

تنوع زیستی در نظام های تولید کشاورزی

گرو بنکیزر

سیلویا شنل

ترجمه:

دکتر علیرضا کوچکی

مهندس فرنوش فلاح پور

مهندس قربانعلی رسام

سرشناسه:	بنکیزر، گرو، ۱۹۴۷ - م.
عنوان و نام پدیدآور:	تنوع زیستی در نظامهای تولید کشاورزی / تألیف گرو بنکیزر، سیلویا شنل؛ ترجمه علیرضا کوچکی، فرنوش فلاح پور، قربانعلی رسام.
مشخصات نشر:	مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری:	۶۳۰ ص.
فروست:	انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ شماره ۵۹۲.
شابک:	(ISBN: 978-964-386-263-3)
یادداشت:	فیبا.
یادداشت:	Biodiversity in agricultural production: عنوان اصلی: systems, C 2007.
یادداشت:	کتابنامه.
موضوع:	تنوع زیستی (کشاورزی).
موضوع:	کشاورزی -- روش‌ها.
شناسه افزوده:	شنل، سیلویا، ۱۹۶۳ - م.
شناسه افزوده:	Schnell, Sylvia.
شناسه افزوده:	کوچکی، علیرضا، ۱۳۲۶ - ، مترجم.
شناسه افزوده:	فلاح پور، فرنوش، ۱۳۶۴ -
شناسه افزوده:	رسام، قربانعلی، ۱۳۵۴ -
شناسه افزوده:	دانشگاه فردوسی مشهد.
رده بندی کنگره:	۵۹۲ / ۵ / ۳۹۴ S
رده بندی دیویی:	۶۳۱ / ۵۸
شماره کتابخانه ملی:	۲۴۹۶۱۹۳



انتشارات، شماره ۵۹۲

تنوع زیستی در نظامهای تولید کشاورزی

تألیف

گرو بنکیزر - سیلویا شنل

ترجمه

دکتر علیرضا کوچکی - مهندس فرنوش فلاح پور - مهندس قربانعلی رسام

ویراستار علمی

دکتر پرویز رضوانی مقدم

وزیری، ۶۳۰ صفحه، ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول، پاییز ۱۳۹۰

امور فنی و چاپ: مؤسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

بها: ۸۸۰۰۰ ریال

ISBN: 978-964-386-563-3

شابک ۳-۲۶۳-۳۸۶-۹۶۴-۹۷۸

۲۷	فصل ۱: تنوع در نظام‌های تولید کشاورزی
۲۷	۱-۱ تنوع گیاهان زراعی
۲۷	۱-۱-۱ غلات و غلات کاذب
۲۹	۱-۱-۲ دانه‌های روغنی
۳۰	۱-۱-۳ حبوبات، گیاهان ریشه‌ای و گیاهان غده‌ای
۳۱	۱-۱-۴ گیاهان قندی
۳۲	۱-۱-۵ تنوع گیاهان دارویی و ادویه‌ای
۳۶	۱-۲ اثر کشت گیاهان بر تنوع زیستی
۳۶	۱-۲-۱ مدیریت تناوب زراعی
۴۰	۱-۲-۲ استفاده از دگرآسیبی
۴۲	۱-۲-۳ نظام‌های کشت
۴۵	۱-۲-۴ خاکورزی
۴۷	۱-۲-۵ کشت گیاهان تراریخته
۵۱	۱-۲-۶ کشاورزی دقیق
۵۵	فصل ۲: تنوع کشاورزی: تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی و نظام‌های کشت
۵۵	۲-۱ تنوع و اصلاح نباتات
۵۶	۲-۲ سنجش تنوع مولکولی
۵۶	۲-۲-۱ ایزوزیم‌ها
۵۷	۲-۲-۲ نشانگرهای DNA
۵۸	۲-۳ تنوع ژنتیکی در مواد اصلاحی جدید
۵۸	۲-۳-۱ جو
۶۲	۲-۳-۲ کلزا
۷۴	۲-۴ نتیجه‌گیری
۷۷	فصل ۳: بویایی و تنوع مکانی خاک: ملاحظات کمی و کیفی
۷۷	۳-۱ مقدمه

۷۹	۳-۲ ساختار قابل مشاهده در مقیاس های مختلف
۷۹	۳-۲-۱ روش های تصویر سازی
۸۱	۳-۲-۲ شواهدی از ساختار در تمام مقیاس ها
۹۱	۳-۳ جنبه هایی از سازماندهی سلسله مراتبی ساختار در انواعی از مقیاس ها
۹۱	۳-۳-۱ مقیاس مشاهده و وضوح دستگاه اندازه گیری
۹۲	۳-۳-۲ طول ویژه حداقل (λ) و طول گردش (Λ) ساختار
۹۲	۳-۳-۳ ساختار و بافت
۹۶	۳-۳-۴ یکنواختی ماکروسکوپی
۹۶	۳-۳-۵ سلسله مراتب گسسته و پیوسته
۹۸	۳-۳-۶ ساختارهای فرکتالی
۹۹	۳-۴ کمی سازی ساختار و تنوع
۹۹	۳-۴-۱ ملاحظات کلی در تجزیه و تحلیل تصویر
۱۰۰	۳-۴-۲ سنجش های پایه (اعداد مینکوسکی)
۱۰۴	۳-۴-۳ بسط توابع مینکوسکی
۱۰۹	۳-۵ نتیجه گیری و ملاحظات پایانی
۱۱۱	فصل ۴: اجتماعات میکروبی معرفی شده در جریان اصلاح ارگانیک و منتقل شده بوسیله هوا در خاک های کشاورزی
۱۱۱	۴-۱ مقدمه
۱۱۳	۴-۲ میکروارگانیسم های موجود در پسماندهای آلی
۱۱۴	۴-۳ جوامع میکروبی موجود در کمپوست
۱۱۹	۴-۴ میکروارگانیسم های هوازاد پراکنده شده بوسیله کمپوست
۱۲۰	۴-۵ هضم کننده های غیرهوازی
۱۲۱	۴-۶ ضایعات دامداری ها و تنوع میکروبی
۱۲۵	فصل ۵: شناخت تنوع پروکاریوت های خاک (باکتری ها و آرکناها) و اثرات آنها بر کشاورزی
۱۲۵	۵-۱ پروکاریوت های خاک - رمز موفقیت
۱۲۷	۵-۲ مشکلات اندازه گیری تنوع پروکاریوتی خاک
۱۲۹	۵-۳ بررسی پروکاریوت های غیرقابل کشت

۱۳۱	۵-۴ گروه‌های غالب پروکاریوت‌های خاک
۱۳۶	۵-۵ تاثیر کشاورزی بر تنوع پروکاریوتی: مروری بر ساختار
۱۳۸	۵-۶ محدودیت‌های اندازه‌گیری تنوع ساختاری: اهمیت سنجش تنوع کارکردی
۱۴۰	۵-۷ تاثیر کشاورزی بر تنوع پروکاریوتی خاک: مروری بر تنوع کارکردی در چرخه نیتروژن
۱۴۳	۵-۸ نتایج
۱۴۵	فصل ۶: تنوع میکروبی در ناحیه ریزوسفر: روش‌های مولکولی پیشرفته جهت مطالعه باکتری‌های مفید گیاهی موجود در ریزوسفر
۱۴۵	۶-۱ ریزوسفر: زیستگاهی خاص
۱۴۷	۶-۲ روش‌های مطالعه تنوع میکروبی خاک و ریزوسفر
۱۴۷	۶-۲-۱ روش‌های برپایه کشت
۱۴۸	۶-۲-۲ ارزیابی اجتماع میکروبی کل
۱۴۸	۶-۲-۲-۱ انگشت‌نگاری فتوتیپیکی: الگوهای بکارگیری لایه بیولوگ
۱۴۹	۶-۲-۲-۲ انگشت‌نگاری شیمیایی: الگوهای اسید چرب فسفولیپید (PLFA)
۱۵۰	۶-۲-۲-۳ انگشت‌نگاری ژنوتیپیکی (ژن‌های ریبوزومی و متابولیکی)
۱۵۰	۶-۲-۳ ارزیابی جمعیت باکتریایی فعال
۱۵۰	۶-۲-۳-۱ روش برومو دیاکسی یوریدین (BrdU)
۱۵۱	۶-۲-۳-۲ ردیابی ایزوتوپهای پایدار (SIP)
۱۵۲	۶-۲-۳-۳ نسخه برداری معکوس (PCR (RT-PCR)
۱۵۲	۶-۲-۳-۴ هیبریداسیون دات بلات
۱۵۳	۶-۲-۳-۵ هیبریدسازی با روش فلورسنس درجا (روش فیش)
۱۵۴	۶-۲-۳-۶ روش اسکن لیزری میکروسکوپی هم‌کانون (CLSM)
۱۵۵	۶-۳ باکتری‌های مفید موجود در ناحیه ریزوسفر
۱۵۶	۶-۳-۱ باکتری‌های همزیست تثبیت‌کننده نیتروژن در کشاورزی
۱۵۶	۶-۳-۱-۱ همزیستی لگوم-ریزوبیوم
۱۵۷	۶-۳-۱-۲ تنوع باکتری‌های ریزوبیوم
۱۵۹	۶-۳-۱-۳ میزان اختصاصی در همزیستی لگوم-ریزوبیوم
۱۶۰	۶-۳-۱-۴ نژادهای تلقیحی قابل رقابت
۱۶۱	۶-۳-۱-۵ تنوع نامشخص ریزوبیومی و همزیستی جدید تثبیت‌کننده نیتروژن
۱۶۲	۶-۳-۲ ریزوباکترهای بهبود دهنده رشد گیاه (PGPR)

۱۶۲	۶-۳-۲-۱ ریزوباکترهای تثبیت کننده نیتروژن
۱۶۵	۶-۳-۲-۲ ریزوباکترهای غیر تثبیت کننده نیتروژن
۱۶۶	۶-۳-۳ ریزوباکترهای حفاظت کننده گیاهان
۱۶۶	۶-۳-۳-۱ القای مقاومت سیستمی در گیاه
۱۶۸	۶-۳-۳-۲ کنترل زیستی بیماری‌های گیاهی
۱۶۹	۶-۳-۳-۲-۱ مواد تلقیحی به عنوان عوامل کنترل زیستی
۱۷۱	۶-۳-۳-۳ تنوع باکتری‌های حفاظت کننده گیاهی جدید
۱۷۲	۶-۴ خلاصه
۱۷۵	فصل ۷: تنوع زیست لایه‌ها و فرآیندهای تشکیل آنها
۱۷۵	۷-۱ مقدمه
۱۷۶	۷-۲ اجزای متشکله یک زیست لایه چیست؟
۱۷۶	۷-۳ تاریخچه تحقیقات زیست لایه
۱۷۸	۷-۴ ابزارهای تجزیه و تحلیل برای بررسی زیست لایه‌ها
۱۸۲	۷-۵ جوامع زیست لایه تکامل یافته
۱۸۳	۷-۶ تشکیل و گسترش زیست لایه‌ها در خاک
۱۸۶	۷-۷ تنوع زیست لایه‌ها در خاک
۱۸۹	۷-۸ گسترش و تنوع زیست لایه‌ها در ریزوسفر گیاهان زراعی
۱۹۰	۷-۹ سایر حوزه‌های مرتبط با زیست لایه‌ها در نظام‌های کشاورزی
۱۹۱	۷-۱۰ نتیجه‌گیری
۱۹۳	فصل ۸: تنوع قارچ‌های خاک
۱۹۳	۸-۱ مروری بر قارچ‌های خاک
۱۹۴	۸-۲ مقدمه
۱۹۶	۸-۳ جنبه‌های بوم شناختی تنوع قارچی
۱۹۶	۸-۳-۱ تنوع مایکوریزا آربوسکولار: الگوئی برای پوده‌خوارها
۱۹۸	۸-۳-۲ تنوع قارچ‌های هیفی: برهمکنش‌های داخل یک سطح غذایی
۲۰۱	۸-۳-۳ برهمکنش با سایر سطوح غذایی
۲۰۲	۸-۳-۴ اثر فعالیت آنترپوژنیک
۲۰۴	۸-۴ تنوع و غنای گونه‌ای در محیط‌های کشاورزی

۲۰۴	۸-۴-۱ داده‌های حاصل از روش‌های مبتنی بر کشت
۲۰۵	۸-۴-۲ داده‌های به دست آمده از روش‌های مولکولی
۲۰۹	۸-۴-۳ مقایسه تنوع زیستی تعیین شده توسط رهیافت‌های مولکولی با شیوه‌های مبتنی بر کشت
۲۰۹	۸-۵ غنا و تنوع گونه‌ای در محیط‌های غیر زراعی
۲۱۱	۸-۶ نتیجه‌گیری
۲۱۵	فصل ۹: تنوع کیتريدها
۲۱۵	۹-۱- کیتريد چيست
۲۲۰	۹-۲- ارزیابی تنوع زیستی
۲۲۰	۹-۲-۱ کاربردهای کلی در جهان میکروبی
۲۲۳	۹-۲-۲ تنوع و مفهوم گونه در کیتريدها
۲۲۵	۹-۲-۳ جنبه‌های روش شناختی در ارزیابی تنوع
۲۲۶	۹-۲-۳-۱ نکات آماری و نمونه‌برداری
۲۲۶	۹-۲-۳-۲ ارزیابی مستقیم میکروسکوپی
۲۲۸	۹-۲-۳-۳ طعمه‌گذاری و ارزیابی میکروسکوپی
۲۲۹	۹-۲-۳-۴ روش‌های سرولوژی
۲۲۹	۹-۲-۳-۵ رویکردهای مولکولی
۲۳۱	۹-۳- تنوع زیستی کیتريدها در نظام‌های کشاورزی
۲۳۱	۹-۳-۱ کیتريدها به عنوان موجودات گندرو
۲۳۳	۹-۳-۲ کیتريدها به عنوان موجودات بیوتروف
۲۳۴	۹-۳-۱-۱ اثرات متقابل گیاهی
۲۳۵	۹-۳-۲-۳ اثرات متقابل حیوانی
۲۳۶	۹-۳-۳ اثرات متقابل میکروبی
۲۳۶	۹-۳-۴ چکیده: تنوع زیستی در نظام‌های زراعی
۲۳۷	۹-۴- روابط متقابل کارکردی و ساختاری کیتريدها
۲۳۸	۹-۵- عوامل کنترل کننده تنوع زیستی کیتريدها
۲۴۰	۹-۶- نیاز به تحقیقات آتی: تنوع زیستی کیتريدها
۲۴۱	۹-۷- چکیده

۲۴۳	فصل ۱۰: تنوع قارچ‌های مایکوریزا
۲۴۳	۱-۱۰ مقدمه
۲۴۴	۲-۱۰ تنوع ژنوتیپیکی
۲۴۶	۳-۱۰ تنوع فنوتیپیکی
۲۵۳	۴-۱۰ تنوع زیستی در اکوسیستم
۲۵۴	۵-۱۰ نتیجه‌گیری
۲۵۷	فصل ۱۱: تنوع پروتوزوآها
۲۵۷	۱۱-۱ مقدمه
۲۵۸	۱-۱۱ تنوع زیستی پروتوزوآها
۲۵۸	۱-۱۱-۱ گروه‌های پروتوزوآیی
۲۵۹	۲-۱۱-۱ روش‌های مطالعه پروتوزوآها
۲۶۱	۳-۱۱-۱ پروتوزوآها به عنوان شاخص‌های زیستی
۲۶۱	۴-۱۱-۱ تنوع زیستی پروتوزوآها در سیستم‌های کشاورزی
۲۶۲	۲-۱۱ روابط کارکردی و ساختاری
۲۶۳	۱-۲-۱۱ باکتری‌ها و قارچ‌ها
۲۶۴	۲-۲-۱۱ بر همکنش با گیاهان: ریزوسفر
۲۶۴	۳-۲-۱۱ نماتدها
۲۶۴	۴-۲-۱۱ کرم‌های خاکی
۲۶۵	۳-۱۱ فاکتورهای کنترل‌کننده تنوع زیستی
۲۶۵	۱-۳-۱۱ مدیریت شخم
۲۶۶	۲-۳-۱۱ کودها
۲۶۶	۳-۳-۱۱ زیست‌کش‌ها
۲۶۶	۴-۳-۱۱ فشرده‌گی خاک
۲۶۷	۵-۳-۱۱ حفاظت و ترمیم خاک
۲۶۷	۶-۳-۱۱ خلاصه
۲۶۹	فصل ۱۲: تنوع نماتدها
۲۷۰	۲-۱۲ تنوع نماتدها

۲۷۰	۱۲-۲-۱ طبقه‌بندی براساس نوع غذا، انرژی و تغذیه
۲۷۳	۱۲-۲-۲ اثرات تغذیه‌ای نماتدها
۲۷۷	۱۲-۲-۳ نماتدها و کنترل زیستی آفات کشاورزی
۲۸۰	۱۲-۴ تنوع گونه‌ای و تنوع کارکردی در اجتماعات نماتدها
۲۸۵	۱۲-۵ عملیات مدیریتی و اجتماع نماتدی
۲۹۳	۱۲-۶ خلاصه
۲۹۵	فصل ۱۳: تنوع تاردی گرا‌ها
۲۹۵	۱۳-۱ مقدمه
۲۹۵	۱۳-۲ دوره کمون
۲۹۷	۱۳-۲-۱ انهیدروبیوسیز
۲۹۷	۱۳-۲-۱-۱ القاء اثر انهیدروبیوسیز
۲۹۹	۱۳-۲-۱-۲ طول عمر و وضعیت متابولیکی در انهیدروبیوسیز
۲۹۹	۱۳-۲-۱-۳ ذخیره پروتئین و قند
۳۰۱	۱۳-۲-۱-۴ تجدید حیات از مرحله انهیدروبیوسیز
۳۰۲	۱۳-۲-۱-۵ اهمیت اکولوژیکی انهیدروبیوسیز
۳۰۳	۱۳-۲-۱-۶ تحمل نسبت به محیط‌های افراطی
۳۰۴	۱۳-۲-۲ کریوبیوسیز
۳۰۵	۱۳-۲-۲-۱ تأثیر دامنه سرما بر بقا کریوبیوتیک
۳۰۵	۱۳-۲-۲-۲ تأثیر دوره‌های سرمادهی بر بقا
۳۰۶	۱۳-۲-۲-۳ کریوپروتکتانت‌ها
۳۰۶	۱۳-۲-۳ شباهت بین کریوبیوسیز و انهیدروبیوسیز
۳۰۷	۱۳-۳ تحقیقات بیشتر در زمینه کریوبیوسیز
۳۰۷	۱۳-۴ نتیجه
۳۰۹	فصل ۱۴: تنوع کرم‌های خاکی لومبریسید در اکوسیستم‌های کشاورزی معتدل
۳۰۹	۱۴-۱ مقدمه
۳۱۰	۱۴-۲ تنوع تاکسونومیکی کرم‌های خاکی لومبریسید
۳۱۱	۱۴-۳ تنوع کارکردی کرم‌های خاکی لومبریسید
۳۱۴	۱۴-۴ تأثیر کشاورزی بر تنوع کرم خاکی

۳۱۴	۱۴-۴-۱ شخم
۳۱۶	۱۴-۴-۲ نظام‌های کشت و مدیریت بقایا
۳۱۸	۱۴-۴-۳ کودها و آفتکش‌ها
۳۲۱	۱۴-۵ تنوع کرم خاکی و کارکرد اکوسیستم کشاورزی
۳۲۳	۱۴-۶ نتایج و مسیرهای آینده جهت تحقیق
۳۲۵	فصل ۱۵: آنزیم‌های خاک: توزیع مکانی و کارکرد آنها در بوم نظام‌های کشاورزی
۳۲۵	۱-۱۵ مقدمه
۳۲۶	۲-۱۵ منابع آنزیم‌های خارج سلولی در خاک
۳۲۹	۳-۱۵ توزیع مکانی آنزیم‌ها در خاک
۳۲۹	۱-۳-۱۵ توزیع در خرد مقیاس
۳۳۴	۱۵-۳-۲ توزیع متوسط مقیاس
۳۳۹	۳-۳-۱۵ توزیع در چشم انداز
۳۴۱	۴-۱۵ روش‌های مطالعه فعالیت‌های آنزیمی در خاک
۳۴۴	۵-۱۵ واکنش آنزیم‌های خاک به تغییر محیط
۳۴۷	۱-۵-۱۵ افزایش انتشار دی اکسید کربن و گازهای گلخانه‌ای
۳۴۸	۲-۵-۱۵ مدیریت خاک
۳۵۱	۶-۱۵ نتیجه‌گیری
۳۵۳	فصل ۱۶: تنوع متابولیکی ریز موجودات در خاک‌های کشاورزی
۳۵۳	۱-۱۶ مقدمه
۳۵۴	۲-۱۶ تنوع سوبسترای کربنی در کشاورزی
۳۵۶	۳-۱۶ تجزیه سوبسترا
۳۵۷	۱-۳-۱۶ تجزیه پلیمرهای کربوهیدراتی و قندها
۳۶۲	۲-۳-۱۶ تجزیه لیپیدها و هیدروکربن‌ها
۳۶۷	۳-۳-۱۶ تجزیه لیگنین و ترکیبات آروماتیک
۳۷۱	۴-۱۶ احیاء پذیرنده‌های الکترونی گوناگون
۳۷۴	۵-۱۶ تنوع متابولیکی اتوتروفیک
۳۷۵	۶-۱۶ تولید متابولیت‌های ثانویه در خاک‌های کشاورزی
۳۷۷	۷-۱۶ روش‌های اندازه‌گیری تنوع متابولیکی

۳۸۱	۹-۱۶ سخن آخر
۳۸۳	فصل ۱۷: انتشار گازهای مختلف (CO_2 , CH_4 , N_2O و NO) از نظام‌های متنوع تولید کشاورزی
۳۸۳	۱-۱۷ مقدمه
۳۸۴	۱۷-۱-۱ CO_2
۳۸۴	۱۷-۱-۲ CH_4
۳۸۵	۱۷-۱-۳ N_2O
۳۸۶	۱۷-۱-۴ NO_x
۳۸۸	۱۷-۲ تولید و مصرف CO_2 , CH_4 , N_2O و NO
۳۸۸	۱۷-۲-۱ تولید و مصرف CO_2
۳۸۹	۱۷-۲-۱-۱ سهم ریشه در جریان CO_2 خاک
۳۸۹	۱۷-۲-۱-۲ سهم تجزیه ماده آلی خاک در جریان CO_2 خاک
۳۹۰	۱۷-۲-۱-۳ درجه حرارت
۳۹۲	۱۷-۲-۱-۴ آب
۳۹۳	۱۷-۲-۱-۵ سوپسترا
۳۹۵	۱۷-۲-۲ متان
۳۹۵	۱۷-۲-۲-۱ تولید متان در خاک
۳۹۶	۱۷-۲-۲-۲ انتقال متان
۳۹۶	۱۷-۲-۲-۳ اکسیداسیون متان
۳۹۸	۱۷-۲-۳ NO و N_2O
۳۹۹	۱۷-۲-۳-۱ کنترل انتشار نیتروژن گازی در سطح فرآیندها
۴۰۰	۱۷-۲-۳-۲ نیتریفیکاسیون
۴۰۲	۱۷-۲-۳-۳ دنیتریفیکاسیون شیمیایی
۴۰۳	۱۷-۲-۳-۴ دنیتریفیکاسیون زیستی
۴۰۵	۱۷-۳ تولید گیاهان زراعی و تبادل گازهای نادر
۴۰۵	۱۷-۳-۱ اهمیت اندازه گیری CO_2 در خاک
۴۰۵	۱۷-۳-۱-۱ تبادل کربن خاک
۴۰۶	۱۷-۳-۱-۲ فرآیندهای بوم نظام
۴۰۷	۱۷-۳-۲ مزارع برنج غرقاب شده

۴۰۹	۱۷-۳-۳ انتشار سالانه CH_4 ، N_2O و NO از نظام‌های کشت برنج- گندم
۴۱۱	۱۷-۳-۴ تبادل گازهای نادر در گیاهان زراعی معتدله و اراضی مرتفع گرمسیری
۴۱۲	۱۷-۳-۴-۱ نیشکر
۴۱۳	۱۷-۳-۴-۲ پنبه، ذرت و گندم
۴۱۴	۱۷-۳-۴-۳ تأثیر گیاهان زراعی بر انتشار N_2O در اسکاتلند
۴۱۵	۱۷-۴ تأثیر شخم بر CH_4 ، N_2O و کربن آلی خاک در خاک‌های زراعی
۴۱۹	۱۷-۵ تأثیر یخ زدگی و آب‌شدن یخ در جریان N_2O در خاک
۴۲۰	۱۷-۶ نتیجه‌گیری
۴۲۳	فصل ۱۸: مبانی توسعه نظم و پایداری در توالی‌های طبیعی و کشاورزی
۴۲۳	۱۸-۱ مقدمه
۴۲۷	۱۸-۲ لیزر: مثالی از خود سازماندهی در دنیای غیر زنده
۴۲۹	۱۸-۳ ویروس‌ها: واسطه‌ای بین جهان زنده و غیر زنده
۴۳۳	۱۸-۴ مبانی نظم یافتگی در سلول‌های گیاهی
۴۳۵	۱۸-۵ شبکه‌های سلولی میکروبی و جریان‌های تنظیم کننده
۴۴۱	۱۸-۶ نظام‌هایی با ارتباطات و پیچیدگی‌های فزاینده
۴۴۲	۱۸-۶-۱ برهمکنش‌های همزیست- میزبان در بقولات
۴۴۵	۱۸-۶-۲ شکمبه، محلی از تخمیر با مراودات فراوان
۴۴۹	۱۸-۶-۳ روده سپهر کرم خاکی، یک سیستم ارزشمند برای کشاورزی
۴۵۳	۱۸-۷ مورچه‌های سازمانی و مبانی هم‌کاری آنها
۴۵۳	۱۸-۷-۱ مورچه در چشم اندازه‌های کشاورزی: اهمیت و پراکنش
۴۵۵	۱۸-۷-۲ تنوع ژنتیکی و رفتاری
۴۵۶	۱۸-۷-۳ لانه سازی و تشکیل الگوها
۴۵۷	۱۸-۷-۴ تمایز طبقات و تقسیم کار
۴۵۸	۱۸-۷-۵ تحرک و نظم یافتگی
۴۶۰	۱۸-۷-۶ تغییر وظایف و تعدیل‌های عصبی
۴۶۲	۱۸-۷-۷ هم زندگی در الگوی‌های خود سازمانی
۴۶۴	۱۸-۸ کاهش بی‌نظمی در مقیاس بوم نظام‌های کشاورزی
۴۷۱	۱۸-۹ سخن آخر

۴۷۳	فصل ۱۹: برهمکنش‌های شبکه غذایی و مدلسازی
۴۷۳	۱۹-۱ مقدمه
۴۷۳	۱۹-۲ اثرات متقابل شبکه غذایی خاک
۴۷۵	۱۹-۲-۱ شبکه غذایی ارتباطی
۴۷۶	۱۹-۲-۲ شبکه جریان انرژی
۴۷۸	۱۹-۲-۳ شبکه غذایی برهمکنش گر
۴۸۱	۱۹-۳ مدلسازی اثرات عملیات کشاورزی
۴۸۳	۱۹-۳-۱ اثرات شخم بر مواد آلی خاک و پویایی عناصر غذایی
۴۸۴	۱۹-۳-۲ تأثیرات شخم بر ساختار شبکه غذایی و ثبات
۴۸۶	۱۹-۴ بحث و نتایج
۴۸۹	فصل ۲۰: پایش کیفیت خاک و مشاهدات مزرعه ای طولانی مدت با تأکید بر خصوصیات زیستی خاک
۴۸۹	۲۰-۱ مقدمه
۴۹۰	۲۰-۲ تنوع زیستی و کیفیت خاک
۴۹۰	۲۰-۲-۱ تنوع زیستی در قانون حفاظت خاک
۴۹۲	۲۰-۲-۲ کیفیت خاک به عنوان مجموعه‌ای از کارکردها و خواص
۴۹۳	۲۰-۱-۲ اصطلاح حاصلخیزی خاک و کیفیت خاک
۴۹۳	۲۰-۲-۲ کارکردهای خاک
۴۹۴	۲۰-۲-۳ خواص و پارامترهای تحلیلی خاک
۴۹۶	۲۰-۴-۲ رابطه بین کارکرد و خصوصیات خاک
۴۹۹	۲۰-۵-۲ ارتباط بین تنوع زیستی و کارکردهای خاک
۵۰۱	۲۰-۲-۳ جنبه‌های ارزیابی کیفیت خاک
۵۰۱	۲۰-۲-۳-۱ دوره و تاریخ مشاهده
۵۰۲	۲۰-۲-۳-۲ انتخاب مرجعی در رابطه با نظام‌های کاربری اراضی و شرایط آب و هوایی
۵۰۴	۲۰-۳-۲ برآورد کیفیت خاک تحت کاربری‌های مختلف زمین
۵۰۵	۲۰-۳ اهمیت خصوصیات زیستی در برآورد کیفیت خاک
۵۰۵	۲۰-۳-۱ شناسایی اثرات تغییرات شیمیایی و فیزیکی بر موجودات خاکری
۵۰۷	۲۰-۳-۲ کاربرد خصوصیات زیستی خاک جهت تعیین مقادیر آستانه شیمیایی و فیزیکی

۵۰۸	۲۰-۴ برآورد و ارزیابی پارامترهای زیستی
۵۰۹	۲۰-۴-۱ نظام‌های مرجع
۵۱۱	۲۰-۴-۲ مثال‌هایی برای برآورد و ارزیابی
۵۱۱	۲۰-۴-۲-۱ برآورد خاک‌های آلوده
۵۱۳	۲۰-۴-۲-۲ برآورد نظام کاربری زمین
۵۱۵	۲۰-۵ پایش طولانی مدت خاک
۵۱۵	۲۰-۵-۱ معیارهای انتخاب پارامترها
۵۱۸	۲۰-۵-۲ پایش خاک در منطقه لاورساکسونی: یک مثال کاربردی
۵۱۸	۲۰-۵-۲-۱ مواد و روش‌ها
۵۱۹	۲۰-۵-۲-۲ نتایج پایش
۵۱۹	۲۰-۵-۲-۳ نتایج بررسی زیست توده میکروبی به عنوان شاخص نهاده کربن
۵۲۱	۲۰-۵-۲-۴ نتایج اندازه‌گیری زیست توده میکروبی در پایش خاک جهت کاربرد شاخص‌های تنوع در آینده
۵۲۱	۲۰-۶ نتایج و بحث
۵۲۳	منابع

بسیاری از صنایع مورد نیاز بشر مانند صنعت تولید و فرآوری محصولات غذایی، تولید مواد آرایشی و بهداشتی، ترکیبات دارویی و صنایع چوب و کاغذ بر تولیدات طبیعی استوار هستند. بنابراین کاربرد بجا از تنوع زیستی در کشاورزی و بهره برداری از هرزآب‌ها، در جهت حفاظت از نظام زندگی بشر و به علاوه در توسعه پایدار منابع جهانی ضروری است. فعالیت‌های بشر به عنوان یکی از عاملین اولیه در تغییرات تنوع زیستی شناخته می‌شوند و در این ارتباط سه گروه عمده وجود دارد شامل:

۱. نظام‌های تولید فشرده از جمله کشاورزی، دامداری، شیلات و درختکاری؛ جایی که به کارکردهای حفاظتی حیات اولویت داده می‌شود و حفاظت از تنوع زیستی ژنتیکی جایی که استقرار گونه‌های مهاجم خارجی هشدار داده می‌شود.
 ۲. نظام‌های تولید مرتبط با گونه‌های وحشی مانند جنگل‌ها، حیات وحش و شیلات؛ جایی که تمرکز باید بر حفاظت نظم اکوسیستم‌های بارور باشد.
 ۳. زیستگاه‌های موجود در نواحی حفاظت شده؛ جایی که ارتباط قوی بین عمل حفاظت و استراتژی‌های توسعه پایدار مورد نیاز باشد.
- تنوع زیستی کشاورزی به ویژه در سطح اکرواکوسیستم‌ها (آنچه در این کتاب بدان تاکید شده است) به وسیله منابع ژنتیکی، محیط فیزیکی، عملیات مدیریتی انسان و در بعد مقیاس زمانی مشخص می‌شود. راه حل موثر جهت مدیریت پایدار در سطوح انفرادی و اجتماعی میکروبی، قارچی و گیاه و اشتراک آن‌ها طرح می‌شود.
- بیشترین گونه‌های خشکی زی کره زمین داخل خاک زندگی می‌کنند این موجودات که هزاران گونه باکتری، قارچ، پروتوزوآ و نماتد را شامل می‌شوند گیاهان و حیوانات سطح زمین و به علاوه شرایط اتمسفر و اقلیمی را شکل می‌دهند. بنابراین تنوع و گوناگونی حیوانات، گیاهان و میکروارگانیسم‌ها به منظور حفظ کارکردهای کلیدی اکوسیستم‌های زراعی، حفظ ساختار و فرایندهای حمایت کننده از تولید غذا و امنیت غذایی ضروری است. تاکنون اکولوژی سطح و زیر زمین و عملیات زراعی به میزان زیادی در جهت جداسازی هدایت شده است اما پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در درک بیشتر مکانیسم‌های مرتبط با پایداری عملکرد و تغییرات آن مانند تغییر در میزان عناصر غذایی در دسترس، اجزای زیستگاه، آلاینده‌ها، گونه‌های مهاجم و به علاوه اثرات

چنین تغییراتی بر فرایندهای اکوسیستم صورت گرفته است که تلفیق این اطلاعات با استراتژی‌هایی که انگیزه‌هایی را در جهت استفاده پایدار از تنوع زیستی ایجاد می‌کند نیازمند به یک رویکرد جامع نگر است. مارسل دیگر در کتاب خود با عنوان "فون موجود در اکوسیستم‌های خاک" به اهمیت فون در کشاورزی می‌پردازد، درحالی‌که هدف از کتاب حاضر کار با جامعه‌ای بین رشته‌ای از محققان صاحب نظر در رابطه با اثرات متقابل سطح و روی زمین در جهت کمک به دستیابی به عملکرد بالا در کشاورزی پایدار است.

بنابراین هدف از نگارش کتاب "تنوع زیستی در نظام‌های تولید کشاورزی" توجه به نکات زیر بوده است:

۱. توصیف تنوع نظام‌های تولید کشاورزی به خصوص تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی در نتیجه اصلاح گیاهان؛
۲. جمع آوری داده‌های تنوع و پویایی مکانی خاک؛
۳. ارزیابی غنای گونه‌ای اجتماعات میکروبی (باکتری‌ها، قارچ‌ها، پروتوزوآها و نماتدها) در خاک و در اثرات متقابل گیاهی و به علاوه بررسی تاردی گراها؛
۴. توجه به کرم‌های خاکی لومبرسید و مورچه‌ها و اهمیتشان در توزیع میکروب‌ها در خاک؛
۵. توصیف تنوع متابولیکی میکروارگانیسم‌ها همراه با توزیع و کارکرد آنزیم‌های موجود در خاک؛
۶. بررسی گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در نتیجه فعالیت‌های کشاورزی؛
۷. نمایی از اصول کلی و استراتژی‌های اثرات متقابل مولکول‌ها، سلول‌ها، گونه‌ها و جوامع؛
۸. مدل اثرات متقابل زنجیره غذایی؛
۹. بررسی ویژگی‌های زیستی خاک و مشاهدات مزرعه‌ای طولانی مدت جهت ارزیابی کیفیت خاک و پایداری؛

گرو بنکیزر و سیلویا شنل

تنوع زیستی کشاورزی چیست؟

تعادل و ثبات کره زمین از طریق فرآیندهای اکولوژیکی دوام می‌یابد، که در این راستا تنوع زیستی نقشی اساسی را بر عهده دارد. اخیراً استفاده از واژه تنوع زیستی کشاورزی بطور گسترده‌ای رواج پیدا کرده است در حال حاضر کمتر اکوسیستمی در سطح جهان یافت می‌شود که از دست‌ورزی انسان مصون مانده باشد. نظام‌هایی که به نوعی با تولید کشاورزی مرتبط هستند عبارت‌اند از: نظام‌های چند کشتی و تک کشتی، نظام‌های تلفیقی نظیر زراعت-دامپروری، جنگل-زراعی، جنگل-مرتع-زراعت، زراعت-پرورش ماهی و نیز مراتع، چراگاه‌ها و اراضی آیش. در سطح بوم نظام‌های کشاورزی ابعاد زمانی، مکانی و مقیاس مطالعه اهمیت بسزایی دارند (فصل ۱ و ۳ کتاب). فرآیندهای فیزیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و بوم‌شناختی منجر به شکل‌گیری سلسله مراتب نظام‌های کشاورزی از سطح مزرعه، گیاه زراعی، دام و شیلات تا نظام زراعی، نظام کاربری اراضی و سطح حوزه آبخیز می‌شود.

تنوع زیستی کشاورزی به عنوان تنوع و تغییرپذیری حیوانات، گیاهان و ریزموجوداتی که برای تولید غذای پایدار و ایمن ضروری هستند، تعریف می‌شود. بخشی از تنوع زیستی را گونه‌های غیرزراعی (نظیر ریزموجودات خاک، شکارگران و گرده افشان‌ها) تشکیل می‌دهند و بخش دیگری متشکل از منابع ژنتیکی (ارقام و نژادها) است که برای تولید علوفه، فیبر، سوخت و دارو مورد استفاده قرار می‌گیرند. به علاوه تمام گونه‌های حاضر در محیط‌های کشاورزی، مراتع، جنگل‌ها و محیط‌های آبی که از بوم‌نظام‌های کشاورزی حمایت می‌کنند را باید جزئی از تنوع زیستی کشاورزی قلمداد نمود. نهایتاً گیاهان زراعی موجود در بوم نظام کشاورزی هسته مرکزی تنوع زیستی کشاورزی را شکل می‌دهند.

تنوع زیستی را به چندین طریق می‌توان بیان کرد: (۱) غنای گونه‌ای، که بیانگر تعداد گونه‌های حاضر در یک سطح معین است؛ (۲) تنوع گونه‌ای، که نشان دهنده تعداد گونه‌ها به همراه نحوه توزیع افراد بین هر گونه می‌باشد؛ (۳) تنوع تاکسون، که توزیع تاکسونومیک گونه‌ها را

اندازه‌گیری می‌کند، یا به عبارتی موقعیت تاکسونومیک گونه و سهم گونه‌های مختلف را در هر گروه تاکسونومیک تعیین می‌نماید؛ (۴) تنوع کارکردی، که به ارزیابی غنای کارکردها و روابط بین موجودات در یک سطح معین از طریق تشخیص شبکه‌های غذایی، گونه‌های کلیدی و گیلدها^۱ (گونه‌هایی با نیازهای غذایی مشابه) می‌پردازد. واژه تنوع کارکردی خود از دو بخش تشکیل شده است: (الف) تنوع اتواکولوژی^۲، که به مطالعه تک تک موجودات زنده و چگونگی روابط آنها با محیط اطرافشان می‌پردازد و (ب) تنوع سین اکولوژی^۳، که بر مطالعه جامعه موجودات زنده متمرکز است و روابط گونه‌هایی را که با یکدیگر زندگی می‌کنند بررسی می‌نماید.

تنوع زیستگاه^۴، که از کاربرد محدودی برخوردار است و تنوع گونه‌ها را در سطح زیستگاه و یا اختلافات ترکیبی و ساختاری برخی از جوامع موجودات زنده در سطح محلی را بررسی می‌نماید. تنوع نظام^۵، به عنوان غنای نظام‌های اکولوژیکی حاضر در یک منطقه یا چشم انداز تعریف می‌شود.

تنوع بوم شناختی^۶، به تعداد گونه‌ها در یک سطح معین و نقش‌های بوم‌شناختی که این گونه‌ها بر عهده دارند اطلاق می‌شود. به علاوه به تغییر ترکیب گونه‌ها در طول یک منطقه و اجتماع گونه‌هایی یا اکوسیستم‌هایی که در مناطق خاص اتفاق می‌افتد می‌پردازد. تنوع بوم شناختی شامل فرآیندها و برهمکنش‌های روی داده در داخل و بین نظام‌های موجود در یک ناحیه است و تنوع اکوسیستم را از سطح چشم انداز تا سیاره زمین در بر می‌گیرد. سرانجام تنوع زیستی شامل تمامی تنوع‌های مذکور است و به عنوان شاخصی از پایداری یا شاخصی از بقای نظام مطرح می‌باشد.

ثبات بوم نظام‌های کشاورزی

کارکردهای مهمی که تنوع زیستی به همراه دارد متضمن بقای نظام‌های تولید کشاورزی است. عمده‌ترین این کارکردها عبارتند از:

- ایجاد تعادل در ماده آلی خاک، بازچرخش عناصر غذایی جهت باروری خاک و نیز کارایی

1. Guild
2. Autecology
3. Synecological
4. Habitat diversity
5. System diversity
6. Ecological diversity

- رشد گیاه و حیوان از طریق تعدیل انتشار گازهای گلخانه‌ای؛
- تجزیه آلاینده‌های مضر با هدف کاهش اثرات جانبی آنها بر محیط‌های مجاور؛
 - تعدیل اثرات اقلیمی به منظور حفظ الگوهای بارندگی، تعدیل چرخه آب، و جذب انرژی خورشیدی؛
 - حفظ و ثبات جوامع میکروبی، جانوری و گیاهی مولد به منظور کاهش هجوم گونه‌های مضر و کم‌فایده؛
 - حفاظت و نگهداری منابع آب و خاک از طریق فعالیت‌های مدیریتی مناسب و در نتیجه حفظ انسجام چشم‌انداز و زیستگاه‌ها؛
 - ترسیب کافی CO₂ توسط گیاهان و میکروب‌ها به منظور موازنه فرآیندهای صنعتی و زیستی سوخت و ساز.
- محیط و اجزای طبیعی به عنوان کارکردهای کلیدی نظام‌های تولید کشاورزی خدمات ارزشمندی را ایفا می‌کنند از جمله: (۱) تأمین سوخت، فیبر و نیازهای غذایی جمعیت جهان، (۲) تنظیم و بهبود کیفیت آب و هوا، (۳) تجزیه ضایعات آلی، (۴) بازچرخش عناصر غذایی، و (۵) مخزنی برای جذب آلاینده‌ها (شامل گازهای گلخانه‌ای). نقش این زیستگاه‌ها و اجزای طبیعی آنها در فصول بعد مورد بررسی قرار گرفته است.
- در طی هزاران سال، پیامد برهمکنش منابع ژنتیکی طبیعی و عملیات و نظام‌های مدیریتی، شکل‌گیری گیاهان زراعی خاص بوده است. گزینش این گیاهان تصادفی نبوده، بلکه با دقت و با توجه به فلور و فون مربوطه توسط کشاورزان و دامداران مبتکر به انجام می‌رسیده است. به واسطه ورود نژادهای وحشی، هیبریداسیون بین ارقام، جهش و انتخاب‌های طبیعی و انسانی، فرآیندهای ارزشمند اکولوژیکی و پایداری به وقوع پیوسته است. بنابراین سازگاری بالای ارقام زراعی و نژادهای دامی به تغییرات محیطی زنده و غیرزنده محلی دور از انتظار نیست. تنوع‌زیستی کشاورزی نه تنها با تامین غذا و سایر نیازها رفاه انسان را فراهم می‌کند بلکه در نهایت با حفاظت از اراضی، محیط وسیع‌تری را جهت فعالیت‌های بشر حفظ می‌کند.
- در اواسط قرن بیستم با شروع انقلاب سبز، نظام‌های تولید غذا، گیاهان تحت کشت و مهارت‌های کشاورزان دچار تغییر شد. این تغییر در توانایی تولید غذا نه تنها باعث تغییر در تنوع‌زیستی کشاورزی و گونه‌های زراعی گردید، بلکه باعث دگرگونی در انواع وسیعی از گونه‌های غیرزراعی نیز شد. برآوردها نشان می‌دهد به واسطه گسترش سریع انقلاب سبز و انقلاب

صنعتی بیش از ۹۰ درصد ارقام گیاهان زراعی که سابقاً در اراضی کشاورزی کشت و زرع می‌شدند از برنامه‌های کشت حذف گردیدند. همچنین نیمی از نژادهای بسیاری از حیوانات اهلی از دست رفته‌اند. دستاورد جهانی شدن نظام‌های تولید که مشخصه آن کشت تعداد معدودی از ارقام گیاهان زراعی به شکل تک کشتی و بسیار یکنواخت و با کمترین تنوع است، گسترش چندین رقم زراعی و نژاد دامی در سراسر جهان بود. فرسایش ژنتیکی، یا به عبارتی هدررفت تنوع ژنتیکی، مترادف از دست رفتن ژن‌های واحد یا مجموعه‌های ژنی است که در کل جهان دیده می‌شود. در کشور چین در سال ۱۹۴۹، تقریباً ۱۰۰۰۰ رقم گندم کشت می‌شد در حالی که ۲۱ سال بعد، در سال ۱۹۷۰، این تعداد به حدود ۱۰۰۰ رقم تنزل یافت. همراه با کاهش ارقام گندم، کاهش تنوع موجوداتی که کمتر قابل رؤیت هستند (مانند بی‌مهرگان خاکزی و ریزموجودات) نیز قطعاً روی داده است (۱، ۲، ۳). از بین رفتن این موجودات خاکزی اثرات جبران ناپذیری بر پایداری بسیاری از نظام‌های تولید کشاورزی بر جای نهاده است، چراکه این موجودات کارکردهای اکوسیستمی مهمی نظیر جریان مواد (عناصر غذایی، آب، گازهای جوی) و فعالیت‌های بیوشیمیایی را بر عهده دارند. ریزموجودات و بی‌مهرگان نقش حیاتی در حفظ و افزایش باروری خاک، سمیت‌زدایی آفت‌کش‌ها و سایر آلاینده‌ها و کنترل زیستی آفات کشاورزی دارند (۱، ۲، ۳). در حقیقت تنوع ژنتیکی گونه‌ها، آنها را قادر می‌سازد که تحت شرایط محیطی متغیر و فشارهای انتخابی به تکامل رسیده و سازگار شوند.

انعطاف‌پذیری^۱ واژه‌ای است که بیانگر تنوع ژنتیکی و قابلیت انعطاف می‌باشد. انعطاف‌پذیری بالای ژنوم به عناصر ژنتیکی متحرک (از جمله پلاسمیدها و ترانسپوزون‌ها) وابسته است. باکتری‌ها از بیشترین انعطاف‌پذیری برخوردارند، زیرا آنها توان دریافت اطلاعات ژنتیکی بیرونی را از طریق جفت‌شدگی^۲، ترانسفeksi^۳ یا تراریختی^۴ دارا بوده و قادرند این اطلاعات را به ژنوم‌های خود وارد نمایند. این توانایی باکتری‌ها را قادر می‌سازد تا با تولید پروتئین‌های جدید سریعاً به تغییرات محیطی واکنش نشان دهند. تبادل ژنی باکتری‌های هم‌گروه (تبادل افقی) و بین‌گروه‌های

^۱ Plasticity

^۲ Transposon: اصطلاح عمومی برای توصیف هر گونه واحد ژنتیکی که بتواند به یک کروموزوم رخنه کند، از آن بیرون رود و در قسمت‌های مختلف DNA همان سلول تغییر مکان دهد.

^۳ Conjugation

^۴ Transduction

^۵ Transformation

باکتریایی (تبادل عمودی) به اثبات رسیده است که خروجی این تبادلات شکل گیری گونه‌های جدید است. تعریفی که در حال حاضر برای یک گونه باکتریایی بیان می‌شود عبارت است از: مجموعه‌ای از موجودات که میزان تشابه توالی در ژن‌های 16S rRNA آنها به ۹۷ درصد می‌رسد. انعطاف پذیری ژنتیکی می‌تواند سیستم‌های دفاع ایمنی را تقلیل دهد. انعطاف پذیری ژنتیکی نهایتاً به انعطاف پذیری فنوتیپی ختم می‌شود. انعطاف پذیری فنوتیپی یعنی ایجاد فنوتیپ‌های جایگزین که در واکنش به محیط توسط ژنوتیپ‌های خاص به وجود می‌آیند.

تاکنون تنها یک درصد از مجموع کل فنوتیپ‌های باکتریایی شناخته شده‌اند (۴)، زیرا بخش اعظم موجودات خاکری غیر فعال هستند و به نظر می‌رسد بطور معمول بیش از ۹۰ درصد از ریزموجودات خاک در مرحله سکون به سر می‌برند.

انعطاف پذیری فنوتیپی حاضر در یک سطح معین تابع فراوانی نسبی هر گونه (یکنواختی) و تعداد گونه‌ها (غنا گونه‌ای) می‌باشد. این انعطاف پذیری را می‌توان با معادله زیر بیان کرد:

$$V_P = V_G + V_E + V_{G \times E} + V_{\text{error}}$$

که در آن V_P ، واریانس کل فنوتیپی؛ V_G ، اثرات ژنتیکی؛ V_E ، اثرات محیطی؛ $V_{G \times E}$ ، اثر متقابل فنوتیپ - محیط؛ و V_{error} ، خطا می‌باشد.

مفاهیم انعطاف پذیری و افزونگی گونه‌ای بسیار در هم ادغام شده است. اگر این موضوع صحیح باشد که کارکرد اکوسیستم بر هدف و طرح دلالت ندارد و تنها فعالیت را شامل می‌شود و افزونگی گونه‌ای در کنترل نظم اکوسیستم سهم دارد پس افزونگی گونه‌ای متناقض با مدافعان تنوع زیستی است (۵). نظام‌های تولید کشاورزی از نظر ساختار غذایی در برگیرنده فعالیت موجودات علفخوار، شکارگر، ریزه‌خوار و همه چیزخواری است که با محیط پیرامون در ارتباط می‌باشند. به طور کلی اجزا و فعالیت‌های جاری در یک نظام تولید کشاورزی عبارت اند از (۱) کسب انرژی توسط اتوتروف‌ها (فتوسنتز و شیمیوسنتز کنندگان)؛ (۲) معدنی شدن، یا برگشت عناصر غذایی به مخازن غیرآلی توسط مصرف کنندگان؛ (۳) تجزیه کنندگی، یا انتقال مواد از ماده آلی مرده به بیوماس تجزیه کنندگان؛ (۴) غیرمتحرک شدن، یا کسب عناصر غذایی از مخازن غیرآلی توسط تجزیه کنندگان؛ (۵) تجمع مواد آلی در داخل مخازن آلی؛ و (۶) آسیمیلانسون، یا کسب عناصر غذایی غیرآلی توسط اتوتروف‌ها. در مباحث مرتبط با ساختارهای غذایی، ارزیابی

کمی و کیفی افزونگی و کارکردهای اکوسیستم اهمیت بسزایی دارد. هر گونه در اکوسیستم متعلق به یک جمعیت است و انقراض محلی هر جمعیت از احتمال کمی برخوردار است. در طی هزاران سال کشاورزی تولید فزاینده غذا را برای جمعیت در حال رشد دنیا به ارمغان آورده است، با این حال این تولید هر ساله با اختلالات مکرر ناشی از شخم، تک کشتی و اثرات محلی ویژه تغییر (اقلیم، سمیت و غیره) همراه بوده است. همانند هر اکوسیستمی که از تولید باز می ماند بوم نظام کشاورزی نیز ممکن است نتواند خدمات و عملکرد مورد انتظار را عرضه نماید. از زمان داروین مشخص شده است که بروز اختلال در هر اکوسیستم منجر به انقراض جمعیت گونه های موجود در آن می شود، از طرفی کاملاً روشن است که نظام های تولید کشاورزی با وجود اختلالات مکرر در آنها همچنان توانسته اند طی هزاران سال با افزایش عملکرد به بقای خود ادامه دهند. علت این تناقض چیست؟ آیا ارقامی (ارقام کلیدی) توانسته اند جایگزین جمعیت های منقرض شده شوند؟ یا اینکه نشان دهنده اختلاف جمعیت ها از نظر راهبردهای مقاومت می باشد؟

واکنش موجودات زنده به تخریب، ترکیبی از راهبردهای مقاومت (ظرفیت مقابله یا خنثی کردن تهدیدات) و قابلیت بازیابی (ظرفیت بازگشت به حالت اولیه) است. بازیابی فرآیندی پویا است که مرتبط با الگوهای کلونی شدن و توالی می باشد. برخورداری از راهبردهای سازگاری و قابلیت دسترسی به پناهگاه تعیین کننده توان بازیابی موجود زنده است. در مواجهه با تنش، واحدهای پایدار قادر به حفظ ساختار و کارکردشان در طولانی مدت می باشند. در سطح اکوسیستم، بازیابی در قالب سازگاری مثبت در مقابله با تنش ها تداعی می یابد. با این حال چنانچه بخواهیم از سنجش جامع و پویا و نیز با امکان کاربرد در مقیاس ها و سلسله مراتب مختلف استفاده کنیم واژه پایداری بهترین و مناسب ترین خواهد بود.

افزونگی لزوماً متضمن بازیابی (پایداری) فرآیندهای اکوسیستم نمی باشد. تغییر در غنای گونه ای داخل یک اکوسیستم را می توان معادل تغییر در تعداد گروه های کارکردی و تغییر در تعداد گونه های داخلی و بین گروه های کارکردی تعبیر کرد. انقراض محلی یک گونه در داخل گروه کارکردی با رشد جبرانی سایر گونه های گروه همراه می شود، که نتیجه آن معمولاً اختصاص سهم کارکردی گونه منقرض شده به کل گروه کارکردی است^۵. با در نظر گرفتن این واقعیت که انقراض محلی گونه ها داخل گروه های کارکردی پدیده ای اجتناب ناپذیر است و

-
1. Resistance
 2. Resilience
 3. Sustainability

مکرراً روی می‌دهد، بنابراین اینکه در گروه کارکردی، یک گونه بتواند نقش گونه منقرض شده را بر عهده گیرد نشان دهنده پایداری نظام می‌باشد. ذخایر گونه‌ای موجود در اکوسیستم‌های مجاور سبب می‌شود چنانچه یک گروه کارکردی یا حتی کل اکوسیستم دچار اختلال شود این اختلال گذرا و موقتی باشد. افزایش سرعت انقراض‌های جهانی ناشی از افزایش قطعه قطعه شدن^۱ زیستگاه نشان می‌دهد که کلونی شدن مجدد موجودات نقش رو به زوالی را در بازیابی گونه‌های منقرض شده ایفا می‌کند. اگر چه به واسطه مشکل در اثبات تجربی ثبات پویایی و بازیابی نمی‌توان به طور قطع در خصوص ثبات پویایی نظام‌های غنی از گونه اظهار نظر نمود، با این حال کاملاً روشن شده است که تنوع زیستی فراوان (انعطاف‌پذیری) توأم با برخورداری از راهبردهای مقاومت و بازیابی نهایتاً منجر به پایداری بیشتر اراضی کشاورزی می‌شود^(۴، ۵). این موضوع تداعی کننده مفهوم سلامت خاک است. سلامت خاک به مفهوم ظرفیت کارکرد مستمر خاک به عنوان یک سیستم زنده حیاتی از طریق حفظ توان تولید گیاهان و حیوانات در اکوسیستم‌های طبیعی و مدیریت شده می‌باشد. علاوه بر این حفاظت و افزایش کیفیت هوا، محیط‌های آبی، و محیط زیست و سلامت انسان نیز مرتبط با سلامت خاک است.

فعالیت تنوع زیستی نظام‌های تولید کشاورزی در سطوح مختلفی از جمله خاکدانه‌های ریز و درشت، ریزوسفر (ریزوپلن، اکتوریزوسفر و اندوریزوسفر)، محل‌های تجزیه بقایا، پوروسفر^۳ (منطقه‌ای متشکل از لایه‌های آبی بین خاکدانه‌ها)، منافذ درشت ناشی از رشد ریشه‌ها یا ناشی از حفاری‌های میکرو و ماکروفون‌های خاک (دریلوسفر^۴، اسپرموسفر^۵ و فیلوسفر^۶ می‌باشد. فراوان ترین شاخص‌های زیستی مطالعه شده در خصوص تنوع زیستی شامل موارد زیر است: بیوماس میکروبی، تنفس پایه و تنفس سوبسترای-القایی، معدنی شدن نیتروژن، فعالیت‌های آنزیمی (مانند، دی‌هیدروژناز، فسفاتاز، سولفاتاز، اوره‌آز)، فراوانی میکروفلور (باکتری‌ها، قارچ‌ها، اکتینومایست‌ها، جلبک‌ها)، فراوانی فون خاک (میکرو، مزو و ماکرو فون)، بیماری‌های ریشه، تنوع زیستی خاک (کارکردی و ساختاری)، ساختار شبکه غذایی، رشد گیاه و تنوع زیستی (گیاهان عالی و پست). تنوع میکروبی خاک به کمک روش‌هایی همچون آنالیز لیپیدها،

-
1. Habitat fragmentation
 2. Soil health
 3. Porosphere
 4. Drilosphere
 5. Spermosphere
 6. Phyllosphere

پروفیل های مصرف سوپسترا، ارزیابی آنزیمی و آنالیز اسیدهای نوکلئیک تعیین می شود. مشکلات مفهوم و عملی که در ارتباط با انتخاب و استفاده از شاخص های زیستی پیش می آید سبب گردیده است تا توصیف مناسب کیفیت خاک با محدودیت هایی همراه شود. مهم ترین این مشکلات عبارتند از: (۱) فقدان داده های پایه مشخص که بتوان به عنوان یک مرجع از آنها استفاده نمود؛ (۲) ناتوانی در تشخیص مناسب ترین شاخص های زیستی؛ (۳) ارزیابی سلامت خاک از نظر کل اجزای سهم در آن؛ (۴) ارزیابی نظام هایی که در نحوه واکنش به اختلالات ثبات لازم را ندارند؛ (۵) ناهمگنی زیاد مکانی و زمانی که تمام اندازه گیری ها را در بیشتر نظام ها تحت تاثیر قرار می دهند؛ (۶) فقدان اعتبار شاخص های زیستی در موقعیت های مختلف.

اخیراً، تنوع زیستی جوامع زنده را در سه سطح اصلی ارزیابی می کنند: (۱) سطح تنوع ژنتیکی (تغییر در اجزای اسیدهای نوکلئیک)، (۲) سطح تنوع گونه ای و (۳) سطح تنوع اکوسیستم. اعتقاد بر این است که تنوع زیستی کشاورزی شامل تمامی سطوح تنوع در بخش زنده و غیرزنده اکوسیستم از تنوع زیرگونه ای (اکوتیپ، چرخه های حیاتی، ژن ها، فیزیولوژی و رفتار) تا غنای گونه ای و تنوع فراگونه ای (برهمکنش های شبکه غذایی، روابط غیر غذایی، روابط سطح بالا و زیر زمین) می شود.

این کتاب تلاش می کند تا بیشتر جنبه های مذکور را پوشش دهد. فصل ۱ و ۲ به جنبه های مختلف کشت محصولات کشاورزی می پردازد. فصل ۳ مروری بر پویایی مکانی منافذ خاک در اگرواکوسیستم ها دارد، جائیکه بیشتر ریز موجودات خاک ساکن هستند (باکتری ها، فصل ۵ تا ۷؛ قارچ ها فصل ۸ تا ۱۰؛ پروتوزوآها، فصل ۱۱؛ نماتدها، فصل ۱۲ و ۱۸؛ تاردیگراها، فصل ۱۳) و بعد از افزودن مواد اصلاحی ادامه حیات خواهند داد (فصل ۴). تنوع گروه های بزرگ جثه خاک نظیر کرم های خاکی و مورچه ها در فصل ۱۴ بحث شده است. به تنوع آنزیمی خاک ها در فصل ۱۵ پرداخته شده است. برخی راهبردهای متابولیکی دخیل در تغییر و تحول ترکیبات گازی (به ویژه گازهای گلخانه ای) موضوع فصل ۱۶ و ۱۷ می باشد. مبانی توسعه نظم و پایداری در توالی های طبیعی و کشاورزی در فصل ۱۸ آمده است. فصل ۱۹ نیز ایده ای را در خصوص مدل سازی زنجیره های غذایی در کشاورزی ارائه می دهد. نهایتاً فصل ۲۰ به چگونگی سنجش کیفیت خاک با استفاده از مشاهدات درازمدت می پردازد.