مدیریت حفاظت اراضی گندم دیم با تأکید بر دانش بومی در ایران

صفدر حسینی - محمد قربانی [1]

تاریخ دریافت ۸۰/۷/۲۸

چکیده

فرسایش خاک نقش بسیار مهمی در کاهش کیفیت خاک و کاهش تولید محصول دارد. حفاظت خاک گزینه بازدارنده آن است که می‌تواند در کاهش هزینه‌های فرسایش مؤثر باشد. کشاورزان براساس تجربه و دانش از شخم عمود بر شیب به عنوان عملیات حفاظتی استفاده نموده و برای آنها آثار آن بر عملکرد محصول و کیفیت خاک ملموس می‌باشد. این مقاله تلاش نمود تا مدیریت حفاظت خاک را با تأکید بر دانش بومی کشاورزان در چارچوب الگوی زیست - اقتصادی و با برآورد هزینه‌های فرسایش خاک مورد ارزیابی قرار دهد. این مقاله نشان داده است که اولاً فرسایش خاک پدیده‌ای است که تحت هر نوع مدیریت حفاظتی روی داده و هزینه‌هایی را ایجاد می‌کند، ثانیاً هرگونه عملیات حفاظتی که منجر به کاهش نرخ فرسایش و جلوگیری از فقر مواد غذایی خاک شود می‌تواند در کاهش هزینه‌های فرسایش مؤثر باشد. به عنوان مثال شخم عمود بر شیب که مبتنی بر دانش بومی کشاورزان است، منجر به کاهش هزینه‌های فرسایش مؤثر باشد. به عنوان مثال شخم عمود بر شیب که مبتنی بر دانش بومی کشاورزان است، منجر به کاهش هزینه‌های فرسایش خاک حداقل به اندازه نصف گزینه جایگزین آن یعنی شخم موازی شده است، ثالثاً در اثر حفاظت سنتی سالانه میزان قابل توجهی به درآمد کشاورزان اضافه می‌شود، رابعاً کشاورزان به طور سنتی در قالب دانش بومی بر اهمیت حفاظت و منافع ناشی از آن آگاه بوده و در صورت وجود تجهیزات مناسب شخم در اراضی با شیب بالا اقدام به شخم حفاظتی فوق خواهند نمود و خامساً به تعویق انداختن عملیات حفاظت از سوی برخی از کشاورزان، ناشی از کاهش فزاینده عملکردها و به تبع آن هزینه‌های فرسایش در خاکهای با کمتر از ۱۰ سانتیمتر عمق است که میزان آن به لحاظ سطح بسیار کم بوده و با نرخهای فرسایش موجود در درازمدت به این عمق خواهند رسید. این نتایج توجیهی برای سیاستگزاری، طراحی، پشتیبانی اعتباری و اجرای عملیات حفاظت خاک پیشرفته‌تر یا حداقل ترویج روشهای سنتی خواهد بود. یافته‌های مطالعه ترویج روشهای سنتی حفاظت، تحقیق و بررسی در ارتباط با روشهای پیشرفته حفاظت و تخصیص بودجه لازم برای اجرای عملیات حفاظت خاک را مورد تأکید قرار داده است.

۱- به ترتیب استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

تخریب خاک[1] مسأله‌ای جهانی تلقی می‌شود. این پدیده، فرسایش خاک، کاهش مواد آلی، کاهش حاصلخیزی طبیعی و نیز تغییر و حتی نابودی ساختمان خاک را در بر می‌گیرد (۱۳ و ۳۲). در واقع تخریب خاک به صورت کاهش بهره‌وری واقعی یا بالقوه اراضی زراعی تعریف شده است (۸) که به فقر روستایی، رکود بخش کشاورزی و غیراقتصادی شدن تولید محصولات کشاورزی منجر می‌شود (۲۸). به بیان دیگر تخریب اراضی زراعی کشاورزی سناریوی جدی تهدید کننده امنیت غذایی و پایداری تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود.

فرسایش خاک فرآیندی پویا و تدریجی است که منجر به کاهش مواد غذایی و عمق خاک زراعی می‌شود. این فرآیند پایداری منابع (انباره) طبیعی را تحت‌الشعاع قرار داده و اکثر کشورها با آن مواجه‌اند (۹ و ۳۲). با توجه به شواهد تجربی (۷، ۱۱، ۱۵، ۲۶ و ۲۹) می‌توان نتیجه گرفت که فرسایش خاک در کشورهای در حال توسعه مسأله‌ای جدی تلقی می‌شود زیرا اکثر جمعیت این کشورها وابسته به بخش کشاورزی می‌باشند.

در ایران افزایش رشد جمعیت و تقاضای فزاینده برای مواد غذایی، فشاری زیاد بر اراضی زراعی به ویژه اراضی دیم وارد نموده است به نحوی که اراضی دیم با بیش از ۲۰ درصد شیب نیز به کشت غلات به ویژه گندم اختصاص یافته است (۴). تداوم چنین رویکرد در بهره‌برداری، کیفیت خاک را نیز که متأثر از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است تحت تأثیر قرار داده و منجر به کاهش آن شده است. آمارها حکایت از آن دارند که نرخ سالانه فرسایش در ایران براساس ۳۳ تن در هکتار - ۷/۵ برابر نرخ فرسایش مجاز ۵ تن در هکتار - است (۱ و ۴). با توجه به این وضعیت، فرسایش خاک سالانه هزینه‌های درون مزرعه‌ای زیادی را بر کشاورزان تحمیل می‌کند که عمدتاً بصورت کاهش کیفیت خاک و نیز کاهش عملکرد محصولات کشاورزی ظاهر می‌شود. البته باید توجه داشت که فرسایش خاک هزینه‌های برون مزرعه‌ای نیز ایجاد می‌کند. بنابراین اگرچه فرسایش خاک فرآیند فیزیکی است اما اثرات اقتصادی را بر بهره‌وری، توزیع درآمدها و خودکفایی در تولید مواد غذایی دارا می‌باشد (۲۱). نتیجه اینکه فرسایش خاک هزینه‌های اقتصادی را در سطوح خرد (کشاورزان - کاهش درآمد و کیفیت خاک) و کلان (دولت - کاهش GNP) خواهد داشت.

به رغم اهمیت انجام پژوهشهای فرسایش خاک، تاکنون سیاست حفاظت خاک به عنوان یک اولویت برای تولید کنندگان کشاورزی و سیاستگزاران مطرح نبوده است. فقر، نارسایی در بازارهای زمین و سرمایه و شکست برخی از سیاستها عملاً انگیزه‌های سرمایه‌گذاری زارعین را در ارتباط با عملیات حفاظت خاک تحت‌الشعاع قرار داده و رشد بطئی داشته است(۱۶). البته باید توجه داشت که علاوه بر دلایل سه‌گانه فوق، وجود نهادهای ضعیف، کمبود اطلاعات علمی به ویژه در زمینه اقتصاد فرسایش خاک یکی از مهمترین موانعی بوده که در عدم انعکاس اهمیت حفاظت خاک در ایران نقش داشته بنحویکه حتی برای سیاستگزاران بخش نیز اثرات آن ملموس نبوده است.

از سوی دیگر سرمایه‌گذاری در عملیات حفاظت خاک برای خانوارهای روستایی فقیر هزینه‌بر است زیرا اغلب چنین سرمایه‌گذاریهایی منافع را در کوتاه مدت کاهش داده و منافع ناشی از آنها در بلندمدت ظاهر خواهد شد. در واقع تصمیم به سرمایه‌گذاری در عملیات حفاظت خاک نیازمند از دست دادن منافع کوتاه مدت به منظور کسب درآمدهای بلندمدت حفاظت است. این در حالی است که کشاورزان به منافع کوتاه مدت واکنش بیشتری نشان داده و بر روشهای تولید غیرحفاظتی از خاک تأکید می‌کنند. اما با وجود این مسایل، در نواحی روستایی روشهای سنتی برای حفاظت خاک وجود دارد که برخی از کشاورزان از آنها استفاده می‌نمایند. چنین روشهای حفاظتی به سرمایه‌گذاری بالا نیاز نداشته اما به تجهیزات مناسب برای شخم در خطوط تراز و در مزارع با شیب بالا نیاز دارند. یکی از این روشهای سنتی شخم عمود بر شیب مزرعه می‌باشد که نماینده شخم حفاظتی است. این روش در اراضی زراعی شیبدار به عنوان یک عملیات حفاظتی به کار گرفته می‌شود که مبتنی بر دانش بومی و تجربه کشاورزان است. در واقع این روش عملیات حفاظتی کاربرد «دانش بومی»[2] را در کاهش اثرات منفی فرسایش خاک و تخلیه مواد غذایی نشان می‌دهد که در نهایت موجبات تقویت کشاورزی پایدار را فراهم خواهد آورد. برآوردهای انجام شده (۱۵ و ۲۶) از هزینه فرسایش خاک نشان

1- Soil Degradation

2- Local Knowledge

داده است که اولاً فرسایش خاک مسأله‌ای جدی بوده و ثانیاً در سطح مزرعه حفاظت خاک به عنوان گزینه بازدارنده فرسایش، هزینه‌ها را به منافع تبدیل خواهد نمود. نتیجه فرآیند حفاظت خاک افزایش رفاه خصوصی و در نهایت رفاه جامعه خواهد بود.

با توجه به این مهم ضرورت دارد آثار اینگونه عملیات کمی شده و کارایی به کارگیری چنین روشهای مبتنی بر دانش بومی مورد بررسی قرار گیرد. چنین نگرشی علاوه بر ایجاد انگیزه‌های لازم در کشاورزان، می‌تواند در سطوح سیاستگزاری اهمیت اتخاذ چنین روشهای حفاظتی و حتی روشهای پیشرفته‌تر را برای کاهش اثرات منفی (هزینه‌های) فرسایش خاک و افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نشان دهد. علاوه بر آن می‌تواند منجر به ارائه راهکارهایی برای برنامه‌ریزی ملی، تخصیص بودجه تحقیقاتی به بخش حفاظت خاک، تغییر نظامهای زراعی در اراضی دیم و کنترل آثار مخرب برخی از سیاستهای کشاورزی شود. این مقاله تلاش می‌نماید تا هزینه‌های فرسایش خاک را در شرایط «با و بدون» عملیات حفاظتی سنتی مورد بررسی قرار دهد. برای تحلیل مدیریت حفاظت خاک یک الگوی اقتصادی توسعه داده شده به کار رفته است.

مواد و روشها

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه برای سال زراعی ۱۳۷۷ - ۱۳۷۸ و برای هفت استان؛ آذربایجان شرقی و غربی، زنجان، کردستان، کرمانشاه، گلستان و همدان جمع‌آوری شده است. استانها دارای ویژگیهایی مانند نرخ بالای فرسایش آبی، میزان بارندگی بالا، درجه حرارت، سرعت وزش باد و تعداد روزهای یخبندان نسبتاً یکسان، سطح زیر کشت بالای گندم دیم و بالاخره اراضی شیبدار بوده (دارای اقلیمهای مدیترانه‌ای و با باران بهاره) و از این نظر تقریباً مناطق همگنی را تشکیل می‌دهند. در انتخاب محصول گندم دلایلی مانند استراتژیک بودن محصول برای کشور، اختصاص ٦٦ درصد اراضی شیبدار دیم به غلات (مهمترین آن گندم) و پوشش بستر خاک برای حداقل $\frac{3}{4}$ سال، مؤثر بوده است. در هر استان اطلاعات اولیه مربوط به نمونه‌ها از سطح سه شهرستان گردآوری شده است که هر کدام از آنها نماینده شرایط آب و هوایی خاص (گرم، معتدل و سرد) بوده‌اند.

روش نمونه‌گیری کاملاً تصادفی بوده و برای انتخاب نمونه‌ها از مفهوم پلات استفاده شده است (۳ و ۱۰). مزارع به عنوان واحد نمونه‌گیری انتخاب شده و برای انتخاب آنها چهار معیار شرایط آب و هوایی، جهت شیب، جهت شخم و کلاسهای خاک مد نظر قرار گرفته است. تعداد واحدهای نمونه (مزرعه) ۲۱۰ تعیین شده و در هر مزرعه سه پلات ۰/۲۵ مترمربع استقرار یافته است. در مجموع اطلاعات موردنیاز مربوط به ٦۳۰ پلات جمع‌آوری شده است. در هر پلات متغیرهایی مانند عملکرد گندم، مؤلفه‌های خاک مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مواد آلی و رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی، عمق خاک زراعی (افق A) و بالاخره جهت شخم، بافت خاک و شیب مزرعه اندازه‌گیری شده است. داده‌های مربوط به کیفیت خاک و بافت آن از طریق تجزیه نمونه‌ها در آزمایشگاه خاکشناسی حاصل گردیده است.

فرسایش و مدیریت خاک فرآیندی پویا بوده است و روش تحلیل مورد استفاده نیز از چنین فرآیندی تبعیت می‌کند. بنابراین پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه از طریق نرم‌افزار SCAUF4، ویگ و همکاران (۳۵)، رفاهی (۱) و شاهویی (۲) متغیرهای تحقیق برای چهار سال شبیه‌سازی گردید. در فرآیند شبیه‌سازی فرض شده شیب اراضی زراعی (کلاسهای شیب) و نوع مدیریت شخم ثابت باشد. همچنین فرض شده در طول دوره رفتار تولیدکنندگان در ارتباط با تولید محصول گندم و حفاظت از خاک مشابه سال اول باشد. به همین دلیل نرخ فرسایش خاک در سالهای بعد مشابه سال پایه فرض شده است. قیمت محصول گندم در طول دوره مورد مطالعه ثابت فرض شده تا تنها آثار فرسایش خاک در شکل هزینه‌ها ظاهر گردد.

برای برآورد هزینه فرسایش خاک از معیار هزینه بهره‌بردار استفاده شده است. برای بررسی این مهم در این مطالعه الگوی ارایه شده توسط مک‌کانل (۲۳) توسعه داده شده است. در این الگو به لحاظ نظری برای تحلیل اقتصادی فرسایش خاک از نظریه کنترل بهینه[1] بهره گرفته شده است. در این مطالعه فرض شده است که تولید کننده تنها محصول گندم را در اراضی دیم تولید می‌کند. تابع عملکرد محصول شبه مقعر کامل فرض شده و عملکرد محصول گندم تابعی از عمق خاک زراعی (متغیر وضعیت)[2]، افت خاک، رطوبت خاک و سطح مصرف نهاده‌های

1- Optimal Control Theory

2- State Variable

متغیر تعریف شده است. بنابراین تابع عملکرد محصول گندم به شرح زیر بیان گردیده است :

$$Y_{it} = H_{it} . F (SL_{it} , SD_{it} , X_{it}) \qquad i=1,2...630 \text{ و } t=1,2...5 \quad (۱)$$

که در آن Y_{it} میزان عملکرد محصول گندم (کیلوگرم در هکتار)، H_{it} تغییر تکنولوژیکی خنثی، SL_{it} میزان افت خاک (تن در هکتار)، SD_{it} عمق خاک زراعی (سانتیمتر) و X_{it} میزان نهاده‌های متغیر می‌باشد. X_{it} شامل میزان نهاده‌های متغیر موجود در خاک ($X1_{it}$) و نهاده‌های اصلاحی اضافه شده به خاک برای جلوگیری از تخریب خاک ($X2_{it}$) است. عبارت $X1_{it}$ میزان مواد آلی OM_{it} (درصد)، میزان رطوبت خاک درحدظرفیت زراعی SM_{it} (درصد)، نیتروژن N_{it} (میلی‌گرم‌درکیلوگرم خاک) را نشان می‌دهد. $X2_{it}$ شامل کودهای شیمیایی CF_{it} (کیلوگرم در هکتار) و حیوانی AF_{it} (تن در هکتار) می‌باشد که توسط تولید کننده به خاک اضافه می‌شود. t , i به ترتیب نشان دهنده شماره مزرعه و سال است. در این مطالعه از به کارگیری عبارت $X2_{it}$ صرفنظر شده است زیرا رفتار کشاورزان در استفاده یا عدم‌استفاده از این نهاده‌ها در اراضی گندم دیم مشابه بوده و به همین دلیل تأثیری بر تابع مورد برآورد نخواهد داشت. در واقع به دلیل عدم وجود تغییرات، این متغیر از تابع هدف مطالعه حذف خواهند شد.

اگر چه در اثر فرسایش، خاک زراعی تخریب شده و بخشی از آن از فرآیند تولید خارج می‌شود اما از سوی دیگر تحت فرآیندهای مختلف فیزیکی و شیمیایی مقداری خاک تولید می‌شود که می‌تواند مجدداً در فرآیند تولید به کار گرفته شود. در اینجا افزایش برون‌زای عمق خاک زراعی با SF نشان داده شده است. رابطه (۲) عمق خاک زراعی را در سال t+1 نشان می‌دهد. براساس این رابطه عمق خاک زراعی در سال t+1 برابر عمق خاک در سال t به اضافه عمق ایجاد شده در اثر تشکیل طبیعی خاک منهای هدر رفت آن در اثر فرسایش است. در این رابطه نرخ فرسایش خاک توسط عامل a_i که نشان دهنده انجام یا عدم‌انجام عملیات حفاظتی در مزرعه i ام است، تعدیل شده است. مقدار a_i در شرایط عدم به کارگیری عملیات حفاظتی برابر صفر و در صورت به کارگیری آن برابر $0 < a_i < 1$ خواهد بود که به تغییرات شیب حساس است.

$$SD_{it+1} = SD_{it} + SF - (1 - a_i) SL_t \qquad (۲)$$

معادله (۲) برای محاسبه عمق خاک زراعی در طول زمان بکار می‌رود. این عمق‌های خاک زراعی برای شبیه‌سازی عملکرد گندم (رابطه ۱) به کار گرفته شده که عملکرد گندم را در طول زمان بیان می‌کند. در مطالعات گذشته فرض شده بود که کشاورزان هیچگونه عملیات حفاظتی را انجام نمی‌دهند. با توجه به اینکه در مناطق مورد مطالعه، کشاورزان از شخم عمود بر شیب برای حفاظت خاک (کاربرد دانش بومی در حفاظت خاک) استفاده می‌کنند، برخلاف سایر مطالعات که این عامل را لحاظ نکرده و مقدار آنرا صفر در نظر گرفته‌اند، در برآورد هزینه فرسایش خاک a_i در نظر گرفته شده است.

رابطه بین SL_{it} , SF چگونگی تغییرات SD_{it} را مشخص می‌سازد. به عبارت دیگر تغییر عمق خاک زراعی در هر دوره زمانی برابر با میزان افزایش عمق خاک زراعی در اثر بازساخت خاک منهای میزان هدر رفت آن می‌باشد. چگونگی به دست آوردن تغییرات عمق خاک زراعی در رابطه (۳) بیان شده است :

$$SD_{it+1} - SD_{it} = SF - (1 - a_i) SL_t \qquad (۳)$$

که در آن SD^*_{it} برابر است با :

$$SD^*_{it} = SF - (1 - a_i) SL_t$$

این معادله نشان می‌دهد که در صورت برابری هدر رفت خاک زراعی و نرخ بازساخت آن ($SL_{it}=SF$) تغییر عمق خاک زراعی صفر ($SD^*_{it} = 0$) می‌گردد. در واقع در این حالت عمق خاک ثابت می‌ماند. در صورتی که $SL_{it} > SF$ باشد آنگاه $SD^*_{it} < 0$ خواهد شد. این مسأله شدت فرسایش خاک را در مقابل بازساخت طبیعی آن نشان می‌دهد. همچنین اگر $SL_{it}<SF$ باشد، مؤید آن است که نرخ فرسایش خاک کمتر از بازساخت طبیعی خاک زراعی بوده؛ در نتیجه $SD^*_{it} > 0$ خواهد شد[۱].

عملکرد کشاورزان در ارتباط با میزان بهره‌برداری از خاک و حفظ حاصلخیزی آن به تأثیر آن بر میزان سود آنها بستگی دارد. با فرض این که هدف کشاورزان بیشینه‌سازی مجموع ارزش حال جریان سود و ارزش زمین تحت کشت در انتهای دورهٔ برنامه‌ریزی بوده، ارزش حال جریان‌سود در T سال عبارتست از :

$$J(SD_0) = \int_0^T e^{-rt} [P_t (H_{it} F (SL_{it}, SD_{it}, X_{i0}) - WX_{it}] dt \qquad (٤)$$
$$= \int_0^T e^{-rt} \Pi (SL_{it}, SD_{it}, X_{it}) dt$$

که در آن r نرخ تنزیل کشاورز، P_t قیمت محصول و W

۱- برای تبدیل میزان فرسایش خاک و نرخ بازساخت از واحد وزنی (تن در هکتار) به واحد طولی (سانتی متر) بر عدد ۱۳۳/۳۳۳ تقسیم شده‌اند

بردار قیمت (هزینه) نهاده‌ها می‌باشد. در اینجا ارزش پایانی با R[SD(T)] بیان شده است که در آن R عبارت از ارزش فروش زمین، ارزش بازاری زمین در افق زمانی T می‌باشد. R[SD(T)] بیانگر آن است که ارزش واقعی زمین تا حدودی به حاصلخیزی خاک بستگی دارد (٦). این مؤلفه در این مطالعه ثابت فرض شده است. در واقع کشاورزان ارزش خالص مزرعه[1] (NVF) را بیشینه کنند یعنی :

$$\text{Max} \quad NVF_i = J(SD_{it}) + R[SD(T)]e^{-rT} \qquad (۵)$$

S.t

$$SD'_{it} = SF - (1 - a_i) SL_t \qquad (٦)$$

$$SD(0) = SD_0 \qquad SD_{it} \geq 0 \qquad (۷)$$

که در آن SD(0) میزان اولیه عمق خاک زراعی می‌باشد. با توجه به معادلات فوق ملاحظه می‌شود که بیشینه‌سازی رابطه (۵) نسبت به روابط (٦) و (۷)، همان مسأله کنترل بهینه است که با توجه به آن می‌توان به قوانین عمومی تخصیص منابع دست پیدا کرد. تابع همیلتون تنزیل نشده معادلات (۵، ٦ و ۷) عبارتست از :

$$H(SL_{it}, SD_{it}, X_{it}, \lambda) = P_t[H_{it} F(SL_{it}, SD_{it}, -WX_{it}] + \lambda (SF - (1 - a_i) SL_t) X_{it}) \qquad (۸)$$

که در آن λ متغیر هم وضعیت[2] مربوط به معادله متغیر وضعیت[3] SD_{it} است. از طریق بیشینه‌سازی تابع همیلتون نسبت به متغیرهای SL_{it} ، SD_{it} ، X_{it} و λ ، مقادیر بهینه آنها به صورت زیر بیان می‌شود :

$$P_t \partial H(SL_{it}, SD_{it}, X_{it}, \lambda)/\partial SL_{it} = \partial H(SL_{it}, SD_{it}, X_{it}, \lambda)/\partial SD_{it} = P_t[H_{it} F_{SL}(SL_{it}, SD_{it}, X_{it})] - (1 - a_i)\lambda = 0 \qquad (۹)$$

$$\partial H(SL_{it}, SD_{it}, X_{it}, \lambda)/\partial X_{it} = P_t[H_{it} F_X(SL_{it}, SD_{it}, X_{it})] - W = 0 \qquad (۱۰)$$

$$\lambda' = r\lambda - \partial H/\partial SD_{it} = r\lambda - P_t[H_{it} F_{SD}(SL_{it}, SD_{it}, X_{it})] \qquad (۱۱)$$

$$SD'_{it} = SF - (1 - a_i) SL_t \qquad (۱۲)$$

$$SD(0) = SD_0 \qquad (۱۳)$$

در مورد نهاده‌های متغیر (X)، رابطه (۱۰) نشان می‌دهد که ارزش تولید نهایی با هزینه آن برابر می‌باشد. این شرط تقاضا برای نهاده X را نشان می‌دهد. افت خاک زراعی تا جایی قابل تحمل خواهد بود که ارزش خاک زراعی از دست رفته با سود (صرفنظر شده) آینده حاصل از حفاظت خاک برابر گردد. در رابطه (۹) متغیر λ هزینه ضمنی افت خاک زراعی را نشان می‌دهد که همان هزینه بهره‌بردار ناشی از فرسایش خاک است. جمله $P_t(H_{it}F_{SD})$ افزایش عمق خاک زراعی را در سود کنونی نشان می‌دهد. در صورتی که عمق اضافی خاک زراعی تأثیری بر تولید فعلی نداشته باشد ($F_{SD} = 0$) ، ارزش خاک زراعی با نرخ تنزیل که فقط عواید سرمایه را نشان می‌دهد افزایش خواهد یافت. در برآورد تابع عملکرد گندم فرض شده است که تولید کنندگان از عمق خاک زراعی و رطوبت موجود در خاک آگاهی داشته و سایر شرایط مانند متوسط بارندگی، طول فصل و مقادیر کودها برای باقیمانده فصل زراعی ثابت باشد. در این مطالعه برای برآورد هزینه سالانه فرسایش خاک (هزینه بهره‌بردار) از رابطه (۹) (شرایط همیلتون) و عمق خاک زراعی از دست رفته در اثر فرسایش استفاده شده است. در مقاله حاضر از الگوی لگاریتمی - لگاریتمی برای برآورد تابع عملکرد محصول گندم استفاده شده است.

نتایج و بحث

در این بخش ابتدا ویژگیهای نمونه مورد مطالعه از نقطه نظر نحوه توزیع آنها در مدیریت شخم مورد بررسی قرار گرفته است. پس از آن با برآورد هزینه‌های فرسایش خاک در شرایط «با و بدون» عملیات حفاظتی تأثیر مدیریت حفاظت خاک بر آن مورد آزمون قرار گرفته است.

مدیریت نحوه بهره‌برداری از اراضی زراعی می‌تواند تا حد زیادی در کاهش نرخ فرسایش، حفظ حاصلخیزی خاک و در نتیجه افزایش تولید محصول نقش داشته باشد. بهترین شیوه مدیریت خاک استفاده حداکثر از زمین برای تولید محصول بدون ایجاد فرسایش است (۱). مدیریت شخم یکی از مهمترین نوع مدیریت نحوه بهره‌برداری از زمین محسوب می‌شود. شخم موازی با شیب از روشهای نادرست بهره‌برداری از زمین بوده که از طریق افزایش نرخ فرسایش، کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش محصول زراعی و در نتیجه افزایش هزینه‌های فرسایش نقش بسزایی در ناپایداری کشاورزی دارد. در حالی که شخم عمود بر شیب نتیجه‌ای معکوس خواهد داشت.

1- Net Value of Farm 2- Co-State Variable 3- State Variable

جدول ۱ : توزیع نمونه‌های تحت مطالعه در مدیریتهای مختلف شخم اراضی زراعی

استانها	مدیریت شخم					
	موازی شیب		عمود بر شیب		کل	
	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
گلستان	۳۱۵	۷۰	۱۳۵	۳۰	۴۵۰	۱۰۰
زنجان	۲۰۰	۴۴/۴	۲۵۰	۵۵/۶	۴۵۰	۱۰۰
آذربایجان غربی	۱۴۵	۳۲/۲	۳۰۵	۶۷/۸	۴۵۰	۱۰۰
کردستان	۱۷۵	۳۸/۹	۲۷۵	۶۱/۱	۴۵۰	۱۰۰
کرمانشاه	۳۴۵	۷۶/۷	۱۰۵	۲۳/۳	۴۵۰	۱۰۰
همدان	۲۹۵	۶۵/۵	۱۵۵	۳۴/۴	۴۵۰	۱۰۰
آذربایجان شرقی	۲۸۵	۶۳/۳	۱۶۵	۳۶/۷	۴۵۰	۱۰۰
کل	۱۷۶۰	۵۵/۹	۱۳۹۰	۴۴/۱	۳۱۵۰	۱۰۰

جدول (۱) توزیع نمونه‌ها را در مدیریتهای مختلف شخم اراضی زراعی نشان می‌دهد. براساس اطلاعات این جدول ملاحظه می‌شود که در استانهای گلستان، آذربایجان شرقی، همدان و کرمانشاه به ترتیب در ۷۰، ۶۳/۳، ٦۵/٦ و ۷٦/۷ درصد از نمونه‌ها از شخم موازی با شیب استفاده شده است که تشدید کننده نرخ فرسایش و تقویت کننده کاهش کیفیت خاک و نیز کاهش محصول خواهد بود. به عبارت دیگر در این استانها اکثر کشاورزان به دلایلی مانند شیب بالای اراضی، عدم‌وجود تجهیزات مناسب با شیب مزرعه، عمق خاک زراعی بالا و در نتیجه ناملموس بودن کاهش محصول و کیفیت خاک و در نهایت عدم‌توجه به مسأله حفاظت خاک؛ از شخم موازی با شیب استفاده کرده و کمتر اقدام به شخم عمود بر شیب زمین زراعی نموده‌اند. تقریباً در ۳۰ درصد از نمونه‌ها شخم عمود بر شیب به دلایلی مانند دانش بومی کشاورز یا پایین بودن شیب اراضی مورد استفاده قرار گرفته است. این در حالی است که در استانهای آذربایجان غربی، زنجان و کردستان جریان برعکس است به نحوی که به ترتیب در ٦۷/۸، ۵۵/٦ و ٦۱/۱ درصد از نمونه‌ها کشت در خلاف جهت شیب و یا شخم عمود بر شیب صورت گرفته است. در واقع علاوه بر پایین بودن درصد شیب در برخی از نمونه‌ها که انجام عملیات مربوط به چنین شخمی را تسهیل می‌نماید، در سایر نمونه‌ها به ویژه استانهای آذربایجان غربی و کردستان، نرخ فرسایش خاک برای کشاورزان ملموس بوده و آثار آنرا بر کاهش کیفیت خاک، فقر مواد غذایی آن و نیز محصول دریافته‌اند. به همین دلیل با توجه به تجربه و دانش سنتی، از ساده‌ترین روش برای کاهش نرخ فرسایش استفاده نموده‌اند که همان شخم عمود بر شیب می‌باشد. در مجموع در ۵۵/۹ درصد از نمونه‌ها از شخم موازی با شیب و در ٤٤/۱ درصد آنها از شخم عمود بر شیب استفاده شده است. این مطلب حکایت از دو مسأله بسیار مهم عدم وجود انگیزه‌های لازم برای انجام عملیات حفاظت خاک توسط ۵۵/۹ درصد از کشاورزان و اقدام به حفاظت خاک در قالب دانش بومی از سوی ٤٤/۱ درصد آنها دارد.

نتایج مربوط به کاهش عملکرد نهایی گندم در عمق‌های مختلف خاک زراعی براساس مدیریت شخم در جدول (۲) ارایه شده است. این نتایج اطلاعات پایه‌ای در برآورد هزینه فرسایش خاک محسوب می‌شود. براساس اطلاعات مندرج در این جدول ملاحظه می‌شود که با افزایش عمق خاک زراعی؛ کاهش عملکرد محصول روند نزولی داشته در حالی که با کاهش آن افزایش یافته است. به بیان دیگر بیشترین کاهش عملکرد محصول گندم در خاکهایی صورت گرفته که از عمق خاک زراعی کمتر از ۱۰ سانتیمتر برخوردار بوده‌اند.

از این نتیجه می‌توان دلیل اصلی به تعویق انداختن عملیات حفاظت خاک از سوی برخی از کشاورزان را دریافت. باید توجه داشت که به دلایلی مانند پایین بودن سطح چنین اراضی، نیاز به زمان طولانی (با نرخهای فرسایش ۲۵/۳۵ تن در هکتار) برای رسیدن به این عمق و قضاوت نهایی از کیفیت خاک براساس

عملکرد محصول، چنین واکنشی از سوی کشاورزان یک رفتار اقتصادی محسوب می‌شود. نکته دیگر اینکه تقریباً در دو طبقه اول خاک زراعی کاهش عملکرد محصول در شرایط مدیریت شخم موازی با شیب بیش از شخم عمود بر شیب است اما در سایر طبقات به رغم روند نزولی کاهش عملکرد محصول جریان برعکس است. علاوه بر آن در ارتباط با شخم عمود بر شیب در استانهای تحت مطالعه شاهد فقدان خاک زراعی در طبقه اول بوده که این مسأله نشان دهنده میزان شیب و درجه فرسایش‌پذیری بالای این اراضی است. آنچه در ارتباط با اطلاعات این جدول مهم می‌باشد این است که میزان کاهش عملکرد در سطوح اولیه عمق خاک زراعی دقیقاً ناشی از اثرات فرسایش بر هدر رفت خاک زراعی و کاهش کیفیت آن می‌باشد. این نتایج با یافته‌های ون‌کوتن و همکاران (۳۱) و ون‌کوتن (۳۲) سازگار می‌باشد. بالاخره اینکه اطلاعات جدول نشان می‌دهد سالانه میزان قابل توجهی از تولید گندم کشور که می‌توانست در اثر مدیریت مطلوب بر خاک تولید شود به دلیل رخداد فرسایش در اراضی دیم به هدر رفته است. همان طوری که ملاحظه می‌شود اختلاف کاهش عملکرد به ازای هر سانتیمتر خاک از دست رفته در استانهای کردستان، کرمانشاه و آذربایجان شرقی نسبت به استانهای دیگر بالاست. با توجه به این که در اراضی زراعی با مدیریت شخم عمود بر شیب نرخ فرسایش و در نتیجه خاک از دست رفته، در این مطالعه خاک زراعی کاهش یافته بسیار کمتر از مدیریت شخم موازی است، در صورت اعمال این موضوع اختلاف افت عملکرد شدیدتر خواهد شد. این مسأله در قالب هزینه‌های فرسایش ارزیابی شده است.

جدول (۳) برآورد هزینه‌های فرسایش خاک را براساس نوع مدیریت شخم نشان می‌دهد. براساس اطلاعات این جدول مشاهده می‌شود که با افزایش عمق خاک زراعی به دلیل افزایش کیفیت خاک، هزینه‌های فرسایش کاهش یافته است. این جریان درارتباط با هردو شکل از مدیریت شخم صادق است. عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین برخی از سطوح عمق خاک زراعی دقیقاً این نتیجه را مورد تأیید قرارداده است. نکته دیگری که در بحث مدیریت حفاظت خاک کاربرد داشته و می‌تواند نشان دهنده کارایی یا منافع روشهای حفاظت خاک باشد مقایسه میزان هزینه‌های فرسایش خاک تحت دو نوع مدیریت شخم عمود بر شیب (نماینده انجام عملیات حفاظتی سنتی) و موازی با شیب (نماینده عدم‌انجام عملیات حفاظتی) است.

در کلیه استانهای تحت مطالعه میزان هزینه فرسایش هر هکتار از اراضی زراعی تحت مدیریت شخم موازی بیش از شخم عمود بر شیب است به نحوی که میزان آن در استان گلستان در شرایط شخم موازی تقریباً سه برابر و در سایر استانها تقریباً ۲/۵-۱/۵ برابر مدیریت شخم عمودی است. اطلاعات جدول (٤) که متوسط هزینه فرسایش خاک را براساس دو مدیریت شخم تحت بررسی آزمون می‌نماید مؤید این مهم است که میانگین هزینه فرسایش در کلیه استانها در شرایط انجام شخم عمود بر شیب کمتر از شخم موازی با شیب است. اطلاعات مربوط به کل نمونه‌ها نیز مؤید این نکته مهم است که اولاً فرسایش خاک پدیده‌ای است که تحت هر دو نوع از مدیریت خاک روی داده و جلوگیری کامل از آن تقریباً غیرممکن است. به عبارت دیگر تحت عملیات حفاظتی و غیرحفاظتی هزینه‌هایی در سطح مزرعه ایجاد خواهد شد، ثانیاً با کاهش عمق خاک زراعی هزینه فرسایش خاک افزایش می‌یابد که این مسأله نشان دهنده درجه تأثیرمنفی فرسایش بر خاکهای کم عمق و در نتیجه خارج ساختن آنها از عرصه تولید می‌باشد و ثالثاً هزینه سالانه فرسایش خاک تحت مدیریتهای شخم موازی با شیب و عمود بر آن به ترتیب ۱۲۷۲۵ و ٦۳۹۸ ریال در هکتار می‌باشد که حکایت از بالا بودن آن در شرایط شخم غیرحفاظتی (تقریباً دوبرابر) و تأثیر مثبت مدیریت حفاظت سنتی بر کاهش هزینه‌های فرسایش خاک دارد. در واقع این نتیجه کارایی روشهای حفاظت خاک مبتنی بر دانش بومی را نشان می‌دهد که در نهایت با تأثیر بر کیفیت خاک در ابعاد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موجبات تقویت کشاورزی پایدار را فراهم خواهد آورد. با توجه به ارقام فوق‌الذکر نتیجه می‌شود که اجرای عملیات سنتی حفاظت خاک، در سطح خرد (مزرعه) به ازای هر هکتار از اراضی گندم سالانه معادل ٦۳۲۷ ریال به درآمد کشاورزان اضافه خواهد شد. در واقع موجبات افزایش رفاه آنها را فراهم خواهد آورد. بدیهی است در صورت عدم‌انجام عملیات حفاظتی این مقدار از درآمد آنها کسر شده و نوعی زیان محسوب می‌شود. نکته آخر اینکه اگرچه این مقایسه نشان داده هزینه‌های فرسایش خاک در شرایط حفاظتی بسیار کمتر از شرایط غیرحفاظتی است که این مهم می‌تواند در سیاستگزاری‌های مربوط به حفاظت خاک مورد استفاده قرار گیرد اما باید توجه داشت میزان هزینه‌های ناشی از فرسایش

جدول ۲ - کاهش عملکرد نهایی گندم در سطوح مختلف عمق خاک زراعی بر اساس مدیریت شخم

عمق‌های خاک زراعی (سانتی متر)	کاهش عملکرد نهایی (کیلوگرم در سانتی متر در هکتار)																	
	استان																کل	
	گلستان		زنجان		آذربایجان غربی		کردستان		کرمانشاه		همدان		آذربایجان شرقی					
	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب
[۰ ۵]	۶۲/۱۶	-	۴۲/۶۶	-	۶۲/۵۵	۶۰/۹۱	-	۵۸/۲۸	-	-	۳۲/۱۶	-	۵۸/۶۱	۵۹/۰۷	۵۹/۳۲	۵۹/۶		
(۵ ۱۰]	۴۷/۱۵	۵۳	۴۱/۸۵	۴۰/۲	۴۲/۸۲	۴۸/۴۲	-	۳۹/۳۸	۴۲/۶۵	-	۳۵/۲۲	۳۴/۸۸	۴۳/۱۹	۵۳/۷۳	۴۳/۹۴	۴۵/۳۷		
(۱۰ ۱۵]	۳۷/۸۷	۴۹/۴۳	۳۱/۹۷	۳۹/۲۸	۳۵/۹۵	۴۱/۲۵	۳۵/۵۵	۳۹/۱۲	۳۶/۲۸	۵۰/۶۸	۳۰/۶۹	۳۱/۵۹	۳۳/۱۲	۴۱/۷۶	۳۴/۲	۳۸/۸۲		
(۱۵ ۲۰]	۳۳/۵۲	۴۶/۶۲	۲۷/۲۲	۳۶/۷۲	۲۹/۶۲	۴۰/۳۱	۳۱/۵	۳۷/۰۲	۳۱/۳۱	۴۵/۵۸	۲۹/۱۸	۲۰/۷۱	۳۰/۷۳	۳۶/۹۷	۳۰/۵۷	۴۰/۱		
(۲۰ ۲۵]	۳۳/۳۳	۱۱/۳۵	۱۷/۹۷	۳۰/۰۹	۲۶/۱۷	۳۵/۲۲	۲۷/۲	۳۱/۷۵	-	۴۵/۰۵	-	۴۱/۴۵	۲۸/۶۲	۳۱/۵۹	۲۹/۲	۳۶/۳۲		
(۲۵ ۳۰]		۳۳/۰۲	-	۲۵/۱۹	-	-	-	-	-	۴۰/۰۸	-	-	۲۴/۶۲	۳۲/۵۳	۲۴/۶۲	۳۲/۶۷		
> ۳۰	۲۳/۱۲	۳۱/۳۳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲۳/۱۲	۳۱/۳۳		

جدول ۳ - برآورد هزینه‌های فرسایش خاک بر اساس مدیریت شخم

سال جاری با قیمت گندم (ریال در هکتار)

عمق‌های خاک زراعی (سانتی متر)	استان												کل	
	گلستان		زنجان		آذربایجان غربی		کردستان		کرمانشاه		همدان		آذربایجان شرقی	
	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب	موازی با شیب	عمود بر شیب
[۰۵]	۲۲۴۲۶/۲۲ a	-	۱۶۱۷۳/۲۳ ab	-	۲۲۵۲۵/۸۳ a	۲۰۰۱۱/۲۶ a	-	۱۵۵۷۳/۷۱ a	-	-	۱۴۲۲/۹۸ a	-	۲۲۳۰۳/۳ a	۷۱۲۸/۷۹ a
[۱۰-۵]	۱۷۶۸۶/۱ b	۶۰۷۳/۲۱ ab	۱۵۹۶۶/۲۸ a	۷۱۲۴/۷۷ a	۱۶۴۳۲/۱۶ b	۱۱۲۲۹/۳۳ b	-	۱۲۷۱۳/۵۸ a	۱۶۲۷۱/۰۲ a	-	۱۴۲۲۹/۲۲ a	۱۰۹۵۸/۰۳ a	۱۶۰۲۲/۱۰ b	۸۰۹۳/۸ a
[۱۵-۱۰]	۱۲۲۶۲/۶۶ c	۸۵۲۱/۱ a	۱۲۲۰۹/۱۱ b	۶۱۷۶/۹ a	۱۳۷۱۸/۶۳ b	۹۲۴۵/۶۶ c	۱۳۵۷۲/۵۲ a	۷۹۲۷/۳۲ b	۱۳۸۵۵/۱۱ a	۳۸۷۲/۱۷ a	۱۱۷۲۰/۸۸ a	۷۶۷۷/۲۹ b	۱۲۶۵۶/۱ c	۹۱۰۱/۰۸ a
[۲۰-۱۵]	۱۲۸۰۳/۶۹ cd	۴۹۳۳/۷۹ d	۱۰۲۹/۸۲ c	۳۸۵۳ b	۱۰۲۲۲/۸۷ c	۶۰۶۰/۵۴ d	۱۲۰۳۲/۷۵ a	۶۹۵۳/۲ b	۱۱۹۵۹/۲۹ b	۲۳۹۵/۸۷ a	۱۱۱۲/۳۶ a	۲۸۶۴/۵۹ c	۱۰۹۲۶/۳ c	۵۶۵۵/۵۵ b
[۲۵-۲۰]	۱۲۷۳۷/۲۲ cd	۲۸۶۲/۲۸ bc	۶۸۶۷/۹۳ c	۲۷۲۷/۲۸ bc	۱۱۱۲۷/۶۶ b	۲۰۰۹/۱۷ d	۱۰۲۷۱/۳۲ b	۷۶۱۳/۱۳ b	-	۲۲۲۴/۶۲ a	-	۳۱۶۶/۳۲ c	۱۰۹۲۶/۳ c	۳۸۷۷/۶۳ b
[۳۰-۲۵]	-	۵۰۵۳/۰۶ bc	-	۶۷۲۰/۳۱ ac	-	-	-	-	-	۳۰۶۲/۷۲ a	-	-	۹۲۱۱/۲۲ c	۶۸۷۶/۷۱ ab
> ۳۰	۸۸۲۰/۵۹ d	۳۵۹۲/۳۲ c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* میانگین‌های با حروف غیر مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P<0/05$)

جدول ۴ - آزمون مقایسه میانگین هزینه فرسایش خاک (ریال در هکتار) در کلیه سطوح عمق خاک زراعی بر اساس مدیریت شخم

مدیریت شخم	استان						کل
	گلستان	زنجان	آذربایجان غربی	کردستان	کرمانشاه	همدان	آذربایجان شرقی	
موازی با شیب	۱۸۷۶۹/۱۴	۱۰۴۰۰/۵۷	۱۵۰۴۴/۰۷	۱۱۵۲۳/۹۱	۱۲۰۶۹/۷۱	۹۶۲۱/۲۵	۱۱۴۳۶/۱۹	۱۲۷۲۵/۲۳
عمود بر شیب	۵۹۱۴/۰۸	۴۷۴۳/۲۳	۸۹۶۹/۷۸	۷۱۵۲/۷۹	۳۹۷۴/۱۱	۵۸۰۲/۳۲	۵۳۹۲/۷۷	۶۳۹۸/۱۷
میزان اختلاف	۱۲۸۵۵/۰۶	۵۶۵۷/۳۴	۶۰۷۴/۲۹	۴۳۷۱/۱۲	۸۰۹۵/۵۹	۳۸۱۸/۹۲	۶۰۴۳/۴۲	۶۳۲۷/۰۶
آماره t	۱۵/۵۶*	۱۵/۲۸*	۹/۴۲*	۱۰/۵۳*	۱۷/۲۴*	۹/۹۱*	۱۲/۸۰*	۳۰/۶۷*

* معنی دار در سطح یک درصد

خاک در اراضی دیم بسیار بالا بوده و در کل کشور رقم قابل توجهی را تشکیل خواهد داد. این مسأله علاوه بر اینکه نشان دهنده اتلاف منابع خاکی کشور و عدم‌بهره‌برداری صحیح از آن می‌باشد، زنگ هشدار دهنده‌ای برای برنامه‌ریزان و سیاستگزاران بخش کشاورزی خواهد بود تا بااستفاده از ابزارها و سیاستهای مطلوب در عرصه سیاستهای بخش کشاورزی برای کاهش نرخ فرسایش و اصلاح خاک و تولید کنندگان کشاورزی برای بهره‌برداری صحیح و ایجاد انگیزه‌های حفاظت خاک، زمینه‌های تخصیص‌بهینه منابع و در نهایت کشاورزی پایدار را فراهم آورند.

با توجه به آنچه گذشت نتیجه می‌شود که (۱) فرسایش خاک پدیده‌ای است که تحت هر نوع مدیریتی از خاک یعنی حفاظتی یا غیرحفاظتی روی داده و اجتناب کامل از آن تقریباً غیرممکن است و به همین دلیل هزینه‌هایی ایجاد خواهد شد، (۲) هرگونه عملیات حفاظت خاک که منجر به کاهش نرخ فرسایش و جلوگیری از فقر مواد غذایی خاک شود می‌تواند در کاهش هزینه‌های فرسایش مؤثر باشد. به عنوان مثال شخم عمود بر شیب که مبتنی بر دانش بومی کشاورزان است منجر به کاهش هزینه‌های فرسایش خاک حداقل به اندازه نصف گزینه جایگزین آن شده است. به عبارت دیگر شخم عمود بر شیب می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش هزینه‌های فرسایش داشته باشد که به صورت منافع ظاهر می‌شود، (۳) کشاورزان به طور سنتی در قالب دانش بومی بر اهمیت حفاظت خاک و منافع ناشی از آن آگاه بوده و در صورت وجود تجهیزات مناسب شخم اراضی با شیب بالا اقدام به شخم حفاظتی عمود بر شیب خواهند نمود و (٤) به تعویق انداختن عملیات حفاظت خاک از سوی برخی از کشاورزان ناشی از آن است که بیشترین کاهش عملکردها و به تبع آن هزینه‌های فرسایش خاک در خاکهای با کمتر از ۱۰ سانتیمتر عمق زراعی اتفاق می‌افتد و قضاوت نهایی کشاورزان از کیفیت خاک براساس میانگین عملکرد در هر هکتار از اراضی زراعی است. بنابراین چنین واکنشی از سوی کشاورزان یک رفتار اقتصادی محسوب می‌شود. این نتایج توجیهی برای سیاستگزاری، طراحی و اجرای عملیات حفاظت خاک پیشرفته‌تر و یا حداقل ترویج روشهای سنتی و پذیرش آن از سوی کشاورزان خواهد بود. با توجه به یافته‌های مطالعه، بر ترویج روشهای سنتی حفاظت خاک و تحقیق، بررسی در ارتباط با روشهای پیشرفته حفاظت و تخصیص بودجه لازم برای اجرای عملیات حفاظت خاک پیشنهاد شده است.

منابع

۱ - رفاهی، ح. ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن. تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۲ - شاهویی، ص. ۱۳۷۷. فرسایش خاک و حاصلخیزی. تهران. انتشارات شایک.

۳ - قربانی پاشاکلایی، ج. ۱۳۷٦. مقایسه کارایی اندازه و شکلهای مختلف پلات جهت برآورد تولید در مناطق استپ، استپ مرتفع و نیمه استپ ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

٤ - منوری، ح. ۱۳۷۳. اهمیت سیاستهای زیست‌محیطی در برنامه توسعه ملی. مجله علمی محیط زیست، جلد ۷، شماره ۲، صفحات ۷۵-۷۲.

5- Abeygunawardena, P. and S.M.M. Samarakoon. 1994. Economics of upper-catchment management for irrigation development: The case of Mahaweli project in Sri Lanka ,proceeding of the First Annual General Meeting of Asian Society of Agricultural Economics, Seoul, Korea.

6 - Babu, S.C., Hallam, A. and B. Rajasekaran. 1995. Dynamic modelling of agroforesty and soil fertility interactions: Implications for multidisciplinary research policy. Agric. Econ, 13 . 125-135.

7 - Barbier, E.B. and J.T. Bishop, 1995. Economic evaluation use and incentives affecting soil and water conservation in developing countries. J. Soil and water Conserv. 50(2): 133-137.

8 - Blaikie, P. and H. Brookfield, 1987. Defining and debating the problem. in P. Blaikie, and Brookfield, eds., Land Degrad and Soci, Methuen and Co., London.

9 - Brown, L.R. and J.E. Young, 1990. Feeding the world in nineties. New York: W.W. Norton and Co. B.

10 - Camblell, R.S. and J.T. Cassady, 1949. Determining forage weight on southern forest ranges. J. Range manage. 2: 30-32

11 - Clark, H.R. 1992. The supply of non-degraded agricultural land. Aust. J. Agric. Econ, 36(1): 31-56.

12 - Doran, J.W. and T.B. Parkin, 1994. Defining and assessing soil quality. Difining Soil Quality for a Sustainable Environment: SSSA Special Publication Number 35. Doran, J. W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F. and B. A. eds. Madison WI : Soil Science Society of America.

13 - Furtan, W.H., and S.S. Hosseini, 1995. Economic and institutional considerations for soil depletion. CSALE Occasinoal Paper, No. 1.

14 - Granatstein, D. and D.F. Bezdicek. 1992. The need for a soil quality index: Local and regional perspectives. Amer. J. Alt. Agric. 7(1-2): 12-16.

15 - Gunatilake, H.M. and G.R. Vieth. 2000. Estimation of on-site cost of soil erosion: A comparison of replacement and productivity change methods. J. Soil and Water Conserv. 55(2): 197-204

16 - Holden, S.T., Shieferaw, B. and M. Wik, 1996. Poverty, credit constraint and time preferences: Of relevance for environmental policy? Discussion Paper No. D26 1996, Department of Economics and Social Science, AUN, AS.

17 - Jaenicke, E.C. and L.L. Lengnick, 1999. A soil quality index and its relationship to efficiency and productivity growth measures: Two decomposition. Amer. J. Agric. Econ, 81: 881-893.

18 - Kennedy, J.O.S. 1986a. Dynamic programming application to agriculture and natural resources. London: Elsevier Applied Science Publishers.

19 - Kennedy, J.O.S. 1986b. Rules of optimal fertilizer carry over: An alternative explantation. Rev. Market. and Agric. Econ, 54(2): 3-10.

20 - Kennedy, J.O.S., Whan, I.F., Jackson, R. and J.L. Dillon, 1973. Optimal fertilizer carry over and crop recycling policies for a tropical grain crop. Aust. J. Agric. Econ, 17(2): 104-113.

21 - Lal Chitrakar, P. 1994. Country Paper: Nepal. Report of an Apo Study Metting, Tokyo, Japan, Apo.

22 - Lal, R. and B.R. Singh, 1998. Effects of soil degradation on crop productivity in East Africa. J. Sus. Agric, 12(4): 15-36.

23 - McConnel, K. 1983. An economic model of soil conservation. Amer. J. Agric. Econ, 65: 83-89.

24 - Rasmussen, P.E. and H.P. Collins, 1991. Long term impacts of tillege, dertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semia id regions advan. agron, 42: 93-134.

25 - Romig, D.E., Garlynd, M.J., Harris, R.F. and K. McSweeney, 1995. How farmers assess soil health and quality. J. Soil and Water Conserv, 50: 229-236.

26 - Samarakoon, S.M.M., and P. Abeygunawardena, 1995. An economic assessment of on-site effects of soil erosion in potato lands in Nuwara Eliya district of Sri Lanka. J.Sus. Agric, 6: 81-92.

27 - Shieferaw, B. and S.T. Holden, 1997c. A farm household analysis of resource use and conservation decisions of smallholders: An application to highland farmers in Ethiopia. Discusstion Paper No. D03-1997, Department of Economics and Social Science, AUN, AS.

28 - Shieferaw, B. and S.T. Holden, 1998. Resource degradation and adoption of land conservation technologies in the Ethiopian highlands: A case study in Andit Tid, North Shewa. Agric Econ, 18(3): 233-248.

29 - Smith, E.G., Lerohl, M. and T. Messele, 1999. Optimum soil quality attribute levels and values. Presented at Western Agricultural Economics Association Annual, Fargo, ND.

30 - Vaje, P.I.V., Singh, B.R. and S. Lal, 1998. Erosional effects on soil properties and Maize yield on a Volcanic Ash soil in Kilimanjaro, Tanzania J. Sus. Agric, 12(4): 39-53.

31 - Van Kooten, G.C., Weisensel, W.P. and E. Dejing, 1989. Estimating the costs of soil erosion in Saskatchewan, Can. J. Agric. Econ, 37: 63-75

32 - Van Kooten, G.C. 1993. Land resource economics and sustainable development. Vancouver: University of British Colombia Press.

33 - Vieth, G.R., Gunatilake, H. and L.J. Cox, 2001. Economics of soil conservation: The upper Mahaweli watershed of Sri Lanka. J. Agric. Econ, 52(1): 139-152.

34 - Weisensel, W.P. and G.C. Van Kooten, 1990. Estimation of soil erosion time paths: The value of soil moisture and topsoil depth information. West. J. Agric. Econ, 15: 63-72.

35 - Wiig, H., Aune, J.B., Glomsrod, S. and V. Iversen, 2001. Structural adjustment and soil degradation in Tanzania: A CGE model approach with endogenouse soil productivity. Agric. Econ, 24: 263-287.

Wheat dryland conservation management with an emphasis on local knowledge in Iran

S. Hosseini - M. Ghorbani [1]

Abstract

Soil erosion plays an important role in decreasing soil quality and agricultural products. Soil conservation is the preventive alternative that may have a role in decreasing soil erosion costs. Farmers have used vertical plow on the basis of experience and local knowledge and the effects of vertical plow on crop yield and quality of soil are tangible for them. this paper tried to examine soil conservation manegement in a bioeconomic modeling framework with an emphasis in local knowledge of farmers. It is shown that (1) soil erosion is a phenomenon present at any conservation management and impossible to completely avoid. Hence, some costs will be incured, (2) any kind of conservation practices that result in decreasing soil erosion and soil fertility mining may be effective in decreasing erosion costs. For example, vertical plow based on farmers knowledge has reduced in costs of soil erosion at least half as much as much as of its alternative, horizontal plow, (3) a considerable increase in farmer's income is made because of traditional conservation every year, (4) Farmers are aware of the important of soil conservation and its benefits as result of their local knowledge. They would use conservation plow if they had suitable plowing machines for the steep lands and (5) The delay in using soil conservation practices by some farmers in due to increasing loss of yields and consequently, costs of erosion in soil with less than 10 centimeter depth being unimportant in terms of acreage and will get that depth in the long run with the present rates of erosion. The results justifies policy making, planning, credit support and application of advanced soil consrvation mesures or at least extension of traditional conservation practices, research about advanced conservation methods and allocation of sufficient budget for the application of the soil conservation practices

1- Contribution from College of Agriculture, Tehran University and Ferdowsi University of Mashhad