



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات گیاه پروری کشور

دستورالعمل فنی

مدیریت بیماری بادزدگی سیب زمینی

محمدعلی آقاجانی

شماره فروست

۵۷۱۲۴

۱۳۹۸



موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

عنوان دستورالعمل: مدیریت بیماری بادزدگی سیب زمینی
عنوان پروژه های منتج به دستورالعمل

عنوان پروژه	شماره پروژه
ارزیابی مدل پیش آگاهی بیماری بادزدگی فیتوفترایی سیب زمینی در استان گلستان	۰۲-۵۷-۱۶-۹۴۱۵۴

نگارنده: محمدعلی آقاجانی

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نوع: دستورالعمل فنی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۸



چکیده

بادزدگی یا سفیدک کرکی ناشی از *Phytophthora infestans* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های سیب‌زمینی در دنیا و مناطق مرطوب ایران است که یک تهدید جدی اقتصادی در کشورهای مهم تولیدکننده‌ی سیب‌زمینی به‌شمار می‌آید و در مناطقی که فشار بیماری زیاد است، استفاده از قارچکش‌ها در مراحل مختلف بیماری معمول است. خسارت متوسط سالانه‌ی بیماری بادزدگی در کشورهای در حال توسعه، حدود ۱۵ درصد است. در ایران، بیماری در استان‌های شمالی، خوزستان و اردبیل، که شرایط محیطی برای توسعه‌ی بیماری مساعد است، از دیرباز طغیان بیماری دیده شده و مبارزه شیمیایی جهت کنترل آن صورت می‌گیرد. مدیریت بیماری بادزدگی سیب‌زمینی با استفاده از ارقام مقاوم، رعایت تناوب با گیاهان غیر میزبان، بهداشت زراعی، کنترل شیمیایی انجام می‌شود. برای تعیین لزوم استفاده از قارچکش‌ها و زمان مناسب سمپاشی، بیش از ۲۰ مدل در نقاط مختلف دنیا برای پیش‌آگاهی این بیماری ساخته شده است. متغیر پیشگوی اصلی با عنوان FTHP، ترکیبی از میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی و جمع بارش و تعداد روزهای بارانی ۳ تا ۷ روز قبل است. منحنی تغییرات مقدار تجمعی این متغیر از ابتدای فروردین ماه ترسیم می‌شود و پس از مقایسه‌ی مقدار نهایی آن از نیمه‌ی فروردین با متوسط تجمعی متغیر در سال‌های طغیانی و بدون بیماری، وضعیت بیماری در آن سال مشخص شده، احتمال بروز بیماری به‌صورت طغیانی مشخص می‌گردد. نتیجه‌ی پیش‌آگاهی حداقل یک هفته قبل از وقوع بیماری مشخص شده، از طریق رسانه‌های مختلف صوتی، تصویری و متنی به اطلاع کارشناسان و بهره‌برداران می‌رسد.



موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، بادزدگی، فیتوفترا، کنترل شیمیایی،
پیش‌آگاهی



مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) مهم‌ترین ماده‌ی غذایی غیر غله‌ی دنیاست و در سال ۲۰۱۷ سطح زیر کشت و تولید سیب‌زمینی در دنیا به‌ترتیب بیش از ۱۹/۳ میلیون هکتار و ۳۸۸/۲ میلیون تن بوده و در سال ۱۳۹۶، سطح زیر کشت و تولید سیب‌زمینی در ایران به‌ترتیب بیش از ۱۴۶/۵ هزار هکتار و ۵/۱ میلیون تن بوده است (FAOSTAT). به این ترتیب، سطح زیر کشت و تولید سیب‌زمینی ایران به‌ترتیب معادل ۰/۸ و ۱/۳ درصد دنیا بوده است. سطح زیر کشت و تولید سیب‌زمینی استان گلستان به‌ترتیب بیش از ۶/۵ هزار هکتار و ۲۱۲ هزار تن بوده است که در هر دو مورد، معادل بیش از ۴ درصد کشور بوده است (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۶).

بازدگی یا سفیدک کرکی ناشی از قارچ *Phytophthora infestans*، مهم‌ترین بیماری خسارت‌زای سیب‌زمینی و یکی از خسارت‌زاترین بیماری‌های گیاهی است که در شرایط محیطی مساعد برای توسعه‌ی بیمارگر و عدم مهار آن می‌تواند ظرف چند روز، تمام قسمت‌های هوایی گیاه (برگ‌ها، ساقه و شاخه‌ها) را به‌طور کامل از بین ببرد و حتی غده‌ها را نیز دچار خسارت نماید. بازدگی یک تهدید جدی اقتصادی در کشورهای مهم تولیدکننده‌ی سیب‌زمینی به‌شمار می‌آید و در مناطقی که فشار بیمار زیاد است، سمپاشی چندباره با قارچکش‌ها معمول می‌باشد (بی‌نام، ۲۰۱۹).

بر اساس برآورد مرکز بین‌المللی سیب‌زمینی (CIP)، خسارت متوسط سالانه‌ی بیماری بازدگی در کشورهای در حال توسعه، حدود ۱۵ درصد است و از آنجایی که حدود یک سوم سیب‌زمینی دنیا در کشورهای در حال توسعه تولید می‌شود، بنابراین خسارت سالیانه‌ی بیماری، معادل ۱۳/۷۵



میلیون تن می‌باشد و اگر قیمت جهانی سیب‌زمینی را ۲۰۰ دلار برای هر تن در نظر بگیریم، این خسارت معادل ۲/۷۵ میلیارد دلار خواهد شد (بی‌نام، ۲۰۱۹).

از زمان ورود بیماری به کشور و میزان خسارت آن، گزارش دقیقی وجود ندارد، اما در برخی مناطق سیب‌زمینی کاری کشور، نظیر استان‌های شمالی و اردبیل، که شرایط محیطی برای توسعه‌ی بیماری مساعد است، از دیرباز طغیان بیماری دیده شده و یک یا چندبار سمپاشی برای مهار بیماری، به یک رسم و عرف تبدیل شده است (سهیلی مقدم، ۱۳۹۳؛ سهیلی مقدم و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به سرعت بالای پیشرفت بیماری و قدرت بالای خسارت‌زایی آن، برخی از سمپاشی‌ها به صورت ناآگاهانه و بر اساس نگرانی از خسارت احتمالی بیماری انجام می‌شود و این در حالی است که در بعضی موارد نیاز به محلول‌پاشی نبوده است؛ لذا تنها روش تعیین زمان مناسب کنترل شیمیایی بیماری و جلوگیری از سمپاشی‌های غیر ضروری، استفاده از یک سیستم پیش‌آگاهی می‌باشد.

بسیاری از برنامه‌های پیش‌آگاهی برای بهبود استفاده از قارچ‌کش‌ها در نقاط مختلف دنیا توسعه یافته‌اند (کورنل و همکاران، ۱۹۹۱). اغلب این مدل‌ها، زمان مناسب اولین سمپاشی با قارچ‌کش‌های محافظتی در هر فصل را تعیین می‌کنند. این بیماری از سال‌های دور در منطقه‌ی گرگان وجود داشته، طغیان‌های بیماری در برخی سال‌ها دیده شده است و موجب شده تا حتی بیش از سه مرتبه سمپاشی برای کنترل بیماری انجام شود. با توجه به سطح متوسط ۵۰۰۰ هکتار اراضی مورد کشت این محصول در شهرستان گرگان و روال فعلی حاکم بر مزارع، یعنی حداقل یک بار سمپاشی عمومی، میزان صرفه‌جویی اقتصادی و کاهش مضرات زیست محیطی



حاصل از عدم سمپاشی که با استفاده از پیش بینی درست بیماری حاصل می شود، قابل ملاحظه خواهد بود.

بیشترین تلاش برای پیش آگاهی بیماری های گیاهی، در مورد بیماری بادزدگی سیب زمینی انجام شده است. این بیماری دارای اهمیت معاصر و تاریخی است و سیستم های پیش آگاهی متعددی در هلند، فرانسه، آلمان، روسیه، انگلستان، اسکاتلند، ایرلند، استرالیا، آمریکا و کانادا توسعه یافته است. تحقیقات اولیه در ایالات متحده توسط محققان سرویس تحقیقات کشاورزی وزارت کشاورزی آمریکا به عنوان بخشی از «سرویس اخبار سفیدک داخلی» به دنبال طغیان شدید بادزدگی گوجه فرنگی در سال ۱۹۴۶ انجام شد. یک فرض مقدماتی و عمومی در پیش آگاهی این بیماری این است که زادمایه *P. infestans* به اندازه ی کافی برای آغاز یک طغیان وجود دارد (یکی از اجزای مثلث بیماری) و شرط اصلی تعیین کننده در بروز طغیان، مساعد بودن شرایط محیطی است (کمبل و مدن، ۱۹۹۰). مقاومت ارقام نیز یکی از روش های موثر مدیریت بیماری است، اما طی ده سال اخیر، به دلیل ظهور نژادهای جدید، کارایی این روش کاهش یافته است و بیشتر ارقام مقاوم نیز مبتلا به بیماری شده اند (لال و همکاران، ۲۰۱۸).

داده های دما، رطوبت نسبی و ریزش باران طی هر فصل زراعی، برای پیش بینی طغیان و ساختن مدل های پیش آگاهی برای بیماری مورد استفاده قرار گرفته است. سیستم های اولیه ی پیش آگاهی مورد استفاده در بادزدگی عبارتند از: سیستم هایر (شومان و دی آرسی، ۲۰۰۵)، سیستم والین و بلایت کست (که دو سیستم قبلی را در هم ادغام کرده است) (کراوز و همکاران، ۱۹۷۵).



در وب سایت مدیریت تلفیقی آفات (IPM) دانشگاه کالیفرنیا، دیویس، ۱۶ مدل پیش آگاهی برای بیماری بادزدگی سیب زمینی شرح داده شده است که دما و رطوبت نسبی هوا و مقدار بارش، مهم ترین متغیرهای استفاده شده در آن ها بوده است (بی نام، ۲۰۱۲).

آقاجانی (۱۳۹۱) برای بررسی احتمال وقوع بیماری، ۲۴ متغیر آب و هوایی طی ۶ دوره ی زمانی (دهه ی اول، دهه ی دوم، دهه ی سوم، بیست روز اول و بیست روز آخر فروردین ماه) را مورد مطالعه قرار داد. پس از مقایسه ی مدل های آماری ساخته شده، مشخص شد که استفاده از داده های هواشناسی کل فروردین ماه نسبت به سایر دوره ها برای مدل سازی مناسب تر است و چهار مدل دومتغیره با استفاده از متغیرهای میزان بارندگی (P)، تعداد روزهای بارانی (R)، حداکثر نسبی دما (Tax) و رطوبت نسبی هوا (RHax) ساخته شد که از صحت کلی ۸۰-۱۰۰ درصد و ضریب تبیین ۹۹/۹۹ درصد برخوردار بودند.

به منظور بررسی کارایی مدل های خارجی در شرایط استان گلستان، توان پیش بینی دو مدل هایر و والین در شرایط منطقه ی گرگان با استفاده از داده های آب و هوایی ده سال اخیر و روش های آماری رگرسیون لجستیک و آنالیز تشخیصی مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز متغیرهای این مدل ها نشان داد که بین متغیرهای مخصوص این دو مدل و وقوع بیماری، رابطه ی معنی داری وجود ندارد، اما تغییر آستانه ی مقدار بارش در مدل هایر و رطوبت نسبی در مدل والین توانست ارتباط معنی داری با وقوع بیماری ایجاد نماید (آقاجانی، ۱۳۹۴).

برای نیل به یک مدل پیش آگاهی، مقایسه ی آماره های به دست آمده در سه روش مختلف آماری برای ۲۲ متغیر آب و هوایی مشخص نمود که متغیرهای FT (روز مساعد بر اساس دما)، FTP (روز مساعد بر اساس دما



و بارش) و FTHP (روز مساعد بر اساس دما، رطوبت نسبی و بارش) دارای قوی ترین ارتباط با وقوع یا عدم وقوع بیماری بودند. به همین دلیل، مدل نهایی پیش آگاهی بیماری با عنوان GolPhyto معرفی گردید که شامل سه نسخه‌ی مختلف (بر اساس متغیرهای یادشده) بود. مقایسه‌ی این سه متغیر بر اساس وقوع یا عدم وقوع بیماری نشان داد که تفاوت مقادیر این متغیرها در سال‌های دارای بیماری و بدون بیماری کاملاً مشخص شده بود. جهت تعیین دقیق تر این اختلاف، معادله‌ی پیش‌بینی احتمال طغیان‌های بیماری بر اساس دو روش تجزیه‌ی تابع تشخیص و رگرسیون لجستیک تعیین گردید (آقاجانی، ۱۳۹۳).

متغیر FTHP قوی ترین رابطه را با وقوع یا عدم وقوع بیماری داشت و میانگین مقدار این متغیر در سال‌های بدون بیماری و دارای بیماری به ترتیب ۸۵ و ۱۴۶/۳ و دامنه‌ی این متغیر نیز به ترتیب ۶۷/۱ تا ۱۰۲/۹ و ۱۳۳/۱ تا ۱۵۹/۵ بوده است. به این ترتیب می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که در سال‌هایی که مقدار متغیر FTHP کم‌تر از ۱۰۳ بوده، بیماری در آن سال ظاهر نشده است، اما در صورت بالاتر بودن مقدار این متغیر از ۱۳۰، بیماری در آن سال ظاهر شده است. بر اساس حدود اطمینان نمودار مدل برازش یافته در روش رگرسیون لجستیک، عدد ۱۲۹ برای این متغیر به عنوان سطح تمایز بین سال‌های دارای و بدون بیماری مشخص شد.

مدل ساخته شده طی سه سال زراعی (از ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷)، مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گرفت و ضرایب معادله‌های ریاضی، به‌روزرسانی شد. طی این سه سال، نتایج پیش‌بینی طغیان بیماری، از طریق نامه رسمی به سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان ارایه شد تا از طریق ترویج، به کشاورزان سیب‌زمینی کار انتقال یافته، آمادگی لازم جهت مقابله با بیماری را در آنان ایجاد نماید.



دستورالعمل

برای مدیریت بیماری بادزدگی سیب زمینی از روش های زیر می توان استفاده نمود:

۱- استفاده از ارقام مقاوم:

هرچند که تاکنون تحقیقی در زمینه ی تعیین میزان مقاومت ارقام موجود در کشور نسبت به بیماری بادزدگی انجام نشده، اما نتایج مشاهدات و تجربیات حاصل از بازدیدهای سال های اخیر نشان می دهد که واکنش ارقام موجود در استان در برابر این بیماری با نتایج ثبت شده در سایر نقاط کشور (حسن پناه و همکاران، ۱۳۹۳) متفاوت بوده، به صورت زیر است:

- حساس: آریندا، اسپرینت، ساتینا، برون، مارلا، آلما و دایفلا
- نیمه حساس: کوزیما، سانته، مارفونا، بامبا، دراگا، میلوا و راموس
- نیمه مقاوم: آگریا، جلی، سانتانا، فونتانا و کایزر

۲- کنترل زراعی:

- رعایت تناوب با گیاهان غیر میزبان (نظیر غلات و دانه های روغنی)
- کشت ارقام زودرس
- رعایت فاصله ی ردیف و بوته ها برای برقراری تهویه مناسب
- برداشت محصول پس از پینه بستن غده ها
- برش نزدن غده های بذری و در صورت برش زدن، تاخیر در کاشت تا پینه بستن سطح بریده شده
- حذف شاخ و برگ با استفاده از سر زنی در اواخر دوره رشد



- خارج کردن غده‌های پوسیده و نیمه‌پوسیده از خاک پس از برداشت و حذف آنها

۳- استفاده از نتایج مدل پیش‌آگاهی

متغیر پیشگوی اصلی مدل پیش‌آگاهی بیماری بادزدگی سیب‌زمینی (GolPhyto) با عنوان FTHP، ترکیبی از میانگین دما، میانگین رطوبت نسبی و جمع بارش و تعداد روزهای بارانی ۳ تا ۷ روز قبل است. در تعریف روز مساعد بر اساس متغیرهای آب و هوایی، دمای کمینه، بهینه و بیشینه باید بیش از ۱۴ و کمتر از ۱۷/۶ و ۲۳ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی کمینه، بهینه و بیشینه باید ۵۹، ۷۴ و ۹۰ درصد و جمع بارش طی پنج روز قبل باید بیش از ۲/۵ میلی‌متر و تعداد روزهای بارانی طی سه روز قبل باید بیش از ۲/۵ باشد. این محاسبات از ابتدای فروردین شروع می‌شود و نمرات هر روز با روزهای قبل جمع می‌شود. منحنی تغییرات مقدار تجمعی این متغیر ترسیم می‌شود و پس از مقایسه‌ی مقدار نهایی آن از نیمه‌ی فروردین با متوسط تجمعی متغیر در سال‌های طغیانی و بدون بیماری، وضعیت بیماری در آن سال مشخص شده، احتمال بروز بیماری به‌صورت طغیانی مشخص می‌گردد.

به‌طور خلاصه، اگر بعد از فروردین ماه، یک روز با شرایط هوای زیر وجود داشته باشد، می‌توان آن را به عنوان یک روز مساعد برای توسعه‌ی بیماری بادزدگی در نظر گرفت:

- دمای کمینه‌ی بالاتر از ۱۴ درجه
- دمای متوسط کمتر از ۱۷/۶ درجه
- دمای بیشینه‌ی کمتر از ۲۳ درجه
- رطوبت نسبی کمینه‌ی بیش از ۵۹ درصد



- رطوبت نسبی متوسط بیش از ۷۴ درصد
- رطوبت نسبی بیشینه‌ی بیش از ۹۰ درصد
- بارش طی سه روز قبل، بیش از ۲/۵ میلی‌لیتر

هر کدام از شرایط فوق را می‌توان معادل یک نمره‌ی مثبت در نظر گرفت، بدین صورت که در صورت برقرار بودن شرط‌های یادشده، جمع نمره‌ی آن روز به ۸+ خواهد رسید؛ در حالی که اگر شرط‌های مربوط به رطوبت نسبی، دمای کمینه و بارش برقرار نبود، نمره‌ی صفر و در صورت برقرار نبودن شرط‌های دمای متوسط و بیشینه، نمره‌ی ۱- برای آن‌ها لحاظ خواهد شد. بدین ترتیب، جمع نمرات این متغیرها برای هر روز، از ۲- تا ۸+ در تغییر است و این نمره، میزان مساعد بودن هوای آن روز برای توسعه‌ی بیماری را نشان می‌دهد. جمع نمرات از روز اول فروردین ماه آغاز می‌شود و در صورتی که تا تاریخ ۲۵ فروردین ماه، جمع نمرات روزانه به ۱۰۰ برسد، می‌توان پیش‌بینی نمود که در هفته‌ی اول اردیبهشت ماه (یعنی ۷ تا ۱۰ روز بعد)، علائم بیماری در منطقه ظاهر شود.

محاسبات ساده‌ی فوق، تخمین نسبتاً مناسب و قابل اعتمادی از وضعیت بیماری را برای ما ایجاد خواهد کرد؛ اما برای پیش‌بینی دقیق‌تر بیماری، باید نمودار تجمعی نمرات روزانه از ابتدای فروردین ماه محاسبه شده، نمودار آن در مقایسه با نمودار سال‌های دارای بیماری و بدون بیماری ترسیم گردد. در نتیجه، پیش‌آگاهی حداقل یک هفته قبل از وقوع بیماری مشخص شده، از طریق رسانه‌های مختلف صوتی، تصویری و متنی به اطلاع کارشناسان و بهره‌برداران می‌رسد. بنابراین فرصت کافی برای آماده شدن جهت مقابله‌ی مناسب با بیماری وجود خواهد داشت. در صورت پیش‌بینی وقوع بیماری، یکی از مناسب‌ترین اقدامات، استفاده از قارچکش‌های تماسی برای پیشگیری از بیماری خواهد بود.





۴- کنترل شیمیایی:

سمپاشی مزرعه، با توجه به نتایج مدل پیش‌آگاهی، زمان آغاز مبارزه شیمیایی تعیین و بسته به دوره‌ی کارنس قارچکش مورد استفاده، هر ۱۰-۱۴ روز یک‌بار تکرار گردد. نکته‌ی مهمی که در مبارزه شیمیایی باید رعایت شود این است که همیشه سمپاشی با استفاده از قارچکش‌های محافظتی و تماسی شروع شود، زیرا این قارچکش‌ها برای پیشگیری از بیماری به کار می‌روند و در صورت مساعد بودن شرایط محیطی برای گسترش بیماری، سمپاشی‌های بعدی با استفاده از قارچکش‌های سیستمیک صورت پذیرد.

مهم‌ترین قارچکش‌های محافظتی و تماسی و سیستمیک توصیه‌شده از سوی سازمان حفظ نباتات کشور برای کنترل این بیماری عبارتند از (کریمی و شایان، ۱۳۹۸؛ نوربخش، ۱۳۹۷):

- بردوفیکس به مقدار ۵ در هزار
- اگریفوس (فسفیت پتاسیم) به مقدار ۶ لیتر در هکتار
- رانمن (سیازوفامید) به مقدار ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار
- نوردوکس (اکسید مس) به مقدار ۱ کیلوگرم در هکتار
- کوپراویت (کوپر اکسی کلراید) به مقدار ۳ در هزار
- آکروبات ام زد (دیمتومورف + مانکوزب) به مقدار ۲ کیلوگرم در هکتار
- رزالاکسیل (متالاکسیل + مانکوزب) به مقدار ۳ کیلوگرم در هکتار
- سیموکسانیل + فاموکسادون (اکوایشن پرو) به مقدار ۴۰۰ گرم در هکتار
- اینفینیتو (پروپامو کارب + فلوپیکولید) به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار



منابع

- آقاجانی، م.ع. ۱۳۹۱. احتمال وقوع بیماری بادزدگی فیتوفترایی سیب‌زمینی در گرگان بر اساس شرایط آب و هوایی. پژوهشهای کاربردی در گیاه پزشکی ۱: ۶۷-۸۰.
- آقاجانی، م.ع. ۱۳۹۳. مدلی برای پیش‌آگاهی بیماری بادزدگی فیتوفترایی سیب‌زمینی در گرگان. پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۱: ۹۹-۱۱۶.
- آقاجانی، م.ع. ۱۳۹۴. کارآیی مدل‌های هایر و والین در پیش‌آگاهی بیماری بادزدگی فیتوفترایی سیب‌زمینی در گرگان. تحقیقات بیماریهای گیاهی ۳: ۱۶-۱.
- آقاجانی، م.ع.، صفایی، ن.، و علیزاده، ع. ۱۳۸۹. بررسی احتمال وقوع اپیدمی بیماری پوسیدگی اسکروتینیایی ساقه کانولا بر اساس عوامل زراعی و اقلیمی در استان گلستان. پژوهشنامه گیاهان روغنی ایران ۱: ۲۹-۴۴.
- حسن‌پناه، د.، سهیلی مقدم، ب.، و حسین‌زاده، ا. ۱۳۹۳. معرفی ارقام سیب‌زمینی پرمحصول و متحمل به بیماری سفیدک دروغی. نشریه ترویجی. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان اردبیل. ۱۴ص.
- سهیلی مقدم، ب. ۱۳۹۳. بیماری‌های مهم سیب‌زمینی. نشریه ترویجی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل. ۲۲ص.
- سهیلی مقدم، ب.، کربلایی خیاوی، ح.، و حسن‌پناه، د. ۱۳۹۵. بیماری‌های مهم سیب‌زمینی در اردبیل و مدیریت تلفیقی آنها. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل. ۱۱۳ص.



کریمی، ک.، و شایان، ا. ۱۳۹۸. دستورالعمل اجرایی سفیدک داخلی (بازدگی فیتوفترایی) گوجه فرنگی و سیب زمینی. دستورالعمل شماره ۹۸۰۲۰۸. سازمان حفظ نباتات. ۶ص.
نوربخش، س. ۱۳۹۷. فهرست آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مهم محصولات عمده کشاورزی، سموم و روش‌های توصیه‌شده جهت کنترل آن‌ها. سازمان حفظ نباتات. ۲۰۹ص.

Anonymous. 2012. Forecasting models for late blight of potato and tomato. UC IPM Online: <http://ipm.ucanr.edu/DISEASE/DATABASE/potatolateblight.html>.

Anonymous. 2019. Crop Protection Compendium. CAB International, UK.

Campbell, C. L., and Madden, L. V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons. USA, New York.

Connell TR; Koenig JP; Stevenson WR; Kelling KA; Curwen D; Wyman JA; Binning LK, 1991. An integrated systems approach to potato crop management. Journal of Production Agriculture, 4:453-460.

Lal, M., Sharma, S., Yadav, S., and Kumar, S. 2018. Management of late blight of potato. pp. 83-106 in: Yildiz, M. 2018. Potato, from incas to all over the world. Intechopen, London, United Kingdom. 168 p.

Krause, R. A., Massie, L. B., and Hyre, R. A. 1975. BLITECAST, a computerized forecast of potato late blight. Plant Disease Reporter 59:95-98.



Schumann, G. L., and D'Arcy, C. J. 2005. Late blight of potato and tomato. in: The Plant Health Instructor. APS Press.

Abstract

Potato late blight (PLB) disease, caused by *Phytophthora infestans*, is one of the most important diseases of potato in the world and Iran, which considered as a serious economic threat in the major potato-producing countries, and in the regions with high disease pressure, several fungicide sprays is usual. Average annual yield loss of PLB is about 15% in developing countries. In Iran, disease outbreaks was observed from many years in the northern and Ardabil provinces, where weather conditions are favorable for PLB development, and one or several sprays has been custom for disease control. Methods of disease management are as follows: using resistant varieties, crop rotation with non-host plants, crop sanitation, chemical control using the contact fungicides before the symptom appearance, and systemic fungicides after the symptom appearance. The main predictor variable of the forecasting model is the combination of mean temperature, average relative humidity and sum of the precipitation and number of rainy days of 3-7 days before. Using this model, forecasting results characterized at least one week before the symptoms appearance and if necessary, control recommendations of diseases control will extend.



Key words: potato, late blight, *Phytophthora*, chemical control, forecasting



Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection

Instruction Title: Management of Potato Late Blight

Project Titles:

Project Title	Project Number
Evaluation of forecasting model for potato late blight in Golestan province	02-57-16-94154

Author: Mohammad Ali Aghajani

Publisher: Iranian Research Institute of Plant Protection

Date of Issue: 2020



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Applied Instruction

Management of Potato Late Blight

Mohammad Ali Aghajani

Registration No.

57124

2020