

الحمد لله



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

مدیریت تغذیه و حاصلخیزی خاک در کشاورزی ارگانیک

سرشناسه	: اسلامی، فهیمه، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	: مدیریت تغذیه و حاصلخیزی خاک در کشاورزی ارگانیک/ نویسندگان فهیمه اسلامی، احسان دهستانی؛ ویراستار ترویجی فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتیح؛ سرویراستار وجیهه سادات فاطمی؛ تهیه شده در مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان یزد، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی.
مشخصات نشر	: کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۴۰ص: مصور.
شابک	: 978-964-520-512-4
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: خاک -- حاصلخیزی
موضوع	: Soil productivity
موضوع	: کشاورزی ارگانیک
موضوع	: Organic farming
موضوع	: فرآورده های زراعی -- تغذیه
موضوع	: Crops -- Nutrition
شناسه افزوده	: دهستانی، احسان، ۱۳۶۱-
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
شناسه افزوده	: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۷ م۴الف/۵۵۹۶/۷
رده بندی دیویی	: ۶۳۱/۴۲۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۵۰۴۱۸۱

ISBN:978-964-520-512-4

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۵۱۲-۴



عنوان: مدیریت تغذیه و حاصلخیزی خاک در کشاورزی ارگانیک

نویسندگان: فهیمه اسلامی، احسان دهستانی

مدیر داخلی: شیوا پارسانیک

ویراستار ترویجی: فرانک صحرایی، نصیبه پورفاتیح

ویراستار ادبی: محسن ربیعی

سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی

تهیه شده در: مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان یزد، دفتر شبکه دانش و

رسانه های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۲۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسندگان است.

شماره ثبت در مرکز فن آوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۵۰۵۵ به تاریخ ۹۷/۱۱/۲۳ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

ص. پ. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵

تلفکس: ۰۲۱-۲۲۴۱۳۹۲۳

مخاطبان

کارشناسان و مروجان مسئول پهنه‌های تولیدی

کشاورزان

اهداف آموزشی

شما با مطالعه این نشریه با اصول علمی حاصلخیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی ارگانیک آشنا می‌شوید و می‌توانید اقدامات عملی برای مدیریت خاک در سیستم‌های ارگانیک جهت حاصلخیزی خاک را انجام دهید.

فهرست

مقدمه	۹
تعریف مزرعه ارگانیک	۱۰
تفاوت مزارع ارگانیک با دیگر مزارع در چیست؟	۱۰
اقدامات لازم برای ثبت مزرعه ارگانیک	۱۱
اصول حاصلخیزی خاک	۱۱
ماده آلی	۱۲
وضعیت مواد غذایی خاک	۱۲
بهبود فعالیت بیولوژیکی	۱۳
نکاتی درباره افزایش بیشتر فعالیت موجودات زنده خاک	۱۸
شرایط فیزیکی خاک	۱۹
شیوه‌های ایجاد حاصلخیزی در مزرعه	۲۰
۱- تناوب ارگانیک	۲۲
۲- مدیریت کود دامی	۲۵
۳- کمپوست	۲۶
۴- کودهای سبز و گیاهان پوششی	۲۸
۵- بقایای گیاهی محصول	۳۰
۶- مواد غذایی مکمل	۳۲
۷- حفظ زهکش و pH خاک	۳۳
۸- شخم	۳۳
ارزیابی حاصلخیزی خاک	۳۵
آزمایش خاک	۳۵
نحوه نمونه برداری درست از خاک	۳۵
مشکلات سیستم‌های ارگانیک	۳۶
خلاصه	۳۷
۱- تناوب ارگانیک	۳۷
۲- مزرعه و کشاورزی متفکرانه	۳۷
۳- برگرداندن دائم مواد آلی به خاک (بقولات، کود دامی و بقایای گیاهی)	۳۸
۴- استفاده از مواد غذایی مکمل خاک تنها در زمان ضرورت	۳۸
۵- استفاده از گیاهان پوششی در مواقع لازم	۳۸
۶- حفظ زهکش خاک و اسیدیته خاک (pH)	۳۸

مقدمه

کشاورزی ارگانیک انجام مجموعه‌ای از فرآیندهاست که باعث ایجاد اکوسیستم پایدار^۱، تولید غذای سالم، تغذیه خوب، عدالت اجتماعی و حتی رفاه دام برای تولید فرآورده‌های دامی مطلوب می‌شود.

اساس کشاورزی ارگانیک «خاک سالم» است. مدیریت حاصلخیزی خاک نیز یکی از اصلی‌ترین مشکلات پیش روی کشاورزی ارگانیک است. از مهم‌ترین اهداف کشاورزی ارگانیک، بهبود یا حداقل حفظ مواد غذایی موجود در خاک و کمینه‌سازی استفاده از نهاده‌های بیرونی مانند کود شیمیایی است. نکته قابل توجه این است که فقط با مدیریت مناسب مزرعه می‌توان به این هماهنگی در تغذیه خاک دست یافت. در واقع، مدیریت نامطلوب باعث از بین رفتن سلامت غذایی و افزایش آلودگی‌های محیطی می‌شود.

۱. سیستمی طبیعی شامل گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها که علاوه بر استفاده نسل حاضر، برای نسل آینده نیز حفظ شود.

تعریف مزرعه ارگانیک

مزرعه ارگانیک نوعی سیستم مزرعه‌داری است که از قدیم در حال انجام است. در این سیستم، هدف اولیه کشت گیاه و برداشت محصول این است که خاک سالم و زنده حفظ شود. در مزرعه ارگانیک تعداد موجودات مفید زنده، کارکرد مناسب این موجودات بر روی خاک و فعالیت این موجودات در خاک افزایش پیدا می‌کند.

تفاوت مزارع ارگانیک با دیگر مزارع در چیست؟

- هدف مزارع ارگانیک استفاده نسل حاضر از منابع خاک و آب و حفاظت از آن برای نسل‌های آینده است.
- در کشاورزی ارگانیک بر سیستم زنده و فعال درون اکوسیستم (چرخش مواد غذایی در مزرعه) تأکید می‌شود و افزودن هیچ موجود زنده مفید یا عناصر غذایی شیمیایی و حتی آلی توصیه نمی‌شود.
- اغلب کشاورزی ارگانیک بر استفاده از مواد طبیعی تا مواد شیمیایی بیرون از اکوسیستم تأکید دارد.
- در کشاورزی ارگانیک سیستم کامل مزرعه‌ای (تناوب، انتخاب محصولات متناسب با سطح حاصلخیزی خاک) توصیه می‌شود.
- کشاورزی ارگانیک مورد حمایت استانداردهای قانونی است و تنها سیستم تولیدی است که تعریف قانونی دارد.

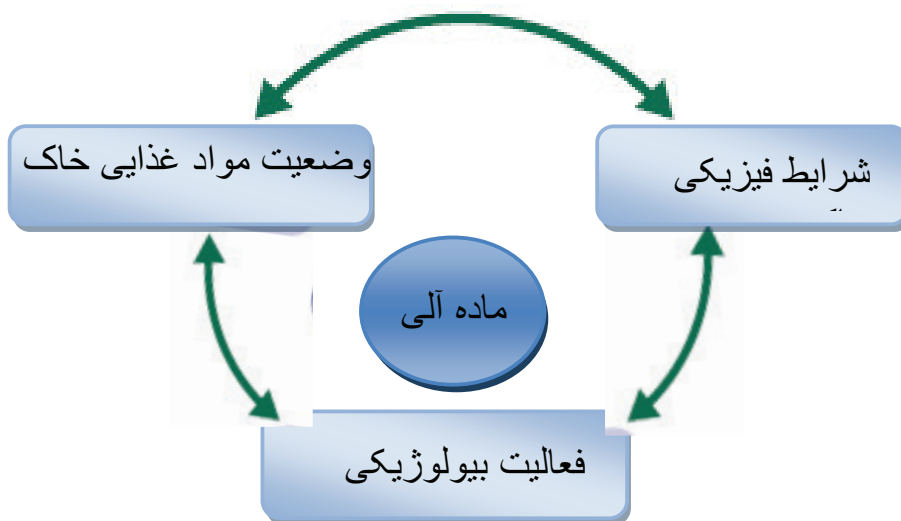
اقدامات لازم برای ثبت مزرعه ارگانیک

مزرعه یا واحد تولیدی باید توسط شرکت دارای مجوز صدور گواهی ارگانیک ثبت شود. برای قرار گرفتن مزرعه در رتبه مزارع ارگانیک باید یک دوره ۲۴ ماهه اصلاح سیستم مزرعه سپری شود. در این دوره:

- نباید به هیچ وجه از مواد ممنوع (مانند کودهای شیمیایی، علف کش ها، حشره کش ها و...) در مزرعه استفاده شود.
- در این دوره کاشت محصول تحت استانداردها و اصول ارگانیک تولید می شود، اما هر نوع تولیدی از این مزرعه، محصول سالم در نظر گرفته می شود.
- شرکت صادر کننده گواهی، مسئول ردیابی و بازرسی از تولیدکننده بر پایه ضوابطی مشخص است تا از رعایت استانداردهای ارگانیک اطمینان حاصل کند.

اصول حاصلخیزی خاک

مسئله کلیدی در مزارع ارگانیک وجود «تعامل» فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی در خاک است. طبق نمودار ۱، افزایش فعالیت بیولوژیکی (بخش زنده) خاک باعث بهبود ساختار خاک می شود و در مقابل ساختار مناسب خاک نیز باعث افزایش فعالیت موجودات زنده خاک می شود. به طور کلی، خاک در کشاورزی ارگانیک مرکز و محور سیستم کشاورزی پایدار است. وضعیت مواد غذایی خاک و ماده آلی نیز مرکز مدیریت مناسب برای حفظ حاصلخیزی خاک به حساب می آید.



نمودار ۱- تأثیر متقابل شرایط فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک بر یکدیگر

ماده آلی

بقولات، کود سبز، بقایای محصول، کود دامی و کمپوست باعث اصلاح ساختار خاک می‌شوند و دارای بالاترین ذخیره نیتروژن لازم و مواد غذایی مانند فسفر و گوگرد هستند.

وضعیت مواد غذایی خاک

طبقه‌بندی مواد غذایی مهم‌ترین ابزار برای مزارع ارگانیک است و شامل موارد زیر می‌شود.

نیتروژن

نیتروژن، به‌عنوان مهم‌ترین عنصر مزرعه، نیازمند مدیریت دقیق است

و بالاترین میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه، بلافاصله بعد از ترکیب مواد آلی با خاک در اختیار گیاه اصلی قرار می‌گیرد.

فسفات و پتاس

اکثر ترکیبات فسفوری خاک به میزان کافی برای گیاه وجود دارند، اما به شکلی غیرقابل دسترس هستند. برای تبدیل فسفر معدنی به شکل آلی قابل جذب برای گیاه، فعالیت میکروبی خاک و نیز واکنش‌های شیمیایی درون خاک مانند PH خنثی یا کمی اسیدی خاک اهمیت زیادی دارد.

پتاسیم

پتاسیم خاک اکثراً به شکل معدنی و به میزان کم است. در سیستم‌های ارگانیک جایگزین کردن پتاسیم از دست‌رفته خاک در اثر برداشت محصول، بسیار مهم و ضروری است.

بهبود فعالیت بیولوژیکی

موجودات زنده خاک در قلب کشاورزی ارگانیک قرار دارند. کرم‌های خاکی نقش مهمی در تجزیه مواد آلی دارند (شکل ۱)، اما میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و قارچ‌های میکوریز نقش اصلی را در خاک مزرعه دارند، به‌خصوص در پیوستگی خاکدانه‌های خاک، افزایش هوادهی خاک، حرکت آب در خاک، رشد و توزیع مناسب ریشه گیاهان، افزایش جذب مواد غذایی و آب، مقاومت به تنش خشکی و حفاظت در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزاد.



شکل ۱- ارگانیسیم‌های زنده خاک (کرم‌های خاکی)

موجودات زنده خاک خود می‌توانند با فعالیت پویا و مؤثر در خاک، میزان مواد غذایی خاک را افزایش دهند و جایگزین انواع کودهای شیمیایی باشند و در نهایت باعث افزایش عملکرد می‌شوند (شکل ۲). گیاهانی که با میکوریزها همزیست^۱ هستند، به دو شیوه مستقیم از خاک و غیرمستقیم از طریق میسلیم‌های میکوریزا (ریشه مانند) مواد غذایی را دریافت می‌کنند. در شیوه غیرمستقیم، میسلیم مواد غذایی را پس از جذب از خاک به ساختارهای خود در گیاه منتقل می‌کنند و سپس از این ساختارها به سلول‌های گیاهی فرستاده می‌شوند.

۱. همیاری متقابل ریشه این گیاهان با موجودات مفید زنده خاک.



دارای

فاقد

شکل ۲- فعالیت قارچ‌های میکوریز (موجودات مفید) و افزایش حجم ریشه

میکوریزها ناحیه جذب ریشه را ۱۰ تا ۱۰۰۰ مرتبه افزایش می‌دهند و با رهاسازی مواد شیمیایی قوی در خاک، باعث آزادسازی عناصر غیرقابل جذبی مانند فسفر و آهن می‌شوند (شکل ۳). همچنین میسلیم‌های میکوریزها (ریشه‌مانند) به صورت پوشش و یک سد فیزیکی در مقابل حمله عوامل بیماری‌زای خاکزاد عمل می‌کنند و با تولید آنتی‌بیوتیک‌هایی، با این عوامل مضر از جمله قارچ فوزاریوم، رایزوکتونیا و فیتوفتورا رقابت می‌کنند.



شکل ۳- گستردگی ریشه بر اثر همزیستی قارچ‌های میکوریز با ریشه گیاه

کلیه اقدامات زراعی مانند افزودن مواد آلی، کمپوست، تناوب و... که در مزارع ارگانیک انجام می‌شود، بر میزان جمعیت میکوریزها اثر مثبت دارند. این عوامل مفید مانع بلوکه شدن و آبشویی مواد غذایی می‌شوند و حتی تثبیت نیتروژن توسط گیاهان خانواده بقولات نیز به واسطه این قارچها افزایش پیدا می‌کند. شایان ذکر اینکه در خاکهای فقیر و شور و خشک، موجودات مفیدی چون میکوریزها با آزادسازی مواد غذایی موجود به مقاومت گیاه کمک می‌کنند.

به منظور افزایش فعالیت میکروارگانیسمها، رعایت موارد زیر ضروری است: اصلاح ساختار خاک (شکل ۴)، تأمین غذا (کربن) برای عوامل مفید خاک با افزودن مواد آلی تازه به خاک، عدم شخمهای مداوم، و استفاده نکردن از سموم شیمیایی (که بر ضد فعالیت موجودات زنده است و باعث کاهش جمعیت عوامل مفید می‌شود).



شکل ۴- افزودن خاک سبک در مناطق با خاکهای سنگین، برای توسعه بهتر ریشه

نکاتی درباره افزایش بیشتر فعالیت موجودات زنده خاک

نکته ۱: مواد آلی تازه (کود سبز، بقایای محصول و...) مقدار کربن در دسترس تری را در مقایسه با کمپوست برای موجودات مفید خاک فراهم می‌کنند. از بین انواع مواد آلی، کاه و کلش غلات درصد کربن کمتری دارد.

نکته ۲: فسفر و پتاسیم فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (تبدیل ازت اتمسفر به آمونیوم مورد نیاز گیاه) را افزایش می‌دهند، اما مواد آلی تازه با نیتروژن بالا، عمل تثبیت را کند می‌سازند.

نکته ۳: نیتروژن بر فعالیت قارچ‌های میکوریزا^۱ تأثیر مثبت دارد و فسفر، اثر منفی.

نکته ۴: از کشت یک محصول بسیار وابسته به فعالیت قارچ‌های میکوریزا در واقع قارچ‌های مفید (مانند غلات) بعد از محصول با عدم وابستگی به این همزیستی (مانند گیاهان خانواده کلم) خودداری شود. در جدول زیر محصولات با وابستگی و بدون وابستگی به قارچ‌های مفید آمده‌اند (جدول ۱ و شکل ۵).

جدول ۱- محصولات با وابستگی و بدون وابستگی به قارچ‌های مفید

محصولات با وابستگی بالا به میکوریزا	محصولات بدون وابستگی به میکوریزا
غلات، ذرت	خانواده کلم
گیاهان جنس سیر	چغندر، چغندر
آفتابگردان، کتان	جنس باقلائیان
بقولات، سویا	

۱. قارچ‌هایی که به گیاهان در جذب بهتر مواد غذایی کمک می‌کنند.



شکل ۵- گندم (از محصولات وابسته به میکوریزا) و انواع کلم (از محصولات بدون وابستگی به میکوریزا)

شرایط فیزیکی خاک

مدیریت ساختار خاک در رشد خوب محصول ضروری است، به ویژه در سیستم‌های ارگانیک که نمی‌توان از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها استفاده کرد. یک مهارت مهم درباره شرایط فیزیکی خاک، تشخیص اولیه مسائل ساختاری خاک قبل از تبدیل شدن آن‌ها به مشکلات پرهزینه است (شکل ۶). رعایت نکات زیر درباره ساختار فیزیکی خاک لازم است:

- ساختار خاک خود را بشناسید. بهترین زمان ارزیابی ساختار خاک موقعی است که خاک مرطوب و یک محصول کشت شده وجود داشته باشد.
- شناسایی مشکلات با ارزیابی مرتب ساختار، سپس افزودن مواد آلی، شخم به موقع و بسیاری نکات دیگر برای بهبود آن امکان پذیر است.



شکل ۶- ساختار خاک مناسب (راست) و ساختار خاک نامطلوب (چپ)

آیا می دانید که شخم زیاد، به ویژه عمیق، گرم های خاکی را از بین می برد و فعالیت بیولوژیکی خاک به واسطه به سطح آمدن عوامل مفید (میکوریزا) دچار مشکل می شود.

شیوه های ایجاد حاصلخیزی در مزرعه

از اساسی ترین شیوه های حاصلخیزی خاک در مزارع ارگانیک می توان این موارد را نام برد: تناوب مناسب، استفاده از بقولات به عنوان منبع اساسی نیتروژن خاک، استفاده از کودهای دامی و کمپوستها به عنوان منابع ارزشمند مواد غذایی، و جلوگیری از هدررفت مواد غذایی در مزرعه تا حد ممکن.

مواد غذایی را می توان به چند شیوه به مزارع ارگانیک وارد کرد که این روشها در جدول ۲ معرفی شده اند.

جدول ۲- شیوه‌های ورود و خروج مواد غذایی در خاک مزارع ارگانیک

مسیرهای هدررفت و کاهش مواد غذایی در خاک مزرعه	نحوه تأمین مواد غذایی مورد نیاز خاک مزرعه
آبشویی (هدررفت) نیترات خاک با آبیاری مزرعه (شکل ۸)	تبدیل ازت اتمسفر (جو) به آمونیوم در خاک (تثبیت نیتروژن)
هدررفت ازت از طریق تبخیر آمونیاک از خاک	اضافه کردن مکمل‌های غذایی خریداری شده
کاهش ازت با خروج گاز نیتروژن (و نیترات، نیتريت) از خاک	اضافه کردن مواد غذایی با کاشت پوشش گیاهی و کود سبز
کاهش مواد غذایی خاک با تولید محصولات کشاورزی اقتصادی و عرضه آن‌ها به بازار	اضافه کردن مواد غذایی با چرای دام، افزودن کود دامی و کمپوست (شکل ۷)
خارج کردن کود دامی حاصل از چرا از مزرعه	از طریق بارندگی (عناصر موجود در آب باران)

نکته مهم: بهتر است برای حفظ کارایی سیستم ارگانیک هدررفت مواد غذایی به حداقل برسد (شکل ۸).



شکل ۷- چرای دام، کمک به توزیع مناسب کود دامی



شکل ۸- هدررفت ازت خاک در شیوه غرقابی

۱- تناوب ارگانیک

تناوب یکی از شیوه‌های مهم کشاورزی ارگانیک است و کشت بقولات بهترین شیوه تأمین نیتروژن مورد نیاز در مزارع ارگانیک در مقایسه با کود دامی، کمپوست و... است. بقولاتی چون شبدر قرمز، شبدر سفید، ماشک، یونجه، و اسپرس که به‌تنهایی یا به‌صورت مخلوط با شبدر، نخودفرنگی، لوبیا و گیاهان علفی (مانند شبدر سفید یا قرمز به‌همراه چچم دائمی)، لوبیای مصری، لوبیا مخملی، سویا و عدس کشت می‌شوند، مزایای مهمی در مقایسه با دیگر گیاهان دارند که از جمله می‌توان به تولید ریشه بیشتر و در نتیجه ماده آلی بیشتر برای فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک اشاره کرد (شکل ۹).



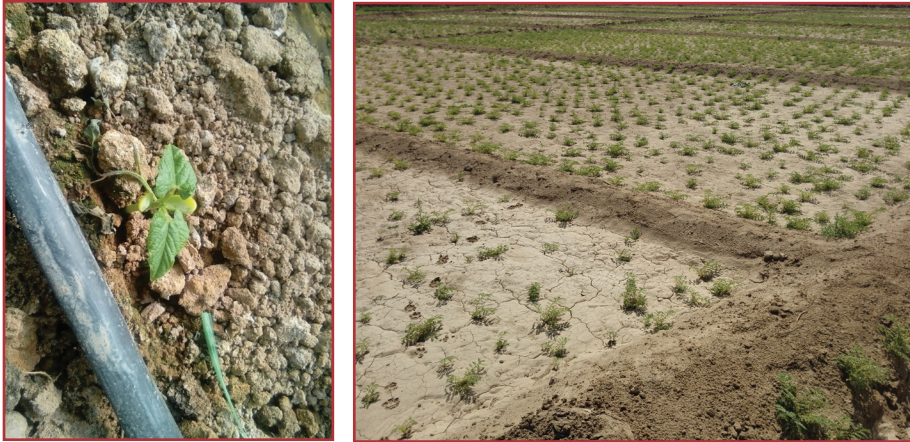
شکل ۹- کشت بقولاتی چون یونجه در تناوب، نیاز مزارع ارگانیک

کشت مداوم یک نوع محصول باعث فرسایش خاک می شود و با انجام تناوب زراعی این مشکل قابل حل است.

مزایای تناوب در مزرعه ارگانیک

- باعث فشار بر علفهای هرز و خارج کردن آنها از دور رقابت با گیاه اصلی می شود.
- عملکرد غلات مانند گندم را تا ۲۰ درصد افزایش می دهد.

- حتی در صورت برداشت بقولات از مزرعه و برنگرداندن آن‌ها به خاک، میزان نیتروژن در خاک حدود ۵۰ کیلوگرم در هکتار است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- کشت نخود و لوبیا برای افزایش مواد غذایی خاک در تناوب با محصول اصلی

جدول ۳- طبقه‌بندی سبزی و صیفی بر پایه نیاز غذایی

نیاز غذایی زیاد	نیاز غذایی متوسط	نیاز غذایی کم
بروکلی	خیار	حبوبات
کلم گل	بادمجان	چغندر
کلم سبز	انواع فلفل	هویج
ذرت	انواع کدو	علف‌ها
کاهو	اسفناج	نخودفرنگی
سیبزمینی و گوجه‌فرنگی	هندوانه	ترپچه

توصیه می‌شود محصولات با نیاز غذایی بالا مثل خانواده کلم، به دلیل نیاز شدیدی که به نیتروژن خاک دارند، بعد از بقولات کشت شوند (جدول ۳).

۲- مدیریت کود دامی

کود دامی مهم‌ترین روش برای توزیع مواد غذایی در مزرعه و به خصوص افزودن عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد و منیزیم و نیز مواد آلی به خاک است. مهم‌ترین مزایای استفاده از کود دامی به شرح زیر است:

- کود دامی تازه، به‌ویژه کود مرغی و کود مایع، شامل مقادیر فراوانی نیتروژن به‌شکل در دسترس (اصولاً نیتروژن آمونیومی) است که به‌سرعت از طریق آبشویی یا تبخیر هدر می‌رود و باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود (شکل ۱۱).

- استفاده از کود مایع دامی در آبیاری، روشی مؤثر برای کاهش هدررفت ازت موجود در کود است.

- پوشش کود دامی جامد و مایع در شرایط مسقف، تا ۶۰ درصد از آبشویی و هدررفت گازی نیتروژن و پتاسیم جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۱- آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از هدررفت مواد غذایی، به‌دلیل رهاسازی کود دامی بدون پوشش مناسب در مزرعه

۳- کمپوست

پوساندن و تجزیه بقایای گیاهی و کود حیوانی به تولید موادی غنی به نام کمپوست منجر می‌شود که در بهبود و تقویت خاک اثر چشمگیری دارد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- کمپوست بقایای گیاهی و کود حیوانی

مزایا و معایب کمپوست کود دامی جامد و هوادهی کود مایع

مزیت ۱: کاهش بوی نامطبوع، حذف بذر علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زا، کاهش حجم مواد کودی، تولید محصولی یکدست.

مزیت ۲: ترکیب کاه و کلش بیشتر با کود دامی (افزایش کربن آلی موجود در کود)، کاهش هدررفت نیتروژن.

عیب ۱: هدررفت میزان بالایی از نیتروژن به شکل نیتروژن آمونیومی از معایب عمده هوادهی کود به حساب می‌آید.

عیب ۲: استفاده مداوم از کود مایع یا مرغی باعث کاهش تثبیت نیتروژن توسط بقولات می‌شود.

توصیه های لازم در مورد استفاده از کود دامی

توصیه ۱: کود دامی بهتر است قبل از کشت اصلی به کار رود. کود دامی جامد باید قبل از شخم و زمانی استفاده شود که محصول بالاترین میزان تقاضای مواد غذایی را دارد.

توصیه ۲: محلول پاشی غلات با کود دامی مایع در فصل بهار بسیار در افزایش محصول و محتوای پروتئینی آن نقش دارد و میزان نیاز به کود به صورت نواری یا در عمق کم را کاهش می‌دهد.

توصیه ۳: استفاده از کود دامی بین ماه‌های مهر و آبان به دلیل آبشویی نیترات توصیه نمی‌شود. در صورت ضرورت بهتر است در آخر پاییز و در زمان کاهش فعالیت میکروبی خاک به دلیل کاهش دمای خاک و کند شدن فرایند معدنی شدن عناصر غذایی در خاک استفاده شود.

توصیه ۴: مخلوط کردن سریع کود با خاک مؤثرترین روش برای جلوگیری از هدررفت نیتروژن است. لازم است از توزیع کود در آب‌وهوای گرم یا هنگام وزش باد خودداری شود. جدول ۴ تأثیر تأخیر در مخلوط کردن کود مایع با خاک بر هدررفت نیتروژن را نشان می‌دهد.

توصیه ۵: مناسب‌ترین کمپوست برای استفاده قبل از تناوب، کمپوست کود دامی به همراه کاه و کلش است که میزان زیادی فسفر و پتاسیم قابل جذب برای گیاه را دربردارد.

جدول ۴- تأثیر تأخیر مخلوط کردن کود با خاک مزرعه بر میزان نیتروژن قابل جذب گیاه

میزان نیتروژن قابل دسترس		نوع کود دامی
۵۰ درصد جذب و ۵۰ درصد هدررفت	۹۰ درصد جذب می شود	
در صورت ترکیب کود با خاک، ۶ ساعت بعد	در صورت ترکیب فوری با خاک	کود مایع دام
۲۴ ساعت بعد	۱ ساعت بعد	FYM (کمپوست کود دامی همراه کاه و کلش)
۴۸ ساعت بعد	۶ ساعت بعد	کود مرغی

۴- کودهای سبز و گیاهان پوششی

یکی دیگر از راه‌های افزایش مواد آلی خاک، اضافه کردن کود سبز با کشت و برگردان گیاهانی از جمله بقولات به خاک است (شکل ۱۳). دو نوع مهم گیاهی در این زمینه وجود دارند که در افزایش فعالیت میکروبهای مفید خاک و کاهش فرسایش مؤثرند:

۱- گیاهانی که ازت خاک را در اختیار قرار می‌گیرند و از آبشویی آن جلوگیری می‌کنند (چاودار علوفه‌ای)؛

۲- گیاهانی که ازت اتمسفر را به صورت قابل جذب درمی‌آورند و مانع افزایش ناگهانی و کوتاه مدت حاصلخیزی خاک می‌شوند (بقولاتی مانند ماشک).



شکل ۱۳- برگردان مواد آلی تازه جهت کود سبز

هنگام افزایش مواد آلی خاک با کودهای سبز و گیاهان پوششی بهتر است موارد زیر رعایت شوند:

- پنج محصول مغذی برای تولید کود سبز عبارت‌اند از یونجه، شبدر قرمز، ماشک، باقلا و دیگر حبوبات. کشت این محصولات به‌طور منظم در تناوب شش‌ماهه بین دو محصول اصلی انجام می‌شود که در حفظ غلظت نیتروژن خاک و تولید محصول در بلندمدت (طی سه سال) اثر مثبت دارند (شکل ۱۴).

- ترکیب کود سبز با خاک باعث افزایش ناگهانی نیتروژن (طی چند هفته بلافاصله بعد از ترکیب) می‌شود.

- بهتر است برای جلوگیری از هدررفت نیتروژن، برگرداندن کود سبز به خاک در بهار و هماهنگ با کشت محصول اصلی انجام شود.

- هرچه گیاهان مربوط به کود سبز رسیده‌تر باشند، میزان آزادسازی نیتروژن کندتر است.

- چاودار و ماشک اثرات آلوپاتی نیز دارند (تا چند هفته بعد از ترکیب با خاک، مانع جوانه‌زنی بذور دیگر می‌شوند) که با برنامه‌ریزی خوب می‌توان میزان جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز را کاهش داد.
- شلغم، از خانواده کلم، علوفه خوبی برای مصرف دام تولید می‌کند.



شکل ۱۴- کشت باقلا در تناوب با محصول اصلی

۵- بقایای گیاهی محصول

یکی دیگر از شیوه‌های افزایش مواد غذایی و آلی خاک، برگرداندن بقایای گیاهی به‌جامانده از کشت قبلی به خاک است.

• کاه و کلش غلات میزان ۳۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با خود دارند و نسبت کربن به نیتروژن بالایی دارند.

• بعضی بقایای گیاهی سبزیجات حاوی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار است و نسبت کربن به نیتروژن پایین است.

• نسبت کربن به نیتروژن پایین در بقایای برگی سبزی، به این معناست که نیتروژن آن‌ها سریع‌تر از نیتروژن موجود در کاه و کلش غلات آزاد می‌شود (شکل ۱۵).

• بعد از ترکیب بقایای گیاهی سبزی (بقایای برگی سبزی)، میزان نیتروژن

خاک به سرعت افزایش می‌یابد و بنابراین باید به سرعت محصول اصلی را کشت کرد. اگر کشت سریع محصول امکان‌پذیر نیست، با کشت گیاهان پوششی می‌توان از نیتروژن محافظت کرد.



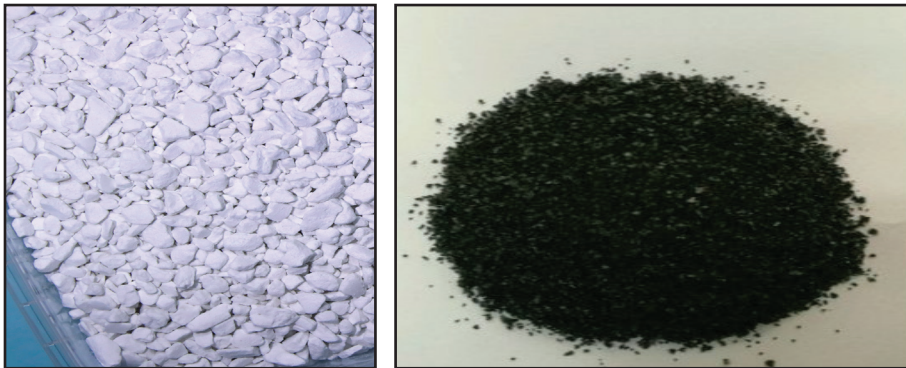
شکل ۱۵- بقایای گیاهی از جمله کاه و کلش غلات در مقایسه با بقایای برگ‌گی سبز

۶- مواد غذایی مکمل

در زمان ضرورت، همه سیستم‌های ارگانیک به مواد غذایی مکمل نیاز پیدا می‌کنند تا جایگزین مواد غذایی‌ای شود که به‌واسطه تولید محصول مورد نیاز بشر، تولید علوفه دام یا از طریق هدررفت به محیط‌زیست، از مزرعه خارج می‌شود.

در سیستم تولید سبزیجات، استفاده از مواد غذایی مکمل به‌صورت منظم برای جلوگیری از کاهش حاصلخیزی لازم است. برای مزارع ارگانیک هم این مسئله قابل‌درک است و امکان استفاده محدود از مکمل‌های غذایی مانند فسفات معدنی، سولفات پتاسیم، کمپوست زباله سبز، خاک مناسب و هیومیک‌ها^۱ مورد تأیید موسسات گواهی‌دهنده است (شکل ۱۶).

اکثر منابع مکمل غذایی به میزان کم در دسترس هستند و باید در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت، و راهکاری برای جبران کمبود یک محصول در کوتاه‌مدت، در نظر گرفته شوند.



شکل ۱۶- هیومیک اسید (سمت راست) و سولفات پتاسیم (سمت چپ)

۱. ترکیبات ارگانیک حاوی مواد غنی از بقایای گیاهی میلیون‌ها سال پیش که بر حاصلخیزی خاک برای بلندمدت مدت اثر فراوانی دارند.

۷- حفظ زهکشی و pH خاک

یکی از شاخص‌های بسیار مهم برای تضمین تأمین مواد غذایی برای محصول، pH خاک است. حتی وقتی همه مواد غذایی گیاهان به اندازه کافی در خاک وجود داشته باشد، اگر pH خاک در حد مطلوب (بین ۶ تا ۷) نباشد، محصول علائم کمبود مواد غذایی را نشان می‌دهد و به تولید کافی خود نمی‌رسد.

- pH مناسب برای کشاورزی ارگانیک از ۶/۲ تا ۷ است.

- در شرایط اسیدی (pH پایین‌تر از ۵/۵) یا قلیایی بالا (pH بیش‌تر از ۸) کاهش فعالیت بیولوژیکی خاک و بنابراین کندی در آزادسازی مواد غذایی خاک برای افزایش حاصلخیزی اتفاق می‌افتد.

- از اثرات pH بالا یا قلیایی می‌توان به تخریب ساختار خاک، کاهش فعالیت بیولوژیکی، کاهش کیفیت محصول، کاهش حاصلخیزی و افزایش هدررفت مواد غذایی اشاره کرد.

۸- شخم

تصمیم‌گیری درباره مناسب‌ترین شیوه شخم و میزان شخم به عواملی مانند هدف شخم، نوع خاک و ادوات در دسترس بستگی دارد.

- خاک‌های سبک و پُرشن، فاقد خاکدانه‌های محکم هستند و مشکلی با فشردگی و کوبیده‌شدن ندارند، بنابراین عمل شخم باید انجام شود.

- خاک‌های رسی به‌خودی‌خود ساختاری محکم و سفت دارند که با

شخم زیاد و سنگین بر میزان فشردگی این نوع خاک‌ها اضافه می‌شود، بنابراین توصیه می‌شود عملیات شخم سبک انجام شود (شکل ۱۷).

• شخم‌های ثانویه برای آماده‌سازی بستر رشد و نمو به میزان حداقل ممکن باید انجام شود.

• اگر خاک هر سال در عمق مشابه شخم بخورد، لایه‌های شخم فشرده می‌شوند و گسترش پیدا می‌کنند.

• وقتی خاک بسیار مرطوب است (و نیز در زمان برداشت)، به‌ویژه در خاک‌های سنگین، شخم نباید انجام شود.



شکل ۱۷- حفاظت خاک با عملیات شخم سبک در خاک سنگین

ارزیابی حاصلخیزی خاک

از اصول اساسی مزارع ارگانیک ارزیابی حاصلخیزی خاک است که برای انجام این کار خاک باید آزمایش شود و اجزای آن بررسی شوند.

آزمایش خاک

شرایط فیزیکی خاک، مهم‌ترین ارزیاب وضعیت خاک مزرعه است و انجام آزمایش‌های ساده اصلاً قابل مقایسه با فعالیت‌های اطراف ریشه گیاه نیست. پایهٔ آزمایش خاک دقیق، نمونه‌برداری است.

نحوه نمونه‌برداری درست از خاک

- نمونه‌برداری باید به صورت مستقیم انجام شود، نه مورب.
- نمونه‌ها باید از عمق صحیح برداشته شوند تا نماینده کل مزرعه باشند.
- نمونه‌برداری باید در یک زمان و به فاصله ۳ ماه بعد از استفاده از کود دامی انجام شود.
- نمونه‌برداری هر ۴ سال یکبار لازم است، نه بیش تر.

مشکلات سیستم‌های ارگانیک

مدیریت مزرعه ارگانیک به مهارت فراوانی نیاز دارد. در کشاورزی ارگانیک بر چرخه مواد غذایی در مزرعه تأکید می‌شود و از اضافه کردن کود و مواد غذایی از منابع بیرون اکوسیستم استقبال چندانی نمی‌شود. در این نشریه سعی شده است تا راه‌های سازگاری با محیط‌زیست نشان داده شود، اما در این مسیر مشکلاتی وجود دارند که عبارت‌اند از:

- حفظ مواد غذایی موجود در کود دامی در چرخه تولید، ذخیره و توزیع آن در مزرعه؛

- چگونگی افزایش میزان تثبیت نیتروژن با استفاده از بقولات؛

- سازگار کردن کود سبز و محصولات پوششی با تناوب همیشه آسان نیست، و مدیریت آن‌ها در خاک‌هایی که سنگین هستند و زمان شخم در آن‌ها حیاتی است، دشوار است؛

- خطرات آفات و بیماری‌ها؛

- حاصلخیزی خاک‌های با بافت سبک؛

- مزارع فاقد دام در حال چرا (در مزارعی که دام برای چرا در مزرعه برای تولید و توزیع مناسب کود دامی در تمام نقاط مزرعه وجود ندارد، تهیه کود دامی ارگانیک و توزیع مناسب آن در مزرعه، قبل از هدررفت مواد غذایی موجود در کود، کار دشوار و هزینه‌بری است).

خلاصه

مدیریت مزرعه ارگانیک برای برقراری تعادل در چرخه خاک و حفظ همه جوانب حاصلخیزی به ماده آلی، وضعیت مواد غذایی خاک، شرایط فیزیکی خاک و فعالیت بیولوژیکی خاک وابسته است. به همین دلیل، انجام اقدامات زیر به شیوه صحیح در مزارع ارگانیک بسیار با اهمیت است.

۱- تناوب ارگانیک

در این شیوه دو مرحله «افزایش حاصلخیزی خاک» (کشت بقولات) و مرحله «کاهش حاصلخیزی» (کشت محصول اقتصادی) به صورتی هماهنگ شود که نیتروژن مورد نیاز محصول تأمین شود. در این شیوه زمان آزاد شدن نیتروژن توسط بقولات و زمان کسب نیتروژن توسط محصول اقتصادی، معیار ترتیب کشت است.

۲- مزرعه و کشاورزی متفکرانه

از ذخایر غذایی خود مزرعه مانند برداشت شاخ و برگ و بقایای گیاهی، تغذیه دام با بقایا و توزیع کود دامی آن‌ها در مزرعه استفاده می‌شود تا از کاهش شدید نیتروژن در ناحیه دیگر همان مزرعه جلوگیری شود.

۳- برگرداندن دائم مواد آلی به خاک (بقولات، کود دامی و بقایای گیاهی)

ماده آلی تازه شامل عناصر غذایی مختلف (به‌ویژه نیتروژن و فسفر) است که به بهبود شرایط فیزیکی خاک و فعالیت بیولوژیکی خاک کمک می‌کند.

۴- استفاده از مواد غذایی مکمل خاک تنها در زمان ضرورت

سیستم کشت محصول اگر به‌خوبی طراحی و مدیریت شود، به افزودن مکمل‌های غذایی نیازی ندارد. البته خاک‌های با بافت خیلی سبک یا خاک‌های ذاتاً فقیر و نه‌چندان حاصلخیز از جمله استثنای هستند.

۵- استفاده از گیاهان پوششی در مواقع لازم

گیاهان پوششی پررشد می‌توانند از آبشویی نیتروژن جلوگیری کنند، ضمن اینکه مواد غذایی ارزشمند خاک را حفظ می‌کنند و منبع مناسبی از ماده آلی تازه در ساختار خاک به حساب می‌آیند.

۶- حفظ زهکش خاک و اسیدیته خاک (pH)

مراقبت از خاک جزو مزایای بزرگ مزارع ارگانیک است. برای رفع مشکلات، بررسی ساختار خاک و یافتن نشانه‌های ضعف مزرعه (بخش‌هایی که رشد محصول محدود است) ضروری است. وجود زهکش مناسب و PH مطلوب در چرخه عناصر غذایی و فعالیت بیولوژیکی خاک تأثیر مثبت دارد.

