



اهمیت مواد آلی خاک در کشت ذرت

مقدمه

مواد آلی خاک نقشی اساسی در حاصلخیزی، ظرفیت نگهداری آب و ثبات کلی کیفیت خاک دارد. تخمین زده می‌شود که حدود 50 درصد از مواد آلی خاک اکثر خاکها در 100 سال اول پس از تبدیل چمنزارها و دشتهای ساوانا به زمین‌های کشاورزی از بین رفته است. کاهش فرسایش خاک از طریق روش‌هایی مانند خاکورزی حفاظتی از اهداف مهم جهت حفظ خاک است که موجب حفظ میلیارد ها تن خاک سطحی به ویژه در زمین‌های آسیب پذیر شده است.

اهمیت مواد آلی خاک

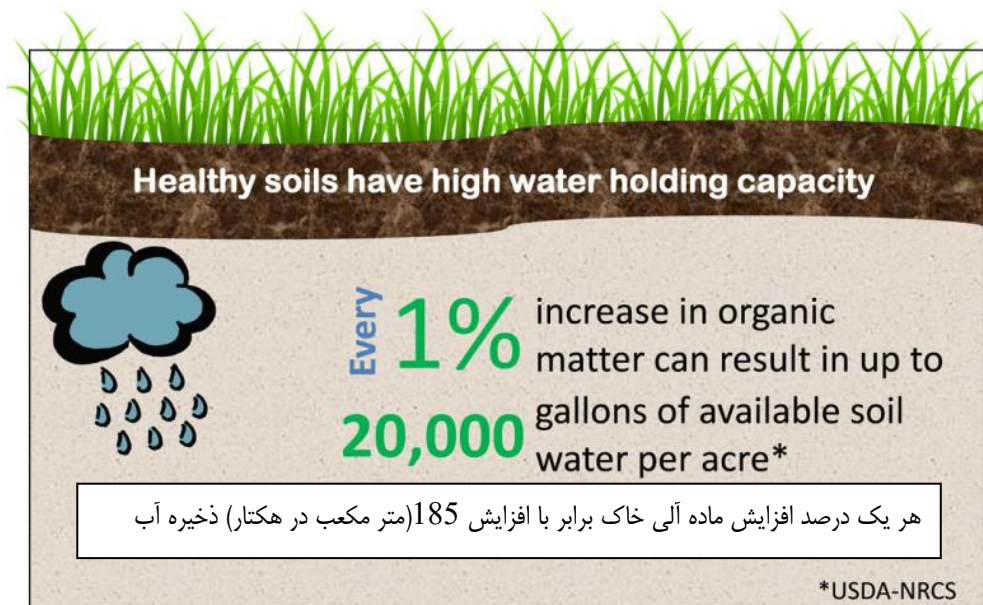
آب به طور فزاینده‌ای به محدودترین نهاده طبیعی در کشور تبدیل می‌شود. اما کشاورزان می‌توانند با افزایش سطح مواد آلی خاک، ظرفیت ذخیره آب آن را بهبود دهند. درست مثل اسفنج، خاکهای با مواد آلی بالا می‌توانند آب را در هنگام بارندگی جذب و نگه دارند و در هنگام خشکی آن را به گیاهان تحویل دهند. در حقیقت مواد آلی خاک میتواند ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش دهد. وزارت کشاورزی ایالات متحده اظهار داشته است که "هر 1٪ افزایش در مواد آلی خاک‌های زراعی ایالات متحده می‌تواند معادل 150 روز دبی آبشار نیاگارا آب ذخیره نماید".

افزایش مواد آلی کلید بهبود سلامت خاک است. اهمیت سلامت خاک به حدی است که فرانکلین روزولت از رئیس جمهوران گذشته ایالات متحده در 75 سال پیش گفته است "ملتی که خاک خود را نابود سازد خود را نابود ساخته است."

با این وجود، افزایش ماده آلی در خاک و بهبود سلامت آن می‌تواند یک امر چالش برانگیز در مناطقی که خاکها شنی و ماده آلی فقیر باشد. خاکهایی معدنی‌ای که به طور کلی دارای شن بالا و مواد آلی کم هستند، ظرفیت نگهداری آب خاک و توانایی نگه داشتن مواد مغذی آنها کاهش می‌یابد.

مواد آلی خاک برای گیاهان، منبع مواد مغذی است که ویژگی های بیولوژیکی و فیزیکی خاک (مانند بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک) را پشتیبانی می‌کند، همچنین مواد آلی برای کشاورزان، یک منبع درآمدزا است. خاکهای معدنی نسبت به خاکهای آلی از نظر اقتصادی کمتر مولد هستند. سود در خاکهای آلی حدود 400 دلار در هکتار تخمین زده می‌شود، در حالی که خاکهای معدنی فقط 70 دلار در هکتار بازده دارند.

با استفاده از روش‌های کشاورزی که باعث افزایش مواد آلی خاک میشود، می‌توان ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش داد. بر اساس محافظه کارانه ترین برآوردها هر 1٪ افزایش در مواد آلی خاک کمک خواهد کرد تا بین 16500 تا 22500 گالن آب بیشتر در 30 سانتی‌متر بالای خاک سطحی در هر جریب، معادل با 150 تا 210 متر مکعب در هکتار آب ذخیره شود. در شرایط آزمایشگاهی نیز پس از اضافه نمودن 1٪ ماده آلی به انواع خاک، بین 1/3٪ تا 2/3٪ ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش پیدا کرد. این به معنای صرفه جویی در هزینه انرژی و سوخت پمپ آب در کشاورزی آبی و برابر با "پس انداز" بیشتر در هزینه‌های عملیات زراعی در کشاورزی دیم است.



بیشتر کشاورزان می‌توانند مواد آلی خاک خود را بین 3 تا 10 سال با اقدامات حفاظتی افزایش دهند. زمانیکه ماده آلی خاک کم باشد، برای تغذیه گیاهان لازم است مقادیر فراوانی کود و آب برای جلوگیری از کمبود مواد مغذی و آب استفاده شود. در این صورت مواد مغذی توسط رواناب‌ها شستشو می‌شود و به آبهای سطحی و زیرزمینی وارد میشود. این موضوع به نوبه خود مشکلات فراوانی برای سلامت انسانها و دیگر موجودات به همراه خواهد داشت.

علاوه بر این، تغییرات آب و هوایی در حال حاضر بر الگوهای آب و هوا تأثیر گذاشته و باعث ریسک بیشتر در کشاورزی مانند خشکسالی و سیل که خود خاک را در معرض فرسایش و تخریب بیشتر قرار می‌دهد، شده است. مواد آلی می‌تواند تا ده برابر وزن خود آب را نگه دارند، زیرا ذرات مواد آلی دارای یک سطح باردار هستند که باعث جذب آب می‌شود. مطالعات اخیر نشان داده شده است که یک همبستگی مثبت و قوی بین محتوای مواد آلی و ظرفیت نگهداری آب خاک در خاک وجود دارد. به عنوان مثال، ظرفیت نگهداری آب وزنی یک خاک سیلت لومی حاوی 4٪ مواد آلی بیش از دو برابر همین نوع خاک با 1٪ مواد آلی است. این موضوع نشان میدهد که مواد آلی خاک باید به عنوان یک عامل کلیدی در بهره‌وری کشاورزی که میتواند تأثیر قابل توجهی در حفاظت و استفاده صحیح از آب داشته باشد، در نظر گرفته شود.

روشهای افزایش ماده آلی خاک

شیوه‌های خاکورزی حفاظتی از قبیل بدون خاکورزی، کم خاکورزی، استفاده از گیاه پوششی با بقایای گیاهی زیاد و تنوع در تناوب زراعی از جمله اقداماتی است که باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و بهبود مواد آلی و سلامت خاک می‌شود.

بدون خاکورزی یا کم خاکورزی

شخم زنی کلوخه‌های کوچک خاک را می‌شکند و فضای میانی آنها که برای عبور هوا و آب لازم است را کاهش می‌دهد. توسط خاکورزی سنگین هوادهی خاک افزایش یافته و فعالیت میکروبی تشدید شده و موجب میشود که مصرف مواد آلی خاک توسط باکتری‌ها تسریع شود. این موضوع در خاکهای ناسالم با ساختار ضعیف و دارای مادی آلی کم موجب کاهش هرچه بیشتر ماده آلی خاک و ذخیره آب خاک شود. این موضوع می‌تواند در شرایط سخت آب و هوایی مشکل ساز شود. وقتی باران شدید رخ

می‌دهد، آب و ذرات معلق از طریق نشت به اعماق خاک و یا رواناب از دسترس گیاه خارج می‌شوند که باعث فقر بیشتر خاک می‌شود.

در مقابل، سیستم‌های بدون خاکورزی به بهبود ساختار خاک کمک کرده و ترکیب گیاهان پوششی دارای بقایای بالا بین فصول کاشت و محصول اصلی می‌توانند باعث افزایش مواد آلی خاک و کاهش فرسایش شود.

گیاهان پوششی

اثر گیاهان پوششی در توسعه سلامت خاک ثابت شده است. این گیاهان موجب کاهش فرسایش و افزایش بقایای گیاهی در خاک است. اما بیشترین سود گیاهان پوششی احتمالاً همان محیطی است که در زیر سطح خاک ایجاد می‌کنند. گیاهان پوششی ریشه‌های زنده فعال ایجاد کرده که روابط همزیستی با قارچ‌ها ایجاد می‌کنند. این روابط همزیستی برای ساختن خاک سالم بسیار مهم است. انواع مختلفی از قارچ‌های میکوریزا را می‌توان در همزیستی با 90٪ گیاهان جهان یافت. قارچ‌ها نمی‌توانند غذای خود را بسازند، بنابراین آنها خود را به ریشه‌های زنده متصل می‌نمایند. ریشه‌های زنده کربوهیدرات (قند) میکوریزاها را تأمین می‌کنند. قارچ‌ها، در مقابل به نوبه خود مواد مغذی و آب را از خاک برای ریشه تأمین می‌نمایند. سپس قارچ‌ها پلی‌ساکاریدها و قندهایی که باکتری‌های خاک را تغذیه می‌کنند را در خاک آزاد می‌نمایند. در مقابل باکتری‌های خاک نیز به نوبه خود، مواد مغذی را برای قارچ‌های میکوریزا تأمین می‌کنند، که در نهایت می‌تواند در اختیار ریشه زنده قرار گیرد.

در چنین حالتی، اکوسیستم متعادل‌تری بوجود آمده که در آن جمعیت باکتری با یک سرعت ثابت تغذیه می‌شوند، و مواد آلی موجود در خاک را مصرف نمی‌کنند. تحقیقات در زمینه گیاهان پوششی مشخص کرده است که همواره یک مخلوط از گیاهان پوششی سردسیر، گرمسیر، پهن برگ و لگوم برای به حداکثر رساندن مقدار و تنوع جمعیت قارچ‌های میکوریزیایی مناسب‌تر است.

اصلاح ارگانیک خاک

یکی از مطلوب‌ترین و در دسترس‌ترین اشکال زیست توده، باقی مانده‌های محصول است که پس از برداشت در زمین باقی می‌ماند. در طول تاریخ از بقایای گیاهی به عنوان مهمترین منبع مواد آلی، بستر دام و طیور، سوخت و سوخت زیستی استفاده شده است. استفاده از بقایایی مانند باگاس، شلتوک برنج

و لیف خرما را میتوان به عنوان اصلاح خاک در خاکهای شنی برای افزایش بالقوه مواد آلی خاک استفاده نمود (شکل 1). رها کردن این مواد در خاک و تجزیه طبیعی موجب افزایش مواد آلی خواهد شد.



شکل 1: تصویر استفاده از باگاس نیشکر برای اصلاح ماده آلی خاک در خاک های شنی ایالت فلوریدا

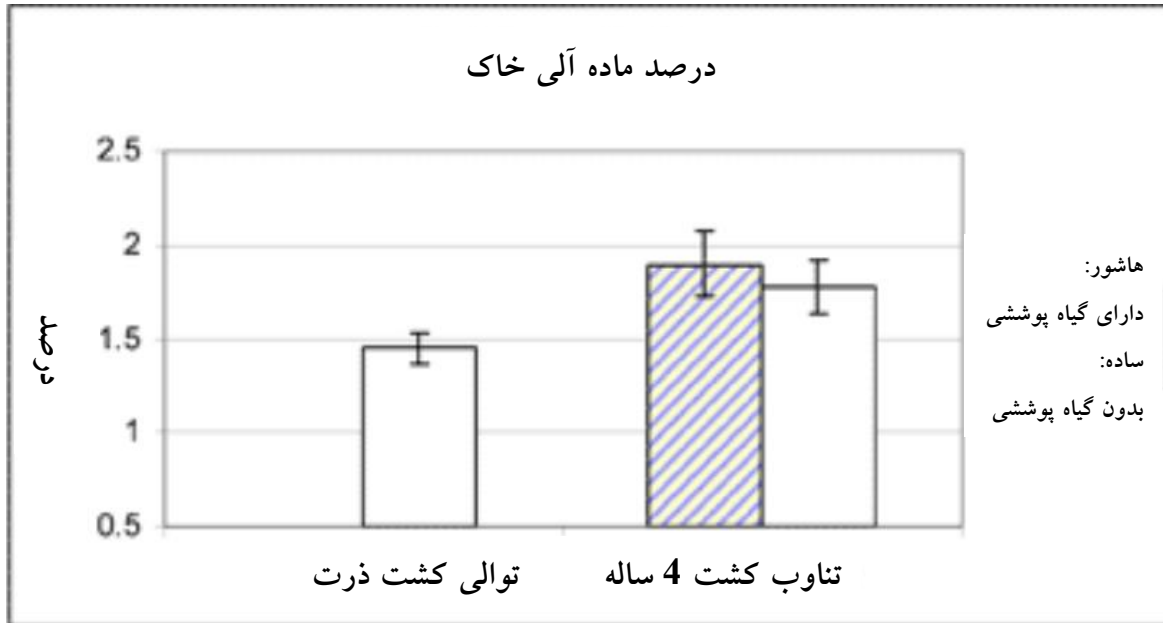
نظام کشت متناوب یا متوالی ذرت؟

باتوجه به اهمیت مواد آلی در خاک، اخیرا این سوال پیش آمده است که آیا در نظام کشت متوالی ذرت به دلیل بازگشت حجم زیادی از بقایای گیاهی به خاک موجب تأثیر بر افزایش مواد آلی خاک می شود؟ با کمال تعجب، نتایج حاصل از یک آزمایش طولانی مدت 15 ساله نشان می دهد که مواد آلی خاک تحت کشت مداوم ذرت افزایش نیافته، اما در یک تناوب چهار ساله ذرت-ذرت-سویا-گندم افزایش یافته است.

در این آزمایش از سال 1993، این خاک لومی شنی 1/5 درصد ماده آلی داشته که بعد از 15 سال، در سیستم کشت مداوم ذرت تغییری نکرده است. اما درصد ماده آلی در همین خاک در یک نظام تناوبی چهار ساله ذرت-ذرت-سویا-گندم افزایش قابل توجهی داشته و این روند افزایشی با استفاده از گیاه پوششی در فصول بین کشت ها بیشتر نیز شده است (شکل 2).

چندین توضیح ممکن است برای این مشاهدات وجود داشته باشد:

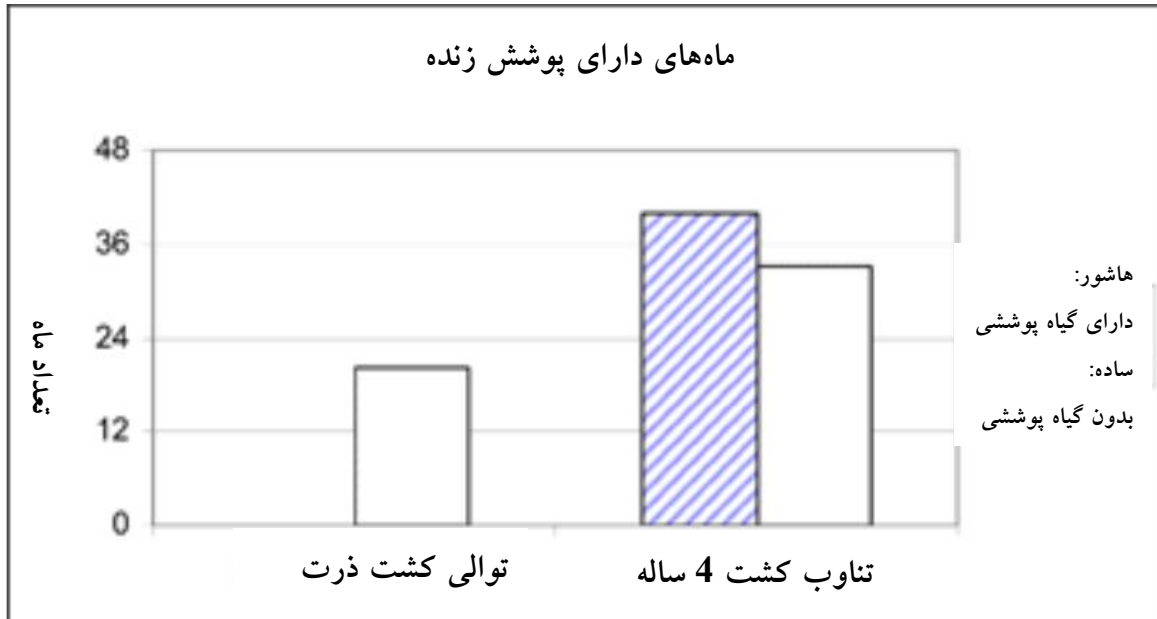
الف) میکروارگانیسم‌ها در خاکهای با مواد آلی کم (1/5 درصد) ممکن است محدودیت منابع کربن داشته و مقدار بیشتری تمایل به تخریب بقایای ذرت داشته باشند. به عبارت دیگر در خاکهای دارای فقر مواد آلی سرعت مصرف بقایا توسط باکتری‌ها بیشتر و از دسترس خارج شدن مواد آلی حاصل از بقایا سریع‌تر باشد.



شکل 2: مقایسه درصد افزایش ماده آلی خاک در نظام کشت متوالی ذرت و تناوب کشت ذرت-ذرت-سویا-گندم

ب) تنوع و کیفیت ورودی‌های زیست توده ممکن است کمک به ذخیره بهتر کربن نماید. به بیان دیگر تنوع بقایای گیاهی ممکن است باعث حفظ بهتر بقایا در خاک و افزایش بهتر ماده آلی خاک شود.

ج) پوشش زنده بر روی خاک در نظام‌های کشت تناوبی به ویژه هنگام استفاده از گیاهان پوششی نسبت به نظام کشت متوالی ذرت طولانی‌تر خواهد بود. لازم به توضیح است که گیاه ذرت فقط حدود 5 ماه در یک سال ریشه در خاک دارد که در چهار سال، 20 ماه می‌شود. اما در یک تناوب چهار ساله ذرت-ذرت-سویا-گندم حدود 33 ماه خاک دارای پوشش زنده است. ضمناً افزودن گیاهان پوششی مانند شبدر قرمز به تناوب، موجب ایجاد پوشش زنده تا 40 ماه در چهار سال نیز می‌شود. پس به نظر می‌رسد، همانطور که در پیش ذکر شد، پوشش زنده مداوم خاک به احتمال زیاد در ایجاد مواد آلی بیشتر در خاک در طول زمان نقش موثری دارد (شکل 3).



شکل 3: تعداد ماه‌هایی که در چهار سال در دو نظام کشت خاک پوشش پوشش داشته است.

د) ذرت کاشته شده در عرض‌های شمالی کره زمین (محل آزمایش) دچار محدودیت منابع شده و ارسال ماده خشک بیشتری به دانه انجام داده است. شایان ذکر است که محدودیت‌های منبع، مانند نور خورشید، منجر به یک پاسخ فیزیولوژیک در گیاهان زراعی می‌شود. بدین صورت که گیاه ذرت بدلیل محدودیت نوری در دوره پر شدن دانه و عدم ماده خشک‌سازی کافی برای پرکردن دانه‌های (مخزن) خود، مجبور است ماده خشک بیشتری را از برگها و ساقه‌ها (منبع) به سمت مخزن ارسال نماید. در این صورت بقای گیاهی باقی مانده در مزرعه از محتوای کربن پایین‌تری برخوردار بوده و چندان در افزایش ماده آلی خاک موثر نخواهند بود. در آزمایش مذکور شاخص برداشت (نسبت بخش قابل برداشت گیاه - دانه - به کل وزن بیوماس گیاهی بالای خاک) در حدود 59 درصد بود. در صورتی که به طور معمول شاخص برداشت باید در حدود 50 درصد باشد. به بیان دیگر نسبت وزنی دانه برداشت شده به وزن شاخه و برگ باقی مانده بسیار بالاتر از معمول بوده است. چنین شاخص برداشت بالایی به طور مشخص نمایانگر افزایش ارسال ماده خشک از برگها و ساقه به دانه است. بنابراین به دلیل محدودیت های نوری در برخی مناطق، گیاه ذرت بقایای کمتری تولید کرده و این موضوع می‌تواند دلیلی بر عدم افزایش مواد آلی خاک در نظام‌های کشت متوالی ذرت خواهد بود.

در سالهای اخیر آگاهی از جنبه‌های زیست محیطی سلامت خاک و حفاظت از آن در بین کشاورزان و جامعه علمی در حال افزایش است. این موضوع منجر به علاقه بیشتر به شناسایی روش‌های پایدار حفاظت خاک و آب در تولید محصولات کشاورزی شده است.

منابع:

- Ashworth, A.J., F.L. Allen, A.M. Saxton, and D.D. Tyler. 2017. "Impact of crop rotations and soil amendments on long-term no-tilled soybean yield." *Agronomy Journal*. 109: 938–946.
- Barzegar, A.R., A. Yousefi, and A. Daryashenas. 2002. "The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat." *Plant and Soil*. 247: 295–301.
- Borisova, T., N. Breuer, and R. Carriker. 2014. *Economic Impacts of Climate Change on Florida: Estimates from Two Studies*. FE-787. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. edis.ifas.ufl.edu/FE787
- Bryant, L. 2015. "Organic Matter Can Improve Your Soil's Water Holding Capacity." NRDC Expert Blog. <https://www.nrdc.org/experts/lara-bryant/organic-matter-can-improveyour-soils-water-holding-capacity>
- Doran, J.W., and M.R. Zeiss. 2000. "Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality." *Applied Soil Ecology*. 15: 3–11.
- Gomez, S.M. 2013. *Recycling agricultural by-products to grow sugarcane on sandy soils in South Florida*. MS Thesis. University of Florida.
- Hudson, B.D. 1994. "Soil organic matter and available water capacity." *Journal of Soil and Water Conservation*. 49:189–194.
- Jenkinson, D.S., and D.S. Powlson. 1976. "Effects of biocidal treatments on metabolism in soil-V: A method for measuring soil biomass." *Soil Biology and Biochemistry*. 8: 209–213.
- Nichols, R. 2015. "A Hedge against Drought: Why Healthy Soil is 'Water in the Bank'". United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. <https://www.usda.gov/media/blog/2015/05/12/hedge-against-drought-why-healthy-soil-water-bank>
- Rijsberman, F.R. 2006. "Water scarcity: Fact or fiction?" *Agricultural Water Management*. 80: 5–22.
- Rokai, F.M., L.E. Baucum, R.W. Rice, and J. Alvarez. 2010. "Comparing costs and return for sugarcane production on sand and muck soils of Southern Florida, 2008–2009." *Journal American Society of Sugarcane Technologist*. 30: 50–66.
- Steenwerth, K., and K.M. Belina. 2008. "Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem." *Applied Soil Ecology*. 40: 359–369.
- Taiz, L. 2013. "Agriculture, plant physiology, and human population growth: past, resent, and future." *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 25: 167–181.
- Wang, Q., Y. Li, E.A. Hanlon, W. Klassen, T. Olczyk, and I.V. Ezenwa. 2015. *Cover Crop Benefits for South Florida Commercial Vegetable Producers*. SL-242. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. edis.ifas.ufl.edu/SS461

تستیه کننده:
دکتر امیر ایزدورد
مکرمات توسعه کشت ذرت