

مدل شبیه‌سازی اپیدمیولوژی و آنالیز خسارت در گیاهان زراعی

پدیدآورندگان

سرمه‌ساواری
لائتسیا ویلیکس

برگردانندگان

حمیدرضا عشقی‌زاده

استادیار فیزیولوژی گیاهان زراعی

دانشگاه صنعتی اصفهان

نازنین پورسخی

کارشناس ارشد به‌زراعی تولید

دانشگاه صنعتی اصفهان



دانشگاه صنعتی اصفهان

برگزین

شماره کتاب ۱۴۷

گروه کشاورزی ۴۰

مدل شبیه سازی اپیدمیولوژی و آنالیز خسارت در گیاهان زراعی

پدیدآورندگان:	سرژ ساواری، لانتشیا ویلوکت
برگرداندگار:	حمیدرضا عشقی زاده، نازنین پورسخی
ویراستار علمی:	فرزاد مندلی
ویراستار ادبی:	افسانه سعادت
صفحه آربی:	عاطفه ملک زاده
طراح جلد:	مرضیه خردمند
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر:	مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ اول:	پاییز ۱۳۹۵
شمارگان:	جلد ۵۰۰
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۰۷-۳
قیمت:	ریال ۱۵۰۰۰
سرشناسه	Salary, S. and Laetitia Wilcoquet
عنوان و نام پدیدآور	مدل شبیه سازی اپیدمیولوژی و آنالیز خسارت در گیاهان زراعی / پدیدآورندگان: سرژ ساواری، لانتشیا ویلوکت؛ گردانندگان: حمیدرضا عشقی زاده، نازنین پورسخی.
مشخصات نشر	اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	دوازده، ۱۹۰ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	دانشگاه صنعتی اصفهان، مرکز نشر، ۱۳۹۷. گروه کشاورزی: ۴۰.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۰۷-۳
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتاب حاضر ترجمه مقاله ای با عنوان "Simulation Modeling in Botanical Epidemiology and Crop Loss Analysis" است.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	گیاهان زراعی -- بیماری ها و آفت ها
موضوع	گیاهان -- بیماری ها و آفت های همه گیر -- الگوهای ریاضی
موضوع	Plant diseases -- Epidemics -- Mathematical models
موضوع	گیاهان -- بیماری ها و آفت ها -- همه گیرشناسی
شناسه افزوده	Wilcoquet, Laetitia
شناسه افزوده	عشقی زاده، حمیدرضا، ۱۳۶۰ - مترجم، پورسخی، نازنین، ۱۳۵۸ - مترجم
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی اصفهان. مرکز نشر
رده بندی کنگره	۱۳۹۵/۲۴۰/۱/ SB۶
رده بندی دیویی	۶۳۲
شماره کتابشناسی ملی	۴۵۴۹۴۶۰

حق چاپ برای مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - مرکز نشر - کدپستی (۸۳۱۱۶-۸۴۱۵۶) تلفن: ۰۲۱-۳۳۹۱۲۵۵۹-۱۰ (۰۳۱) ۳۳۹۱۲۵۵۲. دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ برای خرید اینترنتی کلیه کتاب های منتشره مرکز نشر می توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی مرکز نشر واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمایید.

پیشگفتار مؤلفان

در طول سال‌های گذشته، مدل‌سازی به بخش جدایی‌ناپذیری از اپیدمیولوژی بیماری‌های گیاهی (اپیدمیولوژی گیاهی) تبدیل شده است. مدل‌سازی اپیدمیولوژی بیماری‌های گیاهی، مانند سایر زمینه‌های تحقیقاتی، اهداف بسیار متفاوتی را دنبال می‌کند، که شامل استفاده از داده‌های موجود برای شناسایی فرآیندهای اپیدمیولوژیکی؛ پیش‌بینی الگوهای اپیدمیولوژیکی؛ توسعه چارچوب‌های علمی برای دستیابی به داده‌های مورد نظر؛ سازمان‌دهی دانش اپیدمیولوژیک برای شناسایی نقاط ضعف یا خلأ دانش و طراحی آزمایش‌هایی برای آزمودن یک تئوری یا نظریه می‌باشد.

تعداد روش‌های مدل‌سازی که در اپیدمیولوژی بیماری‌های گیاهی به کار می‌روند، به سرعت در حال افزایش است. این در حالی است که هدف این مجموعه بررسی تمام این روش‌ها نیست، بلکه بر اهمیت ارتباط بین مدل‌سازی و دستیابی به داده‌های مورد نظر تأکید کرده و آن را برجسته می‌کند. مدل‌ها برای دستیابی به یک یا چند مورد از اهدافی که در قسمت بالا به آن اشاره شد، نیاز به دسترسی به داده‌های قابل‌ذخیره دارند. دسترسی به این داده‌ها برای تکمیل و ارزیابی مدل‌ها نیز الزامی است.

با این حال، به نظر می‌رسد زمانی که اپیدمیولوژی بیماری‌های گیاهی به عنوان یک زمینه تحقیقاتی توسعه می‌یابد، ارتباط بین اپیدمیولوژیست‌های که در مزرعه داده‌ها را جمع‌آوری می‌کنند و طراحان اپیدمیولوژیک که توسعه مدل‌ها را بر عهده دارند، گسسته می‌شود. بنابراین این نقطه ضعف، باید برطرف شود، زیرا داده‌ها باید بر مبنای درکی درست از اهداف و روش‌های مدل‌سازی جمع‌آوری شود. به عبارت دیگر، تکمیل مدل به درک صحیحی از واقعیت‌ها در شرایط مزرعه نیاز دارد.

بنابراین، هدف این مجموعه کاهش فاصله اطلاعاتی بین ناظران در مزرعه و مدل‌سازان است. در بین طیف گسترده‌ای از روش‌های موجود، روشی انتخاب می‌شود که نتایج آن به شکل تصویری قابل‌ارایه بوده و تا حد ممکن به محاسبات کمی نیاز داشته باشد. چنین روشی

محقق را قادر می‌سازد که روی مفاهیم تمرکز کرده و نتایج مطالعه‌های انجام‌شده را به اشتراک بگذارد. بنابراین، روش شبیه‌سازی مکانیزم‌گرا به‌عنوان ابزاری برای بررسی تغییرهای ایدمی بیماری‌های گیاهی و ارزیابی تأثیر آنها بر عملکرد گیاه زراعی انتخاب می‌شود.

سرژ ساواری

لایتینا ویلوکت

مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج^۱، فیلیپین، ژوئن ۲۰۱۱

مؤسسه ملی تحقیقات زراعی^۲، فرانسه، نوامبر ۲۰۱۲

www.ketab.ir

پیش‌گفتار مترجمان

طبق آمار سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی (فائو)، مقدار خسارت‌های آفت و بیماری‌های گیاهی به محصولات کشاورزی دنیا به طور میانگین ۴۲/۱ درصد است که در ایران نیز نزدیک به همین میزان می‌باشد. در عصر حاضر با پیشرفت‌های صورت گرفته در علوم مختلف، سطح آگاهی‌های قابل‌دسترس در رابطه با جنبه‌های مختلف وقوع یک پدیده افزایش یافته است. این امر در مورد رشد و نمو گیاهان زراعی و مواجه آنها با خسارت‌های ناشی از عوامل زیستی و غیرزیستی نیز صادق است. در این میان، بهره‌گیری از مدل‌های شبیه‌سازی، امکان تلفیق اطلاعات گوناگون موجود در مورد وقوع یک رویداد را فراهم می‌کند و نیز سطح آگاهی و دانش ما را در ارتباط با بخش‌های غیر شفاف آن بالاتر می‌برد. از سوی دیگر، شناخت جزئیات یک سیستم بیماری‌زای زراعی شامل: عامل بیماری‌زا-محیط و گیاه زراعی، امکان افزایش مقاومت به آفت و بیماری‌ها در گیاه میزبان و مدیریت کارآمدتر آنها را فراهم می‌کند و در کاهش خسارت ناشی از این عوامل موثر خواهد بود. با وجود اهمیت این موضوع منابع علمی قابل‌دسترس به زبان فارسی در رابطه با مدل شبیه‌سازی بیماری‌ها و آفات محدود بوده و خلأ ناشی از آن مشهود است. در این راستا، می‌توان به نوع نگرش نگارندگان این مجموعه که تلاش داشته‌اند از ابزار مدل‌سازی به شکلی ساده و کاربردی در راستای شناخت و مدیریت خسارت اپیدمی بیماری و تأثیر آن بر رشد و نمو گیاه زراعی استفاده کنند، بر آن شدید که به ترجمه آن بپردازیم.

این کتاب، می‌تواند برای دانشجویان رشته‌ها و گرایش‌های مختلف کشاورزی و تولیدهای گیاهی، گیاه‌پزشکی، فیزیولوژی گیاهان زراعی، مدل‌سازی گیاهان زراعی، اگرواکولوژی و کارشناسان و پژوهشگران کشاورزی در سطوح تحقیقاتی، آموزشی و تربیتی قابل استفاده باشد. با وجود تمام تلاش‌های انجام‌شده در زمینه حفظ امانت‌داری و ترجمه روان مطالب این کتاب خالی از اشکال نیست. امیدواریم خوانندگان عزیز بر ما منت نهاده و در اسرع وقت، نواقص و نظرهای سازنده خود را در اختیار مترجمان قرار دهند. پیشاپیش از همدلی صمیمانه شما، کمال سپاسگزاری را داریم.

در پایان از سرکار خانم دکتر فریمه رحیمی به دلیل همکاری در بازبینی متن و مشارکت صمیمانه و مؤثر در ویرایش متن، از صفحه‌آرا و طراح با ذوق جلد کتاب، سرکار خانم عاطفه ملک‌زاده، ویراستار علمی کتاب جناب آقای دکتر فرزاد مندنی، ویراستار ادبی سرکار خانم افسانه سعادت و همکاران محترم انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان به ویژه جناب آقای دکتر بهرام شریف‌نبی ریاست محترم اداره انتشارات، همچنین از دوست گرانقدر جناب آقای دکتر قباد شعبانی به دلیل راهنمایی‌های ارزنده سپاسگزاری کرده و از دانشجویان محترم گروه

زراعت دانشکده کشاورزی، خانم افسانه نعمت پور و آقای محمد رضایی به دلیل بازخوانی متن و ارایه نظریه‌ها سازنده قدردانی می‌شود.

حمید رضا عشقی‌زاده

نازنین پورسخی

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی

دانشگاه صنعتی اصفهان، شهریور ۱۳۹۵

www.ketab.ir

فهرست مطالب

- ۱: مدل‌های شبیه‌سازی: چرا؟ چه کسی؟ چه زمانی؟
- ۱-۱ مقدمه ۱
- ۱-۲ چرا از مدل‌های شبیه‌سازی استفاده می‌کنیم؟ ۱
- ۱-۳ کاربران مدل‌های شبیه‌سازی چه کسانی هستند؟ ۳
- ۱-۴ چه زمانی از مدل‌های شبیه‌سازی استفاده کنیم؟ ۴
- ۱-۵ خلاصه ۴
- منابع مورد استفاده ۶
- ۲: سیستم‌ها، مدل‌ها و شبیه‌سازی ۷
- ۲-۱ تعاریف ۷
- ۲-۲ گزاره و نکته قابل توجه مقدماتی ۹
- ۲-۳ انتگرال‌گیری عددی و تحلیلی؛ نمونه‌ای از رشد نمایی ۹
- ۲-۴ علایم فورستر و نحوه ترکیب دستوری ۱۴
- ۲-۵ ابعاد ۱۶
- ۲-۶ ثابت زمانی و مرحله انتگرال‌گیری ۱۸
- ۲-۷ خلاصه ۱۹
- منابع مورد استفاده ۲۰
- منابع برای مطالعه بیشتر ۲۰
- تمرین‌ها و پرسش‌ها ۲۱
- پاسخ‌ها ۲۲
- ۳: نمونه‌های مقدماتی از مدل‌های شبیه‌سازی ۲۳
- ۳-۱ مقدمه ۲۳
- ۳-۲ رشد نمایی ۲۴

۲۶	۳-۳ تغییر در پارامتر مدل رشد نمایی
۲۷	۴-۳ معرفی یک متغیر محرک؛ مدل رشد نمایی با سرعت رشد نسبی متغیر
۲۹	۵-۳ محدودیت رشد - خلاصه‌ای از دیدگاه بیماری‌شناسی گیاهی
۳۲	۶-۳ خلاصه
۳۳	منابع مورد استفاده
۳۳	منابع برای مطالعه بیشتر
۳۴	تمرین‌ها و پرسش‌ها
۳۵	پاسخ‌ها
۳۷	۴: نمونه‌ای از مدل اپیدمیولوژیک اولیه
۳۷	۴-۱ مقدمه
۳۹	۴-۲ اجزای یک مدل اپیدمیولوژیک اولیه
۴۰	۴-۳ توابع اصلی مدل
۴۲	۴-۴ تعیین مقادیر اولیه پارامترهای مدل
۴۳	۴-۵ ترسیم تصویر شماتیک مدل
۴۴	۴-۶ ارزیابی مدل: اجرای اول
۴۵	۴-۷ شناسایی رفتار مدل
۴۷	۴-۸ بازنگری فرضیه‌ها
۵۰	۴-۹ مدل اولیه در یک مفهوم گسترده‌تر
۵۰	۴-۹-۱ سرعت پایه آلودگی
۵۱	۴-۹-۲ تعداد تولید مثل پایه
۵۱	۴-۹-۳ ارتباط R_0 و R_c
۵۲	۴-۱۰ نظریه "میدان میانگین"
۵۳	۴-۱۱ شبیه‌سازی
۵۳	۴-۱۲ خلاصه
۵۴	منابع مورد استفاده
۵۵	منابع برای مطالعه بیشتر
۵۶	تمرین‌ها و پرسش‌ها
۵۶	پاسخ‌ها
۵۷	پیوست ۴-۱ فهرست جزئیات برنامه EPIDEM

۵: یک مدل اپیدمیولوژیک: رشد و پیری گیاه زراعی ۵۹

۱-۵ مقدمه ۵۹

۲-۵ افزودن مؤلفه‌ها (فرضیه‌ها) به مدل ۵۹

۳-۵ بررسی رفتار مدل ۶۳

۴-۵ اثر سرعت‌های متفاوت رشد گیاه زراعی ۶۴

۵-۵ اثر ضریب تکثیر روزانه یا DMFR ۶۶

۶-۵ مدل‌سازی پیری به شیوه‌ای متفاوت ۶۷

۷-۵ رنگ فرضیه‌ها ۶۸

۸-۵ چشم‌انداز ۷۰

۹-۵ شبیه‌سازی ۷۰

۱۰-۵ خلاصه ۷۰

منابع مورد استفاده ۷۲

منابع برای مطالعه بیشتر ۷۲

تمرین‌ها و پرسش‌ها ۷۳

پاسخ‌ها ۷۳

پیوست ۱-۵ فهرست جزئیات برنامه EPIDEMGRO ۷۴

۶: مدل‌سازی آثار مقاومت گیاه میزبان نسبت به ۷۵

۱-۶ مقدمه ۷۵

۲-۶ ماهیت مقاومت گیاه میزبان ۷۵

۳-۶ اجزای مقاومت: تعاریف عمومی و عملیاتی ۷۷

۴-۶ تعاریف عددی و عملیاتی از اجزای مقاومت ۷۸

۵-۶ تعاریف عملیاتی اجزای مقاومت در مدل شبیه‌سازی ۸۱

۶-۶ پیاده‌سازی اجزای مقاومت در یک مدل شبیه‌سازی ۸۲

۷-۶ نکته‌های مهم ۸۴

۸-۶ آثار شبیه‌سازی‌شده اجزای مقاومت ۸۶

۹-۶ اعمال اثر تنوع عامل بیماری‌زا یا پاتوژن ۸۹

۱۰-۶ چشم‌اندازها و چالش‌ها ۹۱

۱۱-۶ شبیه‌سازی ۹۲

۱۲-۶ خلاصه ۹۲

۹۳	منابع مورد استفاده
۹۵	تمرین‌ها و پرسش‌ها
۹۵	پاسخ‌ها
۹۶	پیوست ۶-۱ فهرست جزییات برنامه EPIDEMRES
۹۷	مطالعه آزاد (۱): چه مواردی تاکنون نادیده گرفته شده است؟
۹۹	توجه به الگوهای متعدد اپیدمیک
۱۰۰	اهمیت حیاتی برهمکنش مکان-زمان
۱۰۳	منابع مورد استفاده
۱۰۴	منابع برای مطالعه بیشتر
۱۰۵	مطالعه آزاد (۲)
۱۰۸	منابع مورد استفاده
۱۰۸	منابع برای مطالعه بیشتر
۱۱۱	۷: مدل‌سازی رشد گیاهان زراعی: معرفی GENECROP به عنوان یک چارچوب
۱۱۱	۱-۷ مقدمه
۱۱۱	۲-۷ مفهوم RI-RUE (کارایی مصرف تشعشع ریافتی)
۱۱۳	۳-۷ سیستم و ساختار مدل
۱۱۸	۴-۷ نمو گیاه زراعی
۱۱۹	۵-۷ فتوسنتز
۱۲۰	۶-۷ تسهیم آسیمیلات‌ها
۱۲۱	۷-۷ پیری برگ
۱۲۲	۸-۷ تجمع و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای
۱۲۲	۹-۷ روند پنجه زنی (یا ساقه‌دهی)
۱۲۳	۱۰-۷ پارامترهای مدل
۱۲۴	۱۱-۷ شبیه‌سازی‌ها
۱۲۶	۱۲-۷ نتیجه‌گیری
۱۲۶	۱۳-۷ خلاصه
۱۲۸	منابع مورد استفاده
۱۲۹	منابع برای مطالعه بیشتر
۱۳۰	تمرین‌ها و پرسش‌ها

پاسخ‌ها.....	۱۳۰
پیوست ۷-۱ فهرست جزئیات برنامه GENE CROP.....	۱۳۱

۸: مدل‌سازی کاهش عملکرد ناشی از آفت‌ها، ساختار GENEPEST..... ۱۳۵

۱-۸ مقدمه.....	۱۳۵
----------------	-----

۲-۸ مفاهیم و تعاریف مربوط به سطوح عملکرد؛ شرایط تولید و خسارت‌ها.....	۱۳۷
---	-----

۳-۸ مفهوم سازوکارهای خسارت.....	۱۴۰
---------------------------------	-----

۴-۸ آفت‌ها بر رشد گیاه زراعی با استفاده از مفهوم RI-RUE.....	۱۴۲
--	-----

۵-۸ یک مدل ساده شبیه‌سازی رشد گیاه زراعی برای رشد و عملکرد واقعی، آفت عملکرد GENEPEST.....	۱۴۳
--	-----

۵-۱ راحل شبیه‌سازی آفت عملکرد و خروجی‌های احتمالی.....	۱۴۳
--	-----

۶-۸ اعمال سازوکارهای خسارت در مدل رشد یک گیاه زراعی.....	۱۴۴
--	-----

۷-۸ کاهنده‌های نور.....	۱۴۵
-------------------------	-----

۸-۸ تسریع‌کننده‌های پیری برگ مصدق‌کننده‌های بافت برگ.....	۱۴۶
---	-----

۹-۸ کاهنده‌های سرعت فتوسنتز.....	۱۴۷
----------------------------------	-----

۱۰-۸ مکندگی‌های فرآورده‌های فتوسنتزی.....	۱۴۹
---	-----

۱۱-۸ کاهنده‌های فشار آماس (کاهش‌دهنده‌های فشار تورژسانس).....	۱۵۰
---	-----

۱۲-۸ پارامترهای مدل برای سازوکارهای خسارت.....	۱۵۱
--	-----

۱۳-۸ اعمال مدل برای خسارت آفت‌ها.....	۱۵۲
---------------------------------------	-----

۱۴-۸ شبیه‌سازی‌ها.....	۱۵۳
------------------------	-----

۱۵-۸ خلاصه.....	۱۵۳
-----------------	-----

منابع مورد استفاده.....	۱۵۴
-------------------------	-----

تمرین‌ها و پرسش‌ها.....	۱۵۶
-------------------------	-----

پاسخ‌ها.....	۱۵۶
--------------	-----

پیوست ۸-۱ فهرست جزئیات برنامه مدل GENEPEST.....	۱۵۸
---	-----

۹: مدل‌های آفت‌های برنج (RICEPEST) و گندم (WHEATPEST)..... ۱۶۳

۱-۹ مقدمه.....	۱۶۳
----------------	-----

۲-۹ سازوکارهای خسارت برای مجموعه‌ای از آفت‌ها در گیاه برنج.....	۱۶۴
---	-----

۳-۹ سازوکارهای خسارت برای مجموعه‌ای از آفت‌ها در گندم.....	۱۶۵
--	-----

۴-۹ آب و هوا.....	۱۶۷
-------------------	-----

۱۶۸	۵-۹ اعمال خسارت
۱۶۸	۶-۹ شبیه سازی با مدل RICEPEST و WHEATPEST
۱۶۹	۷-۹ خلاصه
۱۷۰	منابع مورد استفاده
۱۷۲	پیوست ۱-۹ فهرست جزییات برنامه RICEPEST
۱۷۷	پیوست ۲-۹ فهرست جزییات برنامه WHEATPEST
۱۸۳	۱۰: معانی، کاربردها و محدودیت های مدل های شبیه سازی
۱۸۳	۱۰-۱، ۱۰-۲، ۱۰-۳
۱۸۳	۱۰-۱، ۱۰-۲، ۱۰-۳
۱۸۵	۱۰-۳ تکامل مدل ها
۱۸۶	۱۰-۴ کاربردهای شبیه سازی
۱۸۹	منابع مورد استفاده