

به نام خدا

# خاک، حیات پنهان زیر پای ما

نویسنده:

دکتر محمد اسماعیل اسدی

پژوهشگر بین المللی و مستقل آب و خاک، گرگان، ایران

iwc977127@yahoo.com

|                         |                                                                   |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه                 | : اسدی، محمداسماعیل، ۱۳۳۹ -                                       |
| عنوان و نام پدیدآور     | : خاک، حیات پنهان زیرپای ما/محمداسماعیل اسدی.                     |
| مشخصات نشر              | : گرگان: ویراست، ۱۴۰۳.                                            |
| مشخصات ظاهری            | : ۴۰ ص. : مصور (رنگی).                                            |
| شابک                    | : 978-622-349-272-3                                               |
| وضعیت فهرست نویسی       | : فیا                                                             |
| موضوع                   | : خاک -- ادبیات کودکان و نوجوانان<br>Soils -- Juvenile literature |
| رده بندی کنگره          | : S۵۹۱/۳                                                          |
| رده بندی دیویی          | : [ج] ۶۳۱/۴                                                       |
| شماره کتابشناسی ملی     | : ۹۸۴۴۴۱۷                                                         |
| اطلاعات رکورد کتابشناسی | : فیا                                                             |

## خاک، حیات پنهان زیرپای ما

|              |                         |
|--------------|-------------------------|
| نویسنده      | : دکتر محمداسماعیل اسدی |
| ناشر         | : ویراست                |
| طراح جلد     | : محمدحسین اکبری        |
| قطع          | : رقعی                  |
| مشخصات ظاهری | : ۴۶ صفحه               |
| چاپ و صحافی  | : بهمن                  |
| نوبت چاپ     | : اول، ۱۴۰۳             |
| شابک         | : ۹۷۸-۶۲۲-۳۴۹-۲۷۲-۳     |
| شمارگان      | : ۱۰۰ جلد               |
| قیمت         | : ۱۳۰۰۰۰ تومان          |

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر برای مؤلف محفوظ است.  
و هرگونه سوءاستفاده و کپی‌برداری پیگرد قانونی دارد.

ویراست

www.virastpub.com virastpub@gmail.com  
۰۹۱۹۹۵۴۱۳۸۰ ۰۱۷-۳۲۳۵۷۵۵۵  
virastpub ۳۲۳۵۸۵۵۵

چه خیال است که دیوانه و شیدا نشویم؟ بوی مشکیم، محال است که رسوا نشویم  
عشق ما را پی کاری به جهان آورده است ادب این است که مشغول تماشا نشویم

این کتاب تقدیم می شود به روح بلند زنده یاد دکتر غلامعلی بسکی (۱۳۹۸-۱۳۱۰)  
حافظ واقعی طبیعت و محیط زیست و منابع طبیعی کشور که نه در شعار و حرف  
بلکه در عمل حفاظت عاشقانه از محیط زیست را ثابت نمود و راهش ادامه دارد.



## امیر خسرو دهلوی:

به نام آنکه جان را زندگی داد      طبیعت را به جان پایندگی داد  
خداوندیکه حکمت بخش خاکست      کمینه بخشش او جان پاکست

## ابوسعید ابوالخیر:

با عشق تو در خاک نهان خواهم شد  
با مهر تو سر ز خاک برخوام کرد

## مولانا:

در این خاک در این خاک در این مزرعه پاک  
به جز مهر به جز عشق دگر تخم نکاریم  
در بهاران کی شود سرسبز سنگ  
خاک شو تا گل برویی رنگ رنگ  
سالها تو سنگ بودی دل خراش  
آزمون را یک زمانی خاک باش  
ز خاک من اگر گندم برآید  
از آن گران پزی مستی فزاید  
خمیر و نانبا دیوانه گردد  
تنورش بیت مستانه سراید

## سعدی شیرازی:

بنی آدم سرشت از خاک دارد      اگر خاکی نباشد، آدمی نیست

## پروین اعتصامی:

خاک خوردست بسی گلرخ و نسرين تن

که همی روید از آن سرو و گل و نسرين

## جامی:

دانه اول فتاد پست به خاک      تا از آن سر کشید بر افلاک

## فهرست مطالب

| عنوان                                        | صفحه |
|----------------------------------------------|------|
| پیشگفتار مؤلف .....                          | ۹    |
| ۱- مقدمه .....                               | ۱۳   |
| ۲- چگونه خاک تشکیل می شود .....              | ۱۶   |
| ۳- اهمیت خاک برای مردم .....                 | ۱۸   |
| ۴- اهمیت خاک در محیط زیست .....              | ۲۶   |
| ۵- خاک یک موجود زنده است .....               | ۳۰   |
| ۶- نتیجه گیری و نکات مهم .....               | ۳۶   |
| ۷- منابع برای مطالعه بیشتر .....             | ۴۲   |
| چکیده انگلیسی (Summary) About the book ..... | ۴۶   |



## پیشگفتار مؤلف

خاک مخلوطی از مواد معدنی و مواد آلی است که بیشتر سطح زمین را می‌پوشاند. مواد معدنی تکه‌هایی از سنگ هستند و مواد آلی بقایای موجودات زنده‌ای است که مرده‌اند. خاک به اندازه سنگ جامد نیست. دارای بسیاری از فضاهای کوچک به نام منافذ است که آب و هوا را در خود نگه می‌دارد. در برخی از نقاط زمین، یک لایه نازک از خاک به ضخامت تنها ۱۵ سانتی‌متر در بالای سنگ قرار دارد. اگرچه در جاهای دیگر، خاک ممکن است صدها سانتیمتر عمق داشته باشد. خاک‌ها جایگاه رویش گیاهانی می‌باشند که انرژی خورشیدی را برای تولید غذا، فیبر و اخیراً سوخت به طور مؤثری استفاده می‌نمایند. غذا و فیبر دو عامل اساسی در بقا و تمدن‌ها می‌باشند. کشاورزی منبع اصلی هردو بوده و وابسته به خاک‌های بارور است. برای اینکه خاک‌ها به طور اقتصادی تولید کنند بایستی حاصلخیز باشند. بنابراین، حاصلخیزی خاک‌های هر کشور، شاخص سلامت کشاورزی و ظرفیت تولید غذا، فیبر و سوخت آن کشور می‌باشد. در بیانیه جهانی غذا، حاصلخیزی خاک به عنوان کلید امنیت غذایی معرفی شده است.

۹۵ درصد غذای ما در خاک می‌روید. خاک‌ها میزبان ۲۵ درصد تنوع زیستی سیاره ما هستند. سفره اصلی غذای ما خاک است. بیشتر آنچه که در سر سفره غذایمان می‌خوریم و می‌نوشیم، ریشه در خاک دارند.

خاک جزو منابع تجدیدناپذیر است اما چون دیده نمی شود نسبت به آن غفلت شده است. به همین دلیل حفظ آن ارزش زیادی دارد. خاک اهمیتی فوق العاده در زندگی ما دارد تا آنجا که ما خود را از خاک می دانیم و چنین می پنداریم که بدون خاک ما وجود نخواهیم داشت.

بنی آدم سرشت از خاک دارند

اگر خاکی نباشد، آدمی نیست (سعدی)

ز خاک آفریدت خداوند پاک

پس ای بنده افتادگی کن چو خاک

حریص و جهان سوز و سرکش مباش

ز خاک آفریدنت آتش مباش

بدون خاک، حیات و بقای ما روی کره زمین نمی تواند دوام داشته باشد. خاک مکانی را برای رشد گیاهان فراهم می کند. آب را برای ریشه هایشان نگه می دارد. حاوی مواد مغذی یا مواد غذایی است که برای رشد آن ها لازم است. خاک همچنین پناهگاه و زیستگاهی برای بسیاری از جانوران ریزودرشت و سایر موجودات زنده فراهم می کند. خاک به آرامی تشکیل می شود. یک لایه خاک که ۲/۵ سانتیمتر ضخامت دارد ممکن است ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ سال طول بکشد تا تشکیل شود. به همین دلیل، حفاظت از خاک در برابر فرسایش، یا شسته شدن، مهم است. به عبارت

بهرتر کیفیت زندگی ما به کیفیت خاک بستگی دارد. به طوری که اگر کیفیت خاک را بکاهیم از کیفیت زندگی ما کاسته می شود. 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، بی گمان ما شکستی سخت خواهیم خورد. متأسفانه دشمنی و جنگ امروزه با خاک آغاز شده است. انسان با سلاح گاوآهن و دیسک و انواع خاک برگردان‌ها به جنگ خاک رفته است و تا می‌تواند خاک را زیرورو می‌کند تا ماده آلی آن بیشتر کاهش یافته و همچنین بیشتر در معرض فرسایش‌های آبی و بادی ناشی از طوفان‌های شدید و آبیاری‌های بی‌رویه و قطرات باران قرار گیرد. امروزه ۳۳ درصد خاک‌های جهان به‌خاطر خاک‌ورزی‌های شدید، فرسایش خاک، شورشیدن، تراکم، اسیدی شدن، آلودگی شیمیایی و کاهش مواد غذایی تخریب شده و یا رو به تخریب هستند. آن‌ها نشانه‌ها و این تصاویر، 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 ۲۰۱۵ میلادی را به‌منظور بالا بردن سطح آگاهی جهانی نسبت به اهمیت مقوله خاک به‌عنوان شریک خاموش بشریت، سال جهانی خاک نامید و همچنین روز پنجم دسامبر هر سال "روز جهانی خاک" نام گرفته است. به‌علاوه از سوی اتحادیه بین‌المللی خاک (IUSS) سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ به‌عنوان دهه

بین‌المللی خاک‌ها نامیده شده است. روز جهانی خاک در سال ۲۰۲۴ یا ۱۴۰۳ نیز که برابر با ۵ دسامبر یا ۱۵ آذر می‌باشد "مراقبت از خاک‌ها، اندازه‌گیری، پایش و مدیریت" نام‌گذاری گردیده است. هدف از این نام‌گذاری‌ها، آشنا کردن عموم مردم با اهمیت خاک و جلب توجه عمومی به ضرورت حفظ خاک است. از اهمیت خاک به عنوان جزء اساسی سیستم‌های طبیعی جهان و از عوامل رفاه و حیات بشر یاد می‌شود. به‌راستی راهکارهای مراقبت از خاک‌ها چیست و چگونه می‌توانیم غذای خود را در خاک رشد دهیم بدون آنکه به آن صدمه‌ای بزنیم. آیا می‌توان بدون آنکه ساختار خاک را به هم زد و آن را با انواع و اقسام وسایل و تجهیزات آهنی سرد زیرورو نماییم و بر پیکر آن زخم‌های غیرقابل جبران وارد نماییم غذای خود را تولید نماییم؟ به‌راستی، مفاهیم پیچیده و فنی دانش تا به شکلی ساده درنیاید و بر عموم مردم تأثیر نگذارد و به زندگی مردم راه نیابد چه ارزشی دارد؟ هدف از این نوشتار، معرفی ساده و عمومی جنبه‌هایی چند از اهمیت و حفظ خاک برای کودکان و نوجوانان عزیز می‌باشد. در این راستا از حمایت‌های مالی و پشتیبانی معنوی و تشویق‌های موسسه سبزگامان بسکی به‌خاطر چاپ این کتاب که همواره در راستای حفاظت از محیط‌زیست و منابع طبیعی کشور گام بر می‌دارند تشکر و قدردانی می‌گردد. باشد که دریابیم و از خاک حفاظت کنیم.

## ۱- مقدمه

شما در شرف آغاز گشت و گذار در بخشی از دنیای طبیعی ما هستید که اغلب نادیده گرفته می‌شود، خاک. درست است که جذابیت آنی موجودات جذاب، زیبا و نوازشگری که در جنگل‌ها زندگی می‌کنند یا قدرت آتشفشان یا وسعت فضا را ندارد، با این حال خاک‌ها زیبایی انحصاری درون خویش را دارند. این نوشتار شما را با طبیعت خاک و علم خاک آشنا می‌کند. **خاک** (Soil) مخلوطی از مواد معدنی، مواد آلی، گازها، مایعات و اندامک‌های زنده و غیرزنده است که در کنار هم حیات را امکان‌پذیر کرده‌اند. این ماده حیات، در اثر متلاشی شدن سنگ‌ها در طول زمانی دراز و تحت تأثیر عوامل طبیعی تشکیل شده است. خاک زیر پای ما به همان اندازه‌ی هر بخش دیگری از جهان ما، پیچیده، جالب، و متنوع است.

این نوشتار برای مخاطبان کودک و نوجوان جوان تهیه گردیده است. دانش‌آموزان ابتدایی و دبیرستانی که در حال مطالعه علوم محیطی هستند یا در المپیاد علمی شرکت می‌کنند ولی درعین حال، اطلاعات آن برای همه سنین مفید است. با خواندن و درک عمیق این گفتار دروازه دوستی شما با خاک به عنوان یک موجود زنده، علم خاک و جهانی که هر روز

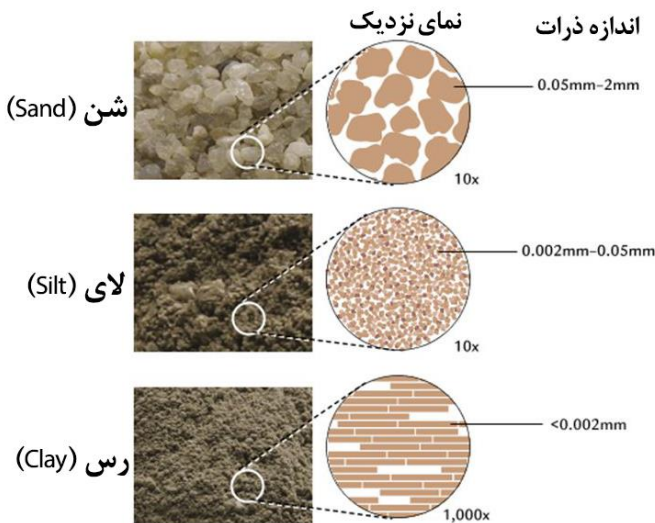
در آن قدم می‌گذارید، گشوده می‌شود. مطالعه خاک باعث می‌شود بهتر بتوانید دنیای اطراف خود را درک کنید و با آن ارتباط برقرار کنید. علم خاک واقعاً یک علم کاربردی است. شما خواهید دید که چگونه درک زیست‌شناسی، شیمی، فیزیک، و بوم‌شناسی (اکولوژی) دید شما را به پیچیدگی دنیای زیر پا باز خواهد کرد. خواهید دید که خاک‌ها زنده، پویا و دائماً در حال تغییر هستند. زمانی که خاک‌ها به حال خود رها شوند، انعطاف‌پذیر هستند، اما وقتی که از آن‌ها برای اهداف خاص خود استفاده می‌کنیم، می‌توانند شکننده و آسیب‌پذیر گردند. خاک‌ها جهان را تغذیه می‌کنند و در صورت پایداری و دوام به این کار ادامه خواهند داد. آن‌ها ظهور و سقوط تمدن‌های باستانی را دیکته کردند. آن‌ها اساس زندگی هستند. دنیای اطراف ما با زندگی عجین شده است که ما هرروزه شاهد آن هستیم. ما آن را در مدرسه و مزرعه مطالعه می‌کنیم تا بتوانیم به‌طور کامل از دنیای زندگی طبیعی اطراف خود قدردانی کنیم و سر در بیاوریم. اما واقعاً چقدر زندگی را عمیقاً می‌شناسیم؟ ما می‌دانیم که با تمام پیچیدگی‌ها و تنوع آن برای رفاه ما ضروری است. ما می‌دانیم که زندگی روی زمین ما را در منظومه شمسی منحصربه‌فرد می‌کند. اما به‌ندرت به ارتباط اساسی بین خاک و زندگی فکر می‌کنیم. آیا تا به حال

به این فکر کرده‌ایم که بدون خاک، زندگی وجود نخواهد داشت؟ در اینجا شما با دنیای شگفت‌انگیز زیر پایتان آشنا می‌شوید. خاک زیربنای طبیعت بوده و پایه‌ای است که زندگی طبیعی ما به آن وابسته است، جوهر زندگی اغلب نادیده گرفته شده، ماده پویایی که تمدن بر آن بنا شده است. هنگامی که خاک را در پیچیدگی و زیبایی‌اش بشناسید، زندگی را با افق‌های وسیع‌تری خواهید شناخت. بهشت زیر پای شما و همچنین بالای سر شماست. خاک کثیف نیست خاک زندگی است. استاد سخن، «سعدی» بزرگ در مورد این عنصر مهم گفته است: بنی آدم سرشت از خاک دارند... اگر خاکی نباشد آدمی نیست.

## ۲- چگونه خاک تشکیل می‌شود

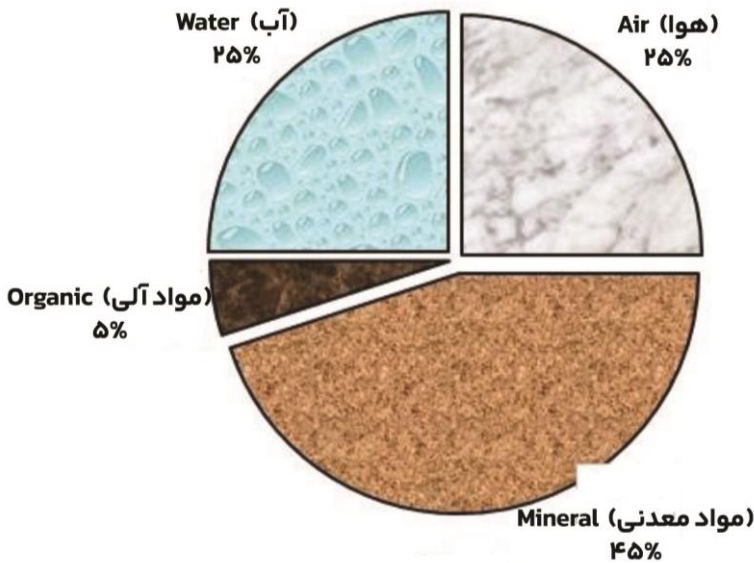
بخش معدنی خاک از سنگ‌ها تشکیل می‌شود. نیروهای مانند باد، آب و تغییرات دما، سنگ‌ها را به ذرات یا ذرات ریز تجزیه می‌کنند. کوچک‌ترین ذرات را رس می‌نامند. ذرات با اندازه متوسط را سیلت می‌نامند. بزرگ‌ترین ذرات شن نامیده می‌شوند. انواع مختلف خاک حاوی مخلوط‌های مختلفی از خاک رس، سیلت و شن است (اشکال ۱-۱ و ۱-۲).

## شن، لای و رس



شکل ۱-۱- ذرات مختلف تشکیل دهنده خاک شامل شن (Sand)، لای (Silt) و رس (Clay).

قسمت آلی یا ارگانیک خاک هنگام مرگ گیاهان و حیوانات تشکیل می شود. بدن آن ها پوسیده یا تجزیه می شود و با ذرات سنگ مخلوط می شود. مواد آلی به نام هوموس به تشکیل منافذ در خاک کمک می کند. خاک را نرم و سست نگه می دارد. هوموس همچنین مواد مغذی مورد استفاده گیاهان را فراهم می کند. در شکل ۱-۲ ترکیب یک خاک مطلوب برای کشاورزی دیده می شود.



شکل ۱-۲- یک خاک ایده آل از ۴۵ درصد مواد معدنی (شن، رس، لای)، ۵ درصد مواد آلی (گیاهی و حیوانی)، ۲۵ درصد هوا و ۲۵ درصد آب تشکیل شده است.

### ۳- اهمیت خاک برای مردم

دنیای اطراف خود را در نظر بگیرید، تعجب آور نیست که همه چیز به چند چیز اساسی بستگی دارد: غذا، مکانی برای زندگی، و آب. در قاب بزرگتر، انرژی حیاتی که منبع نهایی آن خورشید است. مردم چند نیاز خاص دیگر دارند. ما به هوا برای اکسیژن و همچنین فیبر برای لباس و پوشاک نیاز داریم. با بررسی بیشتر، ممکن است تعجب آور باشد که بسیاری از چیزهایی که ما به آن وابسته هستیم یعنی غذا، آب، فیبر، سرپناه همگی مربوط به یک مورد واحد یعنی خاک هستند که اغلب نادیده گرفته می شوند. نگاهی دقیق به آنچه برای صبحانه خورده اید این نکته را نشان می دهد. ممکن است نان (سنگک، لواش، بربری و یا نان تست و ساندویچی)، مربا، شیر و آب پرتقال خورده باشید. هر کدام از این مواد از کجا آمده اند؟ گندم موجود در نان یا ماکارونی شما از دانه گیاهان آغاز شده است. شیر از گاوی که علوفه خورده است. مربای میوه از میوه هایی که از درختان رشد کرده در خاک باغ ها به دست آمده و همچنین آب پرتقال از میوه پرتقال که روی درخت پرتقال بوده به دست آمده است. اگر تخم مرغ خورده اید به یاد داشته باشید که از مرغی که دانه های گیاهی را خورده است به دست می آید. همچنین انواع

گوشت از حیوانات به دست می‌آید که با غلات (گندم، جو، ذرت، ارزن، برنج و...) و علوفه (یونجه، شبدر، سورگوم و...) تغذیه می‌شوند که همگی منشأ گیاهی دارند. پس تمام غذای صبحانه شما و به‌طور کلی تمامی وعده‌های غذایی را می‌توان ردیابی کرد که از گیاهان به دست می‌آیند (شکل ۲). حتی گرانترین ادویه جهان یعنی زعفران که ما آن را به طلای سرخ می‌شناسیم و کشور ما ایران بزرگترین تولیدکننده این گیاه دارویی می‌باشد در دل خاک رشد می‌کند و یکی از مرغوب‌ترین ادویه‌های جهان می‌باشد. بیشتر زعفران جهان یعنی چیزی در حدود ۹۰ درصد تولید جهانی از کشور ما یعنی ایران تأمین می‌شود (شکل ۳). اما به این فکر کنید که گیاهان از کجا می‌آیند؟ گیاهان در خاک رشد می‌کنند. خاک، آب و مواد مغذی موردنیاز گیاهان را که منشأ غذای ما هستند فراهم می‌کند. وقتی شما غذا می‌خورید در حقیقت شما در حال خوردن خاک هستید، اگرچه چندین مرحله حذف شده است. ما برای تأمین غذای موردنیاز خود و برای زنده ماندن به گیاهان متکی هستیم. بدون خاک برای تولید گیاهان، ما نه نان خواهیم داشت، نه شیر نه لوبیا و عدس و نه گوشت، نه میوه، و حتی نه پیتزا و بنابراین نمی‌توانیم زنده بمانیم. (شکل ۲).



شکل ۲- همه چیز در این سبدهای خرید از خاک می آید.

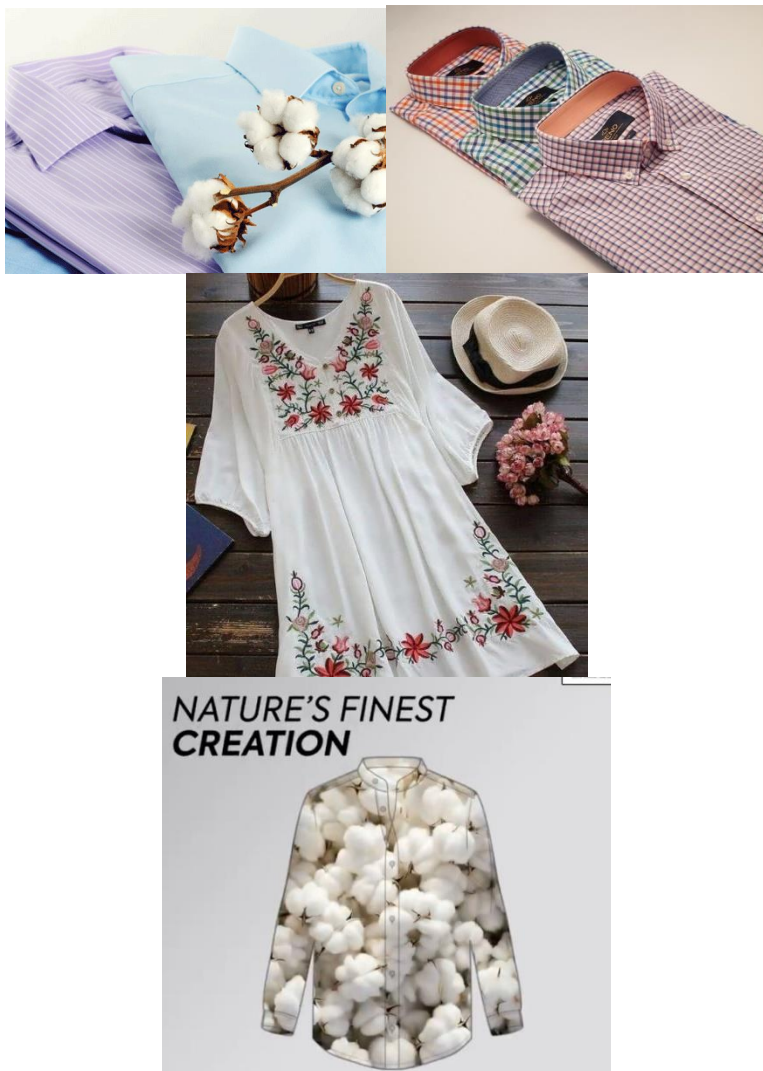


شکل ۳- زعفران گرانتین ادویه دنیا است و همچنین به عنوان یک داروی شناخته شده و یک ماده‌ی رنگ دهنده در سراسر جهان مشهور است. تصاویر متعلق به مزارع گیاه زعفران روستای وامنان از بخش کوهساران شهرستان آزادشهر واقع در شرق استان گلستان می باشد که در تاریخ آبان ۱۴۰۳ گرفته شده است. این طلای سرخ نیز در دل خاک می روید.

حالا، پوشاک و لباس‌های خود را در نظر بگیرید. پیراهن، زیرپوش، تی شرت و شلوار جین شما احتمالاً از پنبه ساخته شده است یعنی گیاهی که به خاک بستگی دارد (اشکال ۴ و ۵). مواد طبیعی الیافی دیگر مانند پشم، کتان و ابریشم نیز به طور مستقیم با هم به گیاهان مرتبط هستند. پشم از حیواناتی می آید که گیاهان را می خورند، کتان از گیاهان کتان و ابریشم از کرم ابریشم که غذای آن برگ درختان توت است. حتی بسیاری از الیاف مصنوعی را می توان به خاک مرتبط کرد. زیرا الیاف مصنوعی از سلولز ساخته شده اند که منشأ تولید آن ها درختان و سایر گیاهان می باشند. سایر الیاف مصنوعی مانند پلی استر از سوخت های فسیلی به دست می آیند. سوخت های فسیلی گیاهان و بقایای حیوانات باستانی هستند که در اعماق زمین دستخوش تغییرات شدید شده اند، اما با این وجود، زمانی که زندگی می کردند به خاک (یا مواد مغذی ناشی از خاک و هوا) نیاز داشتند. از طریق چند مرحله می توانیم سوخت های فسیلی را نیز به خاک پیوند دهیم.



شکل ۴- یک مزرعه پنبه که در بقایای گندم بدون آتش زدن بقایای گیاهی و بدون زیرورو کردن خاک در روستای جماران شهرستان آق‌قلا در بهار ۱۴۰۳ کشت گردیده است.



شکل ۵- انواع لباس و پوشاک، همه از خاک. برچسب روی پیراهن و شلوار خود را ببینید و به این فکر کنید که منسوجات چگونه از خاک می آیند؟ پنبه؟ ابریشم؟ پلی استر؟ پشم؟

در نهایت به خانه‌ای که در آن زندگی می‌کنید فکر کنید. به‌طور کلی خانه‌ها از چوب و آجر ساخته می‌شوند. به‌راحتی می‌توان فهمید که آجرها به خاک متصل هستند زیرا از خاک رس و ماسه ساخته می‌شوند. الوار و چوب نیز از درختان بعد از فرآوری به دست می‌آیند. درختان نیز مانند سایر گیاهان برای زنده ماندن مانند ما به خاک نیاز دارند. پس دیدیم که خانه شما مثل شماست و بدون خاک وجود نخواهد داشت (شکل ۶).



شکل ۶ - انواع خانه‌های چوبی که چوب آن‌ها در دل خاک روئیده است.

خاک در اولویت نخست قرار دارد، خاک پایه و اساس محیط زیست و زراعت است و بدون آن هیچ حیاتی نخواهد بود. در روی خاکهای فقیر زراعت و زندگی فقیر ولی در روی خاکهای حاصلخیز زراعت و زندگی هر دو خوب خواهند بود. شناخت خصوصیات خاک اولین گام برای داشتن زراعت خوب است. در شکل ۷ کارکردهای اصلی خاک در طبیعت و زندگی روزمره ما را ملاحظه می کنید.



شکل ۷- کارکردهای خاک پایه و اساس زیست بوم. خاکها منابع حیاتی بیشتر مواد غذایی ما هستند. با توجه به ارتباط مستقیم خاک با گیاهان و درختان، مدیریت پایدار خاک یک اولویت طبیعی برای بخش کشاورزی، مرتع و جنگل داری است. خاک همچنین سایر خدمات مهم بوم سازگان (اکوسیستم) مانند زیستگاه موجودات زنده و غیر زنده، نگهداشت و ذخیره و تصفیه آب، چرخه مواد مغذی، تنظیم اقلیم و جلوگیری از سیل را ارائه می دهد.

#### ۴- اهمیت خاک در محیط زیست

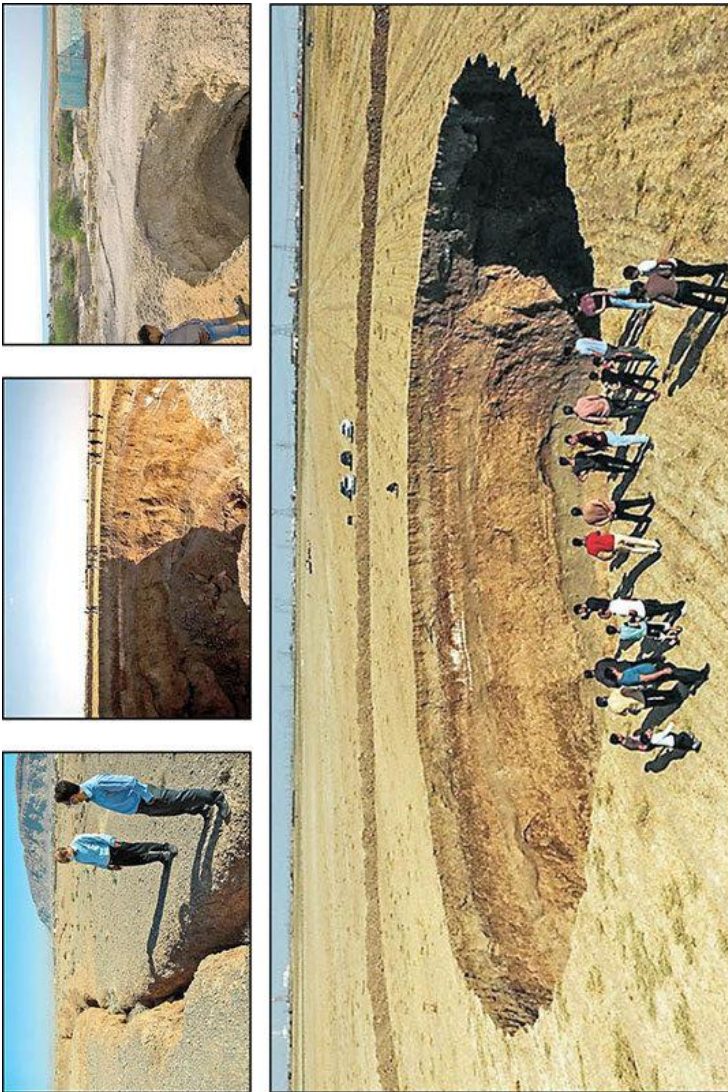
ما دیدیم که خاک برای غذا، فیبر و سرپناه ما حیاتی است. همچنین خاک نقش مهمی در چرخه آب که مایه حیات است دارد. مقدار آب روی زمین ثابت است هیچ تلفات و یا افزایشی در مقدار آن وجود ندارد. فقط بخش کوچکی از آن در حدود ۱ درصد از آن برای آشامیدن قابل استفاده است. چگونه این مقدار آب برای استفاده انسان‌ها تمیز و بهداشتی باقی می‌ماند. شاید شما بگویید ما قبل از نوشیدن آن را تصفیه می‌کنیم. درحالی که این امر در برخی مناطق شهری و زیر شهری صحیح است اما تعداد زیادی از افراد بشر در اقصی نقاط جهان آب مورد نیاز خود را از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌کنند. این آب زیرزمینی قبل از آشامیدن به هیچ وجه تصفیه نمی‌شود. در عوض این آب از طریق خاک تصفیه می‌گردد. همان‌طور که آب به داخل خاک نفوذ می‌کند خواص زیستی، شیمیایی و فیزیکی خاک، آب را تمیز کرده و آلودگی‌های آن را می‌گیرد. این بدین معنی است که شاید خاک بزرگترین واحد تصفیه آب و پساب در جهان باشد. خاک از طریق فیلترینگ به تصفیه آب کمک می‌کند (شکل ۸).



شکل ۸- انواع روش‌های بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی که توسط خاک فیلتر شده‌اند.

از اواخر قرن بیستم اکولوژیست‌ها به مخاطرات ساخت سدها و انباشت آب در پشت آن‌ها پی بردند. یکی از این مخاطرات تولید متان در این دریاچه‌هاست که موجب تشدید اثر گلخانه‌ای و گرم‌تر شدن جو زمین است و دیگری تبخیر مقادیر زیادی آب در این دریاچه‌هاست. بنابراین بهترین مکان برای ذخیره و نگهداری آب، درون زمین و در خاک است. این امر با حفظ پوشش گیاهی، احیای مراتع، جنگل‌ها و نیز افزایش نفوذپذیری آب در خاک امکان‌پذیر می‌شود. تخلیه بیش‌ازحد آب‌های زیرزمینی موجب فرونشست اراضی می‌شود که خود گاهاً صدمات غیرقابل جبرانی را به دنبال دارد. علاوه بر این که رانش زمین موجب ایجاد شکاف‌ها و گودال‌های بزرگ در سطح زمین و ویرانی سازه‌های موجود

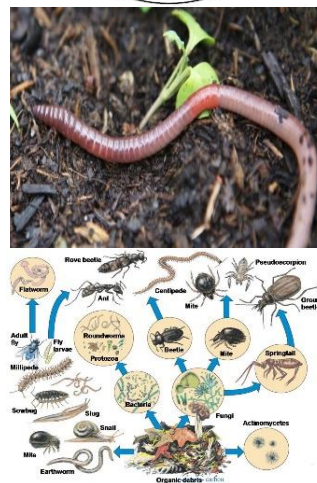
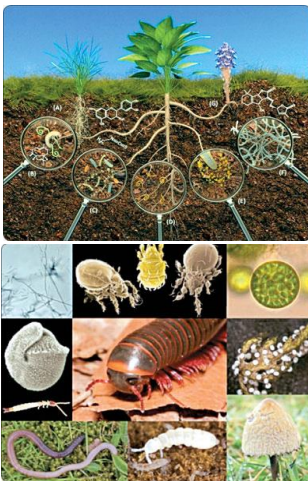
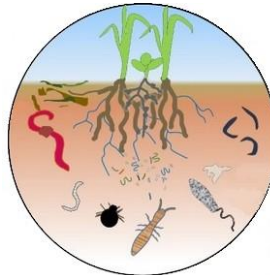
در آن مناطق می‌شود، ممکن است خسارت‌های جانی نیز به دنبال داشته باشد. این پدیده بر اثر خالی شدن و پوک شدن روزنه‌ها، حفره‌ها و یا کانال‌هایی زیرزمین است که آب‌های زیرزمینی در آن‌ها قرار داشته‌اند و با تخلیه آب و خالی شدن آن‌ها بر روی هم فرومی‌ریزند. مهم‌ترین اتفاق اینست که با ریزش این حفره‌ها دیگر جایی برای ذخیره شدن آب باقی نمی‌ماند و مخازنی که آب باید در آن‌ها ذخیره شود، تخریب می‌شوند (شکل ۹). این فرونشست‌ها فشردگی خاک‌های این مناطق را نیز در پی دارند که موجب تشدید خسارت‌های ناشی از زلزله می‌شود. همان‌گونه که در بدن ما خون نقش جابجایی مواد را برعهده دارد. جویبارها و رودها در طبیعت وظیفه جابجایی مواد و عناصر را عهده دارند و شریان‌های طبیعتند. چرخه آب یعنی چرخه حیات در طبیعت و چرخه مواد و عناصر بدون چرخه طبیعی آن ممکن نیست.



شکل ۹- فرونشست زمین در دشت‌های ایران به علت مصرف بی‌رویه آب زیرزمینی در بخش کشاورزی

## ۵- خاک یک موجود زنده است

خاک یک منبع زنده است که بیش از ۲۵ درصد از تنوع زیستی را در خود جای داده است. تنوع زیستی خاک شامل انواع موجودات زنده از جمله گیاهان و موجودات ذره‌بینی یا ریزاندامگان (میکروارگانیسم‌ها) تا مهره‌داران است و یک منبع تجدید ناپذیر است که حتی با فن‌آوری‌های نوین هم قابل جبران و احیا مجدد نخواهد بود. (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- موجودات زنده خاک که باعث می‌شوند خاک زنده و بارور باشد.

خاک زیر پای ما سرشار از ریزاندامگان مختلف است. ریزسازواره، ریزاندامگان یا میکروارگانیسم (به فرانسوی: Microorganisme) جاندارانی اند که با چشم غیرمسلح دیده نمی شوند. ریزاندامگان شامل باکتری ها، آغازیان، ویروس ها و برخی قارچ ها هستند. این موجودات زنده بسیار کوچکند و فقط با میکروسکوپ قابل مشاهده هستند، اما نباید فریب ظاهرشان را خورد زیرا آن ها نقشی حیاتی در بوم سازگان خاک دارند و فرآیندهایی را انجام می دهند که مواد مغذی را به خاک باز می گردانند. برخی از آن ها به رشد گیاهان کمک می کنند. برخی دیگر از گیاهان در برابر بیماری ها محافظت می کنند. به طور کلی این موجودات ذره بینی موجود در خاک ساختار خاک را سالم نگه می دارند. آیا می دانستید تعداد ریزاندامگان درون یک قاشق چای خوری خاک از تعداد انسان های روی زمین بیشتر است؟ (شکل ۱۱). تنها در یک قاشق چای خوری، میلیون ها موجود میکروسکوپی جای می گیرد. زمین حدود ۸ میلیارد نفر جمعیت دارد. اما تعداد این موجودات ریزی که بی سروصدا در خاک کار می کنند و به رشد گیاهان کمک می کنند تنها در یک قاشق چای خوری می تواند تا ده ها میلیارد ریزاندامگان برسد. در یک گرم خاک تنها ۶۰ هزار نوع باکتری مختلف پیدا می شود.

این موجودات ذره بینی به تجزیه مواد آلی مانند گیاهان و حیوانات مُرده کمک می کنند. این فرآیند می تواند مواد مغذی ضروری را به خاک

بازگرداند و آن را برای گیاهان بارور کند. برخی از این موجودات نظیر قارچ‌ها با ریشه‌های گیاه ارتباط برقرار می‌کنند و کمک می‌کنند آب و مواد مغذی به‌طور مؤثرتری جذب شود. موجودات ذره‌بینی موجود در خاک همچنین با عوامل بیماری‌زای (پاتوژن‌ها) مضر مقابله می‌کنند و آن‌ها را تحت کنترل نگه می‌دارند که برای سیستم دفاعی طبیعی محصولات زراعی و باغ‌ها ضروری است.



شکل ۱۱- تعداد موجودات ذره‌بینی درون یک قاشق چای‌خوری محتوی خاک سالم از تعداد انسان‌های روی زمین بیشتر است.

تخمین زده شده که حدود ۹۰ درصد موجودات زنده، بخشی از چرخه حیات خود را در خاک می گذرانند بنابراین حفاظت از آن از اهمیت زیادی برخوردار است. حیات جانوری و گیاهی خاک، ساختاری را ایجاد می کند که موجب هوادهی خاک و در نتیجه نفوذ و تصفیه و ذخیره آب می شود. افزایش نفوذپذیری آب در خاک، ضمن جلوگیری از سیل و فرسایش خاک باعث جذب آلودگی هایی از جمله باکتری ها و ویروس ها به ذرات خاک شده و در نتیجه پاکیزگی و ایمنی آب و سایر زیستمدان خاک را فراهم می کند، هر قدر تنوع زیستی خاک بیشتر باشد، فرآیندهای مفیدی مانند تصفیه، زیست پالایی و پاکسازی خاک از آلودگی ها حتی آلودگی های شیمیایی، بهتر و کامل تر انجام خواهد شد. یکی از موجودات درشت که در خاک کارهای مفیدی انجام می دهد کرم خاکی می باشد. کرم خاکی جانوری است که در خاک زندگی می کند و بدن آن بسیار نرم می باشد و از بندهایی تشکیل شده است به همین خاطر این جانوران مفید نرم تنان فروتن نامیده می شود (شکل ۱۲). کرم های خاکی فاقد استخوان هستند و معمولاً دراز و پوستی می باشند و از راه پوست خود تنفس می کنند. به طور کلی کرم های خاکی از گوناگونی زیادی برخوردارند و در زمین می خزند طول آن ها بیشتر از ۳

ساتی متر است، رنگ آن‌ها تیره یا قهوه‌ای می‌باشد. کرم خاکی در زیر خاک زندگی و فعالیت می‌کند به همین خاطر به آن‌ها لقب مهندسين خاک داده‌اند. با راه رفتن خود خاک را زیرورو می‌کنند و در خاک حفره و تونل ایجاد می‌کنند که به وسیله این حفره‌ها آب و هوا بهتر به ریشه گیاهان نفوذ می‌کند (شکل ۱۲). این نرم‌تن هنگام خوردن، گردنش را برافراشته و مقداری از خاک را برمی‌دارد سپس به کمک عضله‌های حلقی آن را به داخل لوله اندرونی خود می‌فرستد بدین ترتیب غذا وارد چینه‌دان کرم می‌شود سپس به سنگدان می‌رود. وجود ذرات ماسه در سنگدان به او کمک می‌کند تا خاک را به خوبی درون خود آسیاب و نرم کند. در مرحله بعد غذا هضم و فضولات از بدن دفع می‌شود. تحقیقات علمی ثابت کرده که در هر هکتار زمین کشاورزی حدود ۴۰ تن خاک در سال به وسیله کرم‌ها زیرورو می‌شود به علاوه این کرم مواد گیاهی و حیوانی فاسد شده در زیرزمین را می‌خورد و باعث کاشته شدن تخم گیاهان می‌شود. فضله کرم خاکی نیز به علت آهکی بودن باعث حاصلخیزی خاک و ایجاد خاکدانه می‌گردد. دانشمندان زمانی به این موضوع پی بردند که دریافتند دشت نیل که یکی از حاصلخیزترین زمین‌ها در قاره آفریقا است در هر هکتار آن حدود ۲۵۰ تن فضله کرم

خاکی موجود است و به برکت وجود این کرم‌ها دشت نیل سال‌های سال یکی از غنی‌ترین زمین‌های کشاورزی جهان به شمار می‌رود. کرم‌های خاکی موجوداتی هستند که به‌رغم اینکه در خاک زندگی می‌کنند، معمولاً کاملاً تمیز هستند. این تمیزی به این دلیل است که آن‌ها به‌طور مداوم یک لایه مخاط روان‌کننده ترشح می‌کنند که باعث می‌شود از چسبیدن خاک به بدن‌شان جلوگیری کند.



شکل ۱۲- کرم‌های خاکی این نرم‌تان فروتن به‌عنوان مهندسین خاک عمل نموده و توانایی ایجاد ۴ و نیم کیلومتر کانال و حفره در یک هکتار خاک را دارا می‌باشند.

## ۶- نتیجه گیری و نکات مهم

خاک ها جایگاه رویش گیاهانی می باشند که انرژی خورشیدی را برای تولید غذا، فیبر و اخیراً سوخت به طور مؤثری استفاده می نمایند. غذا و فیبر دو عامل اساسی در بقاء تمدن ها می باشند. کشاورزی منبع اصلی هردو بوده و وابسته به خاک های بارور است. برای اینکه خاک ها به طور اقتصادی تولید کنند بایستی حاصلخیز باشند. بنابراین، حاصلخیزی خاک های هر کشور، شاخص سلامت کشاورزی و ظرفیت تولید غذا، فیبر و سوخت آن کشور می باشد. کشاورزی مولد وابسته به خاک سالم است. خاک وظیفه در اختیار قرار دادن مواد مغذی به مقدار کافی را در طول چرخه زندگی گیاه برعهده دارد. خاک آب را در خودش نگه می دارد و آن را در دسترس گیاه قرار می دهد به طوری که در طول دوره های خشک گیاه پژمرده نمی شود. آب از طریق نفوذ یا حرکت درون خاک تصفیه می شود. خاک به آرامی آب را به سیستم های آب سطحی و زیر سطحی منتشر و در نتیجه به عنوان یک تنظیم کننده جریان عمل می کند. ۹۵ درصد غذای ما در خاک می روید. خاک ها میزبان ۲۵ درصد تنوع زیستی سیاره ما هستند. بر روی یک قاشق چایخوری مقدار ریزندامگان یا میکروارگانیسم های زنده در داخل خاک سالم از تعداد

انسان‌های روی کره زمین بیشتر است. خاک از چهار جزء اصلی تشکیل می‌شود: مواد معدنی، مواد آلی، آب و هوا. درحالی که معمولاً مواد معدنی از خاک رس، گل ولای و شن تشکیل می‌شوند، مواد آلی از مواد گیاهی و حیوانی که در مراحل مختلفی از تجزیه شدن قرار دارند، تشکیل می‌شوند. زمانی که صحبت از سلامت خاک که می‌توان آن را کیفیت خاک نیز نامید به میان می‌آید، مهم‌ترین عامل اندام‌ها یا ارگانیسم‌هایی هستند که در آن رشد و نمو می‌نمایند و به عنوان یک بوم‌سازگان (اکوسیستم) زنده می‌باشند. این ارگانیسم‌ها شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، نخسانه‌ها (نماتدها)، پیش‌زیان، کرم‌های خاکی و دیگر جانداران کوچک می‌شوند. اکثر آن‌ها نقشی عمده را در تجزیه نمودن مواد آلی درون خاک بازی می‌کنند، از این رو آن‌ها را به موادی مغذی و دیگر ترکیبات سودمند مورد نیاز گیاهان تبدیل می‌نمایند. این ارگانیسم‌ها با استفاده از مواد آلی و فرآورده‌های جانبی حاصل از رشد ریشه‌ها رشد و نمو می‌نمایند. از این رو هم ارگانیسم‌های گیاهان و هم ارگانیسم‌های خاک برای بقای حیات خود به وجود یک دیگر وابسته هستند. این ارگانیسم‌های خاکی جدای از مواد آلی در حال تجزیه و مواد مغذی چرخه دار برای بهبود دادن بافت خاک و کنترل کردن آفت‌های درون

آن نیز سودمند هستند. خاک، به‌ویژه خاک سالم، سرشار از زندگی است. میلیون‌ها گونه و میلیاردها موجود زنده ترکیبی پیچیده و متنوع از زندگی میکروسکوپی و مایکروسکوپی را تشکیل می‌دهند که نشان‌دهنده بیشترین غلظت زیست‌توده در هر جای کره زمین است. به‌طور خلاصه، خاک سالم باید از فعالیت میکروبی در حد کفایت برخوردار بوده و همچنین باید دارای ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی متعادل باشد. سفره اصلی غذای ما خاک است. بیشتر آنچه که در سر سفره غذایمان می‌خوریم و می‌نوشیم، ریشه در خاک دارند. خاک جزو منابع تجدیدنپذیر است اما چون دیده نمی‌شود نسبت به آن غفلت شده است. به‌همین دلیل حفظ آن ارزش زیادی دارد. 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. از اهمیت خاک به‌عنوان جزء اساسی سیستم‌های طبیعی جهان و از عوامل رفاه و حیات بشر یاد می‌شود.

در پایان در باب اهمیت خاک و لزوم حفاظت از آن می‌توان به ۱۰ نکته کلیدی به شرح ذیل اشاره نمود:

✓ بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ سال زمان می‌برد تا یک سانتی‌متر خاک تولید شود و این یعنی باید در مراقبت از این عنصر ناب، نهایت توجه و تلاش صورت بگیرد. باید با خاک مهربان باشیم. یادمان باشد که مولانا چه زیبا سروده:

بجوشید بجوشید که ما اهل شعاریم

به جز عشق به جز عشق دگر کار نداریم

در این خاک در این خاک در این مزرعه پاک

به جز مهر به جز عشق دگر تخم نکاریم.

✓ ۹۵ درصد غذایی که می‌خوریم از خاک به دست می‌آید.

✓ خاک یک موجود زنده است و خاک‌ها میزبان ۲۵ درصد تنوع زیستی روی کره زمین هستند.

✓ حدود یک سوم خاک‌های جهان در حال حاضر تخریب شده است.

✓ کشاورزی حفاظتی (حداقل دستکاری مکانیکی خاک، حفظ بقایای گیاهی و رعایت اصول تناوب زراعی) یکی از بهترین

راهکارهای تولیدات پایدار محصولات کشاورزی ضمن حفظ خاک می‌باشد.

✓ در طول ۷۰ سال گذشته، سطح ویتامین‌ها و مواد مغذی در غذا به شدت کاهش یافته است.

✓ بیش از ۲ میلیارد نفر از گرسنگی پنهان یا کمبود ریزمغذی‌ها رنج می‌برند.

✓ تقریباً ۵۰ درصد از زباله‌های خانگی ما می‌تواند برای پرورش خاک ما کمپوست شود.

✓ تغییر کاربری اراضی در صدر مهم‌ترین عواملی نابودی خاک در کشور است که توسعه شهرسازی و بناهای شهری مثل هتل و رستوران، ویلا سازی و انتقال خطوط نفت و گاز این میزان تخریب را به وجود آورده است. در واقع وقتی جنگل‌ها و مراتع را نابود می‌کنیم و خاک لخت می‌شود در برابر فرآیند فرسایش خاک چه فرسایش آبی و چه بادی کاملاً آسیب‌پذیر می‌شود، در این شرایط وقتی که سیلی رخ دهد حجم بسیار زیادی از خاک از بین می‌رود چون دیگر پوشش گیاهی برای حفاظت از خاک وجود ندارد.

✓ هرگز روی خاک‌های جنگلی و زراعی آتش روشن نکنیم زیرا موجب از بین رفتن کلیه موجودات زنده درون خاک می‌شود و خاک کلیه رطوبت خود را از دست داده و به‌صورت سیمانی درمی‌آید و احیای مجدد آن به ۸۰ سال زمان نیاز دارد.

(شکل ۱۳)



شکل ۱۳- در پی یک فهم اشتباه و درک نادرست بعضی از کشاورزان و باغداران بر این باورند که آتش زدن بقایای گیاهی و باغی موجب افزایش بهره‌وری زمین برای فصل بعدی کشت می‌شود که به‌هیچ‌وجه صحیح نیست. بلکه با آتش زدن بقایا چرخه زندگی تمام موجودات زنده درون خاک شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها و ریز اندامک‌ها نابود می‌شود و زمین توان خودش را کامل از دست می‌دهد و ضمناً نیتروژن خاک به‌صورت گاز دی‌اکسید نیتروژن متصاعد می‌شود. علاوه بر این‌ها افزایش فرسایش خاک و سرعت روان آب‌ها را نیز در پی دارد. نهایتاً با آتش زدن بقایای گیاهی که چسبیده به خاک هستند زیستگاه‌های جانوری و گیاهی نیز تخریب می‌گردند.

## ۷- منابع برای مطالعه بیشتر

۱. ارزانی، ن. ۱۳۸۹. مبانی خاکشناسی. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۲۰۲ ص.
۲. استراود، ج و رد میل گوردون، م. ۱۴۰۱. جهان شگفت‌انگیز خاک. ترجمه: سید جواد نقیبی، یگانه افشاری زاد، و عبدالله کاویانی راد. انتشارات مرجع علم شیراز. ۶۵ ص.
۳. ساداتی، س.ا و نظری، ن. ۱۳۹۹. خاک‌شناسی (عمل‌گرایی). انتشارات جهاد دانشگاهی واحد مازندران. ۲۶۶ ص.
4. Brown, G. 2018. *Dirt to Soil: One Family's Journey into Regenerative Agriculture*. Chelsea Green Publishing; 1st edition (October 11, 2018). 276 P.
5. Lindbo, D., Kozlowski, D., and Robinson, C. 2012. *Know Soil, Know Life*. Soil Science Society of Agronomy (December 24, 2012). 206 P.
6. Silverste, A and Silverstein, V. 2000. *Life in a Bucket of Soil*. Dover Publications (August 2, 2000). 96 P.
7. Montgomery, D. R. 2017. *Growing a Revolution: Bringing Our Soil Back to Life*. W. W. Norton & Company; Reprint edition (May 9, 2017). 315 P.
8. Montgomery, D. R., and Bikle, A. *What Your Food Ate: How to Restore Our Land and Reclaim Our Health*. 2022. W. W. Norton & Company (June 21, 2022). 394 P.

Healthy soil is full of life and critical to successful agriculture and is vital to produce the food and fiber we use every day. Millions of species and billions of microorganisms make up a complex and diverse mix of microscopic and macroscopic life that represents the greatest concentration of biomass anywhere on the planet. Consider bacteria, the soil microbes with the highest numbers. For example, you can fit 40 million of them on the end of one pin. The healthiest soils are those with a diversity and abundance of life. **Soil conservation** is a "combination" of practices used to protect the soil from degradation. First, soil conservation involves treating the soil as a living ecosystem, and recognizing that all the organisms that make the soil their home, play important roles in producing a fertile healthy environment. Second, soil cover and reforestation is a mechanism to protect soil from wind and water loss. Like the protection of an umbrella, soil cover and tree, farming protects the soil and the microbes within from the impact of sun heat, rain and wind. It stops the soil surface from erosion and sealing, and reduces the amount of precious rainwater that runs off.

Then there are the various large animals that make their homes in it. Every single life form on land depends on a healthy soil to survive. The plants, the animals that feed on the plants, and the animals that eat the animals, which feed on the plants – none of them, would exist if it were not for a living soil.

Soil comprises a network of interacting living organisms within the earth's surface layer, which support life above the ground – plants and animals, including humans. Soils are home to myriad of microorganisms that fix nitrogen, mobilize nutrients from mineral particles and decompose organic matter and armies of microscopic organisms as well mesofauna such as earthworms and termites. Earthworms are considered as soil engineers because of their effects on soil properties and their influence on the availability of resources for other organisms, including microorganisms and plants. Soil plays a vital role in the Earth's ecosystem. Without soil, human life would be very difficult.

Healthy soils supply the essential nutrients, water, oxygen and root support that our food-producing plants need to grow and flourish. However, all human life depends on it. Soil is teeming with life - much of which we cannot see – but like all living things it can become unwell and even die if it isn't looked after properly. You might be surprised to learn there are more living things in one teaspoon of soil than there are people on the planet. One gram of soil can contain several billion bacteria from thousands of different species. Many life forms make soil their home, and in turn, most other animals depend upon them for food. Life within soil ranges from the microscopic (such as bacteria and other so-called microorganisms) through to more recognizable and well-known species such as earthworms, and many rare types of ant. The roots of plants that grow within it are another important form of life that we find in soils.

## **Soil, The Hidden Life Beneath Our Feet**

By: Mohammad Esmaeil Asadi

iwc977127@yahoo.com

### **About the book (Summary)**

This book was written to help create awareness children and teenagers about soil importance and its functions in our life. Soil forms the skin of the Earth and is our life support system. Soil consists of a variable and complex mixture of organic matter and mineral particles of sand, silt and clay. Soils provide anchorage for plant roots while holding water and nutrients and is vital for both people and the planet. Soil is home to a quarter of the species on our planet. As they live hidden in the soil, these organisms are too often overlooked. The most widely recognized function of soil is its support for food production. It is the foundation for agriculture and the medium in which nearly all food-producing plants grow. In fact, it is estimated that 95% of our food is directly or indirectly produced on our soils. It filters and purifies our water, reduces flooding and plays a crucial role in the fight against climate change.