

شناخت خاک، شناخت زندگی

ترجمہ:

حبیب خداوردیلو

دانشگاه ارومیه

لیندبو، دبلیو. ال.

شناخت خاک شناخت زندگی / تالیف دیوید ال لیندبو و دب. آ کوزولوسکی و کلای رابینسون
حبیب خداوردیلو. - ارومیه، دانشگاه ارومیه، 1398.

ع، 320ص.: مصور، جدول، نمودار، (انتشارات دانشگاه ارومیه، 261).

شابک: 9786008681540

کتابنامه.

1- خاک شناسی. 2- خاک. الف کوزولوسکی، دب. آ. نویسنده همکار. ب. رابینسون، کلی،
همکار. ج. خداوردیلو، حبیب، مترجم. د. عنوان. ذ. فروست.
شماره ملی: 5598842--- رده کنگره: S، 591، 7ش9ل/، 1398.

عنوان: شناخت خاک شناخت زندگی

نویسنده: دیوید ال لیندبو و دب. آ کوزولوسکی و کلای رابینسون

مترجم: حبیب خداوردیلو

ناشر: دانشگاه ارومیه

سال نشر: 1398

شابک: 978-600-8681-54-0

آدرس: ارومیه، کیلومتر 11 جاده سرو - دانشگاه ارومیه- کتابخانه مرکزی- انتشارات، پاشازاده، تلفن: 32779930-

09141869427

فهرست مطالب

گفتار اول-شناخت خاک، شناخت زندگی

۱۴.....	اهمیت خاک برای انسان.....
۱۶.....	اهمیت خاک در محیط زیست.....
۱۸.....	چه مقدار خاک بر روی کره زمین داریم؟.....
۲۰.....	خاک چیست؟.....
Error! Bookmark not defined.	فرآیندهای اصلی خاک.....
Error! Bookmark not defined.	خاک و زیست بومها.....
Error! Bookmark not defined.	رشد جمعیت و خاک.....
Error! Bookmark not defined.	خلاصه.....

گفتار دوم -ویژگی های فیزیکی خاک و تشکیل خاک

Error! Bookmark not defined.	رنگ خاک.....
Error! Bookmark not defined.	بافت خاک.....
Error! Bookmark not defined.	ساختمان خاک.....
Error! Bookmark not defined.	پایایی خاک.....
Error! Bookmark not defined.	نیمرخ و افق های خاک.....
Error! Bookmark not defined.	جرم حجمی ظاهری.....
Error! Bookmark not defined.	آب و حرکت آب.....
Error! Bookmark not defined.	عمق تا اشباع فصلی.....
Error! Bookmark not defined.	گذرپذیری.....
Error! Bookmark not defined.	نفوذ.....
Error! Bookmark not defined.	مواد آلی خاک.....
Error! Bookmark not defined.	تشکیل خاک.....
Error! Bookmark not defined.	اقلیم.....
Error! Bookmark not defined.	خلاصه.....

گفتار سوم- زیست شناسی خاک: بخش زنده خاک

Error! Bookmark not defined.	موجودات زنده خاک.....
Error! Bookmark not defined.	حیات در روی خاک به حیات در درون خاک وابسته است.....
Error! Bookmark not defined.	کیفیت خاک و مدیریت خاک.....
Error! Bookmark not defined.	خلاصه.....

گفتار چهارم- ویژگی های شیمیایی خاک: حاصلخیزی خاک و مدیریت عناصر غذایی

Error! Bookmark not defined.	تأمین عناصر غذایی برای گیاهان و چرخه عناصر غذایی در خاک.....
------------------------------	--

Error! Bookmark not defined.تحرك عناصر غذایی در خاک
Error! Bookmark not defined.ویژگی های تاثیرگذار خاک بر تحویل عناصر غذایی به گیاهان
Error! Bookmark not defined.ارزیابی کمبود عناصر غذایی
Error! Bookmark not defined.مدیریت عناصر غذایی
Error! Bookmark not defined.خلاصه

گفتار پنجم- طبقه بندی خاک، شناسایی خاک و تفسیرهای خاک

Error! Bookmark not defined.طبقه بندی خاک
Error! Bookmark not defined.شناسایی و نقشه برداری خاک
Error! Bookmark not defined.تفسیرها
Error! Bookmark not defined.خلاصه

گفتار ششم- علوم زیست محیطی، حفاظت خاک و مدیریت کاربری اراضی

Error! Bookmark not defined.فرآیندهای طبیعی تاثیرگذار بر تخریب خاک
Error! Bookmark not defined.دامن زدن فعالیت های بشر به فرسایش خاک
Error! Bookmark not defined.خلاصه

گفتار هفتم- خاک و زیست بوم

Error! Bookmark not defined.جنگل
Error! Bookmark not defined.علفزارها
Error! Bookmark not defined.توندررا
Error! Bookmark not defined.بیابانها
Error! Bookmark not defined.درختچه زارها
Error! Bookmark not defined.زیست بوم های آبی/تالابها
Error! Bookmark not defined.خلاصه

گفتار هشتم- خاک و جامعه

Error! Bookmark not defined.خاک و فرهنگ بشر
Error! Bookmark not defined.خاک و سلامت انسان
Error! Bookmark not defined.چالش های فرا روی خاک: گذشته، حال و نیمنگاهی به آینده
Error! Bookmark not defined.آیا ما به اندازه کافی از اشتباهات گذشته عبرت گرفته ایم؟
Error! Bookmark not defined.خلاصه

گفتار نهم- مشاغل خاکشناسی: کنکاش کن، طرحی نو در انداز

Error! Bookmark not defined.خوب، حالا یک خاکشناس چه کار می کند؟
Error! Bookmark not defined.چه کسی یک خاکشناس را استخدام می کند؟
Error! Bookmark not defined.چه آموزش هایی باید ببینیم؟

آیا گواهی یا مدرکی برای خاکشناس بودن لازم است؟
مجموعه‌ای از ماجراجویی‌ها!
دانشمند مادام‌العمر!
زندگی پرهیجان من به عنوان یک خاکشناس
ز گهواره تا گور دانش بجوی!
چالش‌ها را در آغوش بگیر!
حل مشکلات، بهسازی اراضی
گفتار دهم - خلاصه و چشم‌اندازها

پیش‌گفتار مترجم

هر چند که هنوز جنبه‌های پرشماری از خاک، ناشناخته باقی مانده است، امروزه در مورد خاک دانش مناسبی داریم و مشکل اصلی ما ندانستن نیست، بلکه عمل نکردن است. کار ما شاید آن باشد که دانش موجود را به کار بندیم و عمل کنیم. خاک، اکنون بیش از هر زمان دیگری، نیاز به مراقبت دارد و زمان آن رسیده است که ضرورت حفاظت از خاک را به فرهنگی عمومی تبدیل کنیم. در این کتاب، بیش از هر چیز دیگری، تلاش شده است تا اهمیت خاک و ضرورت حفاظت از آن به زبانی ساده بیان گردد.

چندی پیش به مناسبت سال جهانی خاک (سال 2015 میلادی) مطلبی نوشتم که در نشریه صدا در دانشگاه ارومیه و بعدها در پایگاه خبری سلامت نیوز منتشر شد و در بخش فرهنگی-هنری پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران (شهریور ماه 1396- دانشگاه صنعتی اصفهان) به عنوان اثر برگزیده، لوح تقدیر دریافت نمود. دیدم این مطالب برای آغاز سخن از زبان مترجمی که ترجمه و نشر این اثر را بر خود وظیفه دانسته، تناسب خوبی دارد. در ادامه، این مطالب را آوردم که بگویم چرا من کتاب Know Soil, Know Life را ترجمه کرده‌ام: چون واقعاً بر این اعتقادم که خاک اهمیتی فوق‌العاده در زندگی ما دارد و در این باور که:

"بنی آدم سرشت از خاک دارند اگر خاکی نباشد، آدمی نیست"

با شیخ اجل سعدی نیکوگفتار، سخت هم‌رأی هستم.

من این پندار را به گونه‌ای دیگر نیز بیان می‌کنم که: "کیفیت زندگی ما به کیفیت خاک بستگی دارد". به طوری که اگر کیفیت خاک را بکاهیم از کیفیت زندگی ما کاسته می‌شود.

خاک، مهربان و بخشنده است و دوست خوبی است. اما اگر ما این دوستی را دانسته یا نادانسته به دشمنی بدل کنیم، خاک دشمنی سرسخت است و ما از این دشمنی سودی نخواهیم برد و در این جنگ خودساخته، بی‌گمان ما شکستی سخت خواهیم خورد. آیا این دشمنی و جنگ آغاز شده است؟ متأسفانه باید بگویم بلی! این جنگ را ما آغاز کرده‌ایم و دانشمندان و دانایان آشنا با خاک، نشانه‌های شکست ما را می‌بینند و تصویری هولناک از صحنه شکست نهایی ما و نابودی ما در این مبارزه ارایه کرده‌اند. آن نشانه‌ها و این تصویر، چنان وحشتی به پا کرده که برای متوقف کردن این رویارویی و آشتی دادن انسان با خاک، سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد (فائو)، سال 2015 میلادی را "سال جهانی خاک" و یک دهه با شروع از سال 2015 میلادی را به عنوان "دهه جهانی خاک" نامیده و همچنین روز پنجم دسامبر هر سال، "روز جهانی خاک" نام گرفته است. هدف از این نام‌گذاری‌ها، آشنا کردن عموم مردم با اهمیت خاک و جلب توجه عمومی به ضرورت حفظ خاک است.

به راستی، مفاهیم پیچیده و فنی دانش تا به شکلی ساده درنیابند و بر عموم مردم تاثیر نگذارند و به زندگی مردم راه نیابند چه ارزشی دارند؟ هدف از این نوشتار، معرفی ساده و عمومی جنبه‌هایی چند از اهمیت خاک است. باشد که دریابیم و از خاک حفاظت کنیم.

چرا خاک در زندگی ما انسان‌ها اهمیت دارد؟

نگرانم که شاید آنچه در ادامه می‌گویم چند از هزار اهمیت خاک در زندگی ما را بیان نکند، ولی بد نیست همه بدانیم که:

- سفره اصلی غذای ما خاک است. بیشتر آنچه که در سفره غذایمان می‌خوریم و می‌نوشیم، ریشه در خاک دارند. ما میوه‌ها و سبزی‌ها را قبل از خوردن می‌شوئیم. برنج را با وسواس پاک می‌کنیم. ظرف‌های غذا و دست‌هایمان را می‌شوئیم. سفره و میز غذا را به دقت پاک می‌کنیم. با این همه آیا می‌توانیم مطمئن باشیم که غذایمان پاک است؟

می‌گویند چیز نجس با شستن پاک می‌شود ولی عین نجاست را نمی‌توان با شستن پاک کرد. راستی اگر میوه‌ها و سبزی‌ها، نان، برنج، گوشت، شیر، آب و سایر غذاها و نوشیدنی‌های سفره ما از درون آلوده باشند، تکلیف چیست؟ اگر ما خاک را آلوده کنیم، این آلودگی مستقیماً از طریق گیاهان (مثل انواع میوه‌ها و سبزیجات، برنج و گندم) و به طور غیرمستقیم از طریق علوفه‌ای - که توسط دام مصرف می‌شود و گوشت و فرآورده‌های حیوانی را آلوده می‌کند - به بدن ما می‌رسد و موجب می‌گردد که طعام رنگارنگ سفره ما، ظاهری فریبنده و درونی آلوده داشته باشد. به جرأت می‌توان گفت بسیاری از بیماری‌های ما ریشه در خوراک ما دارند. ما در تغذیه خود به عناصری گوناگون از جمله آهن، کلسیم، روی، مس و غیره نیاز داریم تا زنده باشیم، شاداب باشیم، عصبی نباشیم، به خوبی بتوانیم فکر کنیم و هزار کار دیگر انجام دهیم. این عناصر در خاک هستند و با انتقال به گیاهان و دام نهایتاً به بدن ما می‌رسند. در عین حال، خاک می‌تواند در اثر بی‌ملاحظگی ما به عناصری سمی مانند سرب، کادمیم، آرسنیک و میکروب‌های بیماری‌زا آلوده شود و نهایتاً این سموم وارد بدن ما شوند و منشأ بسیاری از بیماری‌ها از جمله انواع سرطان باشند.

پس سفره اصلی غذای ما خاک است. بصیرت این است که اگر پاکیزگی را نشانه ایمان می‌دانیم باید مهم‌تر از دست‌های پاک و ظروف و میوه شسته، خاک را پاک نگه داریم. به راستی آیا غذاهای آلوده، از نظر شرعی حلال هستند؟

- ظرف اصلی آب ما، خاک است. آب گوارایی که از چشمه یا شیر آب و یا بطری‌های آب معدنی می‌نوشیم، در واقع در گذر از تصفیه‌خانه طبیعی خاک، پاک می‌شود و بدست ما می‌رسد. این حکمتی عجیب و آیه‌ای روشن برای شناخت خداست که از دل خاک و گل، آبی پاک روان می‌سازد. راستی اگر ما خاک را به انواع سموم و میکروب‌ها و غیره آلوده کنیم، شستن لیوان چه فایده‌ای دارد؟ برای نوشیدن آبی پاک و گوارا باید خاک را پاک نگه داریم.

- خاک مخزنی پرگنجایش و امن جهت نگهداری مطمئن آب برای ماست. عملکرد دوگانه و دقیق خاک در هدایت آب سطحی به مخازن زیرزمینی و ایجاد مقاومتی مؤثر برای جلوگیری از تبخیر آب زیرزمینی، شگفت‌انگیز است و نشانه‌ای آشکار برای شناخت قدرت پروردگار است برای آنان که می‌اندیشند. خاک اگر تخریب نشده باشد از طریق تخلخل و منافذی که در بین ذرات خود دارد، کانال‌هایی که مورچه‌ها، موربان‌ها، خرخاکی‌ها، کرم‌های خاکی، ریشه گیاهان و غیره ایجاد کرده‌اند، به خوبی آب باران را به زیر زمین هدایت می‌کند. ذخیره کردن آب در مخازن زیرزمینی، بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران، بسیار

ایمن تر، به صرفه تر، طبیعت دوستانه تر، و گزندناپذیرتر از ذخیره کردن آب در مخازن روزمینی مثل سدها است. هوا هر چه قدر هم مرطوب باشد باز همانند آتشی گرم و تشنه است که آب را با ولع تمام می بلعد. خاک نمی گذارد دست هوای تشنه به آب زیرزمینی برسد و از تبخیر و هدررفت آب ذخیره شده در زیر زمین جلوگیری می کند. برای مدیریت آب باید خاک را مدیریت کنیم.

- خاک خوب، محیطی مناسب و سرشار از انواع موجودات زنده کوچک ولی پرتلاش و غیرتمند است! تنوع موجودات زنده در زیر سطح خاک، بیشتر از روی زمین است. در درون خاک، موجوداتی گوناگون و پُرکار زندگی می کنند که سرسپرده و عاشق کار خویشند! بوم شناسان خاک به کرم های خاکی، مورچه ها، موربانه ها، خرخاکی و مانند این ها "مهندسین خاک" می گویند و واقعاً چه مهندسان کاردان و پرتلاشی هستند. آنها یکسره در تکاپو هستند تا معماری خاک را به شکلی مناسب و متناسب با کارکردهای خاک درآورده و حفظ کنند تا خاک بتواند کار خودش را به خوبی انجام دهد. آنها مهندسین کاربلدی هستند، نه کارشکنی می کنند، نه پشت میزشان چرت می زنند، نه دزدی و اختلاس می کنند، نه از کار می زنند و نه با عینک دودی و کیف چرمی شان فخر می فروشند، بلکه وقت و بی وقت فقط کار می کنند. من میکروب های خاک را "پزشکان خاک" و "مدیران ارشد" خاک نام می نهم: پزشکان بی منشی و وزیران لایق. اگر بدانیم این مهندسین و پزشکان و مدیران چه فروتنانه، متعهدانه، عالمانه و باپشتکار وظیفه خود را انجام می دهند و یا بهتر بگوییم کار ما را انجام می دهند و چه نقشی در سلامت ما و تداوم حیات دارند، از غرور نایجای خود و از ظلمی که دانسته یا نادانسته بر آنها روا می داریم، شرمسار خواهیم شد. خاک و جانداران خاک برای ما در تلاشند، این را درک کنیم. هر نامهربانی با خاک، آرامش و آسایش این موجودات، و در نگاهی واقع بینانه، آینده بشر را تهدید می کند.

"آب و باد و مه و خورشید و فلک در کارند
تا تو نانی به کف آری و به غفلت نخوری
همه از بهر تو سرگشته و فرمانبردار
شرط انصاف نباشد که تو فرمان نبری" (سعدی)

- آب موجود در خاک سطحی (یعنی سطح زمین تا نرسیده به آب زیرزمینی) حدود 6 برابر آب رودخانه است! با این حال ما به مدیریت آب خاک بهایی نمی دهیم و بخش زیادی از آن به صورت تبخیر از دست می رود.

- خاک سهم بسیار بزرگی در ذخیره کربن دارد. ما با کبریت یا خیلی بی صدا تر با شخم کردن غیراصولی، کربن خاک را آتش می زنیم و به صورت دود (دی اکسید کربن) به هوا می فرستیم. این عمل، تأثیر چشمگیری بر گرم شدن کره زمین دارد. شخم زدن خاک واقعاً موجب آتش گرفتن خاک می شود. شعله هایی که خیلی خونسرد و ناپیدا، کربن را می سوزانند! کربن موجود در خاک، سرمایه بزرگی است که آتش می زنیم. همین کربن اگر به اتمسفر راه یابد یک بحران است. هر چیز در جهان باید سر جای خودش باشد. به قوانین طبیعت احترام بگذاریم.

- خاک و امنیت خاک، شاه کلید و کنترل کننده چالش های جهانی مثل امنیت غذا، امنیت آب، امنیت انرژی، تنوع زیستی و غیره است. برای داشتن جهانی امن و ایمن برای زندگی، قدر خاک را بدانیم و مراقب خاک باشیم.

ما چه بلایی سر خاک (و یا به بیانی دقیق تر، سر خودمان) می آوریم؟

ما با دانش ناقص خویش، مدیریت نادرست و غیرعلمی و یا با ذات منفعت طلب خود از راهایی گوناگون خاک را تخریب می کنیم.

ما خاک را زباله دانی بزرگ می پنداریم و زباله ها را به خاک می سپاریم! فاضلاب آلوده کارخانه ها را وارد خاک می کنیم. با کشاورزی نادرست، معماری هنرمندانه خاک را به هم می زنیم. آیا می دانید لایه سرشیرمانندی که در سطح خاک های لخت و نیمه لخت باران زده می بینیم در اثر مدیریت نادرست خاک سطحی و تخریب خاک ایجاد شده است. این لایه نازک به شدت غیرقابل نفوذ است و به آب باران اجازه نمی دهد تا به خاک و آب زیرزمینی راه یابد. این لایه نازک بسیار خطرناک و تهدیدکننده بشر است و می تواند به تنهایی تمدنی را نابود کند. بارانی که در خاک نفوذ نکند، سیلاب می شود و گویی از این که راهش را بسته ایم خشمگین می شود و هر چه سر راهش باشد از خاک و آدم و گیاه و درخت و دام را نابود می کند. ما طبیعت را به قهر وامی داریم.

ما روش های سازگار با محیط زیست تمدن خود مانند قنات- که ابتکار نیاکان پرآوازه ماست- را رها کرده ایم و با ایجاد سدهای غیرضروری، راه طبیعی آب را برای مصارفی عموماً غیرضروری یا کم بازده کج می کنیم تا مخازن زیرزمینی به طور طبیعی تغذیه نشوند. به این هم بسنده نکرده و چاه هایی عمیق حفر می کنیم تا اندک آبی که از دست ما دررفته و به منابع زیرزمینی راه یافته را نیز استخراج کنیم و سبزی تولید کنیم و بیرون بریزیم، میوه تولید کنیم و بگندد و به فروش نرسد، برنج تولید کنیم و ته دیگ و ته مانده کنیم و دور بریزیم، گندم تولید کنیم و خرده نان کنیم و به دوره گردها بفروشیم یا در زباله دان بریزیم، چغندر تولید کنیم و به شکر تبدیل کنیم و دیگران برای آن ارزش افزوده ایجاد کنند و ...

با تخلیه آب زیرزمینی ما گویی بالش زیر سر خاک را برمی داریم. با این کار خاک فرو می ریزد! آیا می دانید تهران سالانه 15 تا 40 سانتی متر نشست می کند؟ با این کار انگار ظرف آب خود را مچاله می کنیم و گنجایش آن را از بین می بریم. این مچالگی برگشتناپذیر است! اگر زود نجنبیم دیر می شود!

"آی...ای دریغ و حسرت همیشگی! ناگهان چه قدر زود دیر می شود!" (قیصر امین پور)

ما با بدرفتاری با خاک، محیط امن زندگی جانوران و میکروبها و گیاهان خوراکی و دارویی را از بین می بریم. لذا نمی گذاریم جانوران و میکروبها برای ما کار کنند: یعنی خاک، بی مهندس و بی پزشک و بی مدیر می شود! با این کار خود را با کمبود غذا و دارو روبرو می کنیم و سلامت خود را به خطر می اندازیم.

ما سطح خاکها را از پوشش گیاهی و بقایای گیاهی که به عنوان حفاظ طبیعی خاک هستند، عریان می کنیم تا منبع عظیم آب خاک به راحتی تبخیر شود و از بین برود و لذا مجبور می شویم برای کشاورزی، آب رودخانه ها را مهار کنیم و به خاک بدهیم تا بخش زیادی از آن دوباره تبخیر شود و از بین برود. بعد دریاچه ها و تالاب هایمان خشک و کم آب می شوند و به فکر می افتیم که از دوردست ها آب هایی را برای جبران اسراف هایمان و اسراف دوباره مان بیاوریم. این دانش ناقص است. ما باید به قوانین طبیعت احترام بگذاریم.

ما خاک را آتش می زنیم تا کربن خاک بسوزد و کره زمین هر روز گرم تر شود و بعد جلسه می گیریم و راهکارهایی عموماً نامربوط برای جلوگیری از گرمایش کره زمین ارائه می دهیم...

ما تیشه بر ریشه خود می‌زنیم اما نمی‌دانیم!

چه کنیم؟

باید ببیندیشیم. نباید به دانش خود غرّه شویم. باید بدانیم هر تصمیم نادرست در مدیریت خاک، در کشاورزی، در منابع طبیعی، در محیط زیست یعنی ضربه تبری بر درخت زندگی. هر تصمیم نادرست، هر قانون نادرست، هر بی‌دقتی در تدوین قانون، مصداق ضرب المثل "درآوردن چشم به خاطر درست کردن ابرو" است. باید مدیران خود را درست انتخاب کنیم. باید بدانیم هر نماینده مجلس که ما انتخاب می‌کنیم بر سرنوشت ما، شهر ما، کشور ما و جهان تاثیر دارد. افراد دانا را برگزینیم نه هم‌زبان و همسایه و هم محلی را. به مضمون این آیه عمل کنیم: **كُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا** چرا که حتی خداوند با آن همه مهربانی، اسراف‌کنندگان را دوست ندارد. می‌دانید برای تولید هر کیلو سبزی، خیار، برنج، کفش، خودرو، کاغذ، نان و ... چه فشاری بر منابع آب و خاک وارد می‌شود؟ می‌دانید برای تولید هر لیتر شیر، 1000 لیتر آب مصرف می‌شود و همین‌طور برای تولید هر کیلو سیب زمینی، 1400 لیتر آب- هر کاغذ A4، 10 لیتر آب- هر تخم مرغ، 135 لیتر آب- هر کیلو گندم، 1300 لیتر آب- هر کیلو گوشت گاو، 15000 لیتر آب- هر کیلو گوشت مرغ، 4000 لیتر آب، هر کیلو برنج، 4000 لیتر آب- هر عدد گوجه فرنگی، 13 لیتر آب- هر جفت کفش چرمی، 8000 لیتر آب- هر خودروی مسافرتی، 400000 لیتر آب و ... مصرف می‌شود؟ لطفاً به اعداد و ارقام توجه کنید. پس اسراف هر مشت سبزی، هر کاسه سالاد، هر قاچ هندوانه، هر قاشق برنج، هر ورق کاغذ و ... یعنی بیرون ریختن کلی آب!

"هر کجا هستم باشم، آسمان مال من است

پنجره، فکر، هوا، عشق، زمین مال من است...

چشم‌ها را باید شست، جور دیگر باید دید

واژه‌ها را باید شست، واژه باید خود باد، واژه باید خود باران باشد" (سهراب سپهری)

آب را بیهوده هدر ندهیم. چه زمانی که شیر آب را باز می‌کنیم تا آب بنوشیم، چه زمانی که وضو می‌گیریم تا عبادت کنیم، یا ظرف می‌شوئیم یا دوش می‌گیریم یا باغچه آب می‌دهیم یا اتومبیل‌مان را می‌شوئیم! یا حیاط و پیاده‌رو را آبپاشی و آبکشی می‌کنیم! بیایید در مصرف آب صرفه‌جو باشیم، این قدردانی نعمت خداست. بیایید به هر قطره آبی که مصرف می‌کنیم نگاهی سهراب‌گونه داشته باشیم: "شاید این آب روان، می‌رود پای سپیداری، تا فرو شوید اندوه دلی" و یقین داشته باشیم که این قطره‌ها می‌توانند دریاچه‌ای را نجات دهند و تالاب خشکی را سیراب کنند.

بیایید به هر شاخه علفی احترام بگذاریم. این جهان قوانین ظریفی دارد. ما در محیطی بسیار حساس و شکننده زندگی می‌کنیم. ما تنها در لایه نازکی از سطح کره زمین و لایه نازکی از اتمسفر نزدیک زمین می‌توانیم زندگی کنیم. این محیط‌زیست نازک، بسیار حساس است. آن را نرنجانیم. به قول سهراب: "یادمان باشد کاری نکنیم که به قانون زمین برخورد".

هر شاخهٔ علفی که از بین می‌بریم، هر قطرهٔ آبی که هدر می‌دهیم، ذرهٔ خاکی به خونخواهی‌اش قیام می‌کند و از زمین برمی‌خیزد و می‌شود ریزگرد و به ما می‌فهماند که طبیعت، اجزایی متعصب و انتقام‌جو دارد. این ریزگردهای انتقام‌جو و خشمگین را نمی‌توان به راحتی مهار کرد. هر ذرهٔ خاکی که بی‌خانمان می‌شود، مورچه‌ای می‌میرد و میکروبی قهر می‌کند تا زندگی بر ما دشوارتر گردد. هر مورچه‌ای که می‌میرد، زمین داغدار می‌شود و تب می‌کند تا شاید ما قانون طبیعت را جدی بگیریم.

بیاید مواظب هر حرکت خود باشیم. بیاید مواظب خاک باشیم. بیاید مواظب خودمان باشیم. مواظب فرزندانمان باشیم.

نمی‌دانم آیا یک از هزار این حکایت دراز را گفتم یا نه. من فراخور دانش خویش و مجال این مقال گفتم، "تو خود حدیث مفصل بخوان زین مجمل".

به امید روزهای خوبی که از پس آشتی با طبیعت در انتظار ماست. به قول قیصر امین‌پور:

"روزی که آسمان

در حسرت ستاره نباشد

روزی که آرزوی چنین روزی

استعاره نباشد...

روز وفور لبخند....

روزی که سبز، زرد نباشد

گل‌ها اجازه داشتند

هر جا که دوست داشته باشند، بشکفند...

پروانه‌های خشک شده، آن روز

از لای برگ‌های کتاب شعر

پرواز می‌کنند."

در این نوشتار تلاش بر آن بوده است که واژگانی به خدمت گرفته شوند که هم مفهوم به خوبی ادا شود و هم فهم آن ساده باشد. لذا از واژگان رایج بهره برده شده است ولی گاهی واژگان معادل (و شاید زیباتر) نیز قید شده‌اند تا ذهن‌ها با آنها خو بگیرند. در پایان هر گفتار نیز واژگان کلیدی تعریف شده‌اند و پیشنهاد من به مدرسینی که از این کتاب برای آموزش استفاده می‌کنند این است که پیش از تدریس هر فصل از دانشجویان بخواهند که واژگان کلیدی را از بر کنند تا در زمان تدریس، فهم و انتقال مطالب آسان‌تر گردد.

مهربانی و کمک‌های بی‌منت دوستان را فراموش نمی‌کنم: دکتر محسن برین (دانشگاه ارومیه) که گفتار سوم را بازبینی کردند. دکتر ابراهیم سپهر، دکتر سالار رضاپور و دکتر حسین عسگرزاده (دانشگاه ارومیه) و استاد ارجمندم جناب دکتر شاهین اوستان (دانشگاه تبریز) که ضمن داوری، نکاتی ارزشمند یادآور شدند و من در حد توان در رفع نواقص کوشیدم. دکتر علی محمد نیکبخت (دانشگاه ارومیه) که اصل اثر را برای من فراهم نموده و مرا به ترجمه آن تشویق کردند. دکتر الیاس رضانی کاکرودی (دانشگاه ارومیه) که در برگردان نام برخی گونه‌های گیاهی یاریگر بودند. دکتر حمیدرضا ممتاز (دانشگاه ارومیه) که در بخش رده‌بندی خاک

راهنمایی‌های ارزنده‌ای داشتند. دکتر رقیه حمزه‌نژاد که در بازخوانی و تنظیم نهایی متن کمک بسیار بزرگی کردند. مهندس سلطانعلی نژاد که تایپ بخش زیادی از مطالب را انجام دادند. حوزه معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی و دانشگاه ارومیه و بخش انتشارات که ارزیابی، تصویب و چاپ و انتشار این اثر را بر عهده داشتند. و در پایان، خانواده‌ام، همسر و دخترانم هلیا و آنیل، که شاید بخشی از وقتی که باید با آنها می‌بودم را صرف تهیه این اثر نمودم.

پایان سخن اینکه، کاش می‌شد اثری نگاشت که بر آن خرده نتوان گرفت! اما کاستی و نقص از ویژگی‌های جدایی‌ناپذیر کارهای بشر است. امیدواریم دانش‌جویان و دانش‌پژوهان این اثر را مطالعه نموده و کاستی‌ها را گزارش دهند تا در چاپ‌های بعدی اصلاح گردد. رایانامه نویسنده مسئول (حبیب خداوردیلو): h.khodaverdiloo@urmia.ac.ir; hkhodaverdiloo@yahoo.com
این اثر را تقدیم می‌کنم به خوانندگان کتاب و آنهایی که در تلاش هستند تا خاک را بفهمند.

حبیب خداوردیلو

پاییز 1397

پیش‌گفتار مولفین

شما دارید مسافرت به بخشی اغلب نادیده گرفته شده از جهان طبیعی - یعنی خاک - را آغاز می‌کنید. درست است، خاک را، همانند موجودات دل‌فریبی که در جنگل‌ها می‌زیند یا قدرتی حیرت‌انگیز که یک آتشفشان دارد و یا عظمتی که فضا دارد، نشانی عیان از زیبایی نیست، با این حال خاک زیبایی‌های نهانی خاص خود را دارد. این کتاب ماهیت خاک و علوم خاک را برای شما عیان خواهد کرد. شما خواهید دید که چیزی که شما احتمالاً آن را چیزی کثیف می‌نامید (و لطفاً دیگر هرگز این واژه را به کار نبرید!) اتفاقاً همانند هر بخش دیگری از جهان ما، پیچیده، حیرت‌انگیز و دارای تنوع است. ما یک دانش پیچیده را در حدود 200 صفحه خلاصه کرده‌ایم. این نوشتار برای مخاطبان جوان تهیه شده است. دانش‌آموزان دبیرستان که در رشته علوم زیست‌محیطی تحصیل می‌کنند و یا قصد شرکت در المپیاد زیست‌محیطی یا علمی را دارند، یک منبع به راحتی قابل دسترس در اختیار خواهند داشت. دانشجویان مقطع کارشناسی در کلاس‌های مقدماتی بوم‌شناسی یک کتاب درسی در مورد خاک‌های مدیریت‌پذیر خواهند داشت. با این حال، اطلاعات این کتاب مناسب تمام سنین است. به این اثر به عنوان یک دیباچه، یک معرفی، یا یک آگهی تبلیغاتی برای خاک نگاه کنید. هر فرد، از طبیعت‌شناسی جوان گرفته تا باغبان خانه، می‌تواند مطلبی فراخور حال خویش از این مصحف بیابد. این کتاب دروازه‌ای است برای ورود شما به خاک، علوم خاک، و جهانی که هر روز بر روی آن گام برمی‌دارید. مطالعه خاک شما را یاری خواهد داد تا جهان پیرامون خود را بهتر بشناسید؛ علوم خاک واقعاً دانشی کاربردی است. خواهید دید که درکی از زیست‌شناسی، شیمی، فیزیک، و محیط‌زیست چگونه دیدگان شما را به پیچیدگی جهان زیر پایتان باز خواهد کرد. زبانی که دانشمندان خاک برای برقراری ارتباط با یکدیگر به کار می‌برند را خواهید آموخت. شما درمی‌یابید که خاک‌ها پویا و دائماً در حال تغییر هستند. اگر خاک‌ها را به حال خود رها کنیم، انعطاف‌پذیر هستند، اما وقتی ما از آنها برای اهداف خود استفاده می‌کنیم، می‌توانند شکننده و حساس گردند. این به نفع ما و به نفع تمدن بشری ماست که از خاک‌ها حفاظت کنیم. خاک‌ها به گونه‌ای طبقه‌بندی می‌شوند که ما را در تصمیم‌گیری عاقلانه در کاربری اراضی در راستای برآوردن نیاز جمعیت رو به رشد جهان، یاری دهند. خاک، جهان را تغذیه می‌کند و این کار را ادامه خواهد داد. خاک‌ها ظهور و سقوط تمدن‌های باستانی را رقم زده‌اند؛ در هنر، از کلاسیک گرفته تا پُست-مدرن، در جنگ، و در شعر و ادبیات خودی نشان داده‌اند. اما خاک بیش از این است، خاک پایه و اساس زندگی است به معنایی که ما بر روی زمین می‌شناسیم.

مولفین

David L. Lindbo, Ph.D., CPSS, NCLSS
North Carolina State University, Raleigh, NC
Deb A. Kozlowski, B.S.F., M.S.
Woods Charter School, Chapel Hill, NC
Clay Robinson, Ph.D., CPSS, PG
Stetson Engineers Inc., Albuquerque, NM

گفتار 1

شناخت خاک، شناخت زندگی

نویسندگان این گفتار

David Lindbo

John Havlin

Deb Kozlowski

Clay Robinson

جهان پیرامون ما در خدمت حیات (زندگی) است. ما هر روز آن را می‌بینیم. ما آن را در مدرسه تحصیل می‌کنیم، لذا می‌توانیم به خوبی چیزهایی در مورد جهان زنده طبیعی پیرامون خود درک کنیم و بدانیم. اما واقعاً تا چه اندازه حیات را می‌شناسیم؟ می‌دانیم که حیات با تمام پیچیدگی‌ها و تنوعش برای آسایش ما ضروری است. می‌دانیم که حیات موجود در زمین، ما را در منظومه شمسی، منحصر به فرد کرده است. اما به‌ندرت به ارتباط اساسی بین خاک و حیات می‌اندیشیم.

آیا هیچ به این موضوع توجه داریم که اگر خاکی نباشد، زندگی نیست؟

این کتاب شما را به دنیایی شگفت‌انگیز خواهد برد - دنیای زیر پایتان. خاک، شالوده‌ای است که جهان زنده طبیعی ما بر آن استوار است، جوهر گمنام زندگی است، ماده پویایی است که تمدن بر روی آن شکل می‌گیرد، بخش کلیدی کره زمین است. اگر شما خاک را با همه پیچیدگی‌ها و زیبایی‌هایش بشناسید، آنگاه حیات را با دیدی گسترده‌تر خواهید شناخت. خواهید دید که به قول هنری دیوید توریو (Henry David Thoreau)¹ هفت آسمان علاوه بر بالای سر شما در زیر پایتان نیز هست. خاک، چیزی کثیف نیست؛ خاک زندگی است.

این گفتار، اهمیت خاک در زندگی روزمره شما را برجسته می‌کند و حقایق اساسی در مورد خاک معرفی می‌کند که در این کتاب، موشکافانه در خصوص آن‌ها بحث خواهد شد.

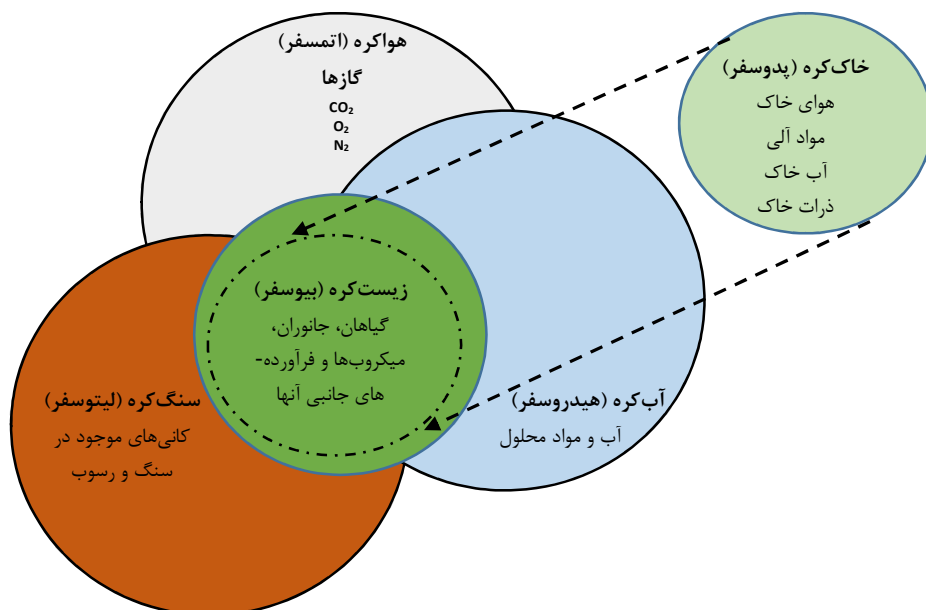
اهمیت خاک برای انسان

وقتی به جهان پیرامون خود توجه می‌کنید، کمی تعجب‌آور است که همه چیز به چند چیز پایه‌ای وابسته هستند. غذا، جایی برای زندگی، و آب. در نمایی بزرگ‌تر، انرژی نیز چیزی حیاتی است که منبع نهایی آن خورشید است.

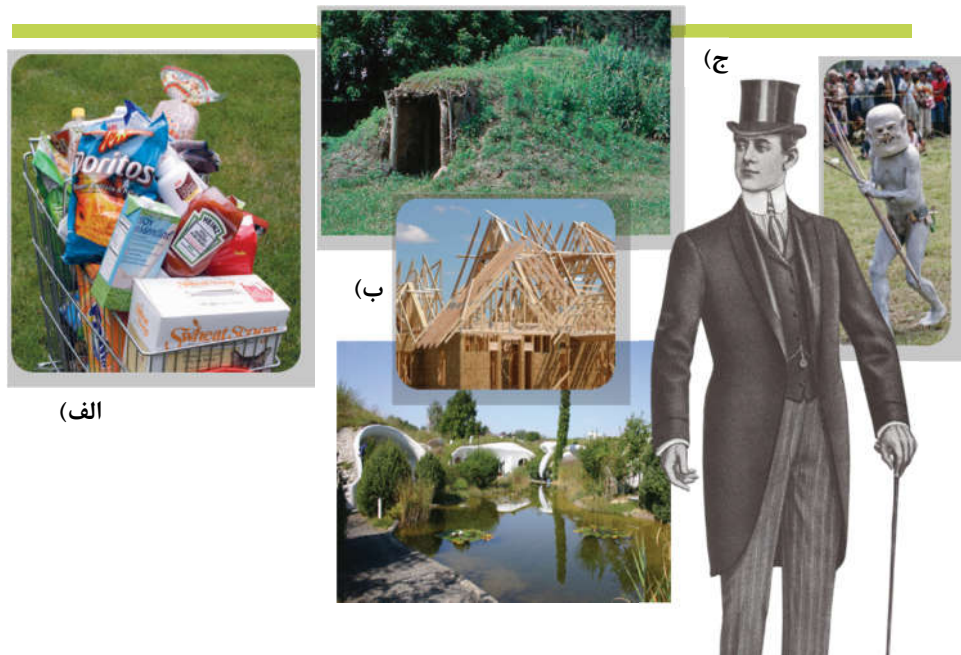
¹ شاعر، فیلسوف، و مورخ آمریکایی (م). {جملاتی که با مشخصه (م) معین شده‌اند، توضیحاتی هستند که مترجم افزوده است.}

بشر چند نیاز ویژه دیگر دارد. ما برای اکسیژن به هوا و همچنین به الیاف برای پوشاک نیازمندیم. اگر بیشتر دقت کنیم جای شگفتی است که بیشتر چیزهایی که به آنها وابسته هستیم، یعنی غذا، آب، الیاف، پناهگاه، همه در یک چیز بسیار معمولی ریشه دارند؛ خاک را می‌گوییم! خاک (پدوسفر خاک کره)، بخش کلیدی کره زمین است که در آن، حیات (بیوسفر زیست کره)، آب (هیدروسفر آب کره)، مواد معدنی (لیتوسفر سنگ کره) و هوا (اتمسفر هوا کره) به هم بر می‌خورند و داد و ستد می‌کنند (شکل 1-1 را ملاحظه نمایید). یادمان آمد که شناخت خاک، شناخت زندگی است و اگر خاکی نباشد، زندگی نیست.

شکل 1-1. کره‌های دارای همپوشانی بر روی کره زمین: سنگ، حیات، هوا، آب، و خاک.



اگر به آنچه در سفره صبحانه می‌خوریم، نیک بنگریم این نکته آشکار می‌گردد. شاید غلات، شیر، آب پرتقال یا شاید نان بخورید. این اقلام از کجا منشأ می‌گیرند؟ گندم موجود در غلات یا آرد موجود در نان شما از بذر گیاهان آغاز می‌شوند. شیر از گاوی دوشیده می‌شود که علوفه می‌خورد. آب‌میوه از پرتغالی به دست می‌آید که بر روی درختی روئیده است. اگر سوسیس یا کباب خوردید به خاطر داشته باشید که گوشت از حیواناتی به دست می‌آید که از دانه و علوفه تغذیه می‌کنند که باز ریشه در گیاهان دارند. لذا هر آنچه در سر سفره صبحانه شماست، و به طور کلی غذا، را می‌توان به گیاهان نسبت داد. اما به این بیندیشیم که گیاهان از کجا آمده‌اند: گیاهان در خاک می‌رویند! خاک، آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را تأمین می‌کند تا آنها، غذایی که ما می‌خوریم را تولید کنند. وقتی شما می‌خورید، فقط با حذف چند واسطه، گویی دارید خاک را می‌خورید. ما محتاج گیاهانیم تا غذای لازم برای بقایمان را تأمین کنیم. اگر خاکی برای تولید گیاهان نباشد، نه حبوبات، نه نان، نه غلات، نه شیر، نه گوشت، نه میوه و نه پیتزا خواهیم داشت و لذا بقای ما ناممکن است (شکل 1-2).



شکل 1-2. (الف) همه چیز در سبد خرید شما از خاک حاصل می‌شود. (ب) خانه کاه‌گلی، خانه چوبی، خانه سبز - همه از خاک درست می‌شوند. (ج) پوشش‌های نخستین و لباس‌های فاخر- همگی از خاک نشأت گرفته‌اند. برچسب روی پیراهن خود را بخوانید و با خود بیاندیشید که منسوجات آن چه ارتباطی با خاک دارند. پنبه؟ ابریشم؟ پلی‌استر؟ ریون (ابریشم مصنوعی)؟ پشم؟

حالا به پوشاک خود توجه کنید. پیراهن و شلوار جین شما احتمالاً از پنبه - یعنی گیاهی که بودنش را مرهون خاک است- تولید می‌شود. سایر الیاف طبیعی مانند پشم، کتان و ابریشم نیز مستقیماً با گیاهان ارتباط دارند. پشم از حیواناتی است که علف می‌خورند، کتان از گیاه کتان و ابریشم از کرم‌های ابریشمی که گیاهخوارند. حتی بسیاری از الیاف مصنوعی را می‌توان به خاک ارتباط داد. ریون (ابریشم مصنوعی) الیافی مصنوعی است که از سلولزی که از درختان و سایر گیاهان به دست می‌آید، ساخته می‌شود. سایر الیاف مصنوعی مانند پلی‌استر از سوخت‌های فسیلی مشتق می‌شوند. سوخت‌های فسیلی از بقایای گیاهان و جانوران باستانی است که در ژرفای زمین به شدت تغییر یافته‌اند، اما در زمان حیاتشان به خاک (یا عناصر غذایی حاصل از خاک‌ها یا هوازدگی) نیاز داشته‌اند. در واقع با چند واسطه می‌توان سوخت‌های فسیلی را به خاک ارتباط داد.

در پایان، به خانه‌ای که در آن زندگی می‌کنید، بیاندیشید. بطور کلی، خانه‌ها از الوار و آجرها ساخته می‌شوند. آشکارا می‌توان دید که آجرها از خاک هستند زیرا از رس و شن ساخته می‌شوند. الوار را با چند واسطه می‌توان به خاک نسبت داد. الوار، چوب است؛ چوب از درختان است و درختان، مانند سایر گیاهان، همان‌گونه که پیشتر دیدیم، حیات خود را مدیون خاک هستند. جان کلام، همان‌طور که می‌دانید اگر خاک نبود خانه شما هم وجود نداشت.

اهمیت خاک در محیط‌زیست

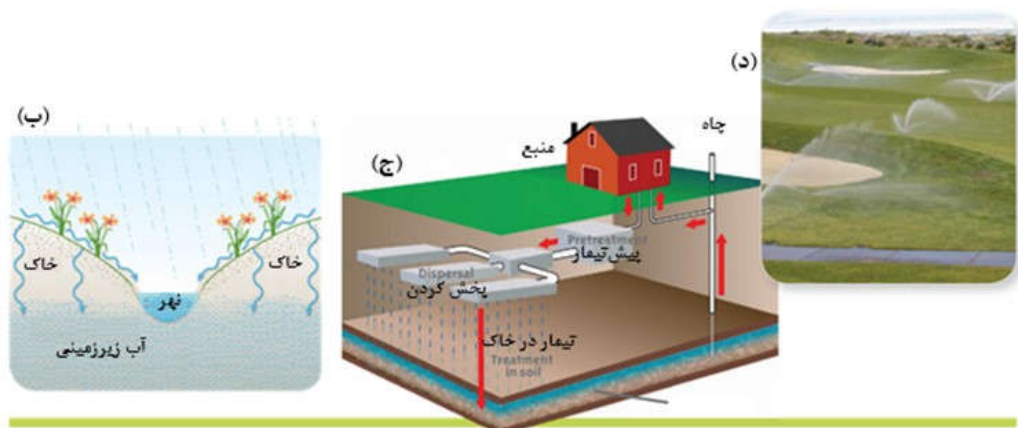
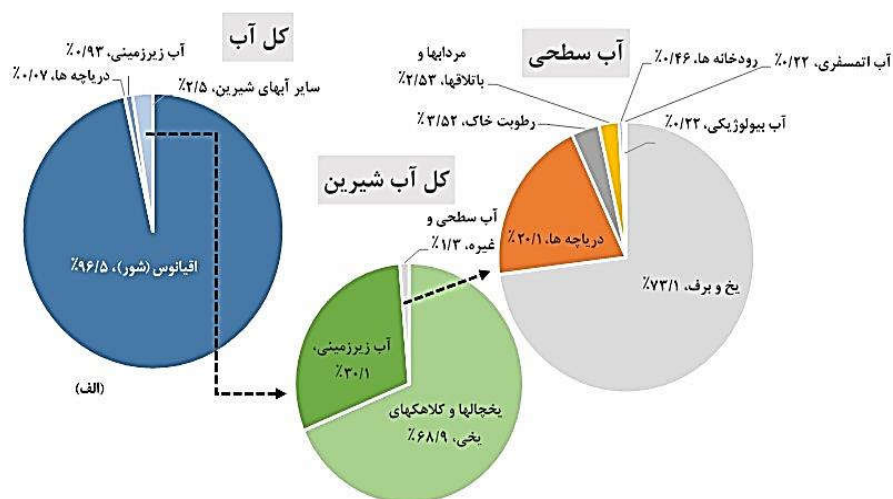
دیدیم که خاک در غذا، پوشاک و پناهگاه ما حیاتی است. خاک در چرخه یک کالای اساسی دیگر، یعنی آب، نیز نقشی بی‌بدیل دارد. مقدار آب روی کره زمین ثابت است؛ نه از بین می‌رود و نه تولید می‌شود و تنها بخشی اندک از این مقدار محدود (تقریباً 1٪) آب قابل شرب است (شکل 1-3). این آب چگونه پاک می‌شود تا ما آن را بنوشیم؟ شاید بگویید ما قبل از نوشیدن آن را تصفیه می‌کنیم. حق با شماست؛ در بسیاری از شهرها یا روستاها این کار را می‌کنیم؛ اما بسیاری از مردم در سر تا سر جهان، آب شرب خود را از آب‌های زیرزمینی برمی‌دارند. این آب‌های زیرزمینی قبل از شرب تصفیه نمی‌شوند. بلکه خاک آن را تصفیه کرده است. وقتی آب در

خاک نفوذ کرده و از آن می‌گذرد، ویژگی‌های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی خاک، آب را با زدودن آلاینده‌ها پاک می‌کند. بگذارید بگوییم که خاک شاید بزرگ‌ترین تصفیه‌خانه آب (و فاضلاب) در جهان است. خاک با پالودن آب آن را پاک نگه می‌دارد. در خصوص نقش خاک در چرخه آب در گفتار 2 مطالب بیشتری خواهیم آموخت.

دیدیم که چگونه خاک با تأمین بسیاری از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، برای آن‌ها حیاتی است. اگر اندوخته مواد غذایی برای رشد محصولات بسیار اندک باشد، ما عناصر غذایی را به خاک می‌افزاییم تا از رشد گیاهان و تأمین مناسب غذا مطمئن باشیم. خاک‌ها این عناصر غذایی را تا زمانی که گیاهان به آن‌ها نیاز پیدا کنند، در خود نگه می‌دارند. خاک همانند یک مخزن عناصر غذایی برای رشد و بقای گیاهان عمل می‌کند. خاک همچنین ریشه گیاهان را در خود نگه می‌دارد تا راست قامت بایستند و بر زمین نیفتند و یا با بادی و آبی از ریشه درنمایند. ریشه گیاهان با جذب آب، رشد و فتوسنتز را ممکن می‌سازند.

افزون بر نقش‌های زیست‌محیطی در رابطه با غذا و آب، خاک دستی نیز در سازه‌ها دارد. در احداث جاده‌ها و ساختمان‌هایی که قرار است عمری بمانند، ویژگی‌های خاک باید مد نظر قرار گیرند. دقیق‌تر بگوییم برخی خاک‌ها در اثر تغییرات رطوبت، انقباض و انبساط می‌یابند (شکل 1-4). مهندسين باید این ویژگی و ویژگی‌های دیگر خاک را بشناسند تا سازه‌ای مناسب طراحی نمایند (شکل 1-4).

فراتر از خوردن، خواب و پوشاک، خاک‌ها در سازه‌ها و تصفیه آب نیز دخیل هستند. حال که دانستیم خاک چه اهمیتی در زندگی ما دارد، بیایید ببینیم چه مقدار از این منبع با ارزش داریم.



شکل 1-3. (الف) آب در کجای زمین است؟ (ب) آب موجود در محیط‌زیست توسط خاک پالوده می‌شود. (ج) در تصفیه فاضلاب از خاک استفاده می‌شود. (د) این فاضلاب در آبیاری بارانی استفاده می‌شود.

چه مقدار خاک بر روی کره زمین داریم؟

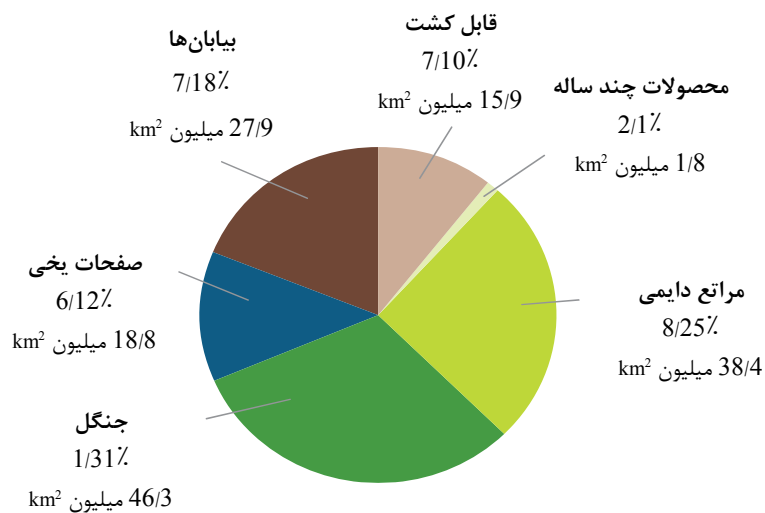
شگفتا که خاک خیلی زیادی بر روی کره زمین نیست، و خاک یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی است. با رشد جمعیت جهان، منبع محدود خاک باید غذا، پوشاک و سر پناه کافی برای جهان تأمین نماید.

به طور تقریبی، چقدر خاک بارور داریم؟

مساحت اراضی کره زمین حدود 149 میلیون کیلومتر مربع (58 میلیون مایل مربع) است (شکل 1-5). از این مقدار، 31٪ مربوط به بیابان‌ها و مناطق یخچالی است و 31٪ دیگر هم جنگل‌ها هستند. 38٪ باقیمانده اراضی کشاورزی به شمار می‌روند؛ اما 26٪ مربوط به مراتع دائمی هستند که صرفاً برای تولید علوفه دام مانند گاو، گوسفند و بز، استفاده می‌شوند. تنها 12٪ از سطح اراضی کره زمین برای تولید غذا و الیاف (پنبه) برای مصارف بشر کاربرد دارند. از این مقدار، تنها کمی بیش از 1٪ محصولات چند ساله هستند که عموماً برای باغ‌ها و باغچه‌ها استفاده می‌شوند. 11٪ باقیمانده به عنوان اراضی قابل کشت به شمار می‌روند که می‌توانند محصولات یک ساله بار بیاورند. در ایالات متحده، حدود 23٪ اراضی در محدوده‌های بیابانی یا کوهستانی هستند، 33٪ جنگلی هستند، 26٪ مراتع برای چرا بوده و 18٪ اراضی برای تولید محصولات استفاده می‌شوند.



شکل 1-4. (الف) ساختمان‌ها و جاده‌ها در اثر انقباض و انبساط خاک، خسارت می‌بینند. (ب) ساختمان‌های واقع در مناطق یخبندان ممکن است در اثر ذوب و یخ زدن مجدد خاک، جابجا شوند. (ج) گاهی سازه‌های جاده‌ای نیازمند حذف خاک فقیر محل و پر کردن آن با شن است. (د) زهکش‌های حایل برای منحرف کردن آب از تأسیسات به کار می‌روند. (ه) سازه‌های بنا شده بر روی خاک‌های آلی نیازمند مهندسی خاصی هستند تا استوار بمانند. (و) سیستم‌های تصفیه فاضلاب خانگی در خاکریزها برای دوری از سفره آب بالا به کار می‌روند.



شکل 1-5. مقایسه کل اراضی موجود بر روی کره زمین بر حسب کاربری اراضی.

از 1961 تا کنون، مقدار جهانی اراضی محصولات یک ساله بین 9/5٪ و 11٪ تغییر داشته است. در همین بازه زمانی، میانگین جهانی سرانه اراضی قابل کشت از 0/37 هکتار در واحد فرد، در سال 1961 به 0/2 هکتار در 2012 کاهش یافته است. (گفتنی است که یک هکتار یا 10000 متر مربع تقریباً 2/5 ایکر و هر ایکر 43560 فوت مربع است.)

اراضی قابل کشت توزیعی یکنواخت ندارند. در آسیای شرقی و اقیانوسیه، کمتر از 0/1 هکتار برای هر فرد وجود دارد، در حالی که این مقدار در آفریقا حدود 0/2 هکتار و در آمریکای شمالی حدود 0/61 هکتار است. با رشد جمعیت بشر، فشار بیشتری بر اراضی قابل کشت وارد می‌شود تا غذای بیشتری در هر هکتار تولید شود. برخی کشورها، قدرت اقتصادی برای خرید کودها، بذر بهتر و سایر نهاده‌های مورد نیاز برای افزایش عملکرد را ندارند، یا ابزار و منابع آب برای آبیاری ندارند، لذا به دنبال اراضی بیشتر برای تولید محصولات هستند. اما تبدیل سایر اراضی به مزارع کشاورزی، مشکلاتی می‌آفریند.

بسیاری از جنگل‌های جهان در مناطقی بسیار سرد واقع هستند و در آن‌ها نمی‌توان محصولات غذایی تولید کرد. برخی دیگر در مناطقی پرشیب یا خاک‌هایی کم ژرفا بر روی سنگ بستر هستند. قطع درختان در این مناطق منجر به فرسایش سریع و افت باروری خاک می‌گردد. برخی دیگر از جنگل‌ها در مناطقی پر باران با خاک‌هایی اسیدی واقع هستند که بهسازهای زیاد و مدیریتی کارآمد برای حفظ باروری آن‌ها نیاز است. منابع مالی برای خرید نهاده‌ها و تجارب مدیریتی در برخی از این نواحی، محدود است.

بیابان‌ها، زیست‌بوم‌هایی شکننده هستند که بارشی بسیار اندک برای رویش گیاهان دریافت می‌کنند. چراگاه‌ها (مراتع دائمی) عموماً در مناطق نیمه‌خشک واقع‌اند و به شدت به خشکی حساس هستند. شخم زدن چنین اراضی برای تولید غذا منجر به یک کانون ریزگرد (Dust Bowl) در آمریکای شمالی در دهه 30 میلادی گردید (گفتار 6 و 8 را ملاحظه نمایید) و اکنون در آسیا و آفریقا گزندهایی مشابه آفریده است. برخی خاک‌ها در بیابان‌ها و مناطق نیمه‌خشک، آن‌قدر شور هستند که رشد گیاهان در آن‌ها محدود است.

آبیاری می‌تواند عملکرد محصولات را افزوده و گزند خشکی برای تولید محصول را در مناطق خشک و نیمه‌خشک بکاهد. با این حال، کمیت و کیفیت منابع آب رو به زوال است. به‌طور کلی کمتر از 1٪ اراضی قابل کشت در جهان آبیاری می‌شوند. حدود 5/5٪ اراضی قابل کشت در ایالات متحده فاریاب هستند، در حالی که بیش از 50٪ کشت‌زارها در پاکستان، کره جنوبی و بنگلادش آبیاری می‌شوند. در سطح جهان حدود 40٪ محصولات غذایی آبیاری می‌شوند.

کیمیاگران قرون وسطی همه چیز را برآمده از چهار عنصر می‌پنداشتند: زمین، هوا، آتش و آب. شما می‌توانید عناصر چهارگانه را خاک، هوا، نور خورشید و آب در نظر بگیرید (شکل 1-6) که حیات بر روی کره زمین را ممکن می‌سازند. ما می‌دانیم که نمی‌توان

طلا را از عناصر چهارگانه بیرون کشید، اما خوب می‌دانیم که این چهار عنصر، چیزی بسیار باارزش را حفظ می‌کنند؛ حیات به معنای واقعی کلمه را.

خاک چیست؟

حال که اهمیت خاک را درک کردیم و دانستیم که خاک چقدر کم است، باید یقین پیدا کنیم که همه ما می‌دانیم خاک چیست (شکل 1-7). بیش از هر چیز دیگر خاک چیزی کثیف نیست. چیز کثیف چیزی است که زیر ناخن‌های شماست. چیزی است که از کف سالن جارو می‌زنید؛ نامطلوب و غیرضروری است. اما خاک جوهر حیات است؛ پس خاک چیزی کثیف نیست! چیزی کثیف ممکن است خاکی باشد که سر جایش نیست، درست همان‌طور که علف هرز گیاهی مزاحم است. برای مثال یک گل رز در مزرعه ذرت، هر چند زیباست، اما علفی هرز است. یک گیاه ذرت در باغ رز نیز علفی هرز است. پس وقتی شما گل (خاک خیس) مالیده بر کفش‌هایتان را به درون خانه می‌برید، خاک را در جایی می‌گذارید که نامطلوب است. در این جا خاک به چیزی کثیف تبدیل می‌شود.

تشبیه کره زمین به یک سیب



شاید درک صحیح اراضی بر حسب ایگر، هکتار، مایل مربع یا کیلومتر مربع دشوار باشد. راهی دیگر برای توجه به مقدار نسبی اراضی قابل کشت، تشبیه کره زمین به مانند یک سیب است. سیب را به چهار قسمت مساوی ببرید و سه قسمت آن را (75٪) را کنار بگذارید، این سه قسمت نماینده اقیانوس‌های جهان هستند. قسمت چهارم (25٪) که بیانگر سطح اراضی است. سطح اراضی را به دو قسمت ببرید، دو قسمت که هر کدام مساوی یک هشتم (12.5٪) کل سیب است را خواهید داشت. یک قسمت از این دو، که بیانگر بیابان‌ها، تالاب‌ها و نواحی قطبی خالی از سکنه هستند، را کنار بگذارید.

بخش باقیمانده (12.5٪) بیانگر نواحی است که مردم زندگی می‌کنند، اما همه آن، قابل استفاده برای تولید غذا نیست. این بخش باقیمانده (12.5٪) را به چهار قسمت مساوی ببرید. هر کدام از ورقه‌های باقیمانده بیانگر یک سی و دوم یا (3/125٪) از سیب اصلی هستند. سه قسمت از این قطعات یک سی و دومی بیانگر نواحی از جهان هستند که خیلی سنگلاخی، خیلی خیس، خیلی گرم بوده یا خاک آن‌ها بسیار فقیر و برای تولید مناسب نیست و همچنین نواحی شهری و روستایی هستند. بنابراین تنها یک ورقه بسیا نازک از سیب (3/125٪) برای تولید غذا مناسب است. اما به این نکته هم توجه داشته باشید: خاک تنها در قشر سطح زمین حضور دارد، لذا این ورقه را پوست بکنید. این پوست نازک سیب بیانگر خاکی است که کل غذا، پوشاک و پناهگاه ما از آن به دست می‌آید. هر ساله بخش بیشتر و بیشتری از این ورقه نازک از چرخه تولید خارج می‌شود و از طرفی رشد جمعیت بشر نیز ادامه دارد (انتهای این گفتار و گفتار 6 را ملاحظه نمایید) پس می‌بینیم که مراقبت مناسب از خاکی که داریم تا چه اندازه اهمیت دارد.



اگر خاک چیزی کثیف نیست پس چیست؟ تعاریف گوناگونی هست... شاید ساده‌ترین آنها این باشد که خاک منبعی زنده و پویا (dynamic) در سطح کره زمین است. اگر بخواهیم این تعریف را پر و بال دهیم، باید بگوییم خاک یک پیکره سه‌بعدی طبیعی در سطح کره زمین است. خاک می‌تواند گیاهان را نگهداری کند و ویژگی‌هایی دارد که در اثر تاثیرات اقلیم (climate) و موجودات زنده (living matter) بر مواد مادری (parent matter) و متناسب با پستی و بلندی (relief) و گذر زمان (time) شکل می‌گیرند.

در سر تا سر جهان، ده‌ها هزار خاک مختلف وجود دارند که بر روی هر قاره و در واقع هر جایی که گیاهان بتوانند ریشه بدوانند، شکل می‌گیرند. درک محیط‌زیست مستلزم فهمیدن خاک است. این که خاک چیست و چگونه تشکیل می‌شود، از چه ساخته شده است و چگونه استفاده می‌شود. خاک به‌عنوان مخزنی از وقایع زمین‌شناختی و اقلیمی است که در هر مکانی به چشم می‌خورد. خاک پنجره‌ای است به گذشته، اما می‌تواند افقی به آینده نیز باشد، زیرا ویژگی‌های آن به شیوه مدیریت ما بر این منبع محدود بستگی دارد. حال مشت‌ی از خاک را در نظر بگیرید. در نگاه اول ممکن است بی‌جان و صلب به نظر برسد، اما در واقع امر خاک‌ها با حیات گره خورده‌اند و آب و هوا در آن‌ها حضور دارند. هر خاک چهار مؤلفه دارد: مواد معدنی، مواد آلی (زنده یا مرده)، آب و هوا. مواد معدنی و آلی، فاز جامد خاک را تشکیل می‌دهند. آب و هوا، تخلخل خاک را تشکیل می‌دهند. یک مشت معمولی خاک، 50٪ تخلخل، 45-50٪ مواد معدنی، 0-5٪ مواد آلی دارد (شکل 1-8). جزئیات این مؤلفه‌ها در گفتار بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت. خاک به طور کلی از چهار فرآیند اصلی زیر تاثیر می‌پذیرد.



شکل 1-6. نگاهی نو به عناصر چهارگانه کیمیاگران (آب، باد، خاک، و آتش) که بدون آنها نمی‌توان زندگی کرد.