چالش های مدیریت منابع خاک به عنوان سرمایه ملی، با تأکید بر راهکارهای پیشگیری از اتلاف آن

سید مهدی امینی نسب

قائم شهر، میدان امام، پشت ترمینال، درزی کلا، بالاتر از مدرسه المهدی، بن بست دوم، پلاک ۱۰۲

تلفن: ۰۱۲۳-۲۲۴۰۰۴۲

Archive of SID

چکیده

خاک به عنوان منبع طبیعی تجدید ناپذیر، سرمایه ملی و بستر حیات در معرض تخریب بسیاری قرار گرفته است. سرعت رشد جمعیت جهان با نسبت ۱/۸ درصد در هرسال و متعاقب آن ناآگاهی و عدم مدیریت مناسب با توجه به توزیع نامتعادل منابع خاک در کره زمین، تلاش انسان به منظور دستیابی به انواع مواد غذائی و محصولات کشاورزی، محدودیت موجود در منابع خاک و سرانه زمین و... این تخریب و هدر رفت را تشدید نموده است. در کل دنیا، ۵۶۲ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی و ۶۸۵ میلیون هکتار از زمین های مرتعی تحت تخریب شدید خاک قرار دارند. ۷۵ درصد هدررفت خاک در جهان بر اثر فرسایش آبی، ۸۳ درصد بر اثر فرسایش بادی، ۹۰ درصد تخریب شیمیائی و ۶۰ درصد تخریب فیزیکی بوده که بیشترین تخریب خاک در کشورهای در حال توسعه می باشد. آلودگی خاک ناشی از دفن زائدات شهری – صنعتی، شور شدن خاک بر اثر مصرف نامعقول کود ها، شخم های نامناسب زراعی، از دست رفتن جنگل ها و پوشش های گیاهی، نامناسب بودن سیستم های آبیاری و... از عوامل عمده تخریب خاک به شمار می روند. بیابان زائی در زمین های خشک و نیمه خشک که کشورمان نیز جزو آن ها محسوب می شود به وقوع می پیوندد و یکی از پیامدهای هدر رفت خاک به شمار می رود. ایران یکی از

www.SID.ir

هفت کشور آسیائی است که بیشترین میزان هدررفت خاک را دارد. ۲۰ درصد کاهش قابلیت تولید محصول نیز یکی دیگر از پیامدهای اتلاف منابع خاک در کشور به شمار می آید.

در راستای دستیابی به مدیریت پایدار منابع خاک و جلوگیری از اتلاف آن دو استراتژی عمده وجود دارد: ۱- احیاء خاک ها و اکوسیستم های تخریب شده ۲- بکارگیری تکنولوژی های کشاورزی سازگار و بهسازی آن ها. به منظور نیل به این استراتژی ها برخی راهکارهای عملی عبارتند از: الف- جنگل کاری و مدیریت پوشش های گیاهی ب- احیاء خاک های شور، فاقد مواد مغذی و آلوده ج- توسعه روش ها و سیستم های مناسب شخم مثل شخم حفاظتی، بکار گیری مالچ ها و دیگر بقایای گیاهی د- مدیریت تلفیقی کود ها، مواد مغذی و استفاده معقولانه از آن ها ذ- استفاده از روش های مناسب حفاظت آب شامل آبیاری قطره ای، نیمه آبی، بازیابی آب و مدیریت سفره آب زیر زمینی ر- بهبود سیستم های زراعی/ تولیدی و ....

مقدمه

جمعیت جهان از ۶ بیلیون نفر در سال ۱۹۹۸ با نسبت ۱/۸ درصد در هر سال رو به افزایش است و انتظار می رود در سال ۲۰۲۵ به ۸ بیلیون ودر سال ۲۰۵۰ به۹/۴ بیلیون برسد (Ahlander, 1994). بیشترین رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. میزان نیاز جهانی به غذا در طول سال های ۲۰۳۰-۱۹۹۰ دو برابر شده و انتظار می رود در کشورهای جهان سوم حدود ۲/۵ تا ۳ برابر افزایش یابد (Dailey *et al*., 1998). با وجود این چالش ها جامعه بشری به منظور تامین غذا، چرخه های زائدات، تامین آب و... به خاک نیازمند است که بستر حیات شمرده شده و تعادلی پویا با هیدروسفر، اتمسفر و لیتوسفر دارد. فعالیت های ناپایدار انسانی بر اثر ناآگاهی یا آگاهی نادرست می تواند به تخریب شدید خاک و هدررفت این منبع ملی منتهی شود. بدین منظور ارزیابی دقیق منابع خاک با توجه به قابلیت آن و تهدید فشارهای طبیعی و انسانی بسیار حائز اهمیت است که در اثر عدم توجه، کاهش کیفیت آب، تولید و خروج گازهای گلخانه ای به اتمسفر و گرم شدن جهانی هوا، فقر، سوء تغذیه، گرسنگی و مشکلات اقتصادی از پیامدهای آن است. علیرغم آن، مدیریت پایدار منابع خاک به عنوان سرمایه ملی اغلب با محدودیت های بسیاری روبروست و ساختارهای مدیریتی مورد نیاز بدین منظور به

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار کم توسعه یافته اند. هدف این مقاله، توصیف منابع خاک به عنوان سرمایه ملی و ارزشیابی اهمیت و شدت اتلاف این منابع و عوامل تهدیدکننده آن و در نهایت ارائه راهکارهائی به منظور پیشگیری از اتلاف منابع خاک می باشد.

در نتیجه افزایش سریع جمعیت و محدودیت منابع خاک، سرانه زمین در کشورهای در حال توسعه به سرعت کاهش یافته است (جدول ۱).

در کل دنیا، ۵۶۲ میلیون هکتار از زمین های کشاورزی و ۶۸۵ میلیون هکتار از اراضی مرتعی تحت تخریب و هدررفت خاک قرار دارند. فرایندهای فیزیکی چون سله بستن، فشرده شدن خاک، فرسایش و فرایندهای شیمیائی مانند از بین رفتن مواد غذائی بر اثر اسیدی و شور شدن خاک و فرایندهای بیولوژیک مانند از دست رفتن مواد آلی خاک به همراه سایر عواملی چون خشکسالی، تغییرات آب و هوائی و ... روند هدررفت این سرمایه ملی را تشدید نموده است (Lal, 2000).

با این وجود افزایش فعالیت های کشاورزی به منظور تولید محصول، فشارهای شدیدی را بر منابع خاک وارد نموده است که در اینجا برخی از عوامل تهدید ناشی از فعالیت ناپایدار کشاورزی اشاره می گردد:

سیستم های نامناسب شخم زمین های زراعی (در شیب های تند و خاک های کم عمق) و شخم زمین های حاشیه ای بدلیل کمبود زمین اولیه کشاورزی در برخی مناطق با تراکم جمعیتی زیاد (Cassman and Pingali, 1995) یکی از عوامل تهدید شمرده می شود که از پیامدهای آن، فرسایش خاک است. مناطق جنگلی در حفظ خاک به عنوان بستر حیات نقش بسیار مفیدی داشته و پیشگیری کننده فرسایش آبی و بادی اند که در اثر استفاده ناپایدار و تبدیل آن ها به زمین های کشاورزی، روند هدررفت خاک افزایش می یابد که خود پیامدهای فیزیکی و شیمیائی.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ – معادلات رگرسیون به منظور پیش بینی تغییرات سرانه زمین در برخی از مناطق کشور های جهان سوم (Lal, 2000).

منطقه	تعداد کشورها	معادله رگرسیون	R^2
جنوب آسیا	۷	$A= 0/32\ e^{-0/01y}$	۰/۸۸
آسیای جنوب شرق و چین	۹	$A=0/31\ e^{-0/02y}$	۰/۹۲
خاور میانه	۱۰	$A=0/63\ e^{-0/02y}$	۰/۹۸
شبه جزایر آفریقا	۲۶	$A=0/51\ e^{-0/02y}$	۰/۹۹
امریکای لاتین	۱۳	$A= 0/41\ e^{-0/02y}$	۰/۹۹
شرق اروپا	۶	$A=0/47\ e^{-0/004y}$	۰/۵۸

A: مساحت به هکتار Y: سالهای بین ۱۹۶۰ و ۲۰۲۵

بیشتری نیز به دنبال دارد. ۷۵ درصد خاک های جهان بر اثر فرسایش آبی، ۸۳ درصد بر اثر فرسایش بادی، ۹۰ درصد بر اثر تخریب شیمیائی و ۶۰ درصد بر اثر تخریب فیزیکی در کشورهای در حال توسعه تلف می گردند (جدول ۲). آلودگی ناشی از دفن مواد زائد شهری، صنعتی و انتقال رسوبات و مواد آلی ناشی از شخم های نامناسب بر روی مناطق شیب دار یکی از عوامل دیگر هدررفت خاک هاست.

استفاده نامناسب از سیستم های آبیاری نیز روند اتلاف منابع خاک را افزوده است زیرا تولید بیش از ۹۰ درصد محصولات زراعی به آبیاری نیاز دارد که در اثر کاربرد نادرست سیستم های مصرف آب، تخریب خاک تشدید می گردد که از دست رفتن ۲۰ درصد قابلیت تولید محصول بر اثر تخریب و اتلاف خاک به خصوص در ۸ کشور آسیائی چین، هند، ایران، اسرائیل، اردن، لبنان، نپال و پاکستان از پیامدهای آن است (Dregne,1990). بر اثر استفاده نامناسب از سیستم های آبیاری حدود ۱/۵ بیلیون مگا گرم ($۱۰^{۶}$ گرم) خاک فوقانی شستشو شده و هدر می رود (Ahlander,1994; Allison,1996).

یکی دیگر از این عوامل، شور شدن خاک است که به عنوان مشکل جدی شمرده شده و از مصرف نامعقول کودها تولید می شود که نیاز به طرح ریزی دقیق کوددهی دارد و حدود $۱/۷\times۱۰^{۶}$ هکتار از زمین های آبی ایران در معرض شور شدن قرار گرفته اند (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ – تخریب خاک در کشورهای جهان سوم (Oldeman, 1994)

(ارقام زیر ضریبی از 10^6 هکتار می باشند).

منطقه	فرسایش آبی	فرسایش بادی	تخریب شیمیائی	تخریب فیزیکی	کل
افریقا	۲۲۷/۳	۱۸۷/۸	۵۹/۳	۱۹/۸	۴۹۴/۲
آسیا	۴۳۵/۲	۲۲۴/۱	۷۴/۷	۱۵	۷۴۷
آمریکای مرکزی و مکزیک	۴۶/۵	۴/۴	۶/۹	۵	۶۲/۸
امریکای جنوبی	۱۲۴/۱	۴۱/۴	۷۰/۶	۷/۳	۲۳۴/۴
کل	۸۳۱/۱	۴۵۷/۷	۲۱۱/۵	۴۷/۱	۱۵۳۸/۴
کل جهان	۱۱۰۰	۵۵۰	۲۳۵/۸	۷۸/۶	۱۹۶۴/۴
درصد از کل جهان	۷۵/۶	۸۳/۲	۸۹/۷	۵۹/۹	۷۸/۳

جدول ۳ – میزان زمین های آبی تخریب شده ناشی از شوری بر اثر مصرف نامعقول کودها در برخی از کشورهای در حال توسعه (ارقام ضرائبی از 10^6 هکتار می باشند).

کشور	هند	چین	پاکستان		مکزیک	تایلند	ازبکستان	مصر	بنگلادش	رومانی	افغانستان	ترکمنستان	تاجیکستان
زمین تخریب شده بر اثر شوری	۷	۶/۷	۴/۲	۱	۱/۶	۱/۵	۲/۴	۰/۹	۱/۳	۰/۳	۱/۳	۱/۱	۰/۳

بیابان زائی از دیگر عواملی است که بر اثر تخریب و هدررفت خاک در مناطق خشک و نیمه خشک که کشورمان نیز جزو آن ها محسوب شده رخ داده و یک مشکل جدی در کشورهای در حال توسعه شمرده می شود (Dregne,1990). از ۳/۶ بیلیون هکتار زمین های در معرض بیابانی شدن، اتلاف خاک به میزان ۲۵۹ مگا هکتار در مناطق بدون پوشش گیاهی، ۷۸۷ مگاهکتار در مناطق با پوشش گیاهی و ۲۵۷۶ مگاهکتار در اراضی مرتعی رخ داده است و تخریب و هدررفت خاک در مناطق خشک بر اثر فرسایش آبی حدود ۴۷۸ مگاهکتار، بر اثر فرسایش بادی ۵۱۳ مگاهکتار، فرایندهای شیمیائی ۱۱۱ مگاهکتار و فرایندهای فیزیکی ۳۵ مگاهکتار بوده است (Oldeman,1994) (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

۷۱ درصد از مناطق خشک آسیا در معرض بیابانی شدن قرار دارند که ۷۶ درصد از مراتع، ۵۶ درصد از زمین های خشک آبی و ۳۵ درصد از زمین های آبی را در بردارد (Dregne, 1995).

یکی دیگر از پیامدهای تخریب خاک، افزایش غلظت گازهای گلخانه ای (N2O, CH4, CO2) به اتمسفر و گرم شدن جهانی هوا می باشد (جدول ۵). منابع خاک در مقایسه با ۶ پتا گرم کربن در هر سال (۱ پتاگرم= $۱۰^{۱۵}$ گرم =۱ بیلیون تن) که از احتراق سوخت های فسیلی حاصل می شود، حدود ۲ پتا گرم کربن در هر سال به اتمسفر می فرستند (IPCC, 1995) و خاک به عنوان منبع اصلی افزایش CO2 اتمسفری بر اثر فعالیت های ناپایدار کشاورزی محسوب می شود. در سال های ۱۹۹۸-۱۸۰۰، از کل میزان کربن منتشرشده به اتمسفر حدود pg ۲۵ در نتیجه فرسایش و pg ۵۵ در نتیجه شخم و کشت و زرع بوده که برای کل خاک این رقم خروجی به اتمسفر حدود pg ۸۰ برآورد شده

جدول ۴ – گسترش مناطق بیابانی بر اساس برآوردهای UNEP (1991) و Glasod (1998) (Lal, 2000).

Glasod (1998)		UNEP (1991)	
مساحت ($۱۰^{۶}$ هکتار)	**نوع تخریب خاک**	**مساحت ($۱۰^{۶}$ هکتار)**	**نوع زمین تخریب شده**
۴۷۸	فرسایش آبی	۴۳	زمین های آبی
۵۱۳	فرسایش بادی	۲۱۶	زمین های زراعی آبی
۱۱۱	تخریب شیمیائی	۷۵۷	مراتع (خاک و پوشش گیاهی)
۳۵	تخریب فیزیکی	۱۰۱۶	کل زیر مجموعه
۱۱۳۷	کل	۳۵۹۲	مراتع بدون پوشش گیاهی
۴۸۹	کم	۵۱۷۲	کل زمین های تخریب شده
۵۰۹	متوسط		
۱۳۹	شدید		
۱۱۳۷	کل	۶۹/۵	درصد تخریب

است. هدررفت کربن از خاک بر اثر سایر عوامل مخرب چون فرسایش، شورشدن، اسیدی شدن، بیابانی شدن و... نیز تشدید می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ - انتشار کربن از خاک های مناطق گرمسیری(IPCC, 1995)

(ارقام بصورت میانگین و اعداد داخل پرانتز دامنه تغییرات می باشد)

فعالیت کشاورزی	نسبت انتشار (ترا گرم کربن در هر سال = 10^{12} گرم کربن در هر سال)
جنگل زدائی و تغییر کاربری زمین به کشاورزی	۱۶۰ (۹۳- ۲۲۷)
کاربری های فرساینده زمین	۶۳ (۳۸ – ۹۲)
مراتع	۹۲ (۵۵ – ۱۳۳)
مزارع برنج	۰/۱ (۰/۰۵ – ۰/۱۳)
خاک های تولید کننده زغال سنگ	۲ (۱/۵ – ۳)
کل	۵۰۵ (۳۰۰ – ۷۳۲)

پیشنهادات به منظور جلوگیری از اتلاف منابع خاک

به منظور مدیریت پایدار منابع خاک و جلوگیری از اتلاف آن دو استراتژی وجود دارد:

۱ – احیاء خاک ها و اکوسیستم های تخریب شده ۲– تکنولوژی های کشاورزی سازگار و بهسازی آن ها.

اهداف مهم از ارائه این گونه استراتژی ها عبارتند از:

الف – افزایش تامین مواد غذائی مورد نیاز جمعیت جهان با توجه به مدیریت منابع خاک از طریق احیاء خاک های تخریب شده و در صورت لزوم تبدیل پایدار اکوسیستم های طبیعی به کاربری های کشاورزی

ب – افزایش محصول و تراکم آن در هر هکتار زمین

ج – جایگزینی واریته های کم محصول با واریته های پرمحصول

د – کاهش زایدات برداشت شده و بر جای مانده از محصول

ه – استفاده بهینه از منابع خاک و جلوگیری از اتلاف آن

برخی راهکارهای عملی به منظور پیشگیری از اتلاف منابع خاک به عنوان سرمایه ملی عبارتند از:

Archive of SID

www.SID.ir

۲- زراعت حفاظتی یا بدون کشت و زرع با استفاده از بقایای گیاهی قابل برگشت محصولات مانند مالچ یا بکارگیری شخم های حفاظتی سازگار با نوع محصولات کشاورزی و استفاده از گردش های زراعی محصول و...

۳- استفاده معقولانه از کودها و مدیریت تلفیقی مواد مغذی بر اساس ظرفیت برد خاک به منظور تولید مواد غذائی و توسعه روش های بیولوژیک مرتبط با آن مانند کمپوست کودهای گیاهی، کاشت محصولات مختلط و...

۴- توجه به حفاظت آب، برداشت آب و چرخه بازیابی آن، آبیاری قطره ای، کشاورزی آبی، نیمه آبی و مدیریت سفره آب های زیرزمینی با در نظر گرفتن حداقل هدررفت در میزان آب

۵- بهبود سیستم های تولیدی – زراعی از طریق توسعه بیوتکنولوژی با توجه به سرعت بالای کاهش سرانه زمین و محدودیت منابع خاک، سوء تغذیه و نیازهای جهانی غذا با هدف ازدیاد تولید واریته های محصولات کشاورزی.

۶- مدیریت حوزه آبخیز از طریق کنترل مناطق حساس و فرسایش پذیر و رتبه بندی خاک های هر حوزه بر اساس میزان حساسیت و هدررفتگی آن و کنترل چرای بیش از حد مراتع و بهره برداری از مناطق جنگلی و ...

۷- احیاء اکوسیستم های تخریب شده مانند احیاء تالاب های شور، کنترل خاک های آلوده به زائدات صنعتی و ...

۸- توسعه تحقیقات علوم مرتبط با خاک و تلاش های محققان و سیاست گذاران در مقیاس های محلی، منطقه ای، ملی و بین المللی در ارتباط با حفظ خاک به عنوان سرمایه ملی و ...

نتیجه گیری

با این وجود و بر اساس برآوردهای صورت گرفته ارزش خاک حدود ۱۷/۱ تریلیون دلار در هر سال محاسبه شده که نقش بسیار مهمی در چرخه حیات کره زمین ایفا می کند (جدول ۶).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- برخی از ارزش های سرمایه ای منابع خاک در کره زمین (Blum, 1997).

قابلیت	ارزش سرمایه ای
بستر تفرج	۳ تریلیون دلار در هر سال
بستر چرخه مواد غذائی	۲/۳ تریلیون دلار در هر سال
تنظیم جریانات آبی و ذخیره آب	۲/۳ تریلیون دلار در هر سال
تعدیل آب و هوا	۱/۸ تریلیون دلار در هر سال
توازن گازهای اتمسفری	۰/۷ تریلیون دلار در هر سال

بنابراین، اجرای این قبیل راهکارها و مدیریت پایدار منابع خاک در توسعه اقتصادی کشور می تواند ضمن حفظ این گنجینه طبیعی و بی نظیر کشور از اتلاف آن نیز به عنوان سرمایه ملی جلوگیری نماید.

منابع

1- Ahlander, A. M. S. 1994. Environmental problems in the shortage economy. Edward Elgar, Hants, UK.
2- Allison,R. 1996. Challenges for the former soviet south, the Royal Institute for International affairs, London.
3- Blum, W. E. H. 1997. Basic concepts: degredation, resilience and rehabilitation. in methods for assessment of soil degredation .R.Lal, W. E. H. Blum, C.Valentin, and B.A.Stewart (eds.) RC, Boca Raton , l, Pp: 1-15.
4- Cassman,K.G., and P. L. pingali. 1995. Extrapolating trends from long-term experiments to farmer fields: the case of irrigated rice system in asia. in agricultural sustainability: economic, environmental an statistical consideration. V. Barnett, R. Payne, and R. Steiner (eds.) .J. wiley & Sons, chichester, Uk, pp: 63-84.
5- Daily,C., P. Dasyupta, B. Bolin,P.Crosson, J. D, Guerry, P.Ehrlich, C.Folke, A.M. jansson, N.kautsky, A.kinzig, s.levin, K. G. maler, P. Pinstrup Anderson, D. Sinisealco and B. Walker. 1998. Food production, population growth, and environment .Science 281: 1291-1292.
6- Dregne, H.E. 1990. Erosion and soil productivity in Africa J. Soil water conserve. 45: 432-436.
7- IPCC. 1995. Climate change 1994: radiative forcing of climate change and an evaluation on the IPCC IS92 Emission Scenarios .J.T.Houghton, L. G. Meir filho, J. Bruce, H. Lee, B. A. Callander, E. Haites, N. Harris, and K. Maskell. Intergovernmental panel on climate change. cambridge university press.cambridge, Uk.

Archive of SID

www.SID.ir

8- Lal, R.2000. Soil management in the developing countries, soil science, Vol.165, No.1: 57-2.
9- Lal, R.2000. A modest proposal for the year 2001: we can control greenhouse gases and feed the world… with proper soil management, journal of soil and water conservation, Vol.55,no. 4: 429-433.
10- Oldeman,L.R. 1994. The global extent of soil degredation. pp 99 – 110. in: d.J. Greenland and Izaboics (eds). soil resilience and sustainable land use. wallingford: CAB International.

Archive of SID

www.SID.ir