برآورد آثار اقتصادي فرسايش خاك در ايران

تاريخ دريافت: ۱۳۸۳/۱۱/۲۵ تاريخ پذيرش: ۱۳۸۴/۷/۵

دكتر لطفعلی عاقلی كهنه شهری[۱]
دكتر حسين صادقی[۲]

چكيده

فرسايش خاک يک فرآيند طبيعي است که در اثر فعاليت هاي انساني تشديد مي شود. نتيجه فرسايش، کاهش حاصلخيزي خاک و از بين رفتن مواد آلي از جمله نيتروژن، فسفر و پتاسيم است. کاهش پوشش جنگلي، کاهش توليدات زراعي، افزايش سيلابها، کاهش توليد برق، کاهش کيفيت آب آشاميدني ومانند آنها آثار مستقيم وغير مستقيم فرسايش خاک هستند. در اين مقاله با مروری بر اين اثرات وضمن اشاره به مطالعات خارجی، هزينه هاي اقتصادي فرسايش خاک در ايران محاسبه مي شود. طبق اين محاسبات، کل هزينه فرسايش خاک در ايران در سال ۱۳۷۹ به قيمتهاي جاري حدود ۳۱ درصد ارزش افزوده بخش کشاورزي، شکار وجنگلداري برآورد شده است.

کليد واژه: فرسايش خاک، آثار مستقيم، آثار غير مستقيم، هزينه هاي اقتصادي.

Archive of SID

۱.عضو هيأت علمي دانشگاه تربيت مدرس.تلفن: ۸۸۰۰۳۲۸۱ ۰۲۱ـ نمابر ۸۸۰۰۸۵۷۱ Email: lagheli@yahoo.com
۲.عضو هيأت علمي دانشگاه تربيت مدرس. تلفن: ۸۸۰۰۳۲۸۱ ۰۲۱ـ نمابر ۸۸۰۰۸۵۷۱ Email: Sadeghih@modares.ac.ir

www.SID.ir

۱.مقدمه

خاك يكي از اصلي ترين منابع طبيعي است كه رشد گياهان را تضمين و بيش از ۹۷ درصد نيازهاي غذايي جهان را برآورده مي‌كند. لايه بالايي خاك در عمق ۸ ـ ٦ سانتيمتري نهاده اصلي فعاليت هاي زراعي است. تقاضاي فزاينده براي غذا و بيوماس، كميابي خاك زراعي را به دنبال دارد. در چند دهه گذشته اين منبع طبيعي با ارزش در اثر عوامل انساني(جنگل زدايي، چرای بيش از حد وسوء مديريت اراضي) وعوامل طبيعي(فرسايش آبي وبادی) تخليه شده و ارزش آن كاهش يافته است.

كلمه فرسايش از ريشه لاتيني Erode به معني كنده شدن و سائيدن گرفته شده است. براساس تعريف هرن[1] و ديگران (۱۹۹۱، ص ۱۶۰) فرسايش يك سري فعاليت هايي است كه در آن مادة خاك يا سنگ شست، شل يا حل مي‌شود و يا از بخشي از زمين كنار گذاشته مي‌شود و شامل فرآيندهاي آبشويي[2]، حلاليت و انتقال است. به طور كلي فرسايش بر دو نوع است : فرسايش طبيعي و فرسايش تسريعي. فرسايش طبيعي كه همان فرسايش زمين شناسي است، حاصل فرايندهاي فيزيكي، شيميايي و بيولوژيكي بوده و بطئي و كند مي باشد. ولي فرسايش تسريعي كه به طور عمده به وجود آمده از فعاليتهاي انساني مانند كشاورزي، جاده سازي، استخراج معادن ومانند اين‌ها مي باشد، مخرب است. در يک نگاه كلي، هرگاه تعادل در اين دو برقرار باشد مشكلي بروز نمي كند ولي چنانچه فرسايش تسريعي بيشتر از فرسايش طبيعي باشد آثار سوء اقتصادي و اجتماعي آن ظاهر مي شود. عوامل مؤثر بر فرسايش به سه گروه كلي تقسيم مي شوند. گروه اول ، عواملي هستند كه انرژي لازم را براي بروز فرسايش فراهم مي كنند. گروه دوم عواملي هستند كه زمينه بروز يا عدم بروز آن را فراهم مي كنند و گروه سوم عواملي هستند كه موجب حفاظت خاک(به درجات مختلف)در برابر فرسايش مي شوند(مرگان[3]، ۱۹۹۵، ص ۶۰).

در گروه اول، قدرت فرسايندگي باران، حجم رواناب، قدرت باد، پستي و بلندي، طول و تندي شيب، قدرت باد، طول مسير باد ومانند اين‌ها را مي توان بيان كرد. درگروه دوم، فرسايش پذيري ذاتي خاک به عوامل گوناگوني مانند نفوذ پذيري ، بافت خاک، ساختمان خاک، ميزان مواد آلي و نوع مواد تشكيل دهنده خاک، تركيبات شيميايي وحتي مديريت خوب يا بد بر خاک بستگی دارد. در گروه سوم، ميزان فشار بر زمين از نظر بهره برداري، وجود يا عدم وجود پوشش گياهي و نوع گياهان موجود در اين پوشش از قبيل گياهان زراعي، مرتعي، جنگلي و مانند اين‌ها،مرغوبيت زمين و در آخر هم مديريت اراضي قرار مي گيرند.

شدت فرسايش و وسعت آن در زمانها و مكانهاي مختلف يكسان نبوده و به شرايط طبيعي پستي بلندي، خصوصيات خاكها و چگونگي كاربري زمين مربوط است(شكوري،۱۳۷۴ ، ص ۵۶).

1.Herren.

2.Leaching.

3.Morgan.

Archive of SID

www.SID.ir

در بررسيهاي مربوط به فرسايش و حفاظت خاک، مهمترين عامل شناخت عوامل بيان شده و اولويت بندي مهار آنها است. در موارد متعددي مشاهده شده است که در جايي بهترين کار، رها کردن اراضي و کنار آمدن با طبيعت است مانند آنچه در خاکهاي مارني وجود دارد ودر جايي با ايجاد يک پوشش ساده گياهي جلوي فرسايش گرفته مي شود مانند نقاطي که محل اصلي برداشت ذرات حمل شده توسط باد است. رعايت نکردن همين نکات ساده و در عين حال با اهميت، خسارات جاني و مالي فراوان داشته است.

افزايش تقاضاي زمين و قابليت دسترسي کمتر به زمين سرانه، تناسب نداشتن فرصتهاي شغلي در روستا با رشد جمعيت، کاربري ضعيف زراعي، اثر فقر، قوانين اجارهداري زمين و مرتع، نوسان دائمي قيمت محصولات زراعي، ساخت جاده و راهسازي و سوء مديريت اراضي از ديگر عوامل تشديد کننده فرسايش خاك به شمار مي‌آيند (گزارش سريلانکا، ۲۰۰۱، ص ۲۴).

خاك سطحي نخستين بخشي است که در معرض فرسايش خاك قرار دارد و ميزان مواد غذايي خاك در اين سطح به شدت کاهش مي‌يابد. اين کاهش، موجب کم شدن مواد آلي (نيتروژن، فسفر و پتاسيم) و ساير عناصري که براي رشد محصولات زراعي ضروري هستند(از جمله کلسيم ومنيزيم ومانند اين‌ها) مي‌شود. ميزان مواد آلي با افزايش عمق و شدت فرسايش کاهش مي‌يابد. کاهش ميزان مواد آلي با کاهش کيفيت آنها هم همراه است. هرقدر سرعت فرسايش بيشتر باشد به همان ميزان ازمقدار نيتروژن خاك کم مي‌شود. مطالعه درشل[1](۲۰۰۱)، نشان مي‌دهد که برداشت محصول به همراه فرسايش، ۷۰ درصد تمام ضايعات نيتروژن، ۹۰ درصد ضايعات پتاسيم و ۱۰۰ درصد ضايعات فسفر را به دنبال دارد.

اگر R را به صورت زير تعريف کنيم:

$$R = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

که n_1 تعداد سالهای کشت و n_2 تعداد سالهای کشت و آيش باشند، اين نسبت، دوره آيش لازم براي جايگزيني و تقويت نيتروژن را نشان مي دهد. هر قدر اين نسبت بالا باشد نشان دهنده فشار بر زمين زراعي وتشديد فرسايش است.

خسارت عمده فرسايش، نمود خود را در کاهش حاصلخيزي خاك نشان مي‌دهد. بنابراين ميزان محصول در خاکهاي تحت فرسايش، کاهش مي‌يابد زيرا رشد محصول تحت تأثير رطوبت و حاصلخيزي خاك بوده و تخريب ساختمان خاك به کمبود آب، مواد غذايي، هوا و گرما منجر مي‌شود. با گسترش فرسايش خاك در يك منطقه، خاك سطحي بطور مستمر از دسترس خارج مي‌شود. بنابراين با هدر رفتن مواد غذايي (نيتروژن، فسفر، پتاسيم و ساير عناصر کمياب)، حاصلخيزي خاك و توليدات گياهي کاهش مي‌يابد؛ پس توليد محصول رابطه منفي با شدت فرسايش دارد (نجفي‌نژاد، ۱۳۷٤، ص۴۵). در سريلانکا نشان داده شده است که به ازاي يك سانتيمتر کاهش پوشش خاك، توليد چاي ٤٤ کيلوگرم در هکتار کم شده است. در

1.Drechsel.

Archive of SID

www.SID.ir

مورد لاستيك طبيعي، نيز كم شدن توليد به اندازه ۱۷٤ كيلوگرم در هكتار در سال بوده است(گزارش سريلانكا، ۲۰۰۱، ص ۲۵).

۲.اثرات مستقيم [1] وغير مستقيم [2]

اثرات مستقيم(درجا) بر روي اراضي زراعي، توزيع مجدد، جابجايي خاك و فروپاشي ساختار خاك را به دنبال دارد. تنزل مواد آلي و مواد مغذي به كاهش عمق خاك قابل كشت و كاهش بهره‌وري خاك منجر مي‌شود. فرسايش، رطوبت خاك در دسترس را پايين آورده و به شرايط مستعد خشكي منجر مي‌شود. برآيند اين كار، كاهش بهره‌وري است كه به افزايش مصرف كودهاي شيميايي و تغيير ويژگي طبيعي خاک منجر مي‌شود(مرگان، ۱۹۹۵، ص ۶۲). اثرات غير مستقيم ـ كه از عمليات رسوب‌گذاري يا وزش باد به وجود مي‌آيند ـ ظرفيت رودخانه‌ها و مسيرهاي زهكشي را كاهش، خطر طغيان رودخانه‌ها را افزايش كانالهاي آبياري را مسدود مي‌كنند و عمر مفيد مخازن را كاهش مي‌دهند. بسياري از پروژه‌هاي برق آبي و آبياري در اثر فرسايش نابود شده‌اند. رسوب، آلاينده محيط به شمار آمده و خود به خود و به وسيله مواد شيميايي مي‌تواند سطح نيتروژن و فسفر را در آب كاهش دهد و منجر به يوتروفيكاسيون [3] شود(همان، ۱۹۹۵، ص ۶۳). اثرات مستقيم و غير مستقيم به طور تفصيلي در نمودار شماره ۱ ديده مي‌شود. كاهش ارزش زيبايي چشم‌اندازها كاهش بهره‌وري زمين، افزايش جريان سطحي در زمره اثرات مستقيم بوده و رسوب‌گذاري در پشت سدها، كاهش توليد زراعت آبي، افزايش خطرات بهداشتي، كاهش توليد برق و مانند آن در رده اثرات غير مستقيم قرار دارد. اثرات نوع دوم، عوامل خارجي براي توليدكنندگان است كه در تصميم‌گيري بخش خصوصي به حساب نمي‌آيد.

از نقطه نظر محاسباتي مي‌توان فرسايش را بر حسب اثرات مستقيم و غير مستقيم هم مورد بررسي قرار داد. كل فرسايش (E) برحسب ميزان خاك از دست رفته در سال برابر مجموع فرسايش درهكتارضربدر سطح مناطق است.

$$E = \sum_i Z_i R_i \qquad (۱$$

كه Z_i، سطح زمين و R_i نرخ فرسايش در هكتار است. اين رابطه بر حسب درصد به شكل زير است:

$$e = \frac{dE}{E} \qquad (۲= \sum_i \alpha_i (z_i + r_i)$$

$$\alpha_i = \frac{Z_i R_i}{E} \qquad z_i = \frac{dZ_i}{Z_i} \qquad r_i = \frac{dR_i}{R_i}$$

1.On-Site.

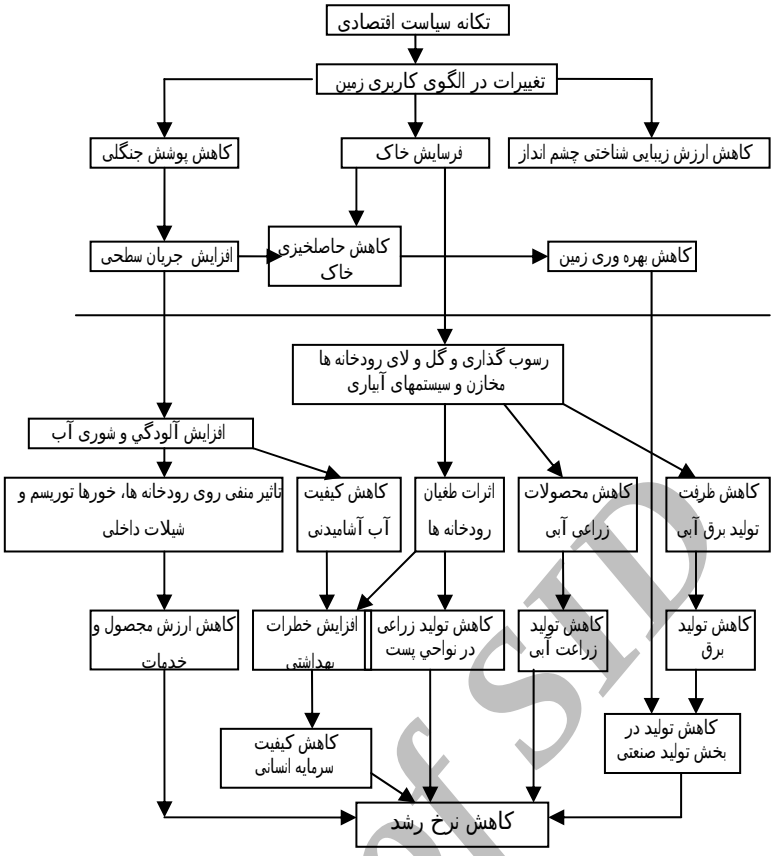
2.Off- Site.

۳.كاهش اكسيژن آب به علت مصرف بيش از حد كود شيميايي(Eutrophication).

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار شماره ۱. اثر تکانه سیاست اقتصادي روي فرسايش خاک



بر گرفته از:باندارا و دیگران، ۲۰۰۱،ص۴۹۹.[1]

هر محصول کشت شده در هر منطقه با نرخ فرسايش خاصي در ارتباط است. در حالت درصدي فرض مي کنيم که فرسايش در بخش i بطورخطي با کاربري زمين در آن بخش در ارتباط است يعني ما اختلاف کيفيت زمين، عمليات مديريت يا سرمايه‌گذاري در فناوري خاك اندوز را در نظر نمي‌گيريم بنابراين:

$$e = \sum \alpha_i z_i \quad \text{پس} \quad r_i = 0 \qquad (۳$$

در اين معادله تغيير کاربري زمين به طور درونزا به تغيير قيمتها، توليد و فناوري به وسيله توابع تقاضاي نهاده‌هاي کشاورزي از نوع CES [2] وابسته است. اين توابع از رفتار حداقل سازي هزينه بنگاهها مشتق مي‌شوند.

اگر تغييري در کاربري زمين در بخش مشخص انجام نگيرد، سطح فرسايش خاك در سطح پايه خواهد بود. تغييرات کاربري زمين با تغيير در تقاضاي به دست آمده براي زمين

1.Bandara et al (2001),P.499.

2.Constant of Elasticity Substitution.

Archive of SID

www.SID.ir

ايجاد مي‌شود كه خود ناشي از نوسانات بخش توليد، تغيير در قيمت نسبي عوامل و يا پيشرفت فني است.

$$Z_j = Y_j - \beta_j(W_{zj} - \sum_k W_{kj}\delta_{kj}) - \beta_j(T_{zj} - \sum_k t_{kj}\delta_{kj}) - T_j \qquad (۴$$

Z j = تقاضاي زمين در بخش j T_{zj} = نرخ نهاده‌اي پيشرفت فني

W k = قيمت نهاده k اُم W_{zj} = قيمت زمين در بخش j

βj = كشش جانشيني بين نهاده‌ها در بخشj Y j = توليد بخش j

δ_{kj} = ارزش پرداختي‌ها به عامل i به عنوان نسبتي از كل هزينه‌ها در بخشj و

$$\delta_{kj} = \frac{W_i X_{ij}}{\sum_k W_k X_{kj}}$$

T j = نرخ پيشرفت فني بخش j W_{zj}

طبق معادله ۴ اگر قيمت نسبي عوامل و فناوري ثابت بماند، كاربري زمين در آن بخش، متناسب با محصول، افزايش يا كاهش خواهد داشت. اگر قيمت عوامل يا فناوري تغيير كند، كاربري زمين در بخش تعديل خواهد شد و ميزان فرسايش كل تغيير خواهد كرد. در مدل ياد شده Y j، W ij و Z j درونزا و T_{zj} برونز است. فرض مي‌شود كه هيچ تغييري در عرضه كل زمين در اقتصاد انجام نشود و كل سطح زمين در هر زير بخش محصول، محدود باشد. زمين در هر منطقه بين محصولات كمتر فرساينده و بيشتر فرساينده جابجا مي‌شود. شرط تسويه زمين در هر منطقه عبارتست از:

$$\sum S_i^r Z_i^r = 0 \qquad (۵$$

r مناطق (كوهستاني، پست و ارتفاع متوسط) و i نوع محصولات (چاي، سيب‌زميني، ساير محصولات زراعي) را نشان مي‌دهد. با تحرك زمين در بين بخشها و مناطق، تغييري كه سودآوري را در هر بخش افزايش مي‌دهد، تخصيص مجدد زمين را بين بخشها تحريك خواهد كرد و سطح فرسايش را تغيير خواهد داد. بر اساس معادلات ۴ و ۵ اثرات غير مستقيم محاسبه خواهد شد.

در بين اثرات غير مستقيم، كاهش توليد برق و كاهش توليد محصولات زراعي آبي مهم است. اين اثرات معادل پيشرفت فناوري در بخشهاي متأثر است زيرا سرمايه بخشي تحت تأثير است در حالي كه بهره‌وري عوامل متحرك به ميزان اندكي تغيير مي‌كند. براي مدل‌سازي اين رابطه، تابع عرضه را در نظر مي‌گيريم.

$$Y=Y[L,K(V,E)] \qquad (۶$$

كه L مقدارموثرنيروي‌كار، K مقدار مؤثر سرمايه، V موجودي فيزيكي سرمايه وE نرخ كل فرسايش است. درصد تغييرات معادله فوق عبارت است از:

$$y = \in_l .L + \in_k .v + \in_v .\gamma_E .e \qquad (۷$$

$$\gamma_E = \frac{\partial y}{\partial k}.\frac{E}{K} \text{ و} \in_l = \frac{\partial Y}{\partial L}.\frac{L}{Y}, \quad \in_k = \frac{\partial Y}{\partial K}.\frac{k}{y}, \quad \in_v = \frac{\partial k}{\partial v}.\frac{v}{k} = 1$$

Archive of SID

www.SID.ir

PIP= γ_E تغيير در بهره‌وري سرمايه در اثر فرسايش خاك يا پارامتر تأثير بهره‌وري[1] است. در قيمتهاي ثابت و به ازاي موجودي سرمايه مشخص، معادله ۷ بيانگر آن است كه افزايش در فرسايش خاك، توليد زمينهاي پست را كاهش مي‌دهد. ميزان اين افت توليد به سهم اوليه عوامل در ارزش افزوده بخشي و درجه جانشيني نهاده‌ها بستگي دارد. γ_E را بين صفر و يك در نظر مي‌گيرند.

۳.مطالعات اقتصادي فرسايش خاك در جهان

اولين تخمين‌هاي دقيق هزينه فرسايش خاك در سريلانكا حدود ۹۰ تا ۱۲۵ دلار در هر هكتار برآورد شده كه در مجموع معادل يك درصد GDP اين‌كشورمي‌شود (سومارانته، ۱۹۹۸، ص ۱۰). باندارا (۲۰۰۱) هزينه اثرات مستقيم فرسايش خاك را در سريلانكا ۳٦٦۷ ميليون روپيه و اثرات غير مستقيم را معادل ۳۰٦ ميليون روپيه برآورد كرد. بانك جهاني در سال ۱۹۹۲ ضايعات ناخالص مستقيم را بين ۰/۵ تا ۱/۵ درصد GDP براي كشورهاي گرمسيري در حال توسعه مانند كاستاريكا، مالاوي و مكزيك برآورد كرد. در كشور مالي هزينه فرسايش خاك در سال ۱۹۸۹ حدود ۰/٤ درصد GDP برآورد شده است. در اندونزي در سال ۱۹۸٤ هزينه فرسايش خاك ۰/٤ درصد از GDP بوده است. در لهستان در سال ۱۹۸۷ ميزان فرسايش خاك ۲۱۵ ميليارد زولوتي برآورد شده است (پيرس، ۱۳۷۷، ۴۶-۳۸).

در سريلانكا هزينه‌هاي غير مستقيم فرسايش و رسوب‌گذاري مخازن حدود ۸ ميليون روپيه در سال ۱۹۹۸ محاسبه شده كه خسارت به نظام هاي آبياري، هزينه‌هاي لايروبي و كاهش عمر مفيد توربين‌ها را شامل مي‌شود (گزارش سريلانكا، ۲۰۰۱، ص ۱۰۰). كل هزينه‌هاي رسوب‌گذاري در كاستاريكا در سال ۱۹۸۹ حدود ۲۸۷۰۰۰ دلار آمريكا برآورد شده است كه در سطح حوضه آبخيز ۷۹٦ كيلومتر مربع محاسبه شده است (سولورزانو۲،۱۹۹۱، ص ۵). در زيمبابوه، مطالعات استاكينگ[3] (۱۹۸٦، ص ۱۲)، اين آثار را ۱۵۰ ميليون دلار آمريكا، مطالعة FAO (۱۹۹۰) ۱٦٤/۵ ميليون دلار آمريكا و مطالعه نورس[4] و سيگال[5] (۱۹۹۳، ص۲۳۸) اين هزينه را بين ۳۷ ـ ۱۸ ميليون دلار برآورد كرده است.

٤. فرسايش خاك در ايران

در دهه‌هاي اخير، رشد جمعيت، مهاجرت روستاييان به شهرها و سطح پايين فن‌آوري توليد محصولات كشاورزي زمينه‌هاي فرسايش و تخريب منابع خاك را فراهم آورده است. عوامل تهديد كننده خاك در ايران را بايد در كمبود بارندگي، كاهش مواد آلي خاك، افزايش شوري و

1.Productivity Impact Parameter (PIP).

2.Solorzano.

3.Stocking.

4.Norse.

5.Saigal.

Archive of SID

www.SID.ir

قليائيت خاك، تبديل كابري اراضي و آلاينده‌هاي صنعتي جستجو كرد. توزيع ناموزون بارندگي در سطح كشور باعث شده است كه در اثر رگبارهاي ناگهاني با جاري شدن سيل در مناطق مختلف، زمينه فرسايش خاك فراهم آيد، به طوري كه هر ساله مقاديري از خاكهاي حاصلخيز از چرخه توليد خارج مي‌شود. از سوي ديگر، خشكي هوا و آب با افزايش تبخير، شرايط شوري خاك را به وجود مي‌آورد. مواد آلي خاك نيز به دليل مديريت هاي زراعي نامناسب كاهش يافته و باز توليد مواد آلي در خاك كم شده است. همچنين اين روند به افزايش شوري خاك و مواد قليائي در آن منجر شده است. افزايش كاربري هاي مسكوني و صنعتي كه در اثر توسعه سريع شهرها به وجود آمده باعث كاهش هزينه‌هاي زمين هاي زراعي و مراتع شده و به كاهش كيفيت خاك وناپايداري آن منجر شده است. فاضلابهاي صنعتي و شهري با وارد ساختن عناصر سنگيني مانند كادميم، سرب و روي از كيفيت خاك مي‌كاهند (سازمان برنامه بودجه، (۱) ۱۳۷۸، صص ۱۷۵-۱۷۴).

بر اساس برآوردهاي انجام شده، فرسايش خاك كشور در سال ۱۳۵۵ معادل يك ميليارد تن بوده كه ده سال بعد به ۱/۵ ميليارد تن و در سال ۱۳۷۵ به ۲/۵ ميليارد تن افزايش يافته است. براساس برآورد ديگري فرسايش خاك از ده تن در هكتار در دهه شصت به بيست تن در هكتار در دهه ۷۰ رسيده است. تبعات فرسايش خاك در كشور ما به طور كلي به شكل انباشت رسوبات در پشت سدها ، از بين رفتن پوشش گياهي ، افزايش وقوع سيلاب و آلودگي خاك مي‌باشد.(سازمان برنامه و بودجه (۲) ۱۳۷۸، صص ۳۱۵-۳۱۴).

۵. برآورد هزينه‌هاي فرسايش خاك در ايران

الف) محاسبه اثرات مستقيم فرسايش خاك: براي برآورد هزينه‌هاي مستقيم فرسايش خاك از نظر اقتصادي دو روش كلي وجود دارد كه عبارتند از:

۱: روش هزينه جايگزيني مواد مغذي۱(NRCM): اين روش كه به هزينه تخليه مواد مغذي هم معروف است به دنبال احياي خاك فرسايش يافته به سطح قبل از فرسايش است. در اين روش، هزينه خريد كود شيميايي لازم براي حفظ و احياي بهره‌وري خاك (كسب مجدد مواد مغذي توسط خاك) محاسبه مي‌شود. در اين روش، هزينه‌هاي جايگزيني مواد غذايي به صورت مستقيم و بر مبناي تخليه NPK (نيتروژن، فسفر پتاسيم) با در نظر گرفتن تراز مواد غذايي و قيمت خرده فروشي كود شيميايي برآورد مي‌شود.

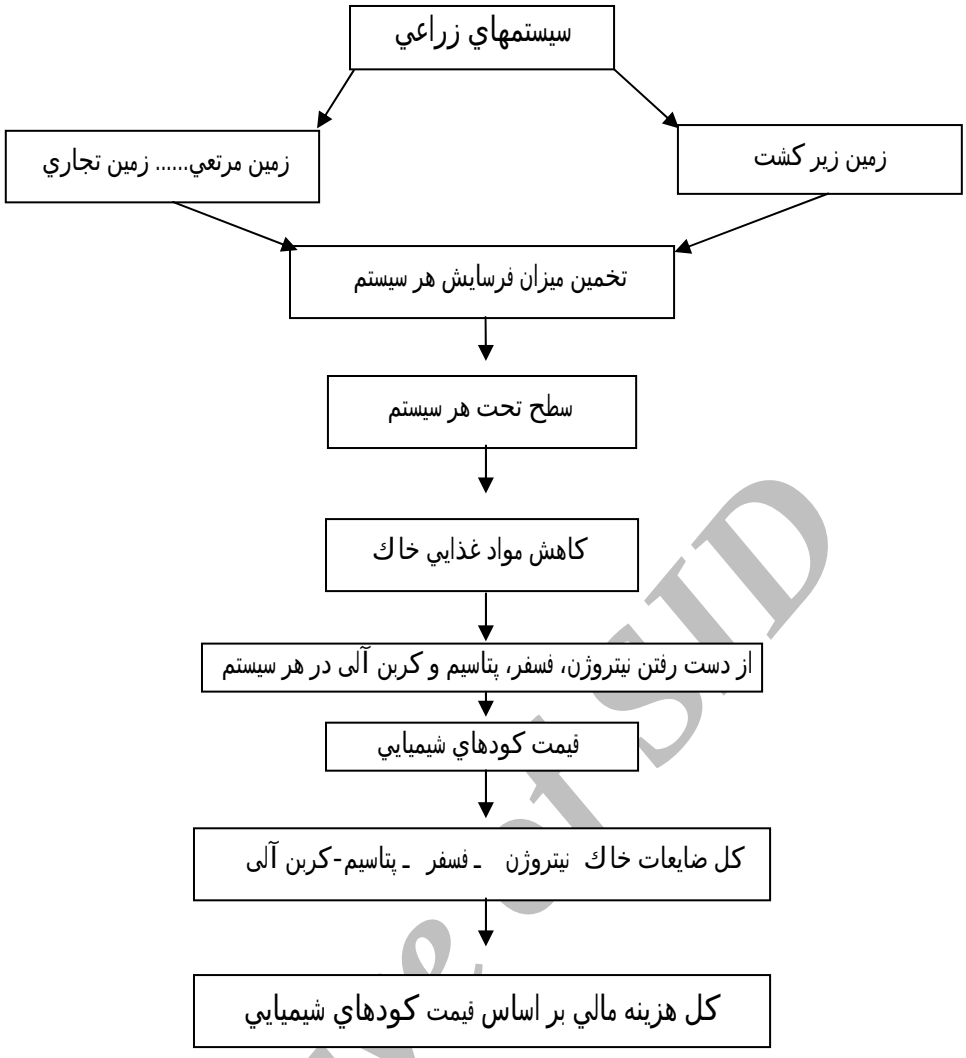
---

1. Nutrient Replacement Cost Method.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار شمار۲. روش هزينه جايگزيني مواد مغذي



برگرفته از:نورث وديگران(۱۹۹۳)ص۲۳۴.

۲. روش ارزش كاهش بهره‌وري[1] (VLPM): اين روش كه به اُفت توليدات زراعي هم معروف است، كاهش توليدات زراعي را در اثر فرسايش به قيمت بازار اندازه‌گيري مي‌كند. البته امكان سنجش كاهش ارزش تمام محصولات زراعي به قابليت دسترسي به داده‌هاي آماري برمي‌گردد. ولي محاسبه اين كاهش ارزش براي مهمترين محصولات منتخب (از نظر ميزان توليد) به نسبت برآورد دقيقي از فرسايش مستقيم را خواهد داد (سومارانته، ۱۹۹۸، ص ۲۰).

---

1. Value of Loss of Productivity Method.

Archive of SID

www.SID.ir

در اينجا براي محاسبه اثرات مستقيم، روش اول را به كار مي‌گيريم. مي‌دانيم كه خاك زراعي حاصلخيز، داراي مقاديري نيتروژن، فسفر، پتاسيم، منيزيم، كلسيم و گوگرد و برخي املاح شيميايي است كه گياه به آنها نياز دارد. اين عناصر طبق بررسي هاي انجام شده به شرح زير هستند.

جدول شماره ۱. مقدار برخي عناصر مورد نياز گياه به درصد خاك زراعي (خاك خشك).

نيتروژن	۰/۰۳-۰/۳	**منيزيم**	۰/۱-۱
فسفر	۰/۰۱ – ۱	**كلسيم**	۰/۲ –۱/۵
پتاسيم	۰/۲ – ۳	**گوگرد**	۰/۰۱ -۰/۱

برگرفته از: طرح كلي بررسي مراتع ايران،۱۳٦۳،ص۱٤.

نكته: به طور مثال، در هر تن خاک زراعي، حداقل بايد ۳۰۰ گرم نيتروژن وجود داشته باشد.

ارزش ريالي برخي عناصر اصلي مورد نياز گياه كه بر اثر فرسايش از بين مي‌رود (هزينه جايگزيني مواد مغذي) در مقايسه با خريد كودهاي شيميايي محاسبه مي شود. چنان كه اشاره شد، ميزان فرسايش خاك در سالهاي اخير بين ۳ ـ ۲/۵ ميليارد تن در سال محاسبه شده است (از سال ۱۳۷۵ به بعد). به‌منظور نتيجه‌گيري، حداقل ميزان مواد مغذي را برحسب سه عنصر اصلي بررسي مي‌كنيم و رقم حداقل فرسايش خاك يعني ۲/۵ ميليارد تن را در نظر مي‌گيريم.

نيتروژن خالص از دست رفته (تن) = ۲/۵ * $۱۰^{۹}$ * % (۰/۰۳) = ۷۵۰۰۰۰

فسفر خالص از دست رفته (تن) = ۲/۵ *$۱۰^{۹}$ * % (۰/۰۱) = ۲۵۰۰۰۰

پتاسيم خالص از دست رفته (تن) = ۲/۵ *$۱۰^{۹}$ * % (۰/۲) = ۵۰۰۰۰۰۰

منيزيم خالص از دست رفته(تن) = ۲/۵ * $۱۰^{۹}$ * % (۰/۱) =۲۵۰۰۰۰۰

ميزان عناصر شيميايي از دست رفته را اكنون با محتوي كودهاي شيميايي مقايسه مي‌كنيم. كود شيميايي اوره حاوي ٤٦ درصد نيتروژن، كود سوپر فسفات داراي ۲٤ درصد فسفر خالص بدون اكسيژن، كود سولفات پتاسيم داراي ٤۲ درصد پتاسيم و كود سولفات منيزيم حاوي ۱۶ درصد منيزيم مي‌باشد. بر اين اساس، حداقل ميزان كودهاي شيميايي از دست رفته عبارت است از:

جدول ۲. حداقل ميزان كود شيميايي از دست رفته

كود اوره (هزار تن)	**۱۶۳۰**
كود سوپر فسفات (هزار تن)	**۱۰۴۲**
كود سولفات پتاسيم (هزار تن)	**۱۱۹۰۵**
كود سولفات منيزيم (هزار تن)	**۱۵۶۲۵**
جمع كود شيميايي لازم براي احياي خاك (هزار تن)	**۳۰۲۰۲**

Archive of SID

www.SID.ir

به اين ترتيب چنانچه متوسط قيمت هر تن انواع كود شيميايي را در سال ۱۳۷۹ معادل ۶۸۸۰۰۰ ريال[1] در نظر بگيريم، ميزان فرسايش مستقيم خاك كشور ۲۰۷۷۹ ميليارد ريال خواهد بود و مفهوم هدر رفت ثروت ملي مشخص مي‌شود. در مقايسه بايستي گفت كه ميزان صادرات نفت و فرآورده هاي نفتي در سال ۱۳۷۹ به طور متوسط ۹۲۱۹۹۰ هزار بشكه و با احتساب قيمت متوسط ۲۶/۷ دلار در هر بشكه و با نرخ برابري ۱۷۵۲/۵ ريال به ازاي هر دلار، معادل ۴۳۱۴۱/۵ ميليارد ريال بوده است. به عبارت ديگر در اين سال با حد پايين رقم فرسايش خاك ۴۸/۲ درصد صادرات نفتي به شكل تخريب اراضي حاصلخيز از چرخه اقتصاد خارج شده و ارزش اقتصادي خود را از دست داده است.

ب) محاسبه اثرات غير مستقيم فرسايش خاك

در ايران، مطالعات كمّي در مورد اثرات غير مستقيم به صورت اقتصادي انجام نشده است. فقط در سال ۱۳۷۸ در مورد سد اكباتان واقع در استان همدان در مجموع ۱۴۴۹/۹ ميليون ريال براي تخليه ولايروبي ۱/۶۲ ميليون متر مكعب رسوب هزينه شده است. به اين ترتيب هزينه لايروبي به ازاي هر متر مكعب، در سال۱۳۷۸ و معادل ۸۹۵ ريال وبا احتساب نرخ تورم ۱۷/۶ درصد، در سال۱۳۷۹ معادل۱۰۵۲ ريال به دست مي آيد. با در نظر گرفتن حداقل جرم حجمي رسوب كه ۱۵۰۰ كيلوگرم بر متر مكعب مي‌باشد، هزينه لايروبي و تخليه هر تن رسوب ۷۰۲ ريال برآورد مي‌شود. نوروزي(۱۳۷۵ ،صص۵۳-۵۴) ميزان رسوب را بر حسب تن در هكتار در سال براي برخي سدهاي مهم براساس مطالعات فرسايش آبي بين سالهاي۱۳۷۳- ۱۳۵۱ جمع بندي كرده است. فرمول محاسباتي براي برآورد هزينه لايروبي عبارت است از:

۸) سطح حوزه سد * هزينة واحد تخليه رسوب * ميزان رسوب = هزينه لايروبي

(هكتار) (ريال بر تن) (تن در هكتار در سال) (ميليارد ريال)

جدول شماره ۳. برآورد هزينه لايروبي در سدهاي عمده ايران

نام سد	مدت بهره‌برداري (سال)	سطح حوزه سد (هكتار)	ميزان رسوب (تن در هكتار در سال)	هزينه لايروبي (ميليارد ريال)
لار	۱۹	۷۳۰۰۰	۱/۳۸	۱/۳۴
وشمگير(گرگان)	۲۹	۷۵۳۹۰۰	۱/۱۶	۱۷/۸
سفيدرود	۳۸	۵۶۷۰۰۰۰	۶/۹	۱۰۴۳/۶
قشلاق	۱۶	۱۰۵۰۰۰	۶/۶۸	۷/۸۸
ميناب	۱۶	۱۱۹۵۸۰۰	۷	۹۴/۰۲
دز	۳۷	۱۷۳۶۵۰۰	۱۱/۳۴	۵۱۱/۴۸
لتيان	۳۲	۷۱۰۰۰	۱۵/۶	۲۴/۸۸

۱. اين ارقام از آمار منتشر شده در مورد قيمت انواع كود شيميايي از گزارش عملكرد شركت سهامي خدمات حمايتي كشاورزي در سال ۱۳۷۹ به دست آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

نام سد	مدت بهره‌برداري (سال)	سطح حوزه سد (هكتار)	ميزان رسوب (تن در هكتار در سال)	هزينه لايروبي (ميليارد ريال)
اكباتان	۳٦	۲۳۵۹۰	۲/٤٥	۱/۴۶
زاينده‌رود	۲۹	٤۳۰۰۰۰	٤/٦٥	۴۰/۷
اميركبير	۳٦	۸٦۰۰۰	٤/۷۳	۱۰/۲۸
جيرفت	٦	۸۳۸۰۰۰	٤/٥٤	۱۶/۰۲
درودزن	۲۷	٤۲٥۰۰۰	٤/۸٤	۲۳۹/۹۸
كارده	۱۲	٥٤۰۰۰	٥/٤٤	۲/۴۷
جمع	ـــــ	ـــــ	ـــــ	۱۸۱۰/۹۸

برگرفته از: ۱. مطالعة نوروزي، ص ٥٤ ـ ٥۳ ۲. راهنماي سدهاي ايران، ص ۲٥٤ـ ۷۱ ۳. محاسبات تحقيق

نكته قابل توجه در اين محاسبات اين است كه آمار رسوب و تخليه و بنابراين هزينه لايروبي براي سدهاي مهم ديگر مانند ارس، مهاباد، طالقان و كرخه در دسترس نبوده و ارقام هزينه براي سال ۱۳۷۹ برآورد شده‌اند. همچنين ميزان كاهش توليد برق به علت نبود آمار و اطلاعات به حساب نيامده است.

مي‌توان با جمعبندي اين محاسبات نتيجه گرفت كه كل هزينه‌هاي فرسايش خاك در كشور ما رقمي در حدود ۲۲٥۹۰ ميليارد ريال در سال ۱۳۷۹ مي‌باشد.مقايسه اين ارقام با ارزش افزوده بخش كشاورزي، شكار و جنگلداری در اين سال ـ كه معادل ۷۳۱۷۰ ميليارد ريال به قيمتهاي جاري است- نشان مي دهد كه تقريبا ۳۱ درصد اين ارزش افزوده به نابودي كشيده مي شود.

۶. نتيجه‌گيري

خاك يكي از منابع اساسي نيمه تجديدپذير به شمار مي‌آيد كه بيش از ۹۷ درصد نيازهاي غذايي جهان را برآورده مي‌كند. سطح فوقاني خاك، نهاده اصلي در فعاليت هاي زراعي است كه در اثر تقاضاي فزاينده براي زمين و همچنين تأثير فعاليتهاي طبيعي و اقليمي دچار فرسايش مي‌شود. در اين فرآيند، خاك حاصلخيزي خود را از دست داده و مواد آلي خاك از بين مي‌رود.

اثرات مستقيم و غير مستقيم فرسايش خاك شامل كاهش بهره‌وري زمين، افزايش سيلابها، كاهش توليد محصولات زراعي، كاهش توليد برق و امثال آنها است. از ديدگاه اقتصادي براي برآورد هزينه‌هاي فرسايش، روشهاي هزينه جايگزيني مواد مغذي و ارزش كاهش بهره‌وري مورد استفاده قرار مي‌گيرد. برآورد هزينه‌هاي غير مستقيم، به مراتب مشكل‌تر از تخمين هزينه‌هاي مستقيم است.

طبق محاسبات اين مقاله، كل هزينه‌هاي فرسايش خاك در كشور ما در سال ۱۳۷۹ بر حسب قيمتهاي جاري حدود ۳۱درصد ارزش افزوده بخش كشاورزي، شكار وجنگلداري است و بيانگر آن است كه در بين عوامل مؤثر بر فرسايش خاك بايستي معيارهاي حفاظت شامل توسعه ندادن كشت علوفه (و در عوض، واردات علوفه در راستاي جبران خوراك دام)، رعايت حد و ظرفيت مراتع و تأمين سوخت جنگل نشينان به منظور قطع نكردن درختان جنگلي بيش از پيش مورد توجه قرار گيرند.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع

۱.بانک مرکزی ایران(۱۳۷۹) حسابهای ملی؛ اداره حسابهای اقتصادی
۲.پیرس،د.د وج. فوروارد(۱۹۹۸). دنیاي بیکران: اقتصاد، محیط زیست وتوسعه پایدار؛ ترجمه عوض کوچکي، سیاوش دهقانیان و علي کلاهي اهري، انتشارات دانشگاه فردوسي مشهد، چاپ اول، ۱۳۷۷.
۳.دفتر مشاوره نخست وزیري(۱۳۶۳) طرح کلي بررسي مراتع ایران.
٤.سازمان برنامه و بودجه(۱۳۷۸) اولین گزارش ملي توسعه انساني ایران.
٥.سازمان برنامه و بودجه(۱۳۷۸) سند برنامه سوم توسعه؛ حوزه هاي فرابخشي.
۶. شرکت سهامي خدمات حمایتي کشاورزي (۱۳۷۹).گزارش عملکرد سال ۱۳۷۹.تهران ، ایران.
۷.شکوري، بهروز(۱۳۷۴) فرسایش خاک و پیامدهاي آن در اکوسیستم؛ مجله آب، خاک وماشین. شماره۶، دوره۲.
۸.فرهنگي، بیژن(۱۳۷۲) راهنماي سدهای ایران؛ انتشارات کمیته ملي سدهاي بزرگ ایران.
۹.نجفي نژاد، علي(۱۳۷۴) ‹‹مطالعه مقدماتي فرسایش وتخریب خاک›› مجله پژوهش وسازندگي، شماره۲۶.
۱۰.نوروزی، غلامرضا(۱۳۷۵) ‹‹فرسایش آبي در حوزه هاي آبخیز ایران›› مجله جنگل و مرتع، شماره۳۲و۳۳.
11. Bandara, J. S., A. Chisholm, A. Ekanayake and S. Jayasuriya(2001). Environmental Cost of Soil Erosion in Sri Lanka: Tax – Subsidy Policy Options. Environmental Modelling as Software, Vol16, PP.497-508.
12. Dreshcel, P., L. Guiele., D. Kunze and O. Cofie(2001). Population Density, Soil Nutrient, Depletion and Economic Growth in Sub – Saharan Africa. Ecological Economics, Vol38, PP.251-258.
13. Herren, R.V., R. L. Donahue(1991). The Agricultural Dictionary. Delmar Publications Inc, P.160.
14. Morgan, R. P. C.(1995). Soil Erosion and Conservation. Longman LtD,UK,PP.60-67.
15. Norse, D and R. Saigal(1993). National Economic Cost of Soil Erosion in Zimbabwe(ch.8) in: Environmental Economics and Natural Resources Management in Developing Country. Committee of International Developing Institutions And the Environment(CIDIE), World Bank, Washington, D.C., PP.229-240.

Archive of SID

www.SID.ir

16. Solorzano, R. and DE Camino, R.P. Woodward, R. , Tosi, J., Watson V., Vasquez, A., Villa Lobos, C., Jimenez, J., Repetto, R., Cruz, W.(1991). Accounts Overdue: National Resource Depreciation in Costa Rica. World Resources Institute(WRI). Washington, D.C., 110pp.

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

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

19. Stocking, M.(1986). The Cost of Soil Erosion in Zimbabwe in terms of the Loss of Three Major Nutrients. Rome, Soil Resources, Management and Conservation Service, FAO.

Archive of SID

www.SID.ir