گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۹ شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

مدل پیش آگاهی برای بیماری بادزدگی سیب زمینی در اردبیل

فروع الدین زرگرزاده[۱] و سیامک محمدی[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، بیماریهای گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- *نویسنده مسوول: دانشجوی کارشناسی ارشد، بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان بسیج مهندسین کشاورزی استان اردبیل (savalanm452@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۲

چکیده

بیماری بادزدگی (Late blight) سیب زمینی یکی از مهمترین بیماری‌های این محصول در سراسر جهان محسوب میشود و در صورت شیوع می تواند باعث انهدام کل محصول گردد. بر اساس اسناد سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل این بیماری در سال ۱۳۷٦ در دشت اردبیل به صورت اپیدمی در آمد و خسارت سنگینی به محصول سیب زمینی وارد کرد. عوامل اقلیمی بویژه دما، میزان بارندگی و رطوبت نسبی هوا در بروز و توسعه این بیماری نقش مهمی ایفا می کنند. لذا در تحقیق حاضر تاثیر دما، میزان بارندگی و رطوبت نسبی هوا در شیوع بیماری باد زدگی سیب زمینی در دشت اردبیل مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور داده های هواشناسی روزانه، ماهانه و سالیانه دشت اردبیل از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک اردبیل برای دوره ده ساله ۱۳۷۱ تا۱۳۸۰ تهیه و با استفاده از روش‌های گرافیکی و آماری سال‌های مورد مطالعه از نظر عوامل اقلیمی گروه بندی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ابتدا برای تعیین اختلاف بین سال‌ها و ماه‌های هر سال به صورت آشیانه‌ای (Nested) تجزیه واریانس انجام گرفت. سپس سال‌های مورد مطالعه با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای به روش (UPGMA) گروه بندی گردید. نتایج نشان داد که بین عوامل اقلیمی مخصوصا دما و بارندگی با شیوع این بیماری همبستگی معنی‌داری وجود داشت. گروه بندی سال‌های مورد مطالعه با استفاده از عوامل اقلیمی در محدوده زمانی بروز و شیوع بیماری، توانست سال ۱۳۷٦ را از بقیه سال‌ها جدا نماید. همچنین مشخص شد که در طول فصل زراعی چنانچه یک بارندگی موثر حدود ۳۰ میلی متر اتفاق افتد و میانگین دمای روزانه به مدت حداقل ۱۰ روز متوالی در حدود ۲۰ درجه سانتیگراد باشد، احتمال بروز و شیوع این بیماری وجود دارد و باید اقدامات پیش گیرانه صورت گیرد.

کلید واژه ها: سیب زمینی، بیماری باد زدگی، پیش آگاهی

مقدمه

سیب زمینی یکی از محصولات استراتژیک ایران با سطح زیر کشتی حدود۱۵۰ تا ۱۶۰ هزار هکتار در سال می‌باشد (Amel- Hashemipour, 1998; Hassanpanah et al., 2003). بر اساس همین منابع بیشترین سطح زیر کشت این محصول متعلق به استان اردبیل با ۲۴ هزار هکتار است که حدود ۱۶ درصد سطح زیر کشت کل کشور بوده و از این مقدار حدود ۹۸ درصد در دشت اردبیل قرار دارد. مهمترین بیماری که این محصول را در دشت

اردبیل مورد تهدید قرار می‌دهد، بیماری باد زدگی سیب زمینی است. این بیماری در سال ۱۳۷۶ در دشت اردبیل به صورت اپیدمیک درآمد و خسارت سنگینی به محصول منطقه وارد نمود (Hassanpanah et al., 2003).

بیماری بادزدگی تقریبا در تمام نواحی تولید سیب زمینی در دنیا دیده شده است. این بیماری یکی از معدود بیماری‌هایی است که می‌تواند محصول را کاملا از بین ببرد (Kueppr and Sullivan, 2001). تاثیر عوامل آب و هوایی بویژه دما، رطوبت نسبی و بارندگی در گسترش این بیماری اثبات شده ولی اثرهای آنها در زمان و مکان‌های مختلف یکسان نمی‌باشد. بطور مثال رطوبت نسبی هوا عامل اصلی گسترش بیماری در ناحیه ویچانگ چین بوده است (Zhangzhi et al., 2004). این بیماری در نواحی مرطوب با دامنه دمایی بین ۴ الی ۲۹ درجه سانتیگراد به وجود آمده و آب و هوای گرم و خشک از گسترش آن جلوگیری می‌کند (Anonymus, 2007). Jean (1998) گزارش کرده است که بروز علائم این بیماری در آب و هوای خنک و مرطوب در دمای حدود ۱۰ تا ۱۸ درجه سانتی گراد و رطوبت ۸۰ درصد نمایان می شود. در آب و هوای معتدل وقتی رطوبت نسبی بیش از ۸۰ درصد و میانگین دمای روزانه بین ۱۶ تا ۲۲ درجه سانتیگراد است، اسپرهای قارچ بر روی برگ‌های مرطوب جوانه زده و باعث آلودگی گیاه می‌شود. در آب و هوای گرم وقتی دما بالای ۳۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی زیر ۸۰ درصد باشد یا آب روی برگ‌ها وجود نداشته باشد، رشد قارچ متوقف شده و نمی‌تواند تولید مثل نماید. با وجود این دمای بالا به تنهایی نمی‌تواند باعث از بین رفتن قارچ گردد بلکه برای متوقف شدن گسترش بیماری وجود دمای بالا و رطوبت نسبی پایین به صورت توام مورد نیاز است. شرایط بهینه برای شیوع بیماری زمانی است که دمای شب بین ۱۲ الی ۱۳ درجه سانتی گراد همراه با شبنم زیاد یا باران و متعاقب آن دمای روز بین ۱۶ الی ۲۴ درجه سانتی گراد با رطوبت نسبی همراه با باران، مه یا شبنم مداوم و پایدار باشد. در آب و هوای خنک وقتی که دما بین ۷ الی ۲۳ درجه سانتی گراد و رطوبت هوا اشباع باشد عامل بیماری علاوه بر اندام هوایی، غده ها را نیز آلوده می نماید (Schwartz et al., 2007). روش‌های پیش آگاهی متعددی برای کاهش خسارت بیماری باد زدگی سیب زمینی ابداع گردیده است (Miller and O-Brien, 1957; Fry and Doster, 1991; Gudmestad, 2008) . این روش‌ها را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. روش‌هایی که دوره‌های آلودگی توسط عامل بیماریزا را پیش بینی می‌کنند و روش‌هایی که بر روی روند توسعه بیماری متمرکز می‌شوند. روش‌های پیش آگاهی بیماری، همچنین می‌توانند به روش‌های مبتنی بر مشاهده و تجربه و روش‌های پیش آگاهی بنیادی تقسیم شوند. روش‌های پیش آگاهی مبتنی بر مشاهده و تجربه معمولا از طریق بررسی تاریخی گسترش های ثبت شده بیماری، توام با بررسی داده های آب و هوایی ثبت شده در نواحی جغرافیایی خاص بوجود آمده وگسترش یافته‌اند.

استفاده از اطلاعات و نقشه‌های آب وهوایی سینوپتیک (همدیده) به عنوان یک ابزار برای پیش بینی بیماری باد زدگی توسط Kean (1995) و Bourke (1970) پیشنهاد شده است.Bourke (1970) دو عامل آب و هوایی را که وقوع باد زدگی در ایرلند را افزایش می‌داد، شناسایی کرد. عامل اول کاهش فشار هوا و ایستایی و حرکت آهسته آن است که باعث افزایش دوره‌های رطوبتی و ابر گرفتگی می‌شود. موثر بودن این شرایط حداقل ۱۲ ساعت با رطوبت نسبی ۹۰ درصد را نیاز دارد. عامل دوم دما است که در شرایط ذکر شده، باید حداقل ۱۰ درجه سانتیگراد باشد. قابل ذکر است که وقوع بارندگی ۷ الی ۱۵ ساعت بعد از شروع یا آغاز دوره آلودگی نیز ضروری است. در سایر مطالعات روش‌های پیش بینی این بیماری نیز عمدتا عوامل آب و هوایی از پارامترهای پایه در تکوین این روش‌ها بوده

است (Cook, 1949; Hyre, 1955; Wallin, 1962; Bourke, 1970; Krause et al., 1975; Fry et al., 1983; Kean, 1995; Gudmestad et al., 1995; Johnson et al., 1996; Schroder and Ulrich, 1996; Jean, 1998; Zhangzhi et al., 2004; Gudmestad,. 2008)

در ایران این بیماری برای اولین بار در روی گوجه فرنگی .(Eskandari, 1964) و پس از آن روی گوجه فرنگی و سیب زمینی در سواحل جنوبی دریای خزر گزارش گردید (Sharif and Ershad, 1965). پیدایش سفیدک دروغی گوجه فرنگی در مزارع خوزستان توسط Ebrahimi and Minassian (1974) و اخیرا گسترش آن در منطقه جیرفت گزارش شده است (Mirzaei and Khoshkam, 2006). در مجموع با بررسی منابع داخل کشور در ارتباط با پیش بینی و بررسی ارتباط گسترش بیماری با عوامل اقلیمی کار قابل ملاحظه‌ای انجام نشده است. لذا این مطالعه به منظور بررسی ارتباط عوامل اقلیمی با بروز و گسترش این بیماری جهت پیش آگاهی و جلوگیری از آن انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی توسعه این بیماری داده‌های آب و هوایی نظیر دما، بارندگی و رطوبت نسبی برای دوره ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۰ از ایستگاه هواشناسی اردبیل تهیه گردید. منحنی‌های آمبروترمیک و رطوبت نسبی به صورت گرافیکی استخراج و سال‌های مورد مطالعه با هم مقایسه شدند. با توجه به تاریخ کاشت سیب زمینی در دشت اردبیل که اوایل اردیبهشت ماه و برداشت آن اواخر شهریور ماه می‌باشد، پنج ماه اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور به عنوان فصل زراعی در نظر گرفته شد. لذا داده های هواشناسی برای ماه‌های فوق تنظیم و طبقه بندی گردید.

تجزیه واریانس برای تعیین اختلاف بین سال‌ها و ماه-های داخل هر سال در فصل زراعی (پنج ماه)، به صورت آشیانه‌ای انجام گرفت. با توجه به اینکه بین سال‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، لذا با استفاده از همین داده‌ها سال-های مورد مطالعه با استفاده از روش تجزیه‌ی خوشه‌ای به روش[1] (UPGMA) گروه بندی شدند. با توجه به شیوع بیماری در اوایل تیر ماه یکبار دیگر نیز برای گروه بندی سال‌ها از داده‌های اقلیمی این دوره از سال (۵ الی ۱۴ تیرماه به مدت ۱۰ روز) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزارهای MSTATC و SPSS استفاده گردید.

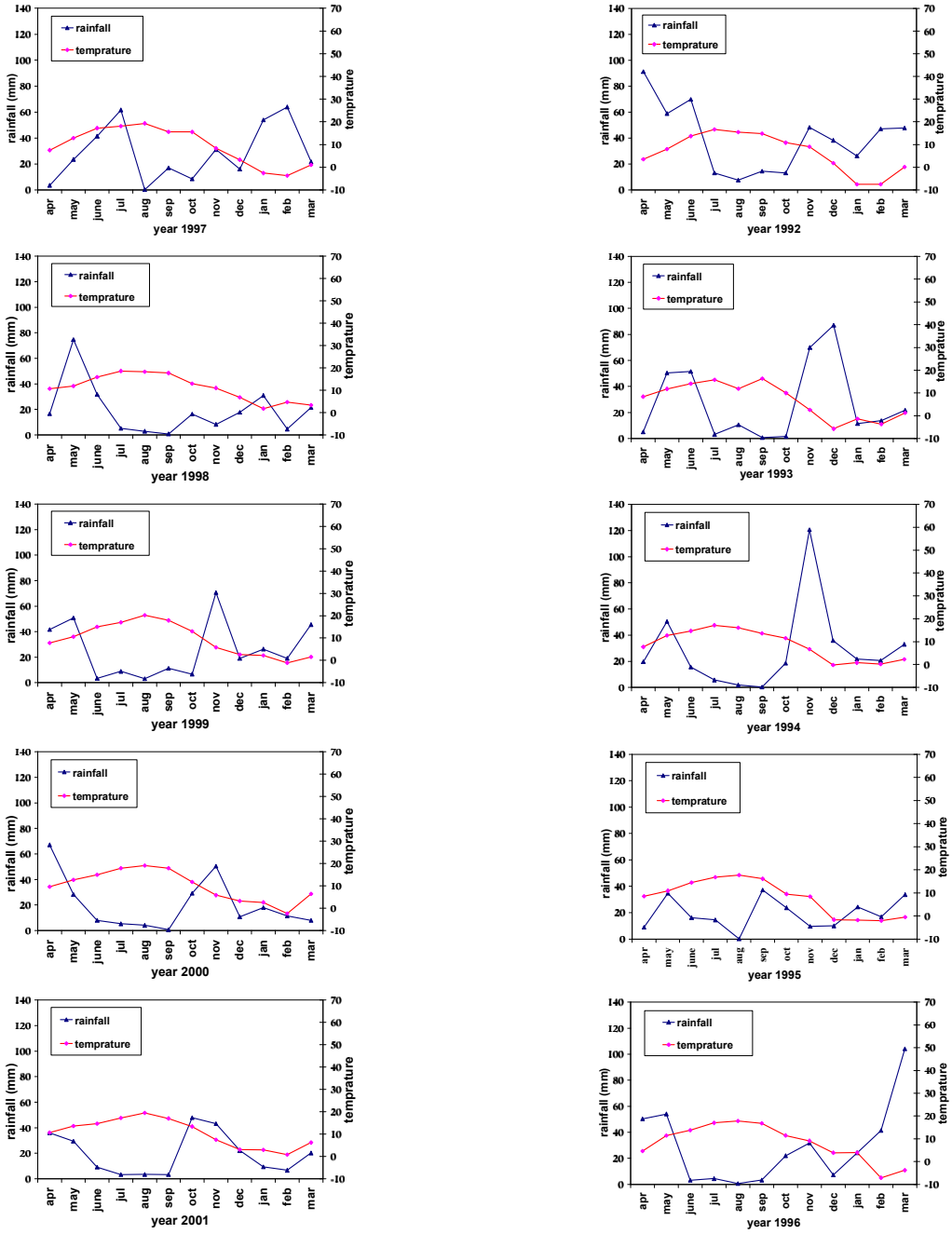
نتایج و بحث

ارقام متفاوتی از سیب زمینی مانند دراگا، آئولا، مارفونا و غیره در دشت اردبیل کشت می‌گردد. در سال ۱۳۷۶ که اپیدمی بیماری اتفاق افتاد، سطح زیر کشت ارقام دراگا ۶۳٪، آئولا ۲۶٪، مارفونا ۹٪ و سایر ارقام ۲٪ بود. با توجه به اینکه در سال‌های قبل و بعد از سال ۱۳۷۶ بیماری به صورت اپیدمیک نبوده و ارقام کشت شده در منطقه تغییر چندانی نکرده بود، لذا احتمال ظهور نژاد فیزیولوژیک جدید نمی‌توانست وجود داشته باشد و این فرض وجود داشت که شیوع بیماری صرفا بخاطر شرایط خاص مربوط به عوامل آب و هوایی سال ۱۳۷۶ بوده باشد.

مقایسه نمودارهای آمبروترمیک و رطوبت نسبی سال ۱۳۷٦ با سال‌های دیگر

منحنی‌های آمبروترمیک سال‌ها ی مورد مطالعه از ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۰ در شکل ۱ ارائه شده اند، چنانچه مشاهده می‌شود ماه‌های خشک منطقه از اواخر اردیبهشت و حداکثر خرداد ماه شروع می‌شود. در حالی که در سال ۱۳۷۶ (سال وقوع اپیدمی) بارندگی نسبتا بالایی تا تیر ماه وجود داشته و منحنی بارندگی بالاتر از منحنی دما بود. در اوایل تیر ماه سال ۱۳۷۶ در منطقه بارندگی نسبتا خوبی (حدود ۳۰ میلی متر) در دشت اردبیل اتفاق افتادکه وقوع این بارندگی به همراه شرایط مساعد دمایی و رطوبتی در بروز و شیوع بیماری باد زدگی تاثیر زیادی داشت. چنین نتایجی توسط Hyre (1955) و Johnson (1996)

1- Unweighted Pair Linkage Group Method using Arithmetic averages



شکل ۱- منحنی‌های آمبروترمیک ایستگاه اردبیل در سال‌های مورد مطالعه از ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۰

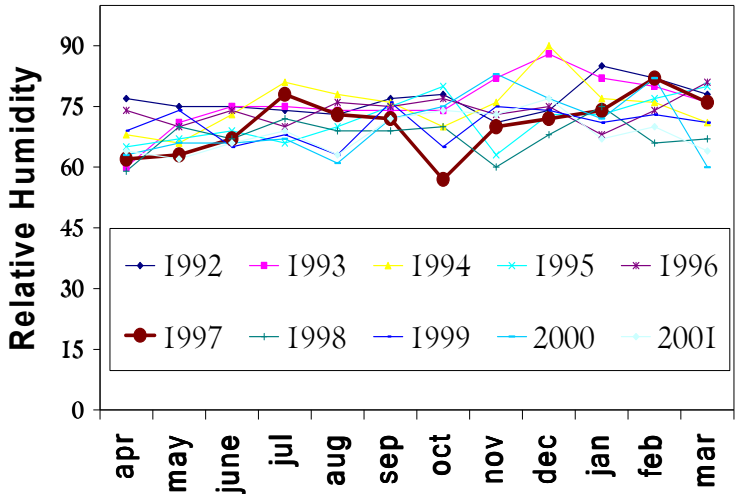
Figure 1. Ambrothermic curves Ardabil stations studied in 1992 to 2001

et al. نیز گزارش شده است. شکل ۲ میانگین رطوبت نسبی سال‌های مورد مطالعه را از ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۰ را نشان می‌دهد. تجزیه واریانس عوامل آب و هوایی برای ۱۰ سال مورد مطالعه نشان داد که بین سال های مختلف اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول۱). با توجه به شکل ۱ و جدول ۱ میزان رطوبت نسبی در فصل زراعی

۵ ماهه و همچنین در زمان اپیدمی بیماری (۵ تا ۱۴ تیرماه) سال ۱۳۷۶ در مقایسه با سایر سال ها از مقدار بالاتر برخوردار بوده و متوسط آن در سال ۱۳۷۶ برابر ۷۴/۱۴ درصد بوده است (جدول ۲). محققین دیگر (Beaumont, 1947; Wallin, 1962; Smith, 1956; Bourke, 1970; Krause et al., 1975) رطوبت نسبی مناسب برای بروز این بیماری را در زمان اپیدمی حداقل ۸۰٪ درصد گزارش کرده اند.

همان‌طور که اشاره گردید روش‌های گرافیکی همانند منحنی‌های آمبروترمیک هر چند که از داده‌های متوسط ماهانه و سالیانه منطقه مورد مطالعه تهیه شده و داده‌های میانگین، نوسانات مقطعی دما و بارندگی را تحت شعاع قرار می‌دهد، ولی با این همه سال ۱۳۷۶ از نظر شروع خشکی در مقایسه با بقیه سال‌ها به صورت معنی‌داری متفاوت بوده است.

این تفاوت، اثر عوامل اقلیمی در انتشار بیماری را تقویت نموده و نتایج مطالعات گذشته (Cook, 1949; Hyre, 1955; Wallin, 1962; Bourke, 1970; Krause et al., 1975; Fry et al., 1983; Kean, 1995; Gudmestad et al., 1995; Johnson et al., 1996; Schroder and Ulrich, 1996; Jean, 1998; Zhangzhi et al., 2004; Gudmestad, 2008) را تائید می‌نماید.



شکل ۲- رطوبت نسبی ایستگاه اردبیل در سال های مورد مطالعه از ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۰
Figure 2. Relative humidityin Ardabil stations from 1992 to 2001

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برای صفات مورد مطالعه
Table 1. Analysis of variance for studied characteristics

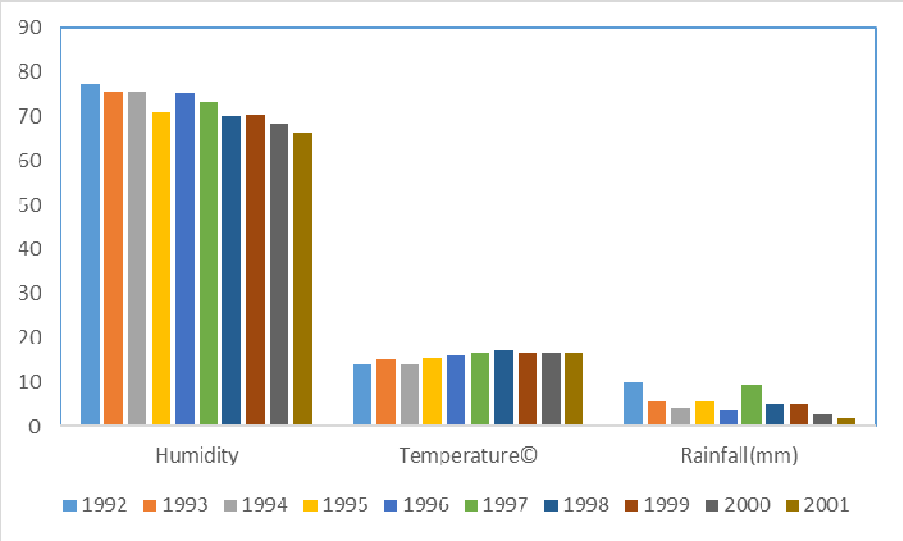
		Mean square		
Sources change	Degrees of freedom	Rainfall	Temperature	Humidity
Year	9	26.8*	163.3 ns	1958.3*
Month (year)	40	10.9*	163.4**	716.1**
Error	1450	4.4	7.4	150.6

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

Ns, *, **: Were non-significant and significant at the probability level 5 and 1%.

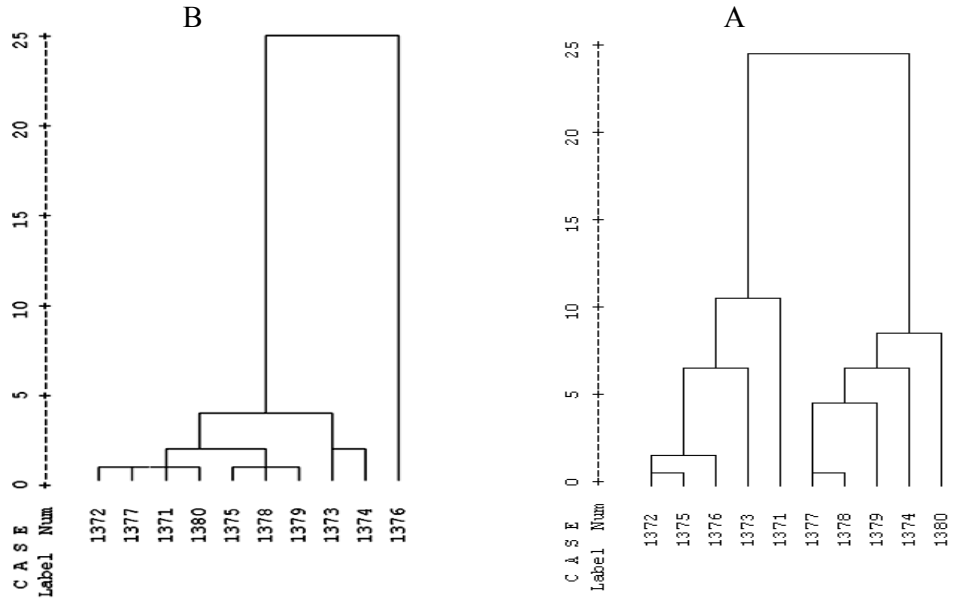
تجزیه واریانس به صورت آشیانه‌ای (روزها به عنوان تکرار در نظر گرفته شد) برای صفات مذکور نشان داد که بین سال‌ها و ماه‌های داخل هر سال (۵ ماه فصل زراعی در هر سال) از نظر متوسط رطوبت و بارندگی در پنج ماه فصل زراعی اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). سال‌ها از نظر متوسط دما در این ۵ ماه با هم اختلاف معنی داری نداشتند ولی بین ماه‌ها اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۱ و شکل۳). با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش UPGMA، سال‌ها براساس پارامترهای اقلیمی شامل حداکثر، حداقل، متوسط دما و رطوبت نسبی و میزان بارندگی روزانه گروه بندی شدند. در این گروه بندی سال ۱۳۷۶ با سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۵ در یک گروه قرار گرفت و سال ۱۳۷۶ از بقیه سال‌های مورد مطالعه تفکیک نشد (شکل ۴ الف). در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۵ گزارشی از این بیماری ارائه نشده بود، ولی اطلاعات اخذ شده از ایستگاه هواشناسی اردبیل نشان می‌دهدکه بارندگی نسبتاً خوبی در سال ۱۳۷۶ در اوایل تیر ماه در منطقه رخ داده و در همین زمان اپیدمی این بیماری ۳۰ تا ۸۰ درصد در منطقه خسارت زده بود.

در شکل ۳ نیز دیده می‌شود که میزان متوسط بارندگی در فصل زراعی سال ۱۳۷۶ از سال‌های دیگر به استثنای سال ۱۳۷۱ بیشتر بوده است. با توجه به منابعی همانند Hyre (1955) و Krause et al. (1975) که بروز و شیوع بیماری بادزدگی را در یک دوره زمانی محدود حدود ۷ الی ۱۰ روز با شرایط مساعد موثر دانسته‌اند، نتایج مشابهی در این ارتباط برای دشت اردبیل بدست آمد. از طرف دیگر چون اپیدمی بیماری در اوایل تیر ماه سال ۱۳۷۶ اتفاق افتاده بود، گروه بندی سال‌ها برای داده‌های اقلیمی از ۵ تا ۱۴ تیر ماه سال های مورد مطالعه انجام گرفت (جدول۲). در گروه بندی سال‌ها بر اساس میزان بارندگی، متوسط دما و رطوبت نسبی در این دوره از سال (۱۰ روزه)، سال ۱۳۷۶ در یک گروه کاملاً مجزا قرار گرفت و از بقیه سال‌ها متمایز شد (شکل ۴ ب). معمولاً رطوبت نسبی منطقه اردبیل بالا و در دوره ۵ تا ۱۴ تیر ماه حدود ۷۳/۳۵ درصد بوده است (جدول ۲) در سال ۱۳۷۶ در این دوره دمای متوسط هوا بیشتر از بقیه سال ها بوده و بارندگی خوبی نیز اتفاق افتاده است.



شکل ۳- نمایش نموداری میانگین پارامترهای مهم اقلیمی برای سال‌های مورد مطالعه

Figure 3. Diagrammatic representation of the mean value of important climatic parameters for studied years



شکل ٤-الف- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ده سال با استفاده از پارامترهای اقلیمی در ٥ ماه فصل رشد و ب- دندروگرام سال‌های مورد مطالعه در محدوده ۱۰ روز (٥ تا ١٤ تیرماه)

Figure 4. Dendrogram of cluster analysis for ten years using climatic parameters in the 5-month growing season (A)and Dendrogram of studied years within 10 days (B) (26 June to 5 July)

جدول ۲- مقدار بارندگی، متوسط دما و رطوبت نسبی در محدوده ۱۰ روز (٥ تا ١٤ تیر ١٣٧٦)

Table. 2. Rainfall, average temperature and relative humidity within 10 days (26 June to 5 July 1997)

Year	Rainfall	The average temperature	The average relative humidity	Year	Rainfall	The average temperature	The average relative humidity
1992	0	17.92	72.25	1997	32	19.29	74.14
1993	0.1	17.54	74.26	1998	0	18.06	73.88
1994	5.2	12.59	78.1	1999	0	17.84	68.69
1995	0	17.69	83.86	2000	0	17.51	64.07
1996	2.7	16.93	67.49	2001	0	15.21	76.75

در حالی که، در سال های غیر طغیانی فقدان بارندگی و پایین بودن دما در دوره بحرانی بیماری از شیوع آن جلو گیری کرده است. Hyre (1955) عامل اصلی در بروز و اپیدمی این بیماری را دما و بارندگی و محققین دیگر (Wallin, 1962; Zhangzhi et al. 2004; Schwartz et al., 2007) رطوبت نسبی هوا و دما ذکر کرده‌اند که در منطقه اردبیل تقریبا هر سه عامل مهیا بوده است.

این نتایج نشان می دهد که سال ۱۳۷۶ از نظر میزان بارندگی و دما از بقیه سال‌هامتمایز بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در بروز و شیوع این بیماری دو عامل بارندگی و دما بسیار مهم بوده است. در صورتی که نتایج بدست آمده از مطالعات Zhangzhi. (2004) et al. و Schwartz et al. (2007) علاوه بر بارندگی و دما، رطوبت نسبی را نیز دخیل دانسته‌اند که در دوره مذکور رطوبت منطقه نیز تا حدودی بالا بوده است. در زمان شیوع این بیماری (محدوده ده روز) میزان بارندگی در سال ۱۳۷۶ برابر ۳۲ میلی متر، متوسط دمای پنج روز برابر ۱۹/۲۹ درجه سانتی گراد و متوسط رطوبت برابر ۷۴/۱۴ درصد بوده است. بر اساس بررسی‌های Hyre (1955) نیز مقدار ۳۰ میلی متر بارندگی و مقدار دمای مطلوب ۲۵ درجه سانتیگراد در شیوع و گسترش اپیدمی موثر دانسته شده که البته دما بیشتر از نتایج این تحقیق گزارش شده است. لذا چنانچه در فصل زراعی، بارندگی در حد ۳۰ میلی‌متر و دما در حدود ۲۰ درجه سانتی گراد باشد، می‌توان بروز و شیوع این بیماری را در دشت اردبیل انتظار داشت و باید اقدامات پیش گیرانه به موقع انجام شود.

سپاس‌گزاری

هزینه این تحقیق با استفاده از اعتبارات معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی تامین شده، که بدینوسیله نهایت سپاس به عمل می آید. هم چنین از آقایان دکتر اردوان قربانی، دکتر علی اصغری و دکتر قدیر نوری قنبلانی به خاطر رهنمودهای ارزنده شان صمیمانه قدردانی می شود.

REFERENCES

Anonymous, 2007. Encyclopaedia Britinica; Online accessed Dec. 2007; URL: <http://www.britannica.com/eb/article-9047269/late-blight

Amel Hashemipour, S. 1998. Agricultural development over time. Publications Office of the Public Relations Department of Agriculture (Agricultural Education Publishing). (in Farsi with English abstract).

Beaumont, A. 1947. The dependence on the weather of the dates of outbreak of potato Blight epidemics. Trends in British Mycolological Society, 31: 45-5.

Bourke, P. M. A. 1970. Use of weather information in the prediction of plant disease epi-phytotics. Annual Review of Phytopathology, 12: 345-370.

Cook, H. T. 1949. Forecasting late blight epiphytotics of potatos and tomatoes. Journal of Agricultural Research, 78: 545-563.

Ebrahimi, A., And. Minassian, V. 1974. List of Khuzestan wild and domesticated plant diseases. Jundishapur University, College of Agriculture, Publication No. 19/76, P. 50. (in Farsi).

Fry, W. E., and Doster, M. A. 1991. Potato late blight: Forecasts and disease suppression. In Lucas, J. A., Shattok, R. C., Shaw, D. S. and Cooke L. R. (Eds). Phytophthora. Cambridge University Press, New York. pp: 326-336.

Fry, W. E., Apple, A. E., and Bruhn, J. A. 1983. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. Phytopathology, 73: 1054-1059

Gudmestad, N. C. 2008. Forecasting late blight and fungicide application technology. Online accessed Jan. 2008; URL: <http://www.apsnet.org/online/proceedings/lateblite/papers/lb005.htm>

Gudmestad, N. C., Enz, J. W., Perston, D. A., and Secor, G. A. 1995. Late blight forecasting and dissemination system is using an automated weather monitoring network. In: Donley, L. J., Hirsty, J. M. and Stedman, O. J. (eds). Phytophthora. Boole press, Ltd., Dublin. pp. 209-213.

Hassanpanah, D., Nykshad, KH., Hasani, M., and Aghazadeh, B. 2003. Potato in Ardabil province. Promotion management and public participation Agriculture Organization of Ardebil. P. 164. (in Farsi).

Hyre, R. A. 1955. Three methods of forecasting late blight of potato and tomato in northeastern United States. American Potato Journal, 32: 362-371.

Jean, D. 1998. Preventing late blight in potatoes, Online accessed Dec. 2007; URL: < http://www.eap.mcgill.ca/Publications/EAP73.htm>

Johnson, D. A., Alldrege, J. R., and Vakoch, D. L. 1996. Potato late blight forecasting models for the semi-arid environment of south-central Washington. Phytopathology, 86: 480-484

Kean,T. 1995. Potato blight warning practice in Irland. In: Donley L. J., Hirsty J. M. and Stedman O. J. (eds). Phytophthora. Boole press, Ltd., Dublin. pp. 191-200.

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

Kueppr, G., and Sullivan, P. 2001. Organic alternatives system for late blight control in potatoes .NCAT Agriculture Specialists; Online accessed Dec. 2007; URL: < www.attra.ncat.org>.

Miller, P. R., and O-Brien, M. 1957. Prediction of plant disease epidemics. Annual Review of Microbiology, 11: 77-110.

Mirzaei, M., and Khoshkam, S. 2006. Widespread occurrence of late blight (downy mildew) potato in the region. Proceedings of the 17th Iranian plant Protection Congress, Karaj, Iran. P. 153. (in Farsi with English abstract).

Schrodter, H., and Ulrich, J. 1966. Weitere centersuchangen zur biometerologie und epidemiologie von Phytophthora infestans (Mont) De By. Ein neues konzept zurioung des problems der epidemiologischen prognose. Phytopathology, Z56: 265-278.

Schwartz, H. F. Gent, D. H., and Franc, G. D. 2007. Potato late blight. In proceeding of the Latin American Potato Association (ALAP), ALAP XXII Congress, 30 November to 5 Desember, Mar de Plata, Argentina.

Sharif, GH., and Ershad, J. 1965. List the names of fungi collected in Iran. Journal of Plant Pests and Diseases, 23: 13-11. (in Farsi with English abstract).

Smith, L. P. 1956. Potato blight forecasting by 90% humidity criteria. Plant Pathology, 5: 83-87.

Wallin, J. R. 1962. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in the United States and Canada. American Potato Journal, 39: 306-312.

Zhangzhi, M., Cao, K. Q., Gui, X. M., and Yang, Z. H. 2004. Advance on epidemic and forecast of potato late blight in china (WPC). Proceeding of the 5th World Potato Congress, Kuming, China. pp. 187-189.

Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 39(1) Spring 2016

A forecasting model for potato late blight in Ardebil

F. Zargarzadeh[1] and S. Mohammadi[2*]

1. M.Sc. student of Plant Diseases, Department of Plant Protection, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil
2. [*]**Corresponding Author:** M.Sc. student of Agricultural Biotechnology, Mobilization of Agricultural Engineers, Ardebil, (savalanm452@gmail.com)

Received: 2 January 2015 Accepted: 2 January 2016

Abstract

Late blight is the most important disease of potato crop throughout the world and in the northwest of Iran, which can destroy the whole crop in epidemic years. According to the reports of Department of Agriculture in Ardabil province, late blight reached an epidemic level in 1997 in Ardabil plain and resulted in major damage to the crop. Climatic factors particularly temperature, relative humidity and rainfall play the major role in developing and spreading of this disease. In this research, the effects of temperature, rainfall and relative humidity on the incidence of late blight were investigated in Ardabil plain. Daily, monthly and yearly weather data of Ardabil climatic station were obtained for the period of 1992 to 2002. Data were grouped and analysed using graphical and statistical methods. Initially, variance analysis was conducted using the nested method between years and within the months of years. Then years were grouped using UPGMA analysis method. It was found that there were significant correlations between climatic factors, particularly temperature and rainfall to the incidence of late blight. Grouping of years using climatic factors in the incidence period of late blight could discriminate the year 1997 from the rest of the years. Moreover, it was recognized, when an effective rainfall (about 30 mm) occurs in the growing season and the average daily temperature is approximately 20°C for 10 consecutive days, occurrence and spreading of the disease are possible, and preventive measures must be taken.

Key words**: **Potato, Late blight, Forecasting