



Extensional Article

## Plant diseases management in organic agriculture

ZAHRA SALIMI, MARYAM MIRTALEBI✉

Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 03.03.2021

Accepted: 12.05.2021

Salimi Z, Mirtalebi M (2021) Plant diseases management in organic agriculture. Plant Pathology Science 10(1):128-140. Doi: 10.2982/PPS.10.1.128.

### Abstract

Today the ecological, ecological and sociological problems of conventional agriculture are of great concern. Accordingly, organic farming should be viewed as an alternative approach that provides safe and healthy nutrition by eliminating synthetic pesticides and fertilizers with the least loss of nutrients and energy and the least negative impact on the environment. Organic farming is guided by the idea that all processes within an agro-ecosystem are interdependent and it aims to achieve efficiency, diversity, self-sufficiency, self-regulation and resilience through natural processes using the ecological possibilities of the agricultural system. Disease management in organic farming is based on maintaining biodiversity and soil health. In this review, a brief description of organic farming is given first. The next other practices used in organic farming to control disease include sanitation, organic soil improvement, long-term crop rotations, reduced tillage, the right harvesting time, the selection of crops and varieties, and the use of catch crops and also, catch crop cultivation. In conclusion, organic farming has the potential to improve the recycling of biomass and optimize the availability of nutrients and ensure favorable soil conditions for plant growth.

**Key words:** Biological diversity, Disease suppression, Soil health

✉ Corresponding author: mmirtalebi@shirazu.ac.ir

مقاله ترویجی

مدیریت بیماری‌های گیاهی در کشاورزی آرگانیک

زهرا سلیمی، مریم میرطالبی ✉

بخش گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۲

سلیمی ز، میرطالبی م (۱۳۹۹) مدیریت بیماری‌های گیاهی در کشاورزی آرگانیک. دانش بیماری

شناسی گیاهی ۱۰(۱): ۱۴۰-۱۲۸. Doi: 10.2982/PPS.10.1.128.

چکیده

امروزه مشکلات بوم‌شناختی، زیست‌محیطی و جامعه‌شناختی مرتبط با کشاورزی مرسوم بسیار نگران‌کننده است. بر این اساس، کشاورزی آرگانیک باید به‌عنوان یک روش جایگزین مورد توجه قرار گیرد که با عدم وجود سموم شیمیایی و کودهای مصنوعی و با کمترین اتلاف عناصر غذایی و انرژی و همچنین کمترین اثرات منفی روی محیط‌زیست، غذای سالم را فراهم می‌کند. کشاورزی آرگانیک با این ایده که تمام فرآیندهای درون یک نظام زراعی به هم وابسته‌اند، اداره می‌شود و هدف آن دستیابی و حمایت از کارایی، تنوع، خودکفایی، خودتنظیمی و برگشت‌پذیری از طریق فرآیندهای طبیعی با استفاده از امکانات بوم‌شناختی نظام کشاورزی است. مدیریت بیماری در کشاورزی آرگانیک بر اساس حفظ تنوع زیستی و سلامت خاک است. در این بررسی، ابتدا شرح مختصری از کشاورزی آرگانیک ارائه می‌شود. سپس روش‌هایی شرح داده می‌شوند که در کشاورزی آرگانیک برای مدیریت بیماری‌ها از آن‌ها استفاده می‌گردد؛ مانند بهداشت زراعی، اصلاحات آلی خاک، تناوب طولانی‌مدت، کاهش خاک-ورزی، زمان مناسب کشت، انتخاب رقم مناسب و استفاده از گیاهان پوششی و کشت مخلوط. به‌طور کلی نتیجه‌گیری می‌شود که کشاورزی آرگانیک قابلیت افزایش بازپافت زیست‌توده و بهینه‌سازی در دسترس بودن مواد غذایی و ایجاد شرایط مناسب خاک برای رشد گیاه را دارد.

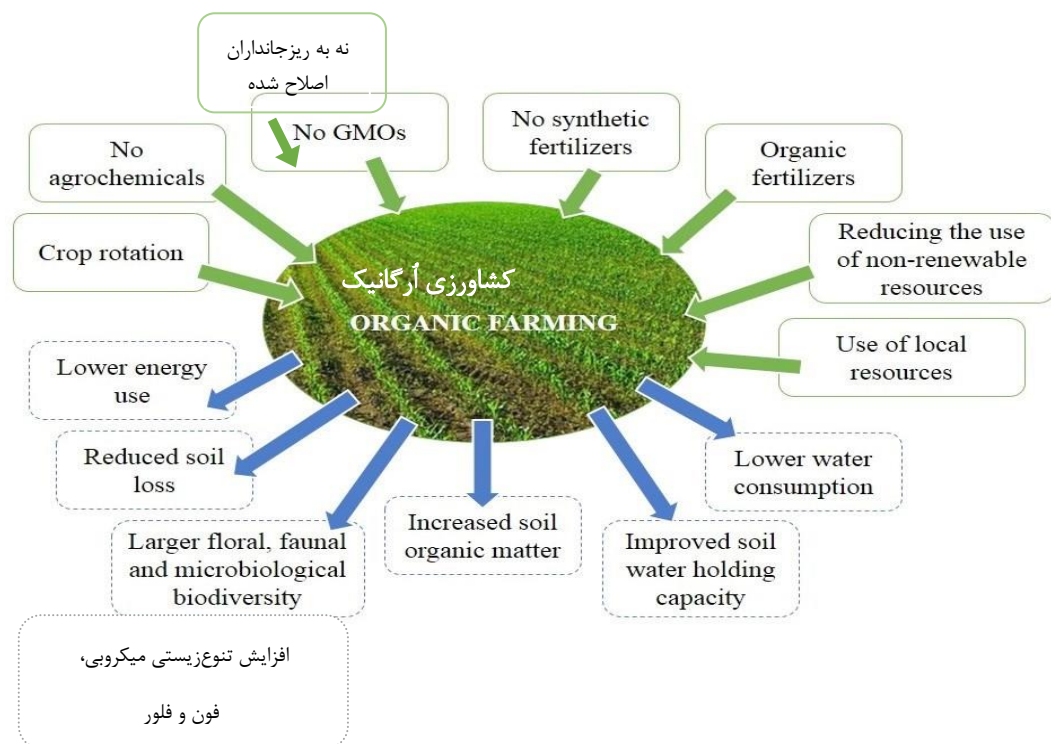
واژگان کلیدی: تنوع زیستی، سرکوب بیماری، سلامت خاک

مقدمه

رشد سریع جمعیت جوامع بشری و افزایش تقاضا برای مواد غذایی در قرون گذشته تحولی شگرف در کشاورزی مرسوم (Conventional agriculture) ایجاد کرده است؛ اما در دهه‌های اخیر افزایش مصرف

✉ نویسنده مسئول: mmirtalebi@shirazu.ac.ir

بی‌رویه نهاده‌ها (Inputs) مانند سموم و کودهای شیمیایی، افزایش هزینه‌های تولید، تخریب و فرسایش شیمیایی خاک، تخریب زیستی خاک، کاهش شدید منابع تولید و ضعف برنامه‌ها و روش‌های اجرایی و ترویجی در توسعه کشاورزی پایدار منجر به بحرانی در امنیت غذایی جهان شده است. وجود چنین مشکلاتی در کشاورزی مرسوم، موجب شکل‌گیری نوع دیگری از کشاورزی به نام کشاورزی ارگانیک شد که شروع آن به سال ۱۹۲۴ برمی‌گردد، زمانی که رودالف اشتاینر در آلمان یک دوره آموزشی مبانی علمی و اجتماعی توسعه کشاورزی برگزار کرد (Shi-Ming and Sauerborn 2006). کشاورزی ارگانیک شاخه‌ای از کشاورزی پایدار است که در آن کاربرد مواد شیمیایی و مصنوعی ممنوع است و تمام مراحل تولید، فراوری و بازاریابی محصولات تحت پوشش استانداردهای مرجع ارگانیک (Organic reference standards)، مدیریت و گواهی می‌شود. حفظ تنوع زیستی مبنای تولید در این کشاورزی است و استفاده از تناوب بسیار مهم است. از نهاده‌های سنتز شده مانند کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، گیاهان اصلاح شده ژنتیکی، مواد افزودنی و تابش پرتوها استفاده نمی‌شود. منابع غیرقابل بازیافت کمتر و منابع محلی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. رعایت این اصول باعث مصرف آب کمتر و افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود، تخریب خاک کمتر شده و مواد آلی خاک افزایش می‌یابد (شکل ۱) و از انرژی کمتری استفاده می‌گردد (Furtak and Gałazka 2019).



شکل ۱. اصول و اثرات اصلی کشاورزی ارگانیک (Furtak and Gałazka 2019)

Figure 1. The main principles and effects of organic farming (Furtak and Gałazka 2019)

## تعریف کشاورزی ارگانیک و آمار جهانی آن

فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک (International Federation of Organic Agricultural Movements=IFOAM) در سال ۲۰۰۸ میلادی کشاورزی ارگانیک را این گونه تعریف کرده است: کشاورزی ارگانیک یک نظام تولیدی است که سلامت خاک، بوم‌نظام (Ecosystem) و مردم را حفظ می‌کند. این نظام به جای استفاده از نهاده‌های دارای اثرهای مشکل‌زا، به فرایندهای بوم‌شناختی (Ecological processes)، تنوع زیستی و چرخه‌های متناسب با شرایط محلی متکی است. کشاورزی ارگانیک ترکیبی از سنت، نوآوری و علم است تا از محیط مشترک بهره مند شود و روابط عادلانه و کیفیت زندگی خوب را برای همه افراد درگیر ارتقا دهد. براساس آخرین آمار جهانی کشاورزی ارگانیک که در سال ۲۰۱۹ میلادی توسط فدراسیون بین‌المللی جنبش‌های کشاورزی ارگانیک و موسسه تحقیقات کشاورزی ارگانیک (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau =FiBL) منتشر شد، زمین‌های زیر کشت ارگانیک در اقیانوسیه (۵۱٪)، اروپا (۲۱٪)، آمریکای لاتین (۱۹٪)، آسیا (۹٪)، آمریکای شمالی (۵٪) و آفریقا (۳٪) از کل زمین‌های زیر این کشت در جهان می‌باشد. در ایران در سال ۲۰۰۵ میلادی، سطح زیر کشت ارگانیک صفر و در سال ۲۰۱۷، سطح زیر کشت ۸۲۱۳۵ هکتار شده است (Willer and Lernoud 2019).

## رویکردهای کشاورزی ارگانیک

کشاورزی ارگانیک به نوعی با کشاورزی بوم‌شناختی در ارتباط است که به معنای به کار بردن مبانی، روش‌ها و رویکردهای بوم‌شناختی در بوم‌نظام‌های کشاورزی است (Magdoff 2007). بوم‌شناسی (ecology) یک علم فراموش شده در تحقیقات و آموزش کشاورزی است و جامعه کشاورزی اعم از کشاورزان، محققین و دانشجویان کشاورزی از مفاهیم بوم‌شناسی و نقاط قوت بوم‌نظام‌های طبیعی مانند کارایی (Efficiency)، تنوع (Diversity)، خودکفایی (Self-sufficiency)، خودتنظیمی (Self-regulation) و برگشت‌پذیری (Resiliency) آگاهی کافی ندارند. در مقایسه با نظام کشاورزی مرسوم، نظام کشاورزی ارگانیک معمولاً دارای تنوع بالاتر گیاه در زمان و مکان، میزان بالاتری از مواد آلی خاک و زیست‌توده، فعالیت میکروبی بیشتر، تنوع بالاتر میکروارگانیسم‌ها و جانوران موجود در داخل خاک و سطح زمین، افزایش کارایی مصرف آب از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب، کاهش روان‌آب و افزایش عمق ریشه‌زایی، بهبود ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش چرخه غذایی داخلی است (Swet et al. 2011). در کشاورزی ارگانیک چندین هدف مشخص شده مانند کار با نظام‌های طبیعی به جای سلطه بر آنها، تقویت چرخه‌های زیستی در نظام کشاورزی، کشاورزی در یک نظام بسته که در این نظام تمامی مواد آلی موجود در مزرعه دوباره به خاک برگردانده می‌شود، جلوگیری از انواع آلودگی

حاصل از کشاورزی، حفظ تنوع ژنتیکی محصولات در نظام کشاورزی و محیط طبیعی اطراف آن بر بیماری‌های گیاهی و مدیریت آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Van Bruggen and Finckh 2016).

### مدیریت بیماری‌های گیاهی در کشاورزی ارگانیک

مدیریت بیماری‌های گیاهی به شیوه ارگانیک شامل طیف وسیعی از روش‌های مدیریتی است که موجب حفظ سلامت و تقویت نقاط قوت بوم‌نظام می‌شود (Magdoff 2007). سه رویکرد اساسی برای مدیریت بیماری‌ها در نظام کشاورزی ارگانیک وجود دارد که عبارتند از: الف) کاهش مایه اولیه بیمارگر، ب) فراهم کردن شرایط مساعد برای رشد گیاه و به حداقل رساندن شرایط مناسب میزبان و محیط اطراف آن برای آلودگی و تولیدمثل بیمارگر، ج) استفاده از روش‌های درمانی که گسترش بیشتر بیماری را محدود کند (Van Bruggen and Finckh 2016).

کاهش زادمایه اولیه: مایه اولیه را می‌توان با از بین بردن بقایای گیاهی آلوده، روش‌های مختلف آلودگی‌زدایی (disinfestation) خاک و جلوگیری از ورود بیمارگر به مزرعه با عفونت‌زدایی (disinfection) بذر و سایر اندام‌های رویشی کاهش داد.

بهداشت زراعی: مشابه نظام کشاورزی معمولی، زادمایه زمستان‌گذران معمولاً در کشاورزی ارگانیک حذف می‌شود. در تاکستان و باغ‌ها، شاخه‌های بیمار هرس می‌شوند و بقایای گیاهان از گلخانه‌ها خارج می‌شوند. شاخه‌ها و بقایا به جای سوختن کمپوست می‌شوند تا انتشار CO<sub>2</sub> کاهش یابد و کربن به خاک بازگردانده شود. پوشاندن یا از بین بردن بقایای گیاهی و حذف گیاهان خودرو و میزبان‌های جایگزین برای عوامل بیماری‌زا مانند *Phytophthora infestans* در کاهش زادمایه اولیه بسیار مهم است.

آلودگی‌زدایی خاک: در کشاورزی ارگانیک از چندین روش آلودگی‌زدایی خاک مانند غرقاب کردن، بخاردهی خاک، آفتاب‌دهی، آلودگی‌زدایی بی‌هوازی (یا زیستی) خاک (Anaerobic (or Biological) Soil Disinfestation ASD) و آلودگی‌زدایی هوازی خاک یا تدخین زیستی (Biofumigation) می‌توان استفاده کرد. در بیشتر مناطق به دلیل کمبود آب از روش غرقاب کردن خاک به ندرت استفاده می‌شود. بخاردهی خاک گاهی اوقات هنگامی که نماتدهای انگلی گیاهی و یا بیمارگرهای ریشه به دلیل تناوب محدود محصولات با ارزش در گلخانه‌ها مشکل‌ساز می‌شوند، استفاده می‌گردد. بخاردهی تمام عوامل بیماری‌زا، نماتدها و علف‌های هرز حساس به حرارت را تا عمق خاصی از خاک از بین می‌برد، اما بخش‌های زیادی از جامعه میکروبی خاک و جانوران نیز از بین می‌روند؛ بنابراین، این روش در واقع مغایر با اصول کشاورزی ارگانیک است (Van Bruggen et al. 2015).

در آفتابدهی، خاک مرطوب با پلاستیک شفاف و مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش پوشانده شده و برای چند هفته در معرض نور خورشید قرار می‌گیرد. اکثر قارچ‌های بیمارگر گیاهی، باکتری‌ها و نماتدهای انگل گیاهی، نسبت به افزایش دمای ۴۵ تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد کاملاً حساس هستند. می‌توان قبل از پوشاندن با پلاستیک، بقایای گیاهان خانواده کلم که تولیدکننده ایزوتیوسیانات هستند را به خاک اضافه کرد و اثر آفتابدهی را افزایش داد. همراه با اثرات گرمای مستقیم بر بیمارگرها، آفتابدهی خاک همچنین می‌تواند با افزایش در دسترس بودن مواد غذایی معدنی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک رشد گیاه را افزایش دهد (Saloum and Almahasneh 2015).

برای آلودگی‌زدایی بی‌هوازی خاک، مواد آلی تازه به خاک اضافه می‌شود و خاک مرطوب به مدت سه تا شش هفته توسط پلاستیک ضد نفوذ هوا پوشیده می‌شود. تکثیر باکتری‌ها، اکسیژن موجود را تخلیه می‌کند و در این شرایط باکتری‌های بی‌هوازی به تجزیه منبع کربن ادامه می‌دهند. ترکیبات سمی، از جمله الکل‌ها، آلدئیدها، اسیدهای آلی و سایر ترکیبات فرار، تجمع یافته و اسیدیته خاک کاهش می‌یابد که بر بقای بیمارگرهای خاکزاد تأثیر می‌گذارد. باکتری‌های بی‌هوازی مانند *Bacillus* و *Clostridium* همچنین ممکن است در غیرفعال شدن بیمارگرها نقش داشته باشند. ضدعفونی بی‌هوازی خاک در مهار بسیاری از قارچ‌ها، باکتری‌ها و نماتدهای بیمارگر گیاهی خاکزاد، از جمله *Ralstonia*، *Phytophthora*، *Sclerotinia*، *Verticillium*، *Fusarium*، *Rhizoctonia* و *Globodera/Meloidogyne* و همچنین اکثر علف‌های هرز مؤثر بوده است. تغییرات در جمعیت‌های میکروبی از خصوصیات ضدعفونی بی‌هوازی خاک است که می‌تواند باعث بازدارندگی عمومی بیماری‌هایی باشد که چندین سال فعال باقی مانده‌اند. برخلاف بخاردهی خاک و ضد عفونی شیمیایی خاک که منجر به خلاء بیولوژیکی می‌شود، خطر افزایش قابل توجه بیمارگرهای خاکزاد بعد از استفاده از ضدعفونی بی‌هوازی خاک کاهش می‌یابد.

تدخین زیستی شامل اصلاح خاک با افزودن ترکیبات آلی به خاک و در نتیجه تولید ترکیبات فرار مشتق شده زیستی از آنها است که برای میکروارگانیسم‌های خاک سمی هستند. برای این نوع آلودگی‌زدایی از برخی گیاهان خصوصاً گیاهان خانواده کلم که دارای گلوکوزینولات‌ها هستند به عنوان کود سبز استفاده می‌شود. کاربرد بقایای حیوانی که ازت زیادی دارند، مانند کود دامی، می‌تواند منجر به تولید گاز آمونیاک شود که برای طیف گسترده‌ای از عوامل بیماری‌زا و نماتدهای بیمارگر، سمی است (Cohen 2005).

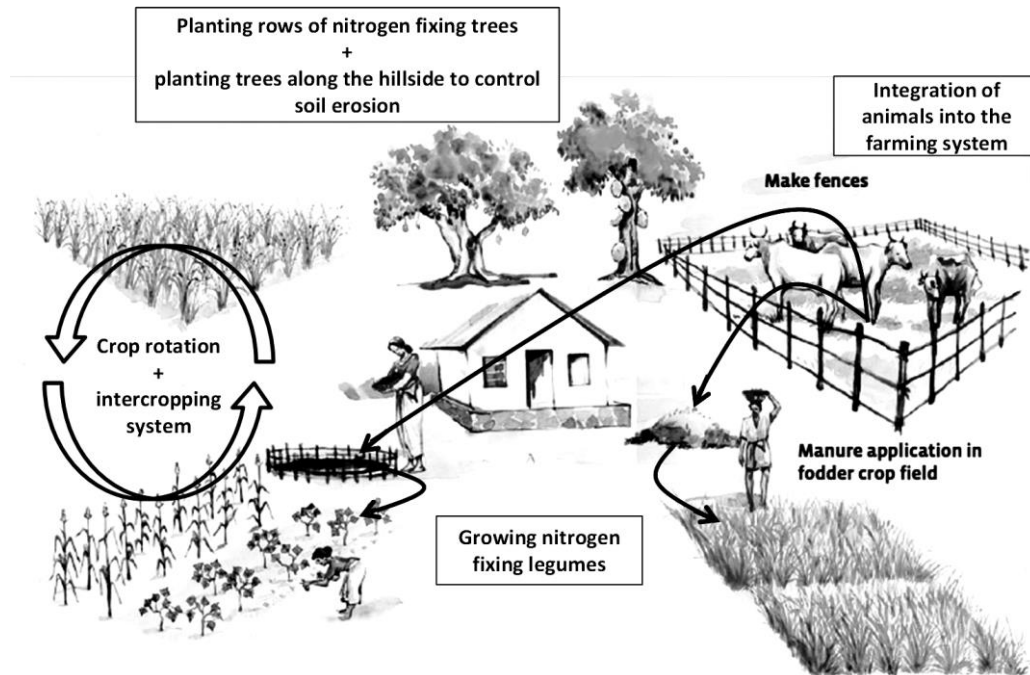
جلوگیری از ورود بیمارگرها در مزرعه‌های آرگانیک: بذرها و سایر اندام‌های گیاهی که در تولید محصولات آرگانیک مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید از منابع آرگانیک گواهی شده، در صورت موجود

بودن، منشأ بگیرند. باید از میوه‌ها با استفاده از روش‌های طبیعی مانند روش تخمیر، بذره‌های آرگانیک استخراج گردد. از آنجا که ضدعفونی شیمیایی بذر پس از استخراج از میوه مجاز نیست، روش‌های جایگزین ضدعفونی بذر بررسی شده است. سه روش اصلی تیمار بذر در کشاورزی آرگانیک شامل استفاده از روش‌های فیزیکی، تیمار با عصاره‌های گیاهی یا میکروبی و پوشش بذر با عوامل مهار زیستی است. در روش‌های فیزیکی از آب گرم یا بخاردهی و به دنبال آن خشک کردن، می‌توان استفاده کرد. علاوه بر این، دستگاه‌های پیشرفته بوجاری بذر وجود دارد که می‌تواند بذره‌های نابالغ یا بیمار را حذف کند. چندین عصاره مربوط به عوامل مهار زیستی یا گیاهان به صورت تجاری برای تیمار کردن بذره‌های آرگانیک در برابر آلودگی‌های قارچی و باکتریایی وجود دارد. برای گیاهانی مانند سیب‌زمینی و توت‌فرنگی که تکثیر رویشی دارند نیز، باید اندام‌های گیاهی گواهی‌شده استفاده شود (Van Bruggen et al. 2015).

**جداسازی زمانی و مکانی:** گیاهان میزبان حساس را می‌توان در زمان یا مکان با هدف تشکیل یک مانع برای تجمع زادمایه‌های بیمارگر جدا کرد.

**جداسازی زمانی** به روش‌های مختلف از جمله تنظیم زمان کاشت محصول، انتخاب رقم‌های زودرس یا تناوب با محصولاتی که به بیمارگر حساس نیستند، انجام می‌گیرد. تناوب زراعی و استفاده از کشت مخلوط (Intercropping)، رایج‌ترین روش جداسازی زمانی است و از راه‌های مختلف مانند تغییر جمعیت میکروبی خاک، افزایش حاصلخیزی، بهبود مدیریت آب، افزایش پایداری خاکدانه و جلوگیری از فرسایش خاک باعث بهبود کیفیت خاک و کاهش بیماری می‌شود. از گیاهان علوفه‌ای تیره نیامداران و گندمیان خصوصاً یونجه‌های یکساله و شبدر، در تناوب آرگانیک بیشتر استفاده می‌شود (شکل ۲)، که به تشکیل و نگهداری خاک سالم و همچنین تثبیت نیتروژن کمک می‌کند (Gomez and Thivant 2017).

با این حال، اگر بیمارگر در مسافت‌های طولانی توسط باد منتقل شود، دارای دامنه میزبانی وسیع یا ساختارهای استراحتی بسیار پایدار باشد، استفاده از تناوب محصول با محدودیت روبرو می‌شود. باید در انتخاب گیاه پوششی برای استفاده در تناوب دقت کرد. برخی مواقع یک گیاه پوششی ممکن است در برابر یک بیمارگر خاص حساس نباشد و علائمی نشان ندهد اما کورتکس ریشه آن محل تکثیر بیمارگر باشد و در نتیجه زادمایه اولیه برای گیاه میزبان حساس بعدی، افزایش یابد. برخی از گیاهان



شکل ۲. اصول استفاده از تناوب در کشاورزی ارگانیک (Gomez and Thivant 2017)  
Figure 2. Basics use of crop rotation in organic farming system (Gomez and Thivant 2017)

پوششی مورد استفاده در تناوب زراعی مانند شبدر وحشی، گونه‌های باقلا، گل جعفری و برخی گیاهان خانواده کلم به‌عنوان گیاهان تله یا دگرآزار (Trap or allelopathic crops) برای نماتدها کاشته می‌شوند (Gomes and Thivant 2017, Dordas 2008).

**جداسازی مکانی:** نیز، با خاک‌ورزی، کاشت گیاهان تله در اطراف مزرعه‌ها، پوشش گیاهی طبیعی و کاشت گیاهان غیرحساس بین گیاهان حساس امکان‌پذیر می‌شود. بسیاری از شته‌های حامل ویروس‌های بیماری‌زا در صورت کشت چند ردیف چاودار، ذرت یا دیگر گیاهان بلندقد در اطراف مزرعه‌ها لوبیا، فلفل یا کدو، ابتدا روی این گیاهان حاشیه‌ای می‌نشینند و از آن‌ها تغذیه می‌کنند و به دلیل ناپایا بودن اغلب ویروس‌هایی که شته ناقل آن‌ها است، بسیاری از شته‌ها قبل از رسیدن به گیاهان اصلی، ویروس‌های مربوط را از دست می‌دهند. با استفاده از مالچ‌های کاهی، پلاستیکی یا روغن‌های دورکننده، از کاوش ناقلین ویروس روی میزبان جلوگیری می‌شود (Van Bruggen and Finckh 2016).

**مقاومت گیاه میزبان:** در کشاورزی ارگانیک بیشتر از ارقام با مقاومت ناقص چند ژنی استفاده می‌شود. استفاده از مقاومت چندژنی در صورتی که اثر فشار پاتوژن را با روش‌های دیگر مدیریتی کاهش دهند، می‌تواند مفید باشد. علاوه بر این نوع مقاومت ژنتیکی، می‌توان از مقاومت القایی (Induced



(resistance) از طریق اصلاح خاک با استفاده از مواد آلی از جمله کمپوست (Yogev et al. 2010) و افزایش فعالیت یا استفاده از باکتری‌ها و قارچ‌های تحریک کننده رشد گیاه مانند *Pseudomonas*، *Azotobacter* و *Trichoderma* استفاده نمود (Zahir et al. 2004, Harman 2006). القای مقاومت با استفاده از ترکیبات شیمیایی خارجی مانند اسید سالیسیلیک، جاسمونیک اسید و فسفات پتاسیم نیز حاصل می‌شود، اما این مواد برای تولید محصولات ارگانیک تأیید نشده‌اند (Van Bruggen and Finckh 2016).

**بهبود و حفظ کیفیت خاک:** مهم‌ترین رویکردهای کشت در نظام کشاورزی ارگانیک حول بهبود و حفظ کیفیت خاک می‌چرخد. با استفاده از مواد آلی و حمایت از فعالیت کرم خاکی، می‌توان کیفیت فیزیکی خاک را بهبود داد که در نتیجه باعث افزایش نفوذ آب و زهکشی، کاهش نوسان‌های پتانسیل آب و تشکیل نظام‌های ریشه‌ای عمیق و گسترده می‌شود. با گسترش ریشه، حساسیت به انواع قارچ‌های عامل پوسیدگی ریشه و پژمردگی مانند ریزوکتونیا، فوزاریوم و ورتیسیلیوم و شبه قارچ‌های پیتیوم و فیتوفتورا کاهش می‌یابد (Leon et al. 2006). اصلاح خاک با استفاده از مواد آلی یا مواد معدنی مجاز طی سال‌های متمادی و کاهش کاربرد کودهای اضافی در طول رشد محصول، نوسانات در تأمین مواد غذایی را به حداقل می‌رساند و باعث بهبود کیفیت شیمیایی خاک می‌شود. اسیدیته خاک و نسبت آمونیوم به نترات اغلب در این خاک‌ها بیشتر است. در اسیدیته بالای خاک، آمونیوم می‌تواند به آمونیاک تبدیل شود که برای اکثر میکروارگانیسم‌ها سمی است. سطوح نترات پایین‌تر و آمونیوم بالاتر می‌تواند به کاهش بروز و شدت بیماری‌های خاکزاد در خاک‌های ارگانیک نسبت به معمولی کمک کند. به دلیل سطح پایین فسفر در بسیاری از نظام‌های ارگانیک، قارچ‌های میکوریز آربوسکولی (*Arbuscular mycorrhizal fungi*) روی ریشه گیاهان در خاک‌های با مدیریت ارگانیک بیشتر مستقر می‌شوند و در نتیجه گیاهان را در برابر قارچ‌های بیمارگر ریشه محافظت می‌کنند. کمبود برخی عناصر دیگر ممکن است حساسیت به بیماری‌های خاصی را افزایش دهند: به عنوان مثال، کمبود پتاسیم خطر پژمردگی ورتیسیلیومی در پنبه را افزایش می‌دهد و کمبود کلسیم باعث افزایش حساسیت به پوسیدگی ریشه ناشی از پیتیوم می‌شود. در خاک‌های ارگانیک به دلیل اصلاح خاک با مواد آلی و اسیدیته نسبتاً بالا معمولاً کمبود کلسیم مشاهده نشده است (Larkin 2015, Dordas 2008).

کیفیت زیستی خاک در درجه اول با برگرداندن مواد آلی به خاک بهبود می‌یابد. با این حال، تأثیر اصلاح خاک با مواد آلی بر شدت بیماری، به نوع ماده آلی استفاده شده، نوع تجزیه (هوازی یا بی هوازی)، نسبت کربن به نیتروژن، مقدار لیگنین ماده آلی و مدت زمان سپری شده از تلفیق ماده آلی

با خاک بستگی دارد. افزودن بستره آلی به خاک، فعالیت تجزیه‌کننده‌های ابتدایی، خصوصاً باکتری‌ها و قارچ‌ها را افزایش می‌دهد و همچنین باعث افزایش زنجیره‌های غذایی مرتبط به پروتوزوآهای تغذیه‌کننده باکتری، کنه‌ها و نماتدهای قارچ‌خوار می‌شود. به طور کلی خاک‌های با مدیریت ارگانیک دارای تنوع میکروبی و جانوری بیشتری نسبت به خاک‌های با مدیریت معمولی هستند (Larkin 2015).

**مدیریت محیط هوایی:** بسیاری از بیماری‌های برگ‌ها در شرایط مرطوب افزایش می‌یابند. برای مهار این بیماری‌ها، با هوادهی و نوردهی بیشتر، تنک کردن، هرس، حذف علف‌های هرز، فاصله مناسب کاشت، کاشت در جهت باد و یا تهویه بیشتر هوای گلخانه، رطوبت نسبی را کاهش می‌دهند. به عنوان مثال حذف برگ در باغ‌های انگور اکنون یک روش معمول برای مهار بیماری‌هایی مانند کپک خاکستری و سفیدک پودری روی انگور است (Van Bruggen and Finckh 2016).

**پیشرفت و تقویت مهار زیستی:** اگرچه بسیاری از عوامل بالقوه مهار زیستی شناسایی شده‌اند، اما تنها تعدادی از آن‌ها فرموله شده و برای مهار بیماری در کشاورزی ارگانیک تأیید شده‌اند، زیرا نمی‌توان از افزایشدهنده‌ها (synergists) یا حامل‌های نفتی (petroleum-based carriers) در فرموله کردن مواد آلی استفاده کرد. به عنوان مثال، گونه‌های مختلف *Streptomyces*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Bacillus* و *Pseudomonas* برای مهار بیمارگرهای خاکزاد استفاده می‌شوند. قارچ‌هایی مانند *Myrothecium* و *Paecilomyces* یا باکتری‌هایی مانند *Burkholderia* و *Pasteuria*، قابلیت کاهش جمعیت نماتدها را به شرطی که برای استفاده در کشاورزی ارگانیک ثبت شده باشند، دارند (Vannacci and Gullino 2000).

**حفظ تنوع گیاهان:** می‌توان با استفاده از ارقام متنوع، کشت مخلوط رقمها، استفاده از یک گیاه پوششی یا مالچ زنده در گیاهان یکساله یا چندساله و کاشت گیاهانی غیر از محصول اصلی در پرچین‌ها یا حاشیه مزرعه، تنوع بیشتر را ایجاد می‌کند (Mundt 2002).

### درمان بیماری‌ها در کشت ارگانیک

روش‌های درمان بیماری‌ها شامل ورودی‌هایی است که پس از استقرار بیمارگر در محصول اعمال می‌شود. گزینه‌های محدودی برای این عمل تحت دستورالعمل‌های کشاورزی ارگانیک مجاز است.

**قارچ‌کش‌ها:** در بیشتر کشورها، از قارچ‌کش‌های مسی در برابر بیماری‌های باکتریایی و قارچی استفاده می‌شود. آن‌ها در درجه اول برای مهار بیماری‌های برگ‌ناشی از آلمیست‌ها، قارچ‌ها و باکتری‌هایی است که مهار آن‌ها بدون قارچ‌کش به خصوص در مناطق گرمسیر مرطوب دشوار است، استفاده شده‌اند. استفاده از مس به دلیل سمیت محیطی آن کاملاً بحث برانگیز است و انتظار می‌رود در آینده

نزدیک در اروپا ممنوع شود. قارچ‌کش‌های گوگردی سمیت کمتری دارند و به طور گسترده برای مهار سفیدک پودری در محصولات مختلف و لکه سیاه سیب استفاده می‌شود. نمک‌های بی‌کربنات نیز می‌تواند برای مهار بیماری در کشاورزی آرگانیک، به ویژه در برابر سفیدک پودری، برخی از بیماری‌های لکه برگ و کنه‌ها استفاده شود. اثربخشی آن‌ها را می‌توان با یک افزودنی چسبنده-پخش‌کننده تأیید شده مانند صابون یا روغن افزایش داد. برخی از روغن‌ها مانند روغن ماهی، گیاهی یا معدنی می‌تواند حشرات ناقل را مهار کند (Schuster et al. 2009). برای تولید محصولات آرگانیک، در وب‌گاه‌های موسسه بررسی مواد آرگانیک (Organic Materials Review Institute=OMRI: <http://omri.org>) و همچنین برنامه آرگانیک ملی بخش کشاورزی ایالات متحده آمریکا (United States Department of Agriculture=USDA: National Organic Program: <https://www.ams.usda.gov/about-Agriculture>: [ams/programs-offices/national-organic-program](https://www.ams.usda.gov/about-Agriculture)) لیست مفصلی از مواد مجاز در این زمینه وجود دارد. با این حال، بسیاری از کشاورزان آرگانیک سعی می‌کنند به جز در موارد اضطراری از این مواد استفاده نکنند.

**عصاره‌های گیاهی و میکروبی:** ترکیب‌های طبیعی با منشأ میکروبی و گیاهی می‌توانند مستقیماً به عنوان عوامل ضد میکروبی عمل کنند و یا این که به عنوان القاء‌کننده‌های طبیعی، نظام دفاعی گیاه را فعال کنند (Gwinn 2018). عصاره گونه‌های مختلف گیاهی مانند عصاره‌های یوکا، مرکبات و جلبک دریایی به عنوان محصولات تجاری برای کشاورزی آرگانیک در لیست OMRI قرار دارند. عصاره‌ای از جلبک قهوه‌ای یا دریایی، لامینارین، در اتحادیه اروپا تصویب شده است. عصاره‌های بسیاری از گیاهان، ادویه‌ها و گیاهان دارویی نیز برای تأثیر آن‌ها بر بیماری‌های مختلف گیاهی آزمایش شده است. برخی از محصولات مشتق شده از گیاهان باعث القای مقاومت می‌شوند، مانند عصاره گیاه هفت بند که می‌تواند در برابر سفیدک پودری خیار استفاده شود و به نام میلسانا (Milsana®) ثبت شده است. چندین عصاره گیاهی برای استفاده در برابر حشرات، از جمله ناقلین ویروس فرموله شده است. به عنوان مثال پیرتروم طبیعی استخراج شده از گل‌های داوودی خشک و روغن چریش که از گیاه چریش *Azadirachta indica* استخراج شده است. این حشره‌کش‌های طبیعی اغلب برای استفاده در کشاورزی آرگانیک تأیید می‌شوند، اما می‌توانند اثرات جانبی منفی برای حشرات مفید مانند زنبورها و شکارچیان ناقل ویروس‌ها نیز داشته باشند. قطعات دیواره سلولی *Penicillium chrysogenum*، برخی از عصاره‌های باکتریایی و عصاره‌های کمپوست (Scheuerell and Mahaffee 2002) نیز می‌توانند در مهار بیماری‌ها مؤثر باشند.

## نتیجه‌گیری

مشکلات دوره‌گذار به کشاورزی ارگانیک مانند کاهش عملکرد، نبودن برنامه‌های ترویجی و آموزش‌های لازم برای کشاورزان، عدم وجود مراکز صدور گواهی ارگانیک معتبر، تنگناهای مربوط به عملیات زراعی، مشکل توزیع و بازاریابی، شرایط متغیر جوی، نبود جایگزین‌های طبیعی برای برخی سموم و مواد شیمیایی، گران‌تر بودن قیمت محصولات ارگانیک و همچنین طول عمر کوتاه‌تر و زمان مصرف محدودتر آنها، همگی از چالش‌های کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شوند. اما پیامدهای کشاورزی مرسوم و صنعتی مانند مشکلات زیست‌محیطی، عدم توجه به نقاط قوت بوم‌نظام‌های طبیعی و استفاده از آنها در مدیریت آفات و بیماری‌ها، تخریب و استفاده بیش از حد از منابع آب و خاک، به خطر افتادن سلامتی انسان به دلیل استفاده از محصولات آلوده، همگی حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک را اجتناب‌ناپذیر می‌کنند.

## References

## منابع

- Cohen MR, Yamasaki H, Mazzola M (2005) *Brassica napus* seed meal soil amendment modifies microbial community structure, nitric oxide production and incidence of *Rhizoctonia* root rot. *Soil Biology and Biochemistry* 37:1215–1227.
- Dordas C (2008) Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28:33–46.
- Furtak K, Gałazka A (2019) Effect of organic farming on soil microbiological parameters. *Polish Journal of Soil Science* 52:259-268.
- Gomez I, Thivant L (2017) Training manual for organic agriculture. Scientific Publishers, India, 105p.
- Gwinn KD (2018) Bioactive natural products in plant disease control. In *Studies in natural products chemistry*. Elsevier 56:229-246.
- Harman G (2006) Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 96:190-194.
- Larkin RP (2015) Soil health paradigms and implications for disease management. *Annual Review of Phytopathology* 53:199–221.
- Leon MCC, Stone A, Dick RP (2006) Organic soil amendments: impacts on snap beans common root rot (*Aphanomyces euteiches*) and soil quality. *Applied Soil Ecology* 31:199–210.
- Magdoff F (2007 ) Ecological agriculture: principles, practices, and constrains. *Renewable Agriculture and Food System* 22:109-117.
- Mundt C (2002) Multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management. *Annual Review of Phytopathology* 40:381-410.

- Saloum A, Almahasneh H (2015) Effect of soil solarization and organic fertilization on yield of maize (*Zea mays* L.) genotypes and soil chemical properties. *Asian Journal of Agricultural Research* 9:173-156.
- Scheuerell S, Mahaffee W (2002) Compost tea: Principles and prospects for plant disease control. *Compost Science and Utilization* 10:313-338.
- Schuster DJ, Thompson S, Ortega LD, Polston JE (2009) Laboratory evaluation of products to reduce settling of sweet potato whitefly adults. *Journal of Economic Entomology* 102:1482-1489.
- Shi-Ming MA and Sauerborn J (2006) Review of history and recent development of organic farming worldwide. *Agricultural Science in China* 5:169-178.
- Swier H, Dkhar M S, Kayang H (2011) Fungal population and diversity in organically amended agricultural soils of Meghalaya, India. *Journal of Organic Systems* 6:3-12.
- Van Bruggen AHC, Finckh MR (2016) Plant diseases and management approaches in organic farming systems. *Annual Review of Phytopathology* 54:25-54.
- Van Bruggen AHC, Gamliel A, Finckh MR (2015) Plant disease management in organic farming systems. *Pest Management Science* 72:30-44.
- Vannacci G, Gullino ML (2000) Use of biocontrol agents against soil-borne pathogens: results and limitations. In international symposium on chemical and non-chemical soil and substrate disinfection 532:79-88.
- Willer H, Lernoud J (2019) The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM Organics International, Frick and Bonn. Retrieved from [https://ciaorganico.net/documypublic/486\\_2020-organic-world-2019.pdf](https://ciaorganico.net/documypublic/486_2020-organic-world-2019.pdf)
- Yogev A, Raviv M, Hadar Y, Cohen R, Wolf S, Gil L, Katan J (2010). Induced resistance as a putative component of compost suppressiveness. *Biological Control* 54:46-51.
- Zahir AZ, Arshad M, Frankenberger WT (2004) Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy* 81:97-168.