرحوضه‌ها (ton/y)
1	11/5821	112/8	511/2009	2612/364	0/41	6372	73801

308448	5040	0/33	1663/22	1279/4	99/9	61/2000	1-1
145232	4620	0/36	1663/22	1279/4	99/9	31/4356	1-1-1
149316	4787	0/37	1771/374	596 1362	101/7	39/1921	1-2
298469	4782	0/33	1574/154	965 1231	98/4	62/4151	1-3

ذکر شده است. تجزیه و تحلیل مربوط در عمق 0 تا 20 سانتی‌متری خاک انجام گرفته است.



شکل (2): مقایسه میزان فرسایش خاک در سناریوهای مختلف (یافته‌های تحقیق)

به منظور ارزشگذاری خدمت اکوسیستمی حفظ مواد مغذی خاک از روش هزینه جایگزین استفاده شد. در این روش ارزش کالاها و خدمات اکوسیستمی بر حسب هزینه لازم برای تامین کالاها و خدمات انسان ساخت به عنوان جانشینی برای این خدمات محاسبه می‌شود. از آنجا که به منظور جبران مواد مغذی هدر رفته ناشی از فرسایش خاک نیاز به افزودن کودهای شیمیایی است، ارزش بازاری این کودها می‌تواند برآوردی از ارزش خدمت اکوسیستمی کنترل فرسایش خاک توسط اکوسیستم جنگلی به دست دهد. بدین منظور از نرخ بازاری این کودها برای ارزشگذاری استفاده شده است. از آنجا که در ایران دولت یارانه سنگینی برای این گونه کودهای شیمیایی می‌پردازد به منظور انجام محاسبه از نرخ واقعی این کودها بدون در نظر داشتن یارانه استفاده شده است. جدول (8) مبین این نرخ است.

فرسایش، با تدوین دو سناریو، امتیازهای مربوط در دو حالت برآورد شد. در سناریوی اول فرض بر این است که منطقه مورد مطالعه از وضعیت موجود که جنگلی انبوه و با تراکم متوسط تاج پوشش بالاتر از 95٪ است، به جنگلی مخروطیه با تراکم بین 20-30٪ تبدیل شود. در سناریوی دوم نیز فرض شده است که تمامی درختان در اکوسیستم جنگلی قطع شده و منطقه به مرتع فرسایش یافته تبدیل شد. با توجه به موجود بودن امتیاز هر یک از عوامل در مدل پسیاک در وضعیت‌های مختلف کاربری زمین، می‌توان امتیازهای مربوط به عوامل مختلف را در مورد هر یک از سناریوهای فوق برآورد کرد (احمدی، 1378). جداول (5) و (6) نتایج این برآورد را در هر یک از سناریوها نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول (5) مشخص است میزان حجم رسوب تولیدی در مقایسه با وضعیت طبیعی، افزایش چشمگیری نشان می‌دهد. این موضوع در جدول (6) نیز که برآورد میزان فرسایش و رسوب، در صورت تبدیل اکوسیستم طبیعی به مرتع فرسایش یافته را نشان می‌دهد نیز بخوبی مشهود است. همان‌طور که در شکل شماره (2) مشخص است میزان فرسایش خاک در صورت تبدیل جنگل از حالت طبیعی به جنگل مخروطیه، 194 درصد و در صورت تبدیل از جنگل طبیعی به مرتع فرسایش یافته، 682 درصد افزایش نشان می‌دهد.

به منظور برآورد ارزش هدر رفت مواد غذایی و در واقع نقش جنگل در ممانعت از این هدر رفت و حفاظت از مواد غذایی، لازم است تا میزان عناصر غذایی منتخب (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) در خاک منطقه مطالعاتی در هر یک از چهار وضعیت جنگل طبیعی، جنگل فرسایش یافته، مرتع طبیعی و مرتع فرسایش یافته اندازه‌گیری شود. بدین منظور چندین نمونه برداری از زیرحوضه‌های مختلف منطقه مطالعاتی صورت گرفت. نتایج مربوط به آنالیز خاک در وضعیت جنگل طبیعی در جدول (7)

جدول (7): نتایج مربوط به آنالیز خاک در شش ناحیه مختلف از منطقه مورد مطالعه در وضعیت جنگل طبیعی در عمق 0 تا 20 سانتی‌متری خاک (یافته‌های تحقیق)

شماره پروفیل	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	هدایت الکتریکی	مواد آلی (درصد)	ازت (درصد)	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm
نمونه شماره 1	20	36	44	74/0	4/81	0/33	18	450
نمونه شماره 2	22	40	37	18/1	5/23	0/36	35	390
نمونه شماره 3	29	34	37	52/0	0/45	0/68	26	380
نمونه شماره 4	21	41	38	0/48	3/23	0/6	26	350
نمونه شماره 5	9	39	42	1/01	0/95	0/15	22	310
نمونه شماره 6	30	48	22	1/11	5/23	0/3	17	540

می‌دهد. میزان ارزش هریک از مواد به تفکیک واحدهای هیدرولوژیک نیز در جدول (10) ذکر شده است. بررسی نقشه نشان می‌دهد که واحد هیدرولوژیک شماره یک با ارزش در هکتاری معادل 401/84 ریال از بیشترین میزان ارزش در زمینه حفاظت خاک برخوردارند و واحد هیدرولوژیک شماره 1 تا 2 با ارزش در هکتاری معادل 212/72 ریال ارزش بسیار کمی در زمینه حفاظت خاک دارند.

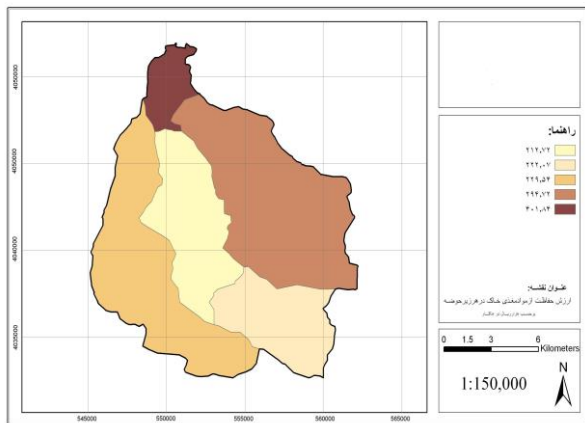
**جدول (8): قیمت یارانه‌ای و قیمت واقعی هر یک از کودهای شیمیایی محتوی نیتروژن فسفر و پتاسیم (شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، 1387)**

نام کود	قیمت یارانه‌ای کیلوگرم/ریال	قیمت واقعی (غیر یارانه‌ای) کیلوگرم/ریال
اوره	450	1400
سوپر فسفات تریپل	515	10000
کلور پتاسیم	410	6500

بدین ترتیب با ضرب نرخ واقعی هر یک از کودهای سه گانه در میزان عناصر حفاظت شده با اکوسیستم جنگلی میزان ارزش در هکتار حفاظت شده، در هر یک از زیرحوضه‌ها برآورد شد. جدول (9) نتایج محاسبات را نشان می‌دهد.

بنابراین میزان ارزش سالانه نگهداری از سه ماده مغذی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک در صورت تبدیل جنگل به جنگل مخروطی، 704 میلیون ریال و در صورت تبدیل منطقه به مرتع فرسایش یافته، 5198 میلیون ریال خواهد بود. به عبارت دیگر در سناریوی اول (تبدیل به جنگل مخروطی) به طور متوسط ارزش خدمت اکوسیستمی نگهداشت مواد مغذی در هر هکتار از منطقه مطالعاتی سالانه 34213 ریال و این مبلغ در سناریوی دوم سالانه 252530 ریال است.

از آنجا که هدف از این مطالعه دستیابی به برآوردی از ارزش خدمت نگهداشت مواد مغذی با اکوسیستم جنگلی است، بنابراین از ارزش‌های برآورد شده در سناریوی دوم یعنی تبدیل منطقه مورد مطالعه به مرتع فرسایش یافته، یا به عبارت دیگر حذف کامل پوشش گیاهی، به منظور نقشه‌سازی مکانی این خدمت استفاده شده است. شکل (3) چگونگی توزیع فضایی این ارزش را در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مورد مطالعه نشان



**شکل (3): چگونگی توزیع فضایی ارزش حفاظت از خاک در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه**

**بحث و نتیجه‌گیری**

محاسبه ارزش حفاظت از مواد مغذی خاک مبین ارزش میانگینی معادل 252 هزار ریال، یا 27 دلار در هکتار برای این خدمت اکوسیستمی در منطقه مطالعاتی است. با توجه به شکل (3) مشخص می‌شود که ارزش این عملکرد با توجه به عواملی چون نوع خاک، میزان فرسایش و شیب حوضه در پنج زیرحوضه منطقه مطالعاتی متفاوت است و از حداقل 212/72 تا حداکثر 401/84 هزار ریال در هکتار تغییر می‌کند. نتایج این مطالعه با نتایج آمو و همکاران که به طور خاص به برآورد این خدمت

این خدمت اکوسیستمی می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان بهره‌برداری و حفاظت از منابع طبیعی قرار دهد و منجر به تدوین برنامه‌هایی دقیق‌تر در این زمینه شود. شایان ذکر است در تحقیق حاضر فقط یکی از چندین خدمت اکوسیستمی فاقد بازار مربوط به اکوسیستم‌های جنگلی ارزشگذاری شد. مسلماً ارزشگذاری سایر خدمات غیربازاری اکوسیستم‌های جنگلی رقم‌های غیر قابل‌تصور در رابطه با ارزشهای نهفته این اکوسیستم‌ها به دست خواهد داد که می‌تواند زمینه‌ساز تحقیقات بعدی در این ارتباط باشد. زیرا به منظور وارد کردن این ارزش‌ها در تحلیل‌های هزینه-منفعت لازم است کلیه ارزش‌ها، شامل ارزش‌های استفاده‌ای و غیراستفاده‌ای مدنظر قرار گیرند.

اکوسیستمی یعنی جلوگیری از هدر رفت مواد مغذی خاک پرداخته است، مشابهت دارد. مطالعه‌آمور و همکاران به برآورد ارزشی معادل 12 تا 30 دلار در هکتار برای عملکرد حفظ مواد مغذی خاک انجامیده است (Ammour et al, 2000). همچنین مطالعات امیر نژاد نیز ارزشی معادل 24/2 دلار در هکتار را برای این خدمت اکوسیستمی برآورد کرده است (امیرنژاد، 1384). نتایج مربوط به برآورد ارزش این خدمت اکوسیستمی در جنگل‌های خزری ایران حاکی از نقش بسیار مؤثر اکوسیستم‌های جنگلی در کنترل فرسایش و حفاظت از مواد مغذی خاک است. همچنین محاسبه این ارزش به تفکیک زیرحوضه‌ها و وجود تفاوت آشکار میان برآورد مربوط به زیرحوضه‌های مختلف حاکی از رابطه مؤثر میان ساختار و عملکرد اکوسیستمی است. از سوی دیگر ارزشگذاری مکاندار

جدول (9): میزان عناصر غذایی و ارزش ریالی هدر رفت آنها در هر یک از سناریو ها (یافته‌های تحقیق)

سناریو 2						سناریو 1						واحد هیدرولوژیکی
ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت پتاسیم قابل جذب (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت فسفر قابل جذب (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت پتاسیم قابل جذب (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت فسفر قابل جذب (ton/y)	
32228 0	230/2	13195 0	20/3	11200	1/12	31920	22/8	20800	3/2	3000	0/3	1
120078 0	857/7	555750	85/8	47300	4/73	128100	91/5	83200	12/8	12000	1/2	1-1
43358 0	309/7	24765 0	38/1	16900	1/69	49700	35/5	43550	6/7	4200	0/42	1-1-1
55454 0	396/1	25740 0	39/6	21800	2/18	78680	56/2	50700	7/8	7400	0/74	1-2



88480 0	632	51350 0	79	34400	3/44	96600	69	86450	13/3	7700	0/77	1-3
335818 0	2398/7	170820 0	262/8	131600	13/16	385000	275	284700	43/8	34500	3/45	کل حوضه
5198 میلیون ریال						704 میلیون ریال						ارزش عناصر حفاظت شده در هر سناریو

جدول (10): ارزش جنگل در حفاظت از مواد مغذی اصلی به تفکیک واحدهای هیدرولوژیک (یافته‌های تحقیق)

واحد هیدرولوژیک	مساحت هر واحد هیدرولوژیک (ha)	ارزش حفاظت از فسفر (ha / هزار ریال)	ارزش حفاظت از پتاسیم (ha / هزار ریال)	ارزش حفاظت از نیتروژن (ha / هزار ریال)	ارزش کل حفاظت از سه ماده مغذی (ha / هزار ریال)
1	1158/21	9/67	113/92	278/25	401/84
1-1	6120	7/72	90/80	196/20	294/72
1-1-1	3143/56	5/37	78/78	137/92	222/07
1-2	3919/21	5/56	65/67	141/49	212/72
1-3	6241/51	5/51	82/27	141/76	229/54
کل منطقه	20582/49	6/39	82/99	163/15	252/53

## یادداشت‌ها

## 1. Pacific South- west Inter-Agency Committee

## فهرست منابع

- ابراهیمی، ر. 1378. بررسی مقدار هدررفت عناصر غذایی پر مصرف (NPK) در اثر فرسایش در اراضی چایکاری شرق گیلان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- احمدی، ح. 1378. ژئومرفولوژی کاربردی، جلد 1، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، 688 صفحه.
- اداره کل منابع طبیعی نوشهر. 1386. مطالعات طرح جامع جنگلداری چند منظوره حوضه آبخیز 45 گلبن.
- امیرنژاد، ح. 1384. تعیین ارزش کل اقتصادی اکوسیستم جنگل‌های شمال ایران با تأکید بر ارزش‌گذاری زیست‌محیطی و ارزش‌های حفاظتی، رساله دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- بختیاری، ف. 1386. ارزش‌گذاری اقتصادی منابع خاک جنگل زاگرس. مطالعه موردی عرصه‌های جنگلی منتخب استان چهارمحال و بختیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته محیط‌زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- پناهی، م. 1384. ارزش‌گذاری اقتصادی جنگل‌های خزری. مطالعات موردی در سه حوضه جنگلداری چوب و کاغذ مازندران، خیرود کنار و چوب و کاغذ گیلان. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- حسینی، ص؛ قربانی، م. 1384. اقتصاد فرسایش خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ اول.
- حق نیا، غ. 1370. مهندسی آب و خاک (چاپ اول) انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- زرین کفش، م. 1368. حاصلخیزی خاک و تولید. چاپ اول انتشارات دانشگاه تهران. 319 صفحه.
- ملکوتی، م. ج؛ طهرانی، م. م. 1378. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

Ammour, T.; Windevoxhel, N. and Sencion, G. 2000. Economic valuation of mangrove ecosystems and subtropical forests in Central America, in M. Dore and R. Guevara (eds), Sustainable Forest Management and Global Climate Change. Cheltenham: Edward Elgar. 166- 197.

- Bann, C. 1998. Turkey Forest Sector Review. Global Environmental Overlays Program. Final Report Washington DC: World Bank.
- Guo, Z.; Xiao, X.; Gan, Y. and Zheng, Y. 2001. Ecosystem functions, Services and their values a case study in Xingshan county of China. *Ecological Economics* 38:141- 154.
- Kumar, P. 2003. Economics of soil Erosion. Concept publishing company. New Delhi.
- World Bank. 2003. A Review of the Valuation of Environmental Costs and Benefits in World Bank Projects. Environmental Economics Series.
- World Bank. 2005. Islamic Republic of Iran Cost: Assessment of Environmental Degradation, Rural Development, Water and Environment Department Middle East and North African Region.
- Xue, D. and Tisdell, C. 2001. Valuing ecological functions of biodiversity in changbaishan Mountain Biosphere Reserve in Northeast China. *Biodiversity and conservation* 10: 467- 481.