

خاک: اساس کشاورزی

در طول تاریخ بشر، نزدیکی ما با خاک حاصلخیز، تواناییمان را نسبت به کشت گیاهان تحت تاثیر قرارداده است و روی موفقیت تمدن ها اثر گذاشته است. این رابطه بین انسان، خاک و منابع غذا تصدیق میکند که خاک اساس و بنیاد کشاورزی است.



جامعه بشری با استفاده از منابع سیاره خود بطور منحصربفرد، به گونه ای خلاقانه و مولد موجب پیشرفت، تکامل انسان و پایداری جوامع جهانی شده است. در بین این منابع، خاک و آب به انسان این توانایی را داده است که غذا را از طریق کشاورزی برای امرارمعاش خود فراهم کند.

با بررسی پیوند بین خاک و کشاورزی در این مقاله به (۱) گذار از مرحله شکار-جمع آوری به مرحله جوامع (کشاورزی ۲) عمده ترین خصوصیات خاک که منجر به حاصلخیزی میشود (۳) اثرات کشاورزی فشرده بر تخریب خاک (۴) مفاهیم اساسی کشاورزی پایدار و مدیریت خاک بخواهیم پرداخت. این موضوعات برای روشن کردن نقش های مهم خاک در جوامع بشری وابسته به کشاورزی مورد بررسی قرارخواهندگرفت.

کشاورزی و جامعه بشری

استفاده و مدیریت منابع خاکی و آبی، تمدن های بشری را شکل داده است که از نظر پیشرفت، پایداری، زوال و بازآفرینی وابسته به کشاورزی هستند (هارلان ۱۹۹۲، هیلل ۱۹۹۲). خاک و آب منابع طبیعی اساسی برای سیستم های تولید غذا از نوع گیاهی و حیوانی (اهلی) هستند. اگرچه امروزه کشاورزی اهمیت اساسی دارد، کشاورزی به نوآوری های بشری که ۱۰ هزار تا ۱۲ هزار سال قبل در طول انقلاب کشاورزی به سرعت در جهان گسترش یافته اند مرتبط است. (Diamond ۱۹۹۹, Price & Gebauer ۲۰۰۷, ۱۹۹۵, Smith ۱۹۹۵), این مدت کوتاه، اما بشدت قابل توجه، کمتر از ۰/۳٪ بیشتر از چهار میلیون سال از تکامل بشر بعنوان انسان دو پا و هموساپینس را بخود اختصاص داده است. در جوامع مبتنی بر کشاورزی در طول ده هزار سال، انسان تمدن های شهری و پیچیده ای را توسعه داده است که طی پیچیدگی های روزافزون، دستاوردهای تحسین برانگیز، پایداری هزار ساله و در برخی موارد افول را تجربه کرده اند (Trigger ۲۰۰۳). در بسیاری از موارد، تمدن های تحت تنش و افول با فرهنگ های پیچیده مشابه سازگار گردیده یا دوباره پدید آمده است (شوارتز و نیکلز ۲۰۰۶). در طی این نوسانات، ما به گروه کوچکی از گیاهان و حیوانات و سیستم های یکپارچه ی خاک-آب که برای تولید محصول ضروری هستند برای تهیه غذا وابسته باقی ماندیم. شکی

نیست که زندگی مدرن جوامع بشری به حدی توسعه یافته که ما نمی توانیم بدون کشاورزی به حیات خود ادامه دهیم. واضح است که کشاورزی به زندگی مدرن ما تداوم و معنا میبخشد اما اغلب در اکوسیستم های طبیعی اختلال ایجاد میکند. این امر به ویژه در مورد جمعیت های گیاهی، حیوانی، سیستم های خاکی و منابع آبی صدق میکند. درک، ارزیابی و تعادل در برابر مزایا و مضرات کشاورزی در مورد منابع آب و خاک از وظایف اساسی و از تلاش های انسان برای حفظ و بهبود رفاه بشر است. چنین آگاهی بر پدیدآمدن اصول اخلاقی پایدار و مسئولیت پذیری ما در قبال جوامع انسانی و اکوسیستم های آینده تاثیرمیگذارد.

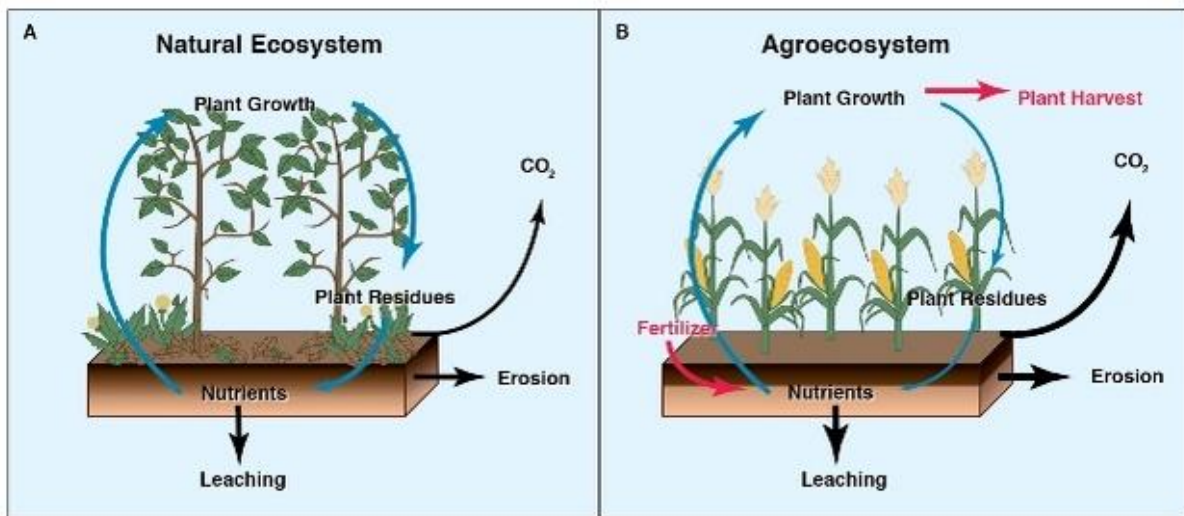
اگرچه کشاورزی برای تهیه غذا و پایداری جوامع پیچیده ضروریست، تقریباً تمام تحولات انسان در گروه های اجتماعی کوچک، متحرک، مبتنی بر خویشاوندی مانند گروه ها و قبایل اتفاق افتاده است (Diamond ۱۹۹۹, Johanson & Edgar ۲۰۰۶). قبل از اینکه ما یکجانشین و وابسته به کشاورزی شویم، به طور وسیعی وابسته به گیاهان وحشی و حیوانات برای تولید غذا بدون مدیریت خاک و منابع آبی بودیم. تکامل اجتماعی ما زمانیکه تکامل کشاورزی و تکامل بیولوژیکی اتفاق افتاد به صورت هم افزا شتاب گرفت. از زمانیکه ما به گیاهان و حیوانات اهلی وابسته شدیم به طور هدفمند در سیستم های آبی-خاکی مدیریت شده به کشاورزی پرداختیم.

حاصلخیزی خاک و رشد محصول

استفاده از آتش برای جنگل زدایی و از بین بردن حیوانات وحشی از اولین زمینه های پیدایش تکامل انسان بود که روی محیط تاثیر می گذاشت. با سوزاندن گیاهان بومی، انسان های اولیه قادر بودند تا برای علف خواران در مناطق ساوانا و نزدیک جنگل چراگاه تهیه کنند و رشد گیاهان ناخواسته را برای آسان تر ساختن تهیه علوفه سرکوب نمایند (Pyne ۲۰۰۱, Wrangham ۲۰۰۹). این عوامل و فاکتورهای دیگر (مثل تولید چراگاه، تغییرات اقلیمی، گسترش و کشت گیاهان دلخواه) به زمینه سازی برای انقلاب کشاورزی کمک کرد و تغییر چشمگیری در تعامل بین انسان و زمین ایجاد میکند. گذر از مرحله شکار-جمع آوری به جوامع کشاورزی به شدت روند تاریخی زندگی بشر را تغییر داد و چرخه ی مواد مغذی خاک را بطور غیرقابل برگشتی دگرگون ساخت. وقتی بشر اولین بذر را در دوره نوسنگی درون خاک کاشت، خاک مواد مغذی ضروری گیاه را تامین نمود و تبدیل به پایه و اساس کشاورزی انسان شد.

عناصر مغذی گیاهان

در طی تاریخ بشر، چرخه طبیعی عناصر مغذی بین خاک و گیاه و حیوانات وجود داشت تغییر یافت این چرخه در ابتدا با تجزیه بیوماس به خاک شروع میشد. این چرخه به حفظ مواد مغذی مورد نیاز گیاه برای رشد در خاک کمک میکرد. چرخه های پیچیده عناصر مغذی طیف وسیعی از فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و مهمتر از همه بیولوژیکی را برای ردیابی سرنوشت عناصر مغذی ویژه (مثل N, P, C, S) در محیط شامل میشوند. برای تجزیه و تحلیل دقیق این چرخه ها، مراجع دیگری نیز وجود دارد (Bernhard ۲۰۱۰, Brady & Weil ۲۰۰۸, Troeh & Thompson ۱۹۹۳). در این مقاله یک نسخه ساده شده از چرخه عناصر مغذی در طبیعت و سیستم های کشاورزی در شکل یک آورده شده است.



شکل یک: شکل ساده شده چرخه عناصر غذایی برای یک اکوسیستم طبیعی (a) و یک سیستم کشاورزی (b) ضخامت پیکان با مقادیر نسبی مطابقت دارد. پیکان آبی مسیر اولیه موادمغذی مانند جذب توسط گیاه، تجزیه زیست توده و بازگشت عناصر مغذی به خاک را نشان میدهد. در اکرواکوسیستم ها کود (مثل: کود حیوانی، کمپوست و کودهای شیمیایی) بکار برده میشود و عناصر مغذی هنگام برداشت محصول حذف میشوند (عناصر از خاک جدا گردیده و با برداشت محصول در واقع از خاک حذف میشوند) (پیکان قرمز). شست و شوی بالقوه خاک (مثل شست و شوی نیترات)، فرسایش (مثل فرسایش خاک یا فسفر) و انتشار کربنیک اسید در اکرواکوسیستم با پیکان ضخیم مشکی نشان داده شده است.

به طور کلی پذیرفته شده است که ۱۷ عنصر برای رشد گیاه لازم و ضروری هستند (Troeh & Thompson ۱۹۹۳). فقدان هریک از این عناصر حیاتی که در جدول ۱ آورده شده می تواند منجر به کاهش شدید عملکرد محصول گردد این مثالی از اصل عوامل محدودکننده (بشکه لیبیگ) است. از میان عناصر معدنی ماکرومغذی های اولیه (K و N, P) به مقدار زیاد باید در دسترس گیاه قرار گیرند اغلب خاک های کشاورزی با کمبود این عناصر مواجهند. ماکرومغذی های ثانویه به میزان کمتری (نسبت به ماکرومغذی های اولیه) برای گیاه مورد نیاز هستند که معمولا به مقدار کافی در خاکها وجود دارند و بنابراین به عنوان عامل محدودکننده برای رشد گیاه تلقی نمیشوند. میکرومغذی ها که گاهی به آنها عناصر کمیاب هم میگویند به مقدار بسیار کمی برای گیاه لازم هستند و اگر به وفور در اختیار گیاه قرار گیرند می توانند سمیت ایجاد کنند. سیلیکون (Si) و سدیم (Na) گاهی بعنوان عناصر مورد نیاز گیاه طبقه بندی میشوند اما چون به میزان زیاد در خاک وجود دارند در خاک مقدار این دو عنصر کم نیست. (Epstein ۱۹۹۴, Subbarao et al. ۲۰۰۳).

Essential plant element	Symbol	Primary form
<i>Non-Mineral Elements</i>		
Carbon	C	CO ₂ (g)
Hydrogen	H	H ₂ O (l), H ⁺

عناصر معدنی	اکسیژن	O	H ₂ O (l), O ₂ (g)
ماکرو مغذی های اولیه	نیتروژن	N	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻
	فسفر	P	HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻
	پتاسیم	K	K ⁺
ماکرو مغذی های ثانویه	کلسیم	Ca	Ca ²⁺
	منیزیم	Mg	Mg ²⁺
	گوگرد	S	SO ₄ ²⁻
	آهن	Fe	Fe ³⁺ , Fe ²⁺
	منگنز	Mn	Mn ²⁺
	روی	Zn	Zn ²⁺
میکرو مغذی ها	مس	Cu	Cu ²⁺
	بر	B	B(OH) ₃
	مولیبدن	Mo	MoO ₄ ²⁻
	کلر	Cl	Cl ⁻
	نیکل	Ni	Ni ²⁺

Table 1: Essential plant nutrient elements and their primary form utilized by plants.

جدول ۱: عناصر ضروری برای گیاه و دسته بندی آنها

کشاورزی باعث ایجاد تغییر در چرخه طبیعی عناصر مغذی در خاک شده است. کشاورزی متراکم و برداشت محصولات برای مصارف انسانی و حیوانی (دامی) میتواند به طور موثری خاک را از مواد مغذی تهی سازد. برای حفظ حاصلخیزی خاک به منظور اکتساب عملکرد بالا، معمولا افزودن کود و مواد اصلاحی خاک مورد نیاز خواهد بود. انسان های اولیه یاد گرفته بودند که مزارع خود را برای افزایش حاصلخیزی با افزودن کودهای حیوانی، مواد پوسیده، خاکستر و آهک (CaCO₃) اصلاح کنند. امروزه کشاورزان مواد اصلاحی زیادی را به خاک اضافه میکنند تا حاصلخیزی خاک را افزایش دهند این مواد شامل کودهای شیمیایی غیرارگانیک و مواد آلی مغذی مانند کود حیوانی و کمپوست هستند که اغلب منجر به ازدیاد ماکرو مغذی های اولیه میشود. کارایی کاربرد کود و استفاده آن توسط گیاه همیشه بطور بهینه نیست و عناصر مغذی مازاد مخصوصا N و P توسط رواناب های سطحی و شستشویافته از زمین های کشاورزی منتقل شده و آب های سطحی و زیرزمینی را آلوده میسازند (ماس ۲۰۰۸، شارپلی و همکاران ۲۰۰۲).

خاک های کشاورزی

با اینکه از خاک به عنوان بستر حاصلخیز یاد میشود اما همه خاک ها برای کشت محصول مناسب نیستند. خاک های ایده آل برای کشاورزی باید از نظر ترکیبات معدنی (شن و ماسه: ۰/۰۵-۲ میلی متر، سیلت: ۰/۰۵-۰/۰۲ میلی متر، خاک رس: >۰/۰۰۲ میلی متر) و مواد آلی خاک (SOM)، آب و هوا در تعادل باشند. تعادل بین اجزای خاک باعث نگهداری و زهکش مناسب آب، حضور اکسیژن در منطقه ریشه، دسترسی به عناصر مغذی برای تسهیل رشد میشود و حمایت فیزیکی برای پایداری گیاه در خاک ایجاد میکند. توزیع این

اجزا در خاک تحت تاثیر ۵ عامل تشکیل دهنده خاک است: سنگ مادر، زمان، اقلیم، ارگانیزم ها و توپوگرافی (Jenny ۱۹۴۱). هرکدام از این عوامل که باهم همپوشانی دارند نقش مستقیمی در کیفیت خاک (برای کشاورزی) دارند.

اجزای معدنی خاک

هریک از عناصر معدنی به بهبود شرایط فیزیکی و حاصلخیزی خاک کمک میکنند. خاک هایی با بافت لومی معمولاً بعنوان بافت های متوسط دارای ترکیبات شن و ماسه و رس شناخته میشوند. خاک هایی با بافت متوسط اغلب برای کشاورزی ایده آل هستند چون براحتی توسط کشاورزان تحت کشت قرارمیگیرند و برای رشد محصول بسیار مثمرهستند. اجزای معدنی خاک ممکن است بصورت ذرات مجزا در خاک قرارداشته باشند اما معمولاً با یکدیگر تعامل ایجاد میکنند و در اجتماع بزرگتری که ساختار خاک را فراهم میکند کنارهم قرار میگیرند. این توده ها یا پدها نقش مهمی در حرکت آب و هوا درخاک دارند. خاک های شنی دارای منافذ بزرگی هستند که زهکشی آب را افزایش میدهد اما مواد مغذی در این خاک ها اوصولا کمتر است. از طرف دیگر خاک های غنی از رس ظرفیت نگهداری آب بالایی دارند و مواد مغذی ضروری در این نوع خاک ها بیشتر است. یکی از معیارهای حاصلخیزی خاک اندازه گیری ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) است. CEC معیاری برای توانایی خاک در تبادل یون های مثبت خاک با ذرات و محلول های اطراف این اجزا میباشد.

حتی وقتیکه درصد رس خاک کم باشد به دلیل مساحت سطح بالا، ذرات رس میتوانند تاثیر زیادی روی خصوصیات خاک (مانند CEC، ساختار، ظرفیت نگهداری آب) داشته باشند. ذرات رس ذرات کلوئیدی هستند که مساحت سطحی دارای بار زیادی دارند که به آنها این توانایی را می دهد به بسیاری از مواد مغذی ضروری برای گیاه متصل شوند. فراوانترین ذرات رس در خاکها، گروه آلومینوسیلیکات های نوع لایه ای هستند (Spósito ۲۰۰۸) که معمولاً دارای بار منفی دائمی با CEC بالا میباشند. ذرات رس دارای بار مثبت که به آنیون ها متصل میشوند دارای بار وابسته به اسیدیته میباشند. فراوانترین نوع این ذرات آنیونی خاک آهن (Fe)، آلومینیوم (Al) و منگنز (Mn) هیدروکسید هستند (Schulze ۱۹۸۹).

ماده آلی خاک (SOM)

ماده آلی خاک شامل بقایای کامل یا جزئی تجزیه شده ی بیوماس موجود در خاک است. ماده آلی به بخش بالایی خاک رنگ مشکی و بویی قوی میبخشد که باغداران و کشاورزان زمین های چمنی با این بو آشنا هستند. خاک سطحی تقریباً ۱ تا ۶ درصد ماده آلی دارد با افزایش عمق ماده آلی خاک کاهش می یابد (Brady & Weil ۲۰۰۲). دشت های بزرگ آمریکای شمالی و Bread Basket دراروپا از مولدترین خاک های کشاورزی درجهان هستند چون این دشت ها در زیر پوشش علفزار قراردارند که بیوماس ریشه و مواد حاصل از تجزیه آن منجر به تشکیل ماده آلی در خاک میشود. شکل دو یک عکس از خاک غنی از مواد آلی است (مولیسول) که در زیر پوشش گیاهی چمنزار در ایالات متحده آمریکا است. لایه ضخیم و تیره ی بالایی در این خاک نشان دهنده ماده آلی بالای این خاک است. حضور ماده آلی برای حاصلخیزی خاک ضروری است زیرا مواد مغذی حیاتی برای گیاه فراهم میسازد و به طور موثری ساختار خاک را بهبود میبخشد، اسیدیته خاک را تعدیل (بافر) میکند و ظرفیت نگهداری آب و هوا را افزایش میدهد. حضور ماده آلی خاک، گروه های

یونی (مثل کربوکسیل، الکل / فنول، انول، کوئنون، آمین) باعث افزایش بار ماده آلی خاک میشوند و CEC و ظرفیت بافرسازی اسیدیته را بالا میبرند.



شکل ۲: تصویر خاک مولیسول که افق تاریک و ضخیمی را با محتوای مواد آلی بالا نشان می دهد.

عکس از USDA

اسیدیته (pH) خاک

اسیدیته معمولا بعنوان متغیر اصلی خاک شناخته میشود، اسیدیته طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی را کنترل میکند اسیدیته روی حاصلخیزی خاک و رشد گیاه موثر است. اسیدیته خاک

نشانگر میزان اسیدی/قلیایی بودن خاک است و به طور معنی داری روی دسترس بودن عناصر مغذی، فعالیت میکروبی و حتی پایداری کلوخه های خاک اثر دارد. در pH کم، عناصر مغذی ضروری (مثل N، P، K، Ca، Mg و S) در مقایسه با (دسترسی زیستی در اسیدیه پایین کمتر است) اسیدیته بالا (نزدیک ۷) کمتر دسترس هستند و ریزمغذی های اصلی (مثل Fe، Zn، Mn) در اسیدیته کم (۵-۶) بیشتر به حالت محلول درمی آیند و بطور بالقوه برای گیاه سمیت ایجاد میکنند (Brady & Weil ۲۰۰۸). سمیت آلومینیوم یک مشکل شایع برای رشد گیاه در اسیدیته کم (کمتر از ۵/۵) است. معمولا مقادیر ۶ تا ۷/۵ برای رشد گیاه مطلوب است، اگرچه در pH های اسیدی تر یا قلیایی تر برخی از گونه های خاص گیاهی متحمل هستند یا ترجیح آنها به این شرایط است. نگهداری رنج اسیدیته مطلوب خاک برای رشد گیاه ضروری است. ماده آلی و معدنی و رس به حفظ محدوده مطلوب اسیدیته گیاه کمک میکنند (Havlin et al. ۲۰۰۵). در مواردی که اسیدیته خارج از محدوده مطلوب باشد از طریق کاربرد آهک (یکی از روش های اصلاح خاک) خاک را اصلاح میکنند. مواد دیگری همچون آمونیوم سولفات، آهن سولفات یا گوگرد نیز برای کاهش اسیدیته خاک بکار میروند.

تخریب خاک و تولید محصول

خاک از سنگ مادر طی فرآیندهای مختلف شیمیایی و فیزیکی و هوازدگی تشکیل میشود و ماده آلی خاک با خاک طی تجزیه بقایای گیاهی و بیوماس ترکیب میشود. اگرچه این فرآیندهای طبیعی خاکسازای خاک را دوباره بازسازی میکنند اما سرعت تشکیل خاک خیلی کم است. به همین دلیل، خاک باید بعنوان منبع تجدیدناپذیر در نظر گرفته شود تا برای نسل های بعدی هم محفوظ بماند. تعیین سرعت تشکیل خاک دشوار است و بسیار متغیر است بر اساس ۵ فاکتور تعیین میشود. دانشمندان محاسبه نمودند که ۰/۲۵ تا ۰/۱۲۵ میلیمتر خاک طی فرآیند تشکیل خاک در یک سال ساخته میشود (Montgomery ۱۹۸۴، Lal ۲۰۰۷، Pimentel et al. ۱۹۸۷، Wakatsuki & Rasyidin ۱۹۹۲). به دلیل اینکه برای تشکیل خاک جدید به زمان زیادی لازم است پس باید فرآیندهای کشاورزی به بهترین شکل ممکن مدیریت شوند (best management BMPs:practices) تا فرسایش خاک صورت نگیرد. معمولا لایه های سطحی غنی از مواد مغذی و آلی که برای گیاه بسیار سودمند هستند به سرعت فرسایش می یابد. از این رو اولین پی آمد فرسایش کاهش عملکرد محصول است چراکه باروری خاک را کاهش میدهد. فرسایش خاک همچنین با ته نشین شدن مواد رسوبی، عناصر مغذی و مواد شیمیایی حاصل از فرسایش خاک باعث آلودگی نهرها و جویبار ها میشود و تاثیرات منفی فزاینده ای ایجاد میکند.

از نظر تاریخی، کشاورزی مرسوم باعث شتاب گرفتن فرسایش خاک میشود به طوریکه سرعت فرسایش خاک از سرعت تشکیل خاک سبقت میگیرد (جدول ۲). فرسایش اغلب با عملیتهای کشاورزی که خاک را بدون پوشش کافی رها میکنند (بدون پوشش گیاهی و بقایا) تسریع میشود بنابراین در معرض فرسایش آبی (فرسایش با برخورد قطرات آب به خاک و از طریق تشکیل رواناب) و فرسایش بادی قرار میگیرند (Singer & Munns ۲۰۰۶). در طی تاریخ بشر فرسایش خاک بر توانایی جوامع در تولید غذای کافی تاثیر گذاشته است. از نمونه های تلخ این امر را در سیلت تشکیل شده در بستر رودخانه های بین النهرین میتوان دید که آبیاری را مشکل کرده است (Hillel ۱۹۹۲) نمونه دیگر گردو غبار ایالات متحده در دهه ۱۹۳۰ است که خشکسالی ویرانگر باعث افزایش فرسایش بادی شد و خاک حاصلخیز سطحی را از غرب میانه صدها کیلومتر دورتر تا

واشنگتن دی سی آورد (Montgomery ۲۰۰۷). شکل ۳ یک عکس خیره کننده است که اثرات مخرب فرسایش شدید بادی را نشان میدهد. گردوغبار حاصل از فرسایش خاک در جوامع آمریکایی به یک ضرورت مهم در زمینه آگاهی عمومی در دهه ۱۹۳۰ مبدل گردید و همچنان امروزه نیز بعنوان یک اولویت اصلی باقی مانده است.

ترجمه جدول:

نوع اندازه گیری	n ساینمونه	*سرعت متوسط فرسایش (mm/yr)	†اندازه خالص تشکیل خاک (mm/yr)
کشت مرسوم	448	1.54 (0.32)*	-1.52 to -1.42
کشت حفاظتی	47	0.082 (0.022)	-0.057 to +0.043
پوشش گیاهی بومی	65	0.013 (0.016)	+0.012 to +0.112
زمین شناسی	925	0.029 (0.029)	-4.00 x 10 ⁻³ to +0.096

*مقادیر ثبت شده (مونتگمری ۲۰۰۷)

نرخ خالص تشکیل خاک با استفاده از مقادیر ثبت شده برای میزان تشکیل ۰/۲۵ تا ۰/۱۲۵ میلیمتر خاک در سال ارزیابی شده است. .

اعداد داخل پرانتز نمایانگر خطای استاندارد میانگین هاست.
جدول ۲: میزان فرسایش خاک و سرعت خالص تشکیل خاک در اراضی مختلف



شکل ۳: دالاس ، داکوتای جنوبی: تجهیزات و تراکتور های مزرعه که توسط خاک منتقل شده با باد مدفون شده اند (۱۳ مه ۱۹۳۶).

عکس از USDA

امروزه، زمین های کشاورزی در برابر نیروهای طبیعی (مثل: حرکت آب، وزش باد، شدت دما) که باعث فرسایش خاک میشوند مصون نیستند. شکل ۴ اثرات شدید رواناب های سطحی را روی هدررفت خاک در شمالغربی ایالات متحده نشان میدهد. بهترین شیوه های مدیریتی کشاورزی (BMPs) و کشت حفاظتی، سرعت هدررفت خاک را تقریباً برابر با سرعت تشکیل خاک تقلیل میدهد اگرچه هنوز هم نسبت به سیستم های طبیعی مقدارش زیاد است (جدول ۲). علاوه بر فرسایش خاک، کشت متراکم زمین ها منجر به جنگل زدایی، کمبود آب و افزایش سریع بیابان زایی در مناطق وسیعی از جهان شده است که همگی اینها پایداری سیستم های کشاورزی را تهدید میکنند.



شکل ۴: خسارت به مزارع کشاورزی واشنگتن (ایالات متحده) در اثر فرسایش آبی.

بدیهی است که برای حفظ و افزایش میزان تولید غذا، تلاش برای جلوگیری از تخریب خاک باید به اولویت اصلی جامعه جهانی مبدل گردد. مدل های فعلی جمعیت پیش بینی میکنند که جمعیت جهان در ۵۰ سال آینده ۸ تا ۱۰ میلیارد نفر (Bongaarts et al. ۲۰۰۹, Lutz et al. ۲۰۰۱) و تقاضا برای غذا دو برابر میشود (Alexandratos et al. ۱۹۹۹, Tilman et al. ۲۰۰۲). اگر مدیریت منابع خاکی باعث کم شدن حاصل خیزی خاک و مقدار تولید و زمین قابل کشت شود ما پایه های اساسی و ارزشمند کشاورزی پایدار را از دست خواهیم داد (Tilman ۱۹۹۹). کشاورزی پایدار روشی برای نزدیک شدن به کشاورزی است که اساس آن تولید غذا با حداقل تخریب اکوسیستم و منابع طبیعی استوار است. این رویکرد در کشاورزی میکوشد تا از منابع طبیعی از جمله خاک حفاظت کند و ضمن حفظ عدالت اجتماعی، سودآوری اقتصادی نیز داشته باشد (Brodt et al. ۲۰۱۱). مفهوم کشاورزی پایدار غالباً به غلط اینگونه معنی میشود که کودهای شیمیایی و آفت کش ها هرگز نباید مورد استفاده قرارگیرند. این تصور نادرست است زیرا کشاورزی پایدار باید از روش هایی استفاده کند که بهترین خدمات را برای سیستم های کشاورزی به ارمغان آورد و تولید غذای مستمر و طولانی را در مناطق کشاورزی فراهم کند. دیگر بیش از این نمیتوان تاکید کرد که کشاورزی و عملیات های کشاورزی پایدار نباید فقط تولید محصول و سودمندی را در نظر بگیرند بلکه باید استراتژی های مدیریت زمین برای کاهش فرسایش خاک و حفاظت منابع آب را نیز در نظر داشته باشند. با پذیرفتن تکنولوژی های مدرن روز، که توسط BMP ثابت شده و با یادگیری از گذشته، جامعه ما قادر خواهد بود تا از منابع خاک حفاظت کند و غذای کافی برای پاسخ گویی به جمعیت فعلی و آینده تولید نماید.