گیاه‌پزشکی در کشاورزی دقیق

چالش و استفاده از ناهمگنی‌ها

ویراستاران:

اریک کریستین ارک

رولند گرهاردز

گونتر منز

ریچارد ای. سیکورا

ترجمه:

رقیه کریم‌زاده

(استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز)

۱۳۹۸

سرشناسه	ارک، اریک کریستین –
عنوان و نام پدیدآور	*گیاه‌پزشکی در کشاورزی دقیق؛ چالش و استفاده از ناهمگنی‌ها* / اریک کریستین ارک، رولند گرهاردز، گونتر منز، ریچارد ای. سیکورا؛ ترجمه: رقیه کریم‌زاده
مشخصات نشر	مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۴۶۶ص. مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۳۲۴-۴۲۱-۷
فروست	انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ۵۶۳؛ کشاورزی ۳۳۴.
عنوان اصلی	Precision Crop Protection - the Challenge and Use of Heterogeneity
موضوع۱	کشاورزی ـ الگوهای ریاضی
موضوع۲	کشاورزی ـ گیاه‌پزشکی
شناسه افزوده	کریم‌زاده، رقیه، ۱۳۵۸ـ مترجم
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۸؛ ۹گ ۴ الف/S ۴۹۴/۵
رده‌بندی دیویی	۶۳۱

انتشارات جهاددانشگاهی مشهد

مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، سازمان مرکزی جهاددانشگاهی خراسان رضوی
ص.پ. ۱۳۷۶ـ۹۱۷۷۵ تلفن: ۳۸۸۳۲۳۶۷ دفترپخش: ۳۸۸۴۲۲۳۰
www.jdmpress.com info@jdmpress.com

گیاه‌پزشکی در کشاورزی دقیق؛ چالش و استفاده از ناهمگنی‌ها
اریک کریستین ارک، رولند گرهاردز، گونتر منز، ریچارد ای. سیکورا
ترجمه: رقیه کریم‌زاده

واژه‌پرداز هاشمی‌نجفی
نسخه الکترونیکی/ ویرایش اول ۱۳۹۸ / شماره نشر ۵۶۳

شابک: ۷-۴۲۱-۳۲۴-۹۶۴-۹۷۸ ISBN: 978-964-324-421-7

کلیه حقوق نشر برای ناشر محفوظ است.

به‌نام خداوند جان و خرد

کتاب بزرگترین دستاورد فرهنگی بشر است. دانش بشری وامدار هزاران هزار کتابی است که درطول تاریخ با رنج و تلاش فراوان گرد آمده‌اند. کتاب تداوم معرفت علمی انسان‌است که سرانجام به گسترش مرزهای دانش و بروز دگرگونی‌های تمدنی می‌انجامد.

جهاد دانشگاهی مشهد بر این باور است که نخستین گام در راه بهبود ساختارهای اقتصادی- اجتماعی و توسعهٔ کشور، دستیابی به تازه‌های دانش و نشر یافته‌های پژوهشگران است. کتاب حاضر پانصدوشصت‌وسومین اثری است که با همین رویکرد منتشر می‌شود. رهنمودهای خوانندگان فرهیخته می‌تواند ما را در ارتقای سطح کیفی و کمّی این آثار یاری نماید.

انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

فهرست مطالب

مقدمه ۱۶

بخش اول: ناهمگنی مکانی و زمانی گیاهان، آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز علل و مفاهیم

۱. ناهمگنی خاک و رشد گیاه ۲۲
۱-۱ منابع و مقیاس‌های ناهمگنی خاک ۲۲
۱-۲ روش‌های ارزیابی ۲۹
۱-۳ مدیریت مکان- ویژه محصول ۳۳
۱-۴ نتیجه‌گیری ۳۷

۲. پویایی مکانی و زمانی جمعیت علف‌های هرز ۳۹
۲-۱ مقدمه ۳۹
۲-۲ نقشه‌برداری علف‌های هرز ۴۰
۲-۳ پویایی زمانی و مکانی جمعیت علف‌های هرز ۴۳
۲-۴ نتیجه‌گیری ۴۷

۳. پویایی مکانی و زمانی بیمارگرهای گیاهی ۴۹
۳-۱ مقدمه ۴۹
۳-۲ آزمایش روابط مفهومی محرک- پاسخ با استفاده از GPS، GIS و سنجش‌ازدور ۵۰
۳-۳ پارادایم «امضای طیفی منحصربه‌فرد» ۵۴
۳-۴ استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای تشخیص و تعیین کمّیت گرادیان سطح سالم برگ سبز (1-y) درمقابل گرادیان بیماری (y) ۵۴
۳-۵ امضای مکانی و زمانی بیمارگر-ویژه، یک پارادایم جدید ۵۷
۳-۶ تشخیص و اندازه‌گیری گرادیان سطح سالم برگ سبز (1-y) ۵۷
۳-۷ درس‌های آموخته‌شده از گذشته: اندازه‌گیری گرادیان بیماری و HGLA ۶۰
۳-۸ اندازه‌گیری امضای زمانی و مکانی اضافی برای زنگ آسیایی سویا ۶۲
۳-۹ مقایسه امضاهای زمانی و مکانی بیمارگر- ویژه برای تشخیص دو بیمارگر قارچی سویا ۶۴
۳-۱۰ مقایسه NDVI با باند NIR برای اندازه‌گیری سطح سالم برگ سبز ۶۶
۳-۱۱ اثرات پزشکی قانونی بیمارگر گیاهی ۶۶
۳-۱۲ یک الگوی جدید برای مدیریت سلامت گیاهان ۶۷
۳-۱۳ نتیجه‌گیری ۶۹

۴. پویایی مکانی و زمانی بندپایان در زمین‌های زراعی ۷۴
۴-۱ مقدمه ۷۴
۴-۲ مزرعه، حواشی مزرعه و مناطق مرکزی ۷۵

۴-۳ کلنیزاسیون اولیه مزرعه ۷۷
۴-۳-۱ مهاجرت غیرفعال ۷۷
۴-۳-۲ مهاجرت فعال ۷۹
۴-۴ پخش بندپایان مهاجر در داخل مزرعه ۷۹
۴-۵ افزایش جمعیت و پراکنش در داخل مزرعه ۸۱
۴-۶ اثرات حاشیه‌ای روی پراکنش و مهاجرت ۸۱
۴-۷ اثرات فیزیولژی گیاه ۸۲
۴-۸ تأثیر دشمنان طبیعی ۸۲
۴-۸-۱ مهاجرت به داخل ۸۳
۴-۸-۲ واکنش‌های تابعی و عددی ۸۳
۴-۹ اثرات کلی ۸۴
۴-۱۰ پیامدهای عملی برای کشاورزی دقیق ۸۴

بخش دوم: نقش فناوری سنجش و سنجنده‌ها در گیاه‌پزشکی

۵. استفاده از طیف‌بینی آزمایشگاهی و سنجش‌ازدور نوری برای تخمین ویژگی‌های خاک ۹۰
۵-۱ مقدمه ۹۰
۵-۲ تاریخچه ۹۲
۵-۳ روش‌های بازیابی ۹۵
۵-۳-۱ شبکه‌های عصبی مصنوعی ۹۷
۵-۳-۲ مدل‌سازی حداقل مربعات جزئی ۹۷
۵-۳-۳ رگرسیون ماشین بردار پشتیبان ۹۹
۵-۳-۴ رگرسیون سیگنال جریمه (PSR) ۱۰۰
۵-۴ کاربردها ۱۰۱
۵-۴-۱ وابستگی به مقیاس در ارزیابی اجزای شیمیایی خاک ۱۰۱
۵-۴-۲ تخمین اجزایی از خاک که ویژگی‌های نوری ندارند ۱۰۶
۵-۵ نتیجه‌گیری ۱۰۸

۶ سنجش فعالیت فتوسنتزی گیاهان ۱۱۳
۶-۱ تاریخچه طیف‌سنجی نوری پوشش‌های گیاهی ۱۱۳
۶-۲ سنجش‌ازدور فتوسنتز ۱۱۴
۶-۲-۱ شاخص بازتابش فتوشیمیایی (PRI) ۱۱۶
۶-۲-۲ فلورسنس ۱۱۶
۶-۲-۳ بازیابی فلورسنس کلروفیل اندازه‌گیری‌شده از راه دور ۱۱۸
۶-۳ مطالعات موردی ۱۲۰
۶-۳-۱ کمپین CEFLES-2 ۱۲۰
۶-۳-۲ تشخیص تنوع مکانی و گونه‌ای فتوسنتز با استفاده از تخمین‌های فلورسنس ۱۲۱
۶-۴ نتیجه‌گیری ۱۲۳

۷. سنجش‌ازدور برای حفاظت دقیق گیاهان - مسأله مقیاس ۱۲۷
۷-۱ مقدمه ۱۲۷
۷-۲ بُعد مکانی سنجش‌ازدور ۱۲۸
۷-۳ بُعد زمانی سنجش‌ازدور ۱۳۳

۷-۳-۱ مقیاس‌های زمانی پدیده‌های تنش محصول ۱۳۴
۷-۳-۲ مقیاس زمانی مشاهده سنجنده ۱۳۵
۷-۳-۳ مقیاس مدیریت زمانی ۱۳۷
۷-۴ بُعد طیفی سنجش‌ازدور ۱۳۸
۷-۴-۱ اسپکتروسکوپی دامنه- نزدیک برای تنش گیاهی ۱۳۹
۷-۴-۲ تصویربرداری هوابرد فراطیفی برای تشخیص تنش گیاهان ۱۴۰
۷-۵ نتیجه‌گیری ۱۴۳

۸. تشخیص و شناسایی علف‌های هرز ۱۴۷
۸-۱ مقدمه ۱۴۷
۸-۲ ویژگی‌های مورد استفاده برای تشخیص گونه‌های گیاهی ۱۴۸
۸-۲-۱ ویژگی‌های طیفی ۱۴۸
۸-۲-۲ ویژگی‌های مکانی و زمانی ۱۵۳
۸-۳ پردازش تصویر برای شناسایی خودکار گونه‌های علف‌های هرز ۱۵۶
۸-۳-۱ قطعه‌بندی ۱۵۶
۸-۳-۲ تفکیک علف‌های هرز براساس شکل ۱۵۸
۸-۳-۳ طبقه‌بندی ۱۶۰
۸-۴ نتیجه‌گیری ۱۶۲

۹. تشخیص نوری بیماری‌های قارچی و مایه تلقیح بیمارگر با نمونه‌برداری از هوا ۱۶۶
۹-۱ مقدمه ۱۶۶
۹-۲ امکان تشخیص نوری بیماری ۱۶۷
۹-۳ اثرات بیماری‌ها روی گیاهان ۱۶۸
۹-۴ تلفیقی از عامل‌های نوری برای تشخیص بیماری‌ها از تنش‌های دیگر ۱۷۱
۹-۵ روش‌های اندازه‌گیری ۱۷۲
۹-۵-۱ انعکاس ۱۷۳
۹-۵-۲ فلورسنس ۱۷۴
۹-۵-۳ تابش حرارتی ۱۷۴
۹-۶ اقدامات کاربردی برای تهیه نقشه بیماری ۱۷۵
۹-۷ محدودیت‌های کنترل دقیق بیماری ۱۷۶
۹-۸ مدیریت دقیق بیماری‌ها با استفاده از نمونه‌برداری هوا ۱۷۷
۹-۹ بحث ۱۷۹

۱۰. سنجش‌ازدور برای تشخیص نماتدهای انگل گیاهی و بیمارگرهای قارچی خاکزاد ۱۸۳
۱۰-۱ مقدمه ۱۸۳
۱۰-۲ مرور پژوهش‌های مربوط به استفاده از سنجش‌ازدور در زمینه نماتدهای انگل گیاهان و بیمارگرهای خاکزاد ۱۸۵
۱۰-۳ سنجش‌ازدور نماتدها و پوسیدگی قارچی ریشه در چغندرقند ۱۸۸
۱۰-۴ چشم‌انداز ۱۹۵

۱۱. پتانسیل دمانگاری رقومی برای کنترل بیماری ۲۰۰
۱۱-۱ مقدمه ۲۰۰
۱۱-۲ دمای گیاهان ۲۰۱
۱۱-۳ اصول و تجهیزات دمانگاری مادون‌قرمز ۲۰۲
۱۱-۴ تشخیص علائم بیماری ۲۰۵

۱۱-۴-۱ استفاده از رادیومترها در مزرعه ۲۰۵
۱۱-۴-۲ تصویربرداری مادون‌قرمز ۲۰۵
۱۱-۵ دمای کانوپی و مناطق مدیریتی ۲۱۳
۱۱-۶ نتیجه‌گیری‌ها و چشم‌اندازها ۲۱۳
۱۲. روش‌های جغرافیایی برای مدیریت تلفیقی بندپایان آفت در جنگل و محصولات ردیفی ۲۱۷
۱۲-۱ مقدمه ۲۱۷
۱۲-۲ کاربردهای مربوط به جنگل‌داری ۲۱۹
۱۲-۲-۱ تشخیص بنیه‌ی پوشش گیاهی از راه دور ۲۲۰
۱۲-۲-۲ اهمیت تنوع مکانی متغیرهای زیست‌فیزیکی در مدیریت تلفیقی آفات جنگل (IFPM) ۲۲۰
۱۲-۲-۳ مثال‌های اختصاصی IFPM: چوب‌خوار قرمز بلوط و سوسک جنوبی کاج ۲۲۱
۱۲-۳ کاربردهای مربوط به گیاهان ردیفی ۲۲۳
۱۲-۳-۱ طبقه‌بندی تصویر ۲۲۴
۱۲-۳-۲ رویکرد عمومی برای ارتباط اطلاعات سنجش‌ازدور و نمونه‌برداری حشرات در محصولات ردیفی ۲۲۴
۱۲-۳-۳ کاربرد مفاهیم در پنبه ۲۲۹
۱۲-۴ نتیجه‌گیری ۲۳۵

بخش سوم: مدل‌سازی و سامانه‌های حمایت از تصمیم

۱۳. بررسی و مدیریت داده‌های مکانی ۲۴۰
۱۳-۱ مقدمه ۲۴۰
۱۳-۲ نرم‌افزارها و استانداردهای مربوط به داده‌ها ۲۴۲
۱۳-۳ خدمات داده و داده‌های مکانی ۲۴۵
۱۳-۴ مفهوم بالقوه مدیریت داده‌های مکانی ۲۴۹
۱۳-۵ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده ۲۵۷
۱۴. قوانین تصمیم‌گیری برای مدیریت مکان- ویژه علف‌های هرز ۲۶۱
۱۴-۱ مقدمه ۲۶۱
۱۴-۲ قوانین تصمیم برای روش‌های رایج کاربرد علف‌کش‌ها ۲۶۲
۱۴-۳ مدیریت مکان- ویژه برخط و برون‌خط علف‌های هرز ۲۶۲
۱۴-۴ سامانه‌های حمایت از تصمیم ۲۶۵
۱۴-۴-۱ سامانه برخط حفاظت گیاهان ۲۶۵
۱۴-۴-۲ سامانه ویدسافت ۲۶۶
۱۴-۴-۳ HERB و HADSS ۲۶۷
۱۴-۴-۴ Weed Manager ۲۶۷
۱۴-۵ استفاده از مدیریت مکان-ویژه علف‌های هرز به‌عنوان تابعی از پراکنش علف‌های هرز و راه‌فن‌های کاربرد ۲۶۸
۱۴-۶ سامانه حمایت از تصمیم برای سمپاشی لکه‌ای ۲۷۰
۱۴-۶-۱ الگوریتم تصمیم برای سمپاشی لکه‌ای ۲۷۱
۱۴-۶-۲ HPS-ONLINE ۲۷۳
۱۵. مدل‌سازی بیماری‌های گیاهی برای تصمیم‌گیری در گیاه‌پزشکی ۲۷۹
۱۵-۱ مقدمه ۲۷۹
۱۵-۲ تعریف هدف مدل ۲۸۲
۱۵-۳ مفهومی‌سازی مدل ۲۸۲

۱۵-۳-۱ استفاده از تجزیه‌وتحلیل سامانه‌ها در مفهومی‌سازی مدل ۲۸۲
۱۵-۳-۲ انواع مدل‌های مفهومی ۲۸۳
۱۵-۳-۳ پیچیدگی درمقابل سادگی ۲۸۵
۱۵-۴ توسعه مدل ریاضی ۲۸۷
۱۵-۴-۱ تدوین مدل‌های مفهومی ۲۸۷
۱۵-۴-۲ تدوین مدل‌های محرک ۲۸۸
۱۵-۴-۳ آزمون مدل‌های محرک ۲۸۹
۱۵-۴-۴ تصادفی‌بودن ۲۸۹
۱۵-۵ ارزیابی مدل ۲۹۰
۱۵-۵-۱ درستی‌سنجی مدل ۲۹۰
۱۵-۵-۲ اعتبارسنجی مدل ۲۹۰
۱۵-۵-۳ ارزیابی عدم اطمینان مدل ۲۹۲
۱۵-۵-۴ ارزیابی حساسیت مدل ۲۹۳
۱۵-۶ از مدل به عمل ۲۹۳
۱۵-۶-۱ توسعه نسخه کامپیوتری مدل ۲۹۳
۱۵-۶-۲ جمع‌آوری داده‌های ورودی ۲۹۳
۱۵-۶-۳ طراحی یک راهبرد برای تصمیم‌گیری براساس خروجی مدل ۲۹۴
۱۵-۶-۴ ارائه ابزاری برای حمایت از تصمیم ۲۹۴
۱۵-۶-۵ اعتمادسازی کاربر ۲۹۴
۱۵-۷ نتیجه‌گیری ۲۹۴

۱۶. اعتبارسنجی مدل و استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در سرویس‌های هشدارحفاظت گیاهان ... ۲۹۹
۱۶-۱ اعتبارسنجی مدل‌های پیش‌آگاهی در حفاظت گیاهان ۲۹۹
۱۶-۱-۱ اعتبارسنجی مدل‌های نوع۱ ۳۰۰
۱۶-۱-۲ اعتبارسنجی مدل‌های نوع۲ ۳۰۲
۱۶-۱-۳ اعتبارسنجی مدل‌های نوع۳ ۳۰۵
۱۶-۱-۴ اعتبارسنجی مدل‌های نوع۴ ۳۰۷
۱۶-۲ استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در حفاظت گیاهان ۳۰۸
۱۶-۲-۱ استفاده از GIS برای آماده‌سازی ورودی مدل ۳۱۰
۱۶-۲-۲ اعتبارسنجی فراسنجه‌های مکانی ۳۱۲
۱۶-۲-۳ ایجاد نقشه‌های احتمال خطر با داده‌های مکانی ۳۱۳
۱۶-۳ نتیجه‌گیری ۳۱۵

بخش چهارم: فناوری‌هایی کاربردی حفاظت مکان- ویژه گیاهان

۱۷. کنترل مکانیکی علف‌های هرز ۳۲۰
۱۷-۱ مقدمه ۳۲۱
۱۷-۲ ادوات کنترل مکانیکی علف‌های هرز ۳۲۲
۱۷-۲-۱ شخم کامل مزرعه ۳۲۳
۱۷-۲-۲ شخم بین‌ردیفی ۳۲۸
۱۷-۲-۳ شخم داخل ردیف‌ها ۳۲۹
۱۷-۳ ادوات نوآورانه برای محصولات ردیفی ۳۳۱
۱۷-۴ وجین با دست ۳۳۳
۱۷-۵ بریدن و دروکردن ۳۳۴

۱۷-۶ نتیجه‌گیری ۳۳۴

۱۸. سمپاش‌های تزریق مستقیم ۳۳۸

۱۸-۱ مقدمه- سامانه‌های تزریق مستقیم ۳۳۸
۱۸-۱-۱ سامانه تزریق مستقیم مرکزی (CDIS) ۳۳۹
۱۸-۱-۲ تزریق در قسمت‌هایی از بوم سمپاش (BDIS) ۳۴۱
۱۸-۱-۳ سامانه تزریق مستقیم در نازل (NDIS) ۳۴۱
۱۸-۲ فرایند تزریق مستقیم در نازل ۳۴۲
۱۸-۲-۱ سامانه تزریق- ویژگی‌های پاسخ ۳۴۳
۱۸-۲-۲ تجزیه‌وتحلیل زمان پاسخ سامانه تزریق مستقیم ۳۴۳
۱۸-۲-۳ فرایند کنترل سامانه تزریق ۳۴۶
۱۸-۲-۴ وسیله تزریق ۳۴۷
۱۸-۲-۵ همگن‌سازی و اختلاط ۳۴۷
۱۸-۳ صرفه‌جویی در حامل ۳۴۹
۱۸-۴ شستشوی DIS ۳۵۱
۱۸-۵ حفظ محیط زیست و کاربر ۳۵۱
۱۸-۶ نتیجه‌گیری ۳۵۲

۱۹. بهینه‌سازی کاربرد آفت‌کش‌ها ۳۵۴

۱۹-۱ مقدمه ۳۵۴
۱۹-۲ بهبود کارایی علف‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌هایی که روی شاخ‌وبرگ پاشیده می‌شوند ۳۵۵
۱۹-۲-۱ بهینه‌سازی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی فرمولاسیون آفت‌کش‌ها ۳۵۶
۱۹-۲-۲ فناوری‌های کپسوله‌کردن و رهایش کنترل‌شده ۳۵۷
۱۹-۲-۳ حرکت نزدیک‌تر به هدف: تزریق به‌داخل گیاه ۳۵۸
۱۹-۲-۴ جذب آفات به‌سمت محل سمپاشی ۳۶۱
۱۹-۳ نتیجه‌گیری ۳۶۳

۲۰. سامانه‌های خودکار حفاظت گیاهان ۳۶۶

۲۰-۱ مقدمه ۳۶۶
۲۰-۲ دیده‌بانی و پایش ۳۶۷
۲۰-۲-۱ نیازها و آخرین یافته‌ها ۳۶۷
۲۰-۲-۲ ربات دیدبان *BoniRob* ۳۶۹
۲۰-۳ کاربرد علف‌کش‌ها ۳۷۰
۲۰-۳-۱ نیازها و نوآوری‌ها ۳۷۰
۲۰-۳-۲ ربات پرستار گیاه با سمپاش سلولی (Hortibot) ۳۷۲
۲۰-۴ وجین خودکار مکانیکی ۳۷۳
۲۰-۴-۱ نیازها و نوآوری‌ها ۳۷۳
۲۰-۴-۲ سامانه مکانیزاسیون خودکار (AMS) ۳۷۵
۲۰-۵ نتیجه‌گیری ۳۷۶

۲۱. فناوری نرخ متغیر برای کاربرد علف‌کش‌ها ۳۷۹

۲۱-۱ مقدمه ۳۷۹
۲۱-۱-۱ کاشت بذر ۳۷۹
۲۱-۱-۲ کوددهی ۳۸۰
۲۱-۱-۳ آبیاری ۳۸۰

۲۱-۱-۴ حفاظت گیاهان ۳۸۰
۲۱-۲ راه‌حل‌های فنی برای کنترل نرخ کاربرد سمپاش‌ها ۳۸۱
۲۱-۲-۱ کنترل جریان کل ۳۸۱
۲۱-۲-۲ کنترل نوسان عرض پالس ۳۸۲
۲۱-۲-۳ نازل‌های دو جریانه ۳۸۲
۲۱-۲-۴ نازل‌های با سوراخ متغیر ۳۸۲
۲۱-۲-۵ نگهدارنده‌های نازل‌های چندگانه ۳۸۳
۲۱-۲-۶ سامانه‌های اندازه‌گیری تزریق ۳۸۳
۲۱-۳ کاربرد علف‌کش‌های قبل جوانه‌زنی ۳۸۳
۲۱-۴ کاربرد علف‌کش‌های بعد جوانه‌زنی ۳۸۴
۲۱-۵ روش نرخ متغیر یا تغییر مواد مؤثر؟ ۳۸۶

۲۲. کاربرد نرخ متغیر قارچ‌کش‌ها ۳۹۳
۲۲-۱ مقدمه ۳۹۳
۲۲-۲ کاربرد برخط و برون‌خط قارچ‌کش‌ها به‌صورت نرخ متغیر ۳۹۴
۲۲-۳ شاخص سطح برگ به‌عنوان فراسنجه‌ای برای کاربرد نرخ متغیر ۳۹۶
۲۲-۴ سمپاش‌های مزرعه‌ای که با حسگر کنترل می‌شوند ۳۹۷
۲۲-۵ منافع اقتصادی کاربرد نرخ متغیر ۳۹۹
۲۲-۶ تلفیق سامانه‌های حمایت از تصمیم با کاربرد نرخ متغیر قارچ‌کش‌ها ۴۰۱
۲۲-۷ چشم اندازها ۴۰۵

بخش پنجم: استفاده عملی از گیاه‌پزشکی دقیق

۲۳. اجرای حفاظت دقیق گیاهان و مراتع در دشت‌های بزرگ شمالی آمریکا ۴۱۱
۲۳-۱ مقدمه ۴۱۱
۲۳-۲ زون‌مپ: تعریف ناهمگنی در زراعت و مرتع ۴۱۳
۲۳-۲-۱ سامانه طبقه‌بندی زون‌مپ ۴۱۴
۲۳-۲-۲ نقشه نمونه برای مزرعه تولیدی ۴۱۵
۲۳-۳ تهیه نقشه تبخیر و تعرق برای مدیریت مکان- ویژه ۴۱۶
۲۳-۴ استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در حفاظت مراتع ۴۱۸
۲۳-۴-۱ تخمین آب خاک ۴۱۸
۲۳-۴-۲ ارزیابی شرایط چراگاه ۴۱۹
۲۳-۵ دشت‌های شمالی رقومی: یک سامانه حمایت از تصمیم ۴۲۰
۲۳-۶ حسگرهایی که برای نیازهای کشاورزی دقیق سفارش داده می‌شوند ۴۲۲
۲۳-۶-۱ دوربین مشاهداتی هوابرد تحقیقات زیست‌محیطی (AEROCam) ۴۲۲
۲۳-۶-۲ دوربین کشاورزی ایستگاه فضایی بین‌المللی (ISSAC) ۴۲۳
۲۳-۷ حفاظت دقیق گیاهان: نتایج امیدوارکننده ۴۲۴
۲۳-۸ درس‌های آموخته‌شده ۴۲۷
منابع ۴۲۸

۲۴. تشخیص و مدیریت مکان-ویژه نماندها ۴۳۰
۲۴-۱ مقدمه‌ای بر نماندشناسی پنبه ۴۳۰
۲۴-۱-۱ توزیع گونه‌ها و کاهش محصول ۴۳۰

۲۴-۱-۲ استفاده از نماتدکش‌ها ۴۳۱
۲۴-۱-۳ پراکنش مکانی نماتدها ۴۳۱
۲۴-۱-۴ اثرات بافت خاک روی تراکم جمعیت نماتدها ۴۳۲
۲۴-۱-۵ پژوهش اولیه درمورد کاربرد مکان- ویژه نماتدکش ۴۳۲
۲۴-۲ سامانه‌های کاربرد مکان- ویژه نماتدکش‌ها ۴۳۳
۲۴-۲-۱ هدایت الکتریکی خاک ۴۳۳
۲۴-۲-۲ تهیه نقشه‌های نسخه ۴۳۴
۲۴-۲-۳ سامانه کاربرد مکان- ویژه نماتدکش ۴۳۵
۲۴-۳ پژوهش‌های اخیر ۴۳۵
۲۴-۳-۱ پژوهشی در کارولینای جنوبی ۴۳۵
۲۴-۳-۲ پژوهشی در جورجیا ۴۳۹
۲۴-۳-۳ پژوهش در آرکانزاس ۴۴۲
۲۴-۴ بحث ۴۴۵
۲۴-۴-۱ خلاصه ۴۴۵
۲۴-۴-۲ آینده کاربرد مکان- ویژه نماتدکش‌ها ۴۴۵

۲۵. کنترل دقیق بیماری‌ها در گیاهان بستری ۴۴۸
۲۵-۱ مقدمه ۴۴۹
۲۵-۲ کاهش بالقوه مصرف ۴۴۹
۲۵-۳ سمپاشی تراکم کانوپی در عمل ۴۵۱
۲۵-۴ سمپاشی مکان- ویژه علیه بلایت دیررس سیب‌زمینی ۴۵۲
۲۵-۵ سمپاشی گیاه- ویژه و سمپاشی براساس بازتابش کانوپی علیه بلایت بوتریتیس در پیازهای گل ۴۵۵
۲۵-۶ تحولات آینده ۴۵۸
۲۵-۷ از نمونه اولیه تا کاربرد ۴۵۹

۲۶. بررسی اقتصادی اقدامات حفاظت دقیق گیاهان ۴۶۲
۲۶-۱ مقدمه ۴۶۲
۲۶-۲ هدف پژوهش- تشریح فرایندها ۴۶۲
۲۶-۳ هزینه‌های فناوری حفاظت دقیق گیاهان ۴۶۴
۲۶-۴ حاصل فناوری‌های کنترل دقیق علف‌های هرز ۴۶۶
۲۶-۵ ارزیابی اقتصادی- نتایج ۴۶۸
۲۶-۶ بررسی انتقادی و نتیجه‌گیری ۴۶۹

مشارکت کنندگان

Vincent T.J.M. Achten PROBOTIQ, Kleefkruid 74, 5432 EE Cuijck, The Netherlands, vincent.achten@probotiq.com

Viacheslav I. Adamchuk Department of Biological Systems Engineering, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE 68583-0726, USA, vadamchuk2@unl.edu

Helmut Auweter Application Technology and Delivery, Crop Protection Division, BASF SE, D-67117 Limburgerhof, Germany, Helmut.Auweter@basf.com

Georg Bareth Department of Geography, University of Cologne, Köln D-50923, Germany, g.bareth@uni-koeln.de

Cedric Bravo Division of Mechatronics Biostatistics and Sensors (MeBioS), Katholieke Universiteit Leuven, Leuven 3001, Belgium, cedric.bravo@biw.kuleuven.be

Tito Caffi Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica del Sacro Cuore, I-29100 Piacenza, Italy, tito.caffi@unicatt.it

David E. Clay Plant Science Department, South Dakota State University, Brookings, SD 57007, USA, david_clay@sdstate.edu

Kevin Dalsted Engineering Resource Center, South Dakota State University, Brookings, SD 57007, USA, kevin_dalsted@sdstate.edu

Alexander Damm Remote Sensing Laboratories, University of Zurich, Zurich 8057, Switzerland, adamm@geo.uzh.ch

Karl-Heinz Dammer Engineering for Crop Production, Leibniz-Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim (ATB), D-14469 Potsdam, Germany, kdammer@atb-potsdam.de

Richard F. Davis Crop Protection and Management Research Unit, USDA-ARS, Tifton, GA 31793, USA, richard.davis@ars.usda.gov

Cedric Dieleman Global Formulation Development, Crop Protection Division, BASF SE, D-67117 Limburgerhof, Germany, Cedric.Dieleman@basf.com

Reiner Doluschitz Computer Applications and Business Management in Agriculture (410c), Department of Farm Management, University of Hohenheim, Stuttgart 70593, Germany, agrarinf@uni-hohenheim.de

Sharon K. Eggenberger Department of Plant Pathology, Iowa State University, Ames, IA 50011, USA, skp08@iastate.edu

Richard B. Ferguson Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE 68583-0724, USA, rferguson1@unl.edu

Jonas Franke RSS – Remote Sensing Solutions GmbH, Office Munich, München D-81667, Germany, franke@rssgmbh.de

Roland Gerhards Department of Weed Sciences (360b), University of Hohenheim, Stuttgart D-70599, Germany, gerhards@uni-hohenheim.de

Simona Giosuè Horta Srl, Università Cattolica del Sacro Cuore, I-29100 Piacenza, Italy, s.giosue@horta-srl.com

Hans W. Griepentrog Department of Agriculture and Ecology, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, DK-2630 Taastrup, Denmark, hwg@life.ku.dk

Christoph Gutjahr Department of Weed Sciences (360b), University of Hohenheim, Stuttgart D-70599, Germany, cgutjahr@uni-hohenheim.de

William G. Henderson Clemson University – Edisto R.E.C., Blackville, SC 29817, USA, whende2@clemson.edu

Gary W. Hergert Panhandle Research and Extension Center, University of Nebraska-Lincoln, Scottsbluff, NE 69361-4939, USA, ghergert1@unl.edu

Joachim Hill Remote Sensing Department, Faculty of Geography/Geosciences, Trier University, Trier D-54286, Germany, hillj@uni-trier.de

Christian Hillnhütter Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES) – Phytomedicine, Bonn D-53115, Germany, chillnhu@uni-bonn.de; christian.hillnhuetter@gmx.de

Noha Holah Department of Plant Pathology, Iowa State University, Ames, IA

50011, USA, nholah@iastate.edu

Patrick Hostert Geomatics Lab, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin D-10099, Germany, patrick.hostert@geo.hu-berlin.de

Rasmus N. Jørgensen Institute of Agricultural Engineering, University of Southern Denmark, DK 5230 Odense M, Denmark, rasj@kbm.sdu.dk

Jeanette Jung Zentralstelle der Länder für EDV gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP), D-55545 Bad Kreuznach, Germany, jung@zepp.info

Corné Kempenaar Wageningen UR – Plant Research International, 6700 AP Wageningen, The Netherlands, corne.kempenaar@wur.nl

Ahmad Khalilian Clemson University – Edisto R.E.C., Blackville, SC 29817, USA, akhlln@clemson.edu

Terrence L. Kirkpatrick Southwest Research and Extension Center, University of Arkansas, Hope, AR 71801, USA, tkirkpatrick@uaex.edu

Benno Kleinhenz Zentralstelle der Länder für EDV gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP), D-55545 Bad Kreuznach, Germany, kleinhenz@zepp.info

Walter Kühbauch Crop Science Research Group, Institute of Crop Science and Resource Conservation, Bonn D-53115, Germany, w.kuehbauch@uni-bonn.de

Volker Kühnhold Institute for Crop Science and Resource Conservation (INRES) – Phytomedicine, University Bonn, Bonn 53115, Germany, volker.kuehnhold@bayercropscience.de

Martin Kunisch Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), Bartningstrasse 49, D-64289 Darmstadt, Germany, m.kunisch@ktbl.de

Jürgen Langewald Crop Protection Division, Global Insecticide Research, BASF SE, D-67117 Limburgerhof, Germany, juergen.langewald@basf.com

Arie van der Lans Research Unit Flower Bulbs, Wageningen UR – Applied Plant Research, 2160 AB Lisse, The Netherlands, arie.vanderlans@wur.nl

Rick L. Lawrence Department of Land Resources and Environmental Sciences, Montana State University, Bozeman, MT 59717, USA, rickl@montana.edu

Ivar Lund Department of Industrial and Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Southern Denmark, DK-5230 Odense M, Denmark, ilu@ib.sdu.dk

H. Alastair McCartney Plant Pathology and Microbiology Department, Rothamsted Research, Harpenden AL5 2JQ, UK, zen966@zen.co.uk

Gunter Menz Remote Sensing Research Group, Department of Geography, University of Bonn, Bonn D-53115, Germany, g.menz@uni-bonn.de

Thorsten Mewes Center for Remote Sensing of Land Surfaces (ZFL), Bonn D-53113, Germany, tmewes@uni-bonn.de

Jean-Marie G.P. Michielsen Wageningen UR – Plant Research International, 6700 AP Wageningen, The Netherlands, jean-marie.michielsen@wur.nl

W. Scott Monfort Division of Agriculture, Lonoke Agricultural Center, University of Arkansas, Lonoke, AR 72012, USA, smonfort@uaex.edu

Dimitrios Moshou Agricultural Engineering Laboratory, Faculty of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki 275, Greece, dmoshou@auth.gr

John D. Mueller Clemson University – Edisto R.E.C., Blackville, SC 29817, USA, jmllr@clemson.edu

Forrest W. Nutter Jr. Department of Plant Pathology, Iowa State University, Ames, IA 50011, USA, fwn@iastate.edu

Roberto Oberti Department of Agricultural Engineering, Università degli Studi di Milano, Milano 20133, Italy, roberto.oberti@unimi.it

Erich-Christian Oerke Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES) – Phytomedicine, University of Bonn, Bonn D-53115, Germany, ec-oerke@uni-bonn.de

Akpona Okujeni Geomatics Lab, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin D-10099, Germany, akpona.okujeni@student.hu-berlin.de

Douglas R. Olsen Northern Great Plains Center for People and the Environment, University of North Dakota, Grand Forks, ND 58202-9011, USA, olsen@aero.und.edu

Brenda V. Ortiz Auburn University 204 Extension Hall, Auburn University, Auburn, AL 36849-5412, USA, bortiz@auburn.edu

Roland Pieruschka Institute of Chemistry and Dynamics of the Geosphere, ICG-3: Phytosphere, Forschungszentrum Jülich, Jülich D-52425, Germany, r.pieruschka@fz-juelich.de

Paolo Racca Zentralstelle der Länder für EDV gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP), D-55545 Bad Kreuznach, Germany, racca@zepp.info

Herman Ramon Division of Mechatronics Biostatistics and Sensors (MeBioS), Katholieke Universiteit Leuven, Leuven 3001, Belgium, herman.ramon@biw.kuleuven.be

Uwe Rascher Institute of Chemistry and Dynamics of the Geosphere, ICG-3: Phytosphere, Forschungszentrum Jülich, Jülich D-52425, Germany, u.rascher@fz-juelich.de

Jesper Rasmussen Department of Agriculture and Ecology, Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen, DK-2630 Taastrup, Denmark, jer@life.ku.dk

John J. Riggins Department of Entomology and Plant Pathology, Mississippi State University, Mississippi State, MS 39762, USA, jriggins@entomology.msstate.edu

Vittorio Rossi Istituto di Entomologia e Patologia vegetale, Università Cattolica del Sacro Cuore, I-29100 Piacenza, Italy, vittorio.rossi@unicatt.it

Arno Ruckelshausen Faculty of Engineering and Computer Science, University of Applied Sciences Osnabrück, D-49076 Osnabrueck, Germany, a.ruckelshausen@fh-osnabrueck.de

Victor Rueda-Ayala Department of Weed Sciences (360b), University of Hohenheim, D-70599 Stuttgart, Germany, victor.rueda.ayala@uni-hohenheim.de

Huub T.A.M. Schepers Wageningen UR – Applied Plant Research (AGV), 8200AK Lelystad, The Netherlands, huub.schepers@wur.nl

Anke Schickling Institute for Geophysics and Meterology, Universität Köln, Köln D-50937, Germany, a.schickling@fz-juelich.de

Jan Ole Schroers Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), Bartningstrasse 49, D-64289 Darmstadt, Germany, j.schroers@ktbl.de

Peter Schulze Lammers Institut für Landtechnik, Technology of Crop Farming, D-53115 Bonn, Germany, lammers@uni-bonn.de

Astrid Schweizer Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES) – Phytomedicine, Bonn D-53115, Germany, astrid.schweizer@schwarzenbruch.de

George A. Seielstad Bay Area Environmental Research Institute, Missoula, MT 59808, USA, g.seielstad@nserc.und.edu

Richard A. Sikora Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES) – Phytomedicine, Bonn D-53115, Germany, rsikora@uni-bonn.de

Markus Sökefeld Department of Weed Science, Institute for Phytomedicine, University of Hohenheim, Stuttgart D-70599, Germany, markus.soekefeld@uni-hohenheim.de

Hein Stallinga Wageningen UR – Plant Research International, 6700 AP Wageningen, The Netherlands, hein.stallinga@wur.nl

Ulrike Steiner Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES) – Phytomedicine, University of Bonn, Bonn D-53115, Germany, u-steiner@uni-bonn.de

Antoine Stevens Department of Geography, University of Louvain, Louvain–La–Neuve, Belgium, antoine.stevens@uclouvain.be

Thomas Udelhoven Département ‘Environnement et Agro-biotechnologies, Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann, Belvaux L-4422, Luxembourg, udelhove@lippmann.lu

Jan C. van de Zande Wageningen UR – Plant Research International, 6700 AP Wageningen, The Netherlands, jan.vandezande@wur.nl

Sebastian van der Linden Geomatics Lab, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin D-10099, Germany, sebastian.linden@geo.hu-berlin.de

Maarten van Helden UMR Santé Végétale, University of Bordeaux, Gradignan cedex 33175, France, m-vanhelden@enitab.fr

Neil van Rij Cedara Department of Agriculture, Cedara Plant Disease Clinic, Cedara, South Africa, vanrij@kzndae.gov.za

Pleun van Velde Wageningen UR – Plant Research International, 6700 AP Wageningen, The Netherlands, pleun.vanvelde@wur.nl

Michael Vohland Remote Sensing Department, Faculty of Geography/Geosciences, Trier University, Trier D-54286, Germany, vohland@uni-trier.de

Jiri Vondricka Institut für Landtechnik, Technology of Crop Farming, D-53115 Bonn, Germany, vondricka@uni-bonn.de

Kerstin Voss Remote Sensing Research Group, Department of Geography, University of Bonn, Bonn D-53115, Germany, k.voss@geographie.uni-bonn.de

Martin Weis Department of Weed Science, Institute for Phytomedicine, University of Hohenheim, Stuttgart D-70599, Germany, martin.weis@uni-hohenheim.de

Jonathan S.West Plant Pathology and Microbiology Department, Rothamsted Research, Harpenden AL5 2JQ, UK, jon.west@bbsrc.ac.uk

Jeffrey L. Willers USDA-ARS Genetics and Precision Agriculture Unit, Mississippi State, MS 39762, USA, jeffrey.willers@ars.usda.gov

Thorsten Zeuner Zentralstelle der Länder für EDV gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP), D-55545 Bad Kreuznach, Germany, zeuner@zepp.info

Xiaodong Zhang Northern Great Plains Center for People and the Environment, University of North Dakota, Grand Forks, ND 58202-9011, USA, zhang@aero.und.edu

مقدمه

طیف وسیعی از علف‌های هرز، آفات جانوری و بیمارگرها که اینجا درمجموع آفت گفته می‌شوند عامل کاهش کمّی و کیفی محصولات کشاورزی در سراسر دنیا هستند. این عوامل زنده کاهنده محصول باید به‌درستی مدیریت شوند تا اثرات منفی آنها روی تولید مواد غذایی، منسوجات و سوخت کاهش یابد. پیش‌بینی می‌شود جمعیت دنیا تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۱ میلیارد نفر برسد. این افزایش جمعیت نیازمند افزایش سطح تولید مواد غذایی تا ۷۰٪ بیشتر از سطح فعلی آن می‌باشد. تغییر به‌سمت استفاده از زیست‌توده (Biomass) برای تولید انرژی و سایر انواع منابع تجدیدپذیر، تقاضا برای تولیدات گیاهی را به‌طور چشم‌گیری افزایش خواهد داد. برای این منظور، محصولات کشاورزی باید با روش‌های مؤثر، کارآمد و دوستدار محیط زیست، از خسارت آفات محافظت شوند. مدیریت در بیشتر موارد می‌تواند با ترکیبی از روش‌های مکانیکی، زیستی و / یا شیمیایی و سایر فناوری‌های حمایتی در قالب برنامه‌های کنترل تلفیقی صورت گیرد.

آفات و عوامل غیرزنده تنش‌زا در مزرعه معمولاً ازلحاظ مکانی و زمانی ناهمگن هستند. در گذشته ناهمگنی موجود در خاک، آب و مواد مغذی، با تقسیم مناطق کشاورزی به واحدهای کوچک همگن مدیریت می‌شد. در کشاورزی مدرن بزرگ‌مقیاس نیز ناهمگنی، موجب پیچیده‌شدن کاربرد هدفمند نهاده‌های کشاورزی مثل آفت‌کش‌ها و کودها می‌شود. امروزه اغلب این ناهمگنی‌ها به‌دلیل نبود فناوری مناسب برای مقابله با آنها نادیده گرفته می‌شوند و روش‌های کنترل مثل کاربرد آفت‌کش‌ها، معمولاً به‌صورت یکنواخت در مزرعه اجرا می‌شوند. این امر می‌تواند موجب رسیدن دوز کمتر یا بیشتراز حد لازم به یک نقطه شود که بی‌تأثیر یا غیراقتصادی بوده و می‌تواند بار زیست‌محیطی داشته باشد. کشاورزی دقیق که شامل مدیریت مکان- ویژه نیز می‌باشد، عبارت است از سامانه مدیریت کشاورزی که از فناوری‌های اطلاعات کامپیوتری (IT[1]) - سامانه ناوبری ماهواره‌ای (GNSS[2])، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS[3])، سنجش‌ازدور (RS[4])، سامانه مدیریت داده‌ها و ارتباطات مخابراتی- برای

1. Information technologies
2. Global navigation satellite systems
3. Geographic information system
4. Remote sensing

شکل ۱ فناوری اطلاعات و مدیریت داده‌ها برای حفاظت دقیق گیاهان.

استفاده بهینه از مواد مغذی، آب، بذر، آفت‌کش‌ها و انرژی در شرایط ناهمگن مزرعه‌ای استفاده می‌کند. کشاورزی دقیق تکیه دارد به: (۱) سنجش مداوم شرایط محیطی در مزرعه، (۲) دست‌ورزی و پردازش متمرکز داده‌ها، (۳) استفاده از سامانه‌های حمایت از تصمیم، و (۴) کنترل ماشین‌آلات کشاورزی در مزرعه (شکل۱).

اطلاعات خاک و نقشه‌های محصول یا اطلاعات برخط[1] سنجش‌ازدورِ مربوط به وضعیت خاک و رشد محصول معمولاً همراه با داده‌های GNSS برای بهینه‌سازی و تعیین زمان مناسب کاربرد نهاده‌ها متناسب با ناهمگنی طبیعی مزرعه استفاده می‌شوند. آگاهی از اثرات سوء جانبی عملیات کشاورزی روی محیط زیست مشوق اصلی نظریه حفاظت دقیق گیاهان بوده است. مفهوم مدیریت مکان- ویژه[2]، انجام کار درست در مکان و زمان صحیح می‌باشد. در این روش، تنوع مکانی و زمانی آفات در مزرعه نادیده گرفته نمی‌شود بلکه در یک رویکرد سیستماتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد که مقدار آفت‌کش به‌کاررفته را بدون کاهش عملکرد محصول و بدون کاهش کارایی به‌حداقل می‌رساند.

فناوری اطلاعات (IT) در عملیات حفاظت از گیاهان برای به‌دست‌آوردن کنترل مؤثر در زمان و مکان لازم مورد استفاده قرار می‌گیرد، از IT برای پایش محصول طی چرخه زندگی آن، یا کنترل ماشین‌ها هنگام اجرای اقدامات کنترلی استفاده می‌شود. سامانه‌های حمایت از تصمیم براساس الگوریتم‌هایی می‌باشند که رشد گیاه را شبیه‌سازی می‌کنند، پراکنش همه‌گیر آفات در مکان و زمان و خسارت نهایی محصول با اجرای روش‌های کنترل مناسب پیشگیری می‌شوند. اطلاعات حاصل از مقیاس‌های مکانی مختلف (گیاه، کانوپی یا منطقه رشدی) ممکن‌است برای ارزیابی تنوع محصول استفاده شوند.

مدیریت مکان- ویژه باید به‌وسیله ثبت جزئیات پراکنش مکانی و توسعه گروه‌های مختلف آفات و ارزیابی اثرات اقتصادی بالقوه آنها روی عملکرد محصول ارزیابی شود. این شکل از مدیریت آفات، نیازمند پایش آفات به‌صورت زمین‌مرجع‌شده[3] و در مقیاس وسیع می‌باشد تا کاربرد دقیق روش‌های کنترل در زمان صحیح امکان‌پذیر باشد. علاوه‌بر ظرفیت بالای پردازش داده‌ها و تنظیم دقیق ماشین‌آلات، حسگرهای پیشرفته هم در مدیریت مکان- ویژه نقش حیاتی دارند و اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری را فراهم می‌کنند.

1. Online
2. Site specific management
3. Georeferenced

سنجش ناهمگنی‌ها در مزرعه پیش‌نیازِ مدیریتی است که ازلحاظ زمانی و مکانی تنظیم شده باشد. پیشرفت‌های اخیر در فناوری سنجنده‌ها[1] موجب استفاده از آنها در تشخیص آفات و بنابراین بهبود کاربرد آنها در عملیات حفاظت از گیاهان شده است. این سنجنده‌ها می‌توانند فضابرد (ماهواره)، هوابرد (هواپیما و پهپاد) یا زمینی (دستی، نصب‌شده روی وسیله نقلیه) باشند که موجب اضافه‌شدن اطلاعات مکان‌مند به روش‌های رایج پایش خاک و محصول می‌شوند. سنجش و پاسخ به‌وسیله یک سامانه قدرتمندِ مدیریت داده به‌هم متصل می‌شوند که شامل سامانه حمایت از تصمیم می‌باشد. تشخیص تنوع درون‌مزرعه‌ای محصول یا شرایط رشدی آن، کشاورز را قادر می‌سازد نهاده‌ها را به‌درستی هدایت کند و درنتیجه سود حاصل و درعین‌حال پایداری سراسری بوم‌سامانه کشاورزی را هم افزایش می‌دهد.

گروه‌های آفت که باید برای حفاظت دقیق گیاهان پایش شوند ازلحاظ اندازه، شدت و پراکنش همه‌گیری بین دوره‌های رشد محصول و داخل هر دوره رشدی بسیار متفاوت هستند. ناهمگنی علف‌های هرز اغلب مشخص شده است و کنترل مکان- ویژه آنها ازطریق کنترل شیمیایی و مکانیکی هدفمند به یک مرحله پیشرفته رسیده است (جدول۱). برعکس، تشخیص، شناسایی و تعیین شدت گروه‌های دیگر آفات که ازلحاظ مکانی و زمانی بسیار متغیر هستند هنوز درحال توسعه می‌باشد.

یک مثال جدید از کاربرد فناوری اطلاعات در مدیریت آفات در سطح ملی، Pest Information Platform for Extension and Education (PIPE, http://sbr.ipmpipe.org/) می‌باشد که یک سامانه هشدار ملی برای کمک به سویاکاران ایالات متحده آمریکا جهت حفظ محصول دربرابر قارچ مهاجم عامل زنگ آسیایی سویا (ASR[2])، *Phakopsora pachyrhizi* می‌باشد. وب‌سایت ارائه‌شده، اطلاعات لازم برای تشخیص و مدیریت این بیماری را به‌همراه نقشه‌های پراکنش آن در آمریکا ارائه می‌دهد و یک سامانه هشدار برخط می‌باشد. این اطلاعات توسط کشاورزان و دانشمندان استفاده می‌شوند تا پراکنش بیماری را درارتباط با شرایط محیطی پایش و تجزیه‌وتحلیل کنند و درمورد لزوم استفاده یا عدم استفاده از قارچ‌کش تصمیم‌گیری نمایند. سامانه PIPE موجب همکاری بین آژانس‌های دولتی، کشاورزان، مشاغل مرتبط با کشاورزی و دانشمندان شده است و استفاده مناسب از IT را در حفاظت گیاهان فراهم کرده است.

ارزیابی و مدیریت ناهمگنی آفات بندپا و بیماری‌ها در محصولات کشاورزی هنوز یک چالش اصلی است و اطلاعات اساسی درمورد الگوهای زمینی بیماری‌های مهم هوابرد، همه‌گیری، پراکنش و اثر آلودگی‌های پنهان، زمان بهینه سمپاشی، امضای طیفی گیاهان آلوده برای تشخیص بیماری‌ها و آفات بندپا و دست‌ورزی داده‌ها[3] برای کاربردهای حین حرکت لازم است. اثر مدیریت مکان ویژه، روی همه‌گیری آفت طی فصول رشدی هم به‌منظور ارزیابی پایداری مفاهیم کنترل مکان- ویژه لازم است.

1. Sensors این کلمه بسته به محل استفاده آن، سنجنده یا حسگر ترجمه شده است (مترجم).
2. Asian soybean rust
3. Data handling

جدول۱ وضعیت فعلی کنترل گروه‌های مختلف آفات با استفاده از فناوری‌های حفاظت دقیق گیاهان

صفت	علف‌های هرز	نماتدها	حشرات	بیمارگرها
اندازه موجود زنده (mm)	۱۰-۱۰۰۰	۰٫۱-۱	۰٫۱-۱۰۰	۰٫۰۰۰۱-۱
تعداد چرخه در هر فصل	۱	۱-۵	۱-۸ (؟)	۱-۹ (؟)
تحرک	بسیار کم	کم	کم تا زیاد	زیاد
ناهمگنی مزرعه‌ای	XX (X)	XX (X)	X (X)	X (-)
تشخیص	افراد (XX)	علائم بیماری X(X)	نشانه‌های حضور افراد (X)	علائم بیماری (X)
شناسایی	XX	-	?	?
تعیین کمّیت	XX	(X)	(X)	(X)
پیش‌آگاهی	X (X)	X (X)		(X)
مدیریت داده‌ها	برون‌خط/برخط	برون‌خط		
روش کاربرد	XX (X)	X	(X)	(؟)

XX مرحله پیشرفته، X مراحل اولیه/ دانش متوسط، ؟ ناشناخته/ غیرعملی، - دانش کم

نوآوری‌های صنعتی آتی مثل حسگرهای شبکه‌ای بی‌سیم[1]، سنجنده‌های هواشناسی و نانوحسگرها برای ثبت وضعیت گیاه در راه هستند و انتظار می‌رود داده‌های مکان- ویژه درمورد شرایط گیاه و خاک را برای کشاورزان فراهم کنند. تشخیص و تعیین سطح آلودگی‌های روی گیاهان به‌وسیله حسگرهای نوری با قدرت زیاد، باید به ارزیابی خودکار[2] آفات در مزرعه کمک کند. سامانه‌های خودکاری که از حسگرها و هوش مصنوعی برای پیش‌بینی نیازهای گیاهان استفاده می‌کنند و مطابق آنها عمل می‌کنند تا حدوث اولیه آفات را بدون دخالت انسان کنترل کنند ممکن‌است در آینده نزدیک دردسترس باشند. در سال ۲۰۰۱، یک گروه تحقیقاتی در دانشگاه بن، آلمان، «استفاده از فناوری اطلاعات برای حفاظت دقیق گیاهان» را مطرح کرد، بودجه این طرح توسط DFG[3] تأمین شد در این طرح پتانسیل و محدودیت‌های مدیریت مکان- ویژه علف‌های هرز و بیمارگرها بررسی شد. این تیم تحقیقاتی در سال ۲۰۰۵ در «کنفرانس اروپایی کشاورزی دقیق» در اوپسالا[4]، سوئد یک کارگاه آموزشی در این زمینه سازمان‌دهی و در سال ۲۰۰۷، یک کنفرانس علمی در بن آلمان ارائه کردند. تعدادی از شرکت‌کنندگان افزایش علاقه علمی به حفاظت دقیق گیاهان و پیشرفت در توسعه راهبردها و ابزار مناسب برای حل مسائل و توسعه سامانه‌های مناسب برای کاربردهای مزرعه‌ای را مطرح کردند.

در این کتاب مهم‌ترین تحقیقات انجام‌شده در زمینه حفاظت دقیق گیاهان و پیشرفت‌های اخیر در کاربرد فناوری‌های مکان- ویژه برای مدیریت عملی علف‌های هرز، بندپایان، بیمارگرها و نماتدها همراه با مثال‌هایی از مزرعه مرور می‌شود. طیف وسیعی از فناوری‌های مدرن شامل: (۱) زیست‌شناسی و همه‌گیری‌شناسی آفات، (۲) فناوری حسگرهای جدید، (۳) کاربرد حسگرها در مقیاس‌های مختلف، (۴) تشخیص آفات روی گیاهان

1. Networked wireless sensors
2. Automated assessment
3. German Research Foundation
4. Uppsala

درحال‌رشد با استفاده از سنجنده‌ها، (۵) مدیریت داده‌ها، (۶) اثرات ناهمگنی آفات، و (۷) کنترل مکانیکی و شیمیایی آفات، در فصل‌های مختلف این کتاب بحث شده‌اند. مثال‌هایی از استفاده فناوری‌های کاربرد دقیق[1] در مدیریت علف‌های هرز، بندپایان و بیماری‌ها آورده شده‌اند که به کشاورزان امکان می‌دهند زمان سمپاشی و دوز پاشش را تغییر دهند و مخلوط آفت‌کش‌ها را بهینه‌سازی کنند یا شدت وجین مکانیکی را مطابق تنوع مکانی و زمانی علف‌های هرز تغییر دهند. سمپاش‌ها و ماشین‌های وجینی که ازطریق پایانه‌های کامپیوتری متصل به GNSS کنترل می‌شوند توضیح داده شده‌اند. به‌علاوه، الگوریتم‌های تصمیم برای تنظیم خودکار فناوری سمپاشی ارائه‌شده که مؤثرترین و انتخابی‌ترین روش کنترل در هر نقطه از مزرعه را تعیین می‌کند. در فصل‌های این کتاب نشان داده می‌شود که فناوری‌های حفاظت دقیق گیاهان روی IPM در گذشته تأثیر داشته و در آینده نیز مدیریت سلامت گیاهان را بهبود خواهند بخشید. فناوری‌هایی که اینجا معرفی خواهند شد موجب کنترل آفات، کاهش باقیمانده آفت‌کش‌ها، کاهش اثرات سوء بر زیست‌محیط، و تولید محصول بیشتر با هزینه کمتر خواهند شد.

بن، آلمان - ژانویه ۲۰۱۰
اریک کریستین ارک[2]
رولند گرهاردز[3]
گونتر منز[4]
ریچارد ای. سیکورا[5]

1. Precise application technologies
2. Erich-Christian Oerke
3. Roland Gerhards
4. Gunter Menz
5. Richard A. Sikora