

بررسی وضعیت بیماری سفیدک پودری انگور در سه شهرستان منطقه سیستان، ایران*

زهرا نصیرپور^{۱*}، محمد سالاری^۱، محمدعلی آقاجانی^۲ و عبدالحسین طاهری^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴)

چکیده

بیماری سفیدک پودری انگور در اثر آلودگی با قارچ *Erysiphe necator* ایجاد شده و از مهمترین بیماری‌های انگور در دنیا و ایران بشمار می‌رود. جهت بررسی وضعیت آلودگی به این بیماری در منطقه سیستان طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ تعداد ۳۰ تاکستان در سه شهرستان زابل، زهک و هامون انتخاب و یادداشت برداری از آنها جهت ثبت داده‌های مربوط به میزان وقوع و شدت بیماری بصورت هفتگی انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که از لحاظ بیشترین میزان وقوع بیماری در سال اول، دوم و مجموع دو سال، بین شهرستان‌ها و تاکستان‌ها اختلاف معنی‌دار وجود ندارد اما در مجموع دو سال شهرستان‌های زابل و زهک (۵۷/۶ و ۵۷/۲ درصد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد وقوع بیماری در سطح منطقه بوده‌اند. از لحاظ شدت آلودگی برگ و خوشه بین دو سال مورد بررسی و شهرستان‌ها اختلاف کاملاً معنی‌دار ($P < 0/001$) بوده و در مجموع دو سال از لحاظ شدت آلودگی برگ شهرستان‌های هامون و زهک (۲۳/۱ و ۲۰/۶ درصد) و از لحاظ شدت آلودگی خوشه‌ها شهرستان‌های زابل و زهک (۲۵/۴ و ۲۱/۸ درصد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد آلودگی بوده‌اند. بر اساس سطوح زیرمنحنی‌های پیشرفت بیماری، از لحاظ میزان وقوع بیماری بین دو سال، شهرستان‌ها و تاکستان‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید اما از لحاظ شدت آلودگی برگ‌ها و خوشه‌ها، بین دو سال و شهرستان‌ها اختلاف کاملاً معنی‌دار ($P < 0/001$)، و در مجموع دو سال شهرستان‌های هامون و زابل به ترتیب دارای بیشترین سطوح زیرمنحنی‌های پیشرفت شدت آلودگی برگ و خوشه (۶۹۶/۹ و ۶۸۰/۳) بودند.

کلیدواژه: *Erysiphe necator*، وقوع بیماری، شدت آلودگی برگ، شدت آلودگی خوشه.

* مقاله مستخرج از رساله دکترای تخصصی نگارنده اول ارائه شده به دانشگاه زابل.

** مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: z90.nasirpour@gmail.com

۱. به ترتیب دانشجوی دکترای بیماری شناسی گیاهی و دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۲. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران.
۳. دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

Study on the infection status of powdery mildew of grapevine in three county of Sistan region, Iran

Z. Nasirpour^{1*}, M. Salari¹, M. A. Aghajani², and A. Taheri³

(Received: 12.5.2019; Accepted: 4.1.2020)

Abstract

Grape powdery mildew (PM) caused by plant pathogenic fungus *Erysiphe necator*, is the most important disease on grapevine in world and Iran. In order to study the spread of this disease in vineyards of Sistan region, 30 vineyards in three county including Zabol, Zahak and Hamoon were selected during years 2017 and 2018. The vineyards were visited on a weekly basis to record PM incidence (*I*) and disease severity (*S*). Based on disease incidence, there were no significant differences between counties and vineyards in first, second and combined two years, and in combined two years Zabol and Zahak (57.6%, 57.2%) had the highest and lowest percent of disease incidence. Based on leaf and fruit disease severity, there were significant differences between counties and two years ($P<0.001$) and in combined two years Hamoon and Zahak (23.1%, 20.6%) had the highest and lowest percent of infection in leaves. Based on the fruit disease severity, Zabol and Zahak (25.4%, 21.8%) had the highest and lowest percent of infection in fruits respectively. Based on area under disease progress curves, there were no significant differences between years, counties and vineyards in disease incidence but in leaf and fruit disease severity, there were significant differences between years and counties and in combined two years Hamoon and Zabol (696.9 and 680.3) had the highest of leaf and fruit infections respectively.

Keywords: *Erysiphe necator*, Disease incidence, Leaf disease severity, Fruit disease severity

* A Part of Ph.D Thesis of the First Author.

**Corresponding author's E-mail: z90.nasirpour@gmail.com

1. PhD Student and Associate Professor respectively, Department of Plant Pathology, College of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
2. Research Associate Professor, Department of Plant Protection, Research, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Plant Pathology, College of plant productions Gorgan University of Agricultural science and Natural Resources, Gorgan, Iran.

مقدمه

سنگین به دیگر تاکستان‌های سرتاسر اروپا و نواحی مدیترانه گردید (Bulit & Lafon 1978). پیرسون و گوئن (Pearson & Goheen 1988) میزان خسارت این بیماری روی محصول ارقام حساس انگور را از ۳۱ تا ۵۲ درصد گزارش کرده‌اند. کالونیک و همکاران (Calonnec et al. 2004) نیز کاهش عملکرد محصول به صورت کاهش وزن حبه‌های انگور، را بین ۱۲ تا ۲۰ درصد گزارش نموده‌اند.

سفیدک‌های پودری در سایر محصولات نیز خسارت‌های قابل توجهی را وارد می‌کنند. طبق یک برآورد خسارت ناشی از سفیدک‌های پودری در سطح جهانی در برخی از محصولات مهم کشاورزی شامل انگور ۹۰-۳۳ درصد، انبه بالای ۹۰ درصد، هلو بالای ۸۰ درصد، شبدر حدود ۷۵ درصد، جو بالای ۴۲ درصد و انگور فرنگی ۷۱-۶۱ درصد گزارش شده است (Sinha & Varma 2004). بهداد (Behdad 1988) گزارش کرد که این بیماری برای اولین بار در سال ۱۳۲۵ در ایران دیده شده در حالیکه بیشتر موستان‌های ایران آلوده به این بیماری بوده‌اند. وی همچنین گزارش داد که این بیماری در کشور بسیار گسترده است و هر ساله حدود ۵۵ درصد تاکستانها را مبتلا می‌کند و در صورت عدم کنترل موثر، کاهش عملکرد محصول در اثر آلودگی به این بیماری، حدوداً ۵۰-۳۵ درصد خواهد بود.

در سال زراعی ۱۳۹۵، استان سیستان و بلوچستان با دارا بودن ۳۸۵۷/۱ هکتار (۱/۲ درصد) سطح زیرکشت محصول انگور، در رتبه هیجدهم کشوری و همچنین از لحاظ میزان تولید محصول انگور با دارا بودن میزان تولید ۲۸۹۸۸/۱ تن (۰/۸ درصد) در رتبه بیستم کشوری قرار داشته است (Agricultural Statistics 2017). در منطقه سیستان نیز، انگور مهمترین محصول باغی تولید شده می‌باشد. شرایط

انگور یکی از مهم‌ترین محصولات باغی در جهان به شمار می‌رود و صدها سال است که در بیش‌تر نقاط دنیا کشت می‌شود. در طول زمان، آفات و بیماری‌های مختلفی در تاکستان‌های انگور گسترش یافته و به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کاهش دهنده سطح تولید و کیفیت این محصول مطرح گردیده‌اند (Carisse et al. 2006, Karbalaee-Khivi et al. 2012). برخی از مهمترین بیماری‌های انگور شامل پوسیدگی خاکستری (*Botrytis cinerea*), سفیدک پودری (*Erysiphe necator*) و سفیدک-کرکی (*Plasmopara viticola*) بوده که از بیماری‌های شایع انگور می‌باشند (Armijo et al. 2016). در این بین، بیماری سفیدک پودری، یکی از مهم‌ترین و مخرب‌ترین بیماری‌ها در سطح باغات انگور می‌باشد که در اثر آلودگی با یک قارچ آسکومیست به نام *Erysiphe necator* Schwein Burrill. (Syn: *Uncinula necator* (Schwein.)) ایجاد می‌شود (Gaforio et al. 2011, Pearson & Goheen 1988).

این بیماری بسیار گسترده و شایع است و در صورت فراهم شدن شرایط محیطی مناسب مانند دما و رطوبت مناسب طی فصل زمستان و اوایل بهار (Sambucci et al. 2014) می‌تواند باعث ایجاد خسارت‌های فراوانی از جمله پیچیدگی برگها، ضعیف شدن ساقه‌ها، ممانعت از جوانه‌زنی، کاهش کیفیت و بازارپسندی محصول، افزایش هزینه تولید و خسارت اقتصادی بالا گردد (Singh et al. 2017, Calonnec et al. 2004, Behdad 1988).

این بیماری در اروپا، بین سال‌های ۱۸۴۵ تا ۱۸۵۰ به سرعت گسترش یافت و تنها در عرض ۷ سال یعنی در فاصله سال‌های ۱۸۴۷ تا ۱۸۵۴ در فرانسه باعث خسارت ۸۰ درصدی به محصولات انگور و همچنین خسارت‌های

مواد و روش‌های بررسی

به منظور بررسی وضعیت آلودگی تاکستان‌ها به بیماری سفیدک پودری انگور در منطقه سیستان طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶، تعداد ۳۰ تاکستان در سه شهرستان زابل، زهک و هامون انتخاب گردیدند (در هر سال در هر شهرستان ۱۰ تاکستان). کلیه تاکستان‌های مورد بررسی ۵ تا ۷ ساله بوده و در هر تاکستان نیز تمام تاک‌ها دارای سن یکسانی بودند. در همه تاکستان‌ها نیز، روش مدیریت بیماری صرفاً به دو صورت انجام هرس آخر فصل و انجام سمپاشی با استفاده از گل گوگرد بوده است. هرس آخر فصل بنا به تجربه باغداران در همه تاکستان‌ها انجام شده بود و از این بابت هیچ تفاوتی بین تاکستان‌ها وجود نداشت، اما بر اساس نحوه کنترل شیمیایی، تاکستان‌ها از نظر تعداد دفعات و زمان‌های انجام سمپاشی و همچنین میزان سم استفاده شده، تفاوت‌هایی با هم داشتند (جدول ۱).

به منظور ثبت داده‌های مربوط به میزان وقوع و شدت بیماری از اندام‌های مختلف درختچه‌های انگور، یادداشت برداری از زمان شروع رشد گیاه تا زمان برداشت محصول به صورت هفتگی و منظم انجام پذیرفت. با توجه به اینکه در هر شهرستان، تاکستان‌ها در چند روستای نزدیک بهم متمرکز بوده و فاصله بین تاکستان‌ها نیز بسیار کوتاه بوده است، برای هر شهرستان حدود دو و نصف روز زمان، جهت بررسی و ثبت داده‌های مربوط به بیماری در نظر گرفته شد و بدین صورت در هر بازه‌ی زمانی یک هفته-ایی، تاکستان‌های هر سه شهرستان مورد بازدید قرار می-گرفتند. در هر بازدید در هر تاکستان نیز، سه متغیر مربوط به بیماری شامل ۱: تعداد درختچه‌های آلوده در هر بازدید به عنوان متغیر وقوع بیماری (P)، ۲: تعداد برگ‌های آلوده

اقلیمی گرم و خشک منطقه سیستان، همراه با بادهای سوزان در تابستان و خطر سرمازدگی در زمستان و از طرف دیگر محدودیت‌های خاک نظیر شوری، قلیائیت و بالابودن سطح ایستایی، عرصه را بر اکثر درختان میوه اعم از گرمسیری و معتدله تنگ نموده است. چنین شرایط دشواری را تنها برخی از محصولات باغی مانند انگور می‌توانند به خوبی تحمل کنند (Afroozeh et al. 2009). در بین ارقام مختلف انگور، انگور رقم یاقوتی یکی از مهمترین ارقام انگور در سطح کشور بوده و در مناطق مختلف کشور از جمله مناطق سردسیر و معتدل کشور و همچنین مناطق گرم و نیمه‌گرم کشور کشت می‌گردد (Shahrokhnia & Karami 2017). این رقم همچنین زودرس‌ترین رقم انگور در سطح کشور نیز می‌باشد که خاستگاه اصلی آن منطقه سیستان بوده و کشت و کار آن در این منطقه از دیرباز انجام می-گرفته است. این محصول، اقتصادی‌ترین محصول باغی این منطقه محسوب شده و سهم بسزایی در الگوی کشت در این منطقه دارد. منطقه سیستان، همچنین یکی از کانون‌های اصلی تولید انگور یاقوتی در کشور نیز محسوب می‌گردد (Kohkan et al. 2017).

حال با توجه به اهمیت اقتصادی کشت این محصول در منطقه سیستان، تاکنون در این منطقه و شهرستان‌های اطراف هیچ بررسی اپیدمیولوژیکی و پژوهشی در خصوص تعیین میزان آلودگی تاکستان‌ها به بیماری سفیدک پودری مو انجام نگرفته است، لذا هدف از انجام این بررسی که برای نخستین بار در سطح منطقه انجام می‌شود، ارائه آمار دقیق از میزان آلودگی تاکستان‌های سطح منطقه به این بیماری جهت استفاده محققان و کارشناسان و استفاده در بحث‌های مرتبط با پژوهش و مدیریت بیماری، مدلسازی و برنامه‌ریزی می‌باشد.

جدول ۱. مقادیر استفاده شده قارچکش و زمان‌های کاربرد آن در سطح تاکستان‌ها به تفکیک سه شهرستان طی دو سال زراعی اول و دوم در منطقه سیستان

Table 1. Amounts of used fungicide and their application times on vineyards in three county during the first and second years in Sistan region.

96-97				95-96				year	
Spray time				Spray time				Vineyards	County
Total of used fungicide(kg/h)	Time 3	Time 2	Time 1	Total of used fungicide(kg/h)	Time 3	Time 2	Time 1		
-	-	-	-	-	-	-	-	Z1	Zabol
13	-	+	-	10	-	+	-	Z2	
-	-	-	-	-	-	-	-	Z3	
10	-	+	-	8	-	+	-	Z4	
-	-	-	-	-	-	-	-	Z5	
-	-	-	-	-	-	-	-	Z6	
11	-	+	-	-	-	-	-	Z7	
-	-	-	-	-	-	-	-	Z8	
-	-	-	-	-	-	-	-	Z9	
-	-	-	-	-	-	-	-	Z10	
24	-	+	+	22	-	+	+	K11	Zahak
25	-	+	+	-	-	-	-	K12	
23	-	+	+	25	-	+	+	K13	
25	-	+	+	-	-	-	-	K14	
28	-	+	+	24	-	+	+	K15	
-	-	-	-	-	-	-	-	K16	
24	-	+	+	30	-	+	+	K17	
26	-	+	+	-	-	-	-	K18	
-	-	-	-	28	-	+	+	K19	
-	-	-	-	-	-	-	-	K20	
-	-	-	-	-	-	-	-	H21	Hamoon
-	-	-	-	-	-	-	-	H22	
10	-	+	-	10	-	+	-	H23	
-	-	-	-	-	-	-	-	H24	
-	-	-	-	-	-	-	-	H25	
14	-	+	-	11	-	+	-	H26	
-	-	-	-	-	-	-	-	H27	
-	-	-	-	-	-	-	-	H28	
12	-	+	-	-	-	-	-	H29	
12	-	+	-	-	-	-	-	H30	

زمان ۱: سمپاشی در اواخر اسفند، زمان ۲: سمپاشی در اواسط فروردین، زمان ۳: سمپاشی در اوایل اردیبهشت، +: سمپاشی شده، -: بدون سمپاشی
Time 1: Spraying in late March, Time 2: Spraying in mid-April, Time 3: Spraying in early May, +: Sprayed, -: No Spraying

بیماری فقط بر روی برگ‌ها انجام شده و از بازدید چهارم به بعد خوشه‌ها نیز جهت ارزیابی شدت بیماری مورد بررسی قرار گرفتند. جهت انجام یادداشت‌برداری دقیق و منظم در هر تاکستان نیز، در اولین بازدید، از ابتدای تاکستان، درختچه‌های کشت شده در ردیف‌های یک، سه،

در هر درختچه به عنوان متغیر شدت آلودگی برگ (L) و ۳: تعداد خوشه‌های آلوده در هر درختچه به عنوان متغیر شدت آلودگی خوشه (F) مورد بررسی قرار گرفتند. لازم بذکر است که در بازدیدهای اولیه (سه بازدید اول) به دلیل عدم تشکیل خوشه‌ها، بررسی و ثبت داده‌های شدت

یادداشت برداری علائم بیماری روی برگها

با توجه به اینکه اولین علائم بیماری سفیدک پودری انگور با شروع رشد رویشی درختچه‌های انگور و باز شدن جوانه‌های برگ‌ها و نمایان شدن برگچه‌های آلوده با پوشش سفیدرنگ میسیلیوم‌های قارچی قابل مشاهده است، یادداشت برداری از سطح تاکستان‌ها از زمان فوق و طی بازدیدهای هفتگی انجام گرفته و داده‌های مربوط به مقدار بیماری برای هر تاکستان طی هر دو سال بررسی ثبت گردید. با شروع رشد رویشی درختچه‌ها و ظهور علائم برگ‌ها در هر بازدید در هر تاکستان تعداد ۵۰ درختچه انگور مورد بررسی قرار گرفته و وجود یا عدم وجود علائم بیماری در برگها در آنها ثبت گردید.

یادداشت برداری علائم بیماری روی خوشه‌ها

مهمترین مرحله از بیماری سفیدک پودری انگور ایجاد علائم روی خوشه‌ها می‌باشد. با ظهور علائم اولیه بر روی خوشه‌های سبز و نارس که به صورت پوشش بسیار ضعیف قارچ، ریزش حبه‌ها و تنک شدن خوشه نمایان گردید، با بررسی تعداد ۵۰ درختچه انتخاب شده در هر تاکستان وضعیت آلودگی خوشه‌ها به بیماری در طی هر بازدید یادداشت برداری گردید. برای دقت بیشتر، یادداشت برداری‌های مربوط به علائم خوشه‌ای نیز بر روی همان درختچه‌هایی که علائم برگ‌ها ثبت گردیده بود انجام پذیرفت. جهت تعیین درصد شدت آلودگی برگ‌ها و خوشه‌هایی در هر تاکستان نیز از روش ویوتوویچ (Voytovich 1987) استفاده گردید بدین صورت که بر اساس این روش، تعداد ۱۵۰ برگ و ۳۰ خوشه از هر درختچه انگور آلوده مورد بررسی قرار گرفته و سپس درصد شدت آلودگی روی برگها و خوشه‌های انگور

پنج، هفت و نه بصورت یک در میان (در مجموع ۵ ردیف) و در هر ردیف ده درختچه به صورت یک در میان (در مجموع در هر تاکستان ۵۰ درختچه) جهت انجام یادداشت برداری و ثبت داده‌های مربوط به هر سه متغیر مورد نظر انتخاب گردیدند. سایر اطلاعات زراعی مربوط به این تاکستان‌ها مانند مساحت کل باغ، نوع رقم، سن تاکستان، میزان تولید محصول در سال گذشته، انجام یا عدم انجام هرس در اواخر فصل گذشته، تعداد دفعات آبیاری، نوع و میزان قارچکش مصرفی، تعداد دفعات سمپاشی و ... در فرم‌های خاصی تحت عنوان شناسنامه زراعی تاکستان از باغداران دریافت گردید (شکل ۱) (تغییر یافته از Salman et al. 2011).

یادداشت برداری تعداد درختچه‌های آلوده

با توجه به اینکه در هر بازدید و همزمان با شروع رشد رویشی درختچه‌ها و ظاهر شدن جوانه‌های برگ‌ها، تعداد درختچه‌های آلوده به بیماری که دارای علائم برگ‌ها بودند، نسبت به بازدید قبلی بیشتر می‌شد، تعداد این درختچه‌ها به عنوان متغیر اصلی در اندازه‌گیری درصد وقوع بیماری به طور دقیق ثبت گردید. در نهایت تعداد این درختچه‌های آلوده به نسبت کل درختچه‌های مورد بررسی در هر بازدید (۵۰ درختچه) به عنوان درصد وقوع بیماری محاسبه گردید. بدین صورت که میزان درصد وقوع بیماری (I)، که به معنی درصد درختچه‌های آلوده انگور به بیماری می‌باشد، برای هر تاکستان از رابطه $I = \sum x/N$ به دست آمد که در این رابطه، x = تعداد درختچه دارای آلودگی و N = تعداد کل درختچه‌های مورد بررسی می‌باشد (Cardoso et al. 2004).

عنوان بررسی اپیدمیولوژی بیماری سفیدک پودری انگور در منطقه سیستان شناسنامه زراعی تاکستان	
سال زراعی مورد بررسی:	کد تاکستان:
نام شهرستان:	نام روستا:
نام باغدار:	شماره تماس:
مساحت کل باغ:	تعداد درختچه پاره در سطح تاکستان:
نوع رقم کشت شده:	سن تاکستان:
سابقه وجود بیماری سفیدک پودری در سطح باغ در سال گذشته: <input type="checkbox"/> بله <input type="checkbox"/> خیر	
میزان تقریبی آلودگی: <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد	
میزان تولید محصول در سال گذشته: (کیلوگرم در هکتار)	
هرس در اواخر فصل گذشته: بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> خروج شاخه های هرس شده از مزرعه: بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>	
تعداد دفعات آبیاری:	
سعیاشی در سال زراعی گذشته:	
سعیاشی اواخر زمستان <input type="checkbox"/> تاریخ سعیاشی: نوع و میزان سم مصرفی:	
سعیاشی اواسط فروردین <input type="checkbox"/> تاریخ سعیاشی: نوع و میزان سم مصرفی:	
سعیاشی اوایل اردیبهشت <input type="checkbox"/> تاریخ سعیاشی: نوع و میزان سم مصرفی:	
سعیاشی در سال زراعی جاری:	
سعیاشی اواخر زمستان <input type="checkbox"/> تاریخ سعیاشی: نوع و میزان سم مصرفی:	
سعیاشی اواسط فروردین <input type="checkbox"/> تاریخ سعیاشی: نوع و میزان سم مصرفی:	
سعیاشی اوایل اردیبهشت <input type="checkbox"/> تاریخ سعیاشی: نوع و میزان سم مصرفی:	

شکل ۱. فرم شماره یک با عنوان شناسنامه زراعی تاکستان جهت جمع‌آوری اطلاعات زراعی تاکستان‌ها

Figure 1. Form number one titled vineyard crop certificate for collecting vineyards crop information

به نام شدت متوسط بیماری (MS) نیز برای هر تاکستان محاسبه گردید. این متغیر که به وسیله بسیاری از محققان به عنوان تعریف واقعی شدت بیماری استفاده می‌شود، به عنوان صفتی از بیماری است که منعکس کننده تاثیر همه عوامل محیطی موثر بر بیماری می‌باشد (Campbell & Madden 1990, Mc Roberts *et al.* 2003). این متغیر برای هر تاکستان از رابطه $MS = \sum xi \times ni / N$ به دست آمد. در این رابطه، $xi =$ درجه شدت بیماری، $ni =$ تعداد درختچه بیمار با هر درجه بیماری و $N =$ تعداد کل درختچه‌های

براساس درصد پوشش قارچی موجود به کل نواحی برگ و خوشه ارزیابی گردید. درجه بیماری از نمره ۰ تا ۵ و بدین صورت است که نمره ۰: فاقد علائم و دارای آلودگی ۰ درصد، نمره ۱: آلودگی بین ۰/۱ تا ۵ درصد، نمره ۲: آلودگی بین ۵/۱ تا ۱۰ درصد، نمره ۳: آلودگی بین ۱۰/۱ تا ۲۵ درصد، نمره ۴: آلودگی بین ۲۵/۱ تا ۵۰ درصد و نمره ۵ به معنی اینکه آلودگی بین ۵۰/۱ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد. پس از محاسبه درصد میزان وقوع و درصد شدت آلودگی برگ و خوشه در هر تاکستان، متغیر دیگری

افزار Microsoft Excel 2007 (شرکت Microsoft) و تجزیه و تحلیل‌های آماری و ترسیم برخی دیگر از نمودارها از نرم‌افزار StatGraphics Centurion XVII, Version 17.2.00 شرکت (StatPoint) استفاده گردید.

سطوح زیرمنحنی پیشرفت بیماری

شاخص سطح زیرمنحنی پیشرفت بیماری نیز معیار خوبی برای مقایسه آلودگی به بیماری در شرایط گوناگون می‌باشد که این شاخص برای میزان وقوع بیماری و نیز شدت آلودگی برگ و خوشه در تاکستان‌های مختلف تعیین گردید. جهت محاسبه سطوح زیرمنحنی پیشرفت بیماری از معادله $AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} [(xi+1)(ti+1 + ti)]$ استفاده گردید که در این معادله AUDPC بیانگر سطح زیرمنحنی پیشرفت بیماری، n بیانگر تعداد ارزیابی، xi بیانگر میزان وقوع یا شدت متوسط بیماری در i امین ارزیابی و ti بیانگر زمان i امین ارزیابی می‌باشد (Aghajani et al. 2008). با تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سطح زیرمنحنی پیشرفت وقوع بیماری (AUDPCP)، سطح زیرمنحنی پیشرفت شدت آلودگی برگ (AUDPCL) و سطح زیرمنحنی پیشرفت شدت آلودگی خوشه (AUDPCF)، اختلاف بین تاکستان‌ها و شهرستان‌های تحت بررسی طی دو سال آزمایش از این لحاظ نیز مشخص گردید. (مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD و در سطح احتمال ۹۹ درصد انجام پذیرفت).

نتایج و بحث

ظهور درختچه‌های آلوده به همراه علائم برگ‌های بیماری

در سال نخست بررسی، اولین درختچه‌های آلوده در تاکستان که همزمان با پیدایش برگ‌های جدید دارای علائم

مورد بررسی می‌باشد (Cardoso et al. 2004). لازم به ذکر است که محاسبه سه متغیر وقوع و شدت بیماری برگ‌ها و خوشه‌ها، در سه سطح آماری مختلف شامل: تاکستان، شهرستان و سال انجام پذیرفت. در سطح تاکستان‌ها، محاسبه مقادیر مربوط به وقوع بیماری، در یک جامعه آماری ۵۰ درختچه‌ای در سطح هر تاکستان و همچنین محاسبه مقادیر مربوط به شدت بیماری در یک جامعه آماری ۱۵۰ برگی و ۳۰ خوشه‌ای بر روی هر درختچه موجود در هر تاکستان انجام گردید. نهایتاً با میانگین‌گیری این مقادیر در ابتدا برای هر تاکستان میزان وقوع و شدت آلودگی برگ‌ها و خوشه‌ها محاسبه گردید. در سطح بعدی با میانگین‌گیری مقادیر وقوع و شدت مربوط به کل ۱۰ تاکستان موجود در هر شهرستان، مقادیر مربوط به میزان وقوع و شدت بیماری برای آن شهرستان محاسبه و در ادامه از میانگین‌گیری مجموع این مقادیر برای هر سه شهرستان، میزان وقوع و شدت بیماری برای آن سال زراعی محاسبه گردید. سپس، با تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بیشترین درصد وقوع و درصد شدت آلودگی برگ‌ها و خوشه‌ها، اختلاف بین تاکستان‌ها و شهرستان‌های منطقه از این لحاظ در هر سال و در مجموع دو سال آزمایش مشخص گردید. در این بررسی همچنین سرعت پیشرفت اپیدمی بیماری نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. معیار اندازه‌گیری سرعت پیشرفت آلودگی در سطح هر تاکستان، افزایش تعداد درختچه‌های آلوده از تعداد کل درختچه‌های مورد بررسی در هر تاکستان (۵۰ درختچه)، تعداد برگ‌های آلوده از کل برگ‌های مورد بررسی در هر درختچه (۱۵۰ برگ) و تعداد خوشه‌های آلوده شده از کل خوشه‌های مورد بررسی در هر درختچه (۳۰ خوشه) از اولین بازدید تا زمان برداشت محصول بوده است. جهت مرتب‌کردن داده‌ها و ترسیم نمودارها از نرم

جدول ۲. تجزیه واریانس بیشترین میزان وقوع، شدت آلودگی برگ و شدت آلودگی خوشه در اثر بیماری سفیدک‌پودری انگور در سال اول، دوم و مجموع دو سال مورد بررسی در منطقه سیستان

Table 2. Variance analysis of highest disease incidence, leaf disease severity and fruit disease severity caused by powdery mildew of grapevine in first, second and combined two years of research in Sistan region

Source of variation	Df	Mean Square		
		Highest disease incidence	Highest leaf disease severity	Highest fruit disease severity
<i>Year 95-96</i>				
County	2	1.6 ^{ns}	39.988 ^{**}	34.8439 ^{**}
Vineyard	9	6.5333 ^{ns}	2.7889 ^{ns}	2.4969 ^{ns}
Error	18	8.2666	2.3413	3.3362
<i>Year 96-97</i>				
County	2	2.1333 ^{ns}	8.4025 ^{**}	31.6244 ^{**}
Vineyard	9	2.2074 ^{ns}	2.0191 ^{ns}	1.5034 ^{ns}
Error	18	5.0963	1.6192	4.7806
<i>Combined two years</i>				
Year	1	4.26667 ^{ns}	39.3983 ^{**}	26.2869 ^{**}
County	2	1.86667 ^{ns}	32.4782 ^{**}	66.3406 ^{**}
Vineyard	9	6.99259 ^{ns}	3.4980 ^{ns}	2.3338 ^{ns}
Error	47	5.53191	2.4447	3.4331

** و ns: به ترتیب به مفهوم معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و غیرمعنی‌دار بودن می‌باشد

** and ns indicates $P < 0.01$ and $P > 0.05$ respectively

تا اوایل خردادماه و زمان برداشت محصول ادامه یافت. بیشترین سرعت وقوع آلودگی تا اواخر نیمه اول اردیبهشت‌ماه بود و پس از این تاریخ، سرعت آلودگی درختچه‌ها به نسبت اوایل دوره نسبتاً کند گردید. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که از لحاظ بیشترین میزان وقوع بیماری، بین شهرستان‌ها و تاکستان-های بازدیدشده در سال اول، سال دوم و مجموع دو سال مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود نداشته است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اگرچه از این لحاظ بین شهرستان‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید اما در سال اول، شهرستان زابل دارای بیشترین درصد وقوع بیماری با میزان ۵۸/۲ درصد بوده و شهرستان‌های زهک و هامون به ترتیب با میزان ۵۷/۴ و ۵۷/۲ درصد در مراتب دوم و سوم بیشترین درصد وقوع بیماری قرار گرفتند. در سال دوم نیز

بیماری بودند، در تاریخ ۹۶/۱/۲۴ در تاکستان‌های شهرستان زابل و سپس به ترتیب در تاکستان‌های شهرستان هامون و زهک مشاهده گردیدند. این علائم تا اواخر خردادماه و تا زمان برداشت محصول روبه افزایش بودند. بر اساس داده‌های ثبت شده در این سال، بیشترین سرعت در آلودگی درختچه‌ها از اواخر فروردین تا انتهای دهه دوم اردیبهشت‌ماه بود اما از اوایل دهه سوم اردیبهشت تا زمان برداشت محصول سرعت آلوده‌سازی درختچه‌های جدید و توسعه علائم در درختچه‌های آلوده به نسبت اوایل دوره با سرعت کمتری ادامه یافت. در دومین سال مورد بررسی نیز پیدایش علائم بیماری بر روی درختچه‌ها که به همراه علائم برگی بودند از تاریخ ۹۷/۱/۲۷ در تاکستان‌های شهرستان هامون مشاهده گردید. در این سال نیز آلودگی درختچه‌ها از اواسط دهه سوم فروردین‌ماه شروع شده و

درختچه‌ها در این مرحله، تعیین‌کننده اصلی سطح خسارت وارده به محصول انگور تولیدی یک تاکستان محسوب می‌شود. در تمام تاکستان‌های مورد بررسی، شروع ظاهرشدن حبه‌ها و آویزان‌شدن خوشه‌ها همزمان با توسعه و پیشرفت بیماری بر روی برگ‌ها بوده و به همین علت در درختچه‌های دارای برگ‌های آلوده با مسیلیوم‌های قارچی، خوشه‌ها نیز به محض ظاهرشدن در معرض آلودگی قرار می‌گیرند. هرچند که در درختچه‌های غیرآلوده، آلوده‌شدن خوشه‌ها در مراحل اولیه ظهور، ناشی از پراکنش کنیدیوم‌های جوانه‌زده از مسیلیوم‌های قارچی موجود در سطح برگ‌های آلوده داخل تاکستان می‌باشد. به همین علت اگر در هنگام ظهور خوشه‌ها عوامل محیطی جهت تکثیر و انتشار کنیدیوم‌ها مساعد نباشد و یا سمپاشی با سموم مرسوم مانند گل‌گوگرد در سه مرحله که مرحله سوم مصادف با توسعه خوشه‌ها می‌باشد انجام شود، به میزان بسیار بالایی از بروز و توسعه علائم بر روی خوشه‌ها جلوگیری می‌شود. به هر حال در درختچه‌های آلوده بسته به میزان وقوع آلودگی در سطح تاکستان و شدت آلودگی برگ‌ها خود درختچه، درجاتی از آلودگی در خوشه‌ها دیده می‌شود.

نتایج جدول تجزیه واریانس در خصوص بیشترین شدت آلودگی خوشه نشان داد که از این لحاظ در سال اول، دوم و مجموع دو سال مورد بررسی بین شهرستان‌ها اختلاف کاملاً معنی‌دار ($P < 0/001$) وجود داشته است اما بین تاکستان‌ها از این لحاظ در هیچ کدام از دو سال مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تاکستان‌های شهرستان زابل و زهک در سال اول با میزان متوسط ۲۶/۱ و ۲۲/۴ درصد و در سال دوم با میزان ۲۴/۷ و ۲۱/۲ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد شدت آلودگی خوشه‌ها در سطح منطقه بوده و شهرستان هامون از این

شهرستان‌های هامون، زهک و زابل به ترتیب با میزان ۵۷/۸، ۵۷/۱ و ۵۷ درصد، مراتب اول، دوم و سوم بیشترین درصد وقوع بیماری در سطح تاکستان‌های منطقه سیستان را به خود اختصاص دادند. در مجموع دو سال نیز شهرستان‌های زابل (۵۷/۶ درصد) و زهک (۵۷/۲ درصد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد وقوع بیماری در سطح منطقه بوده‌اند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیشترین شدت آلودگی برگ‌ها نیز نشان داد که از این لحاظ در سال اول، دوم و همچنین مجموع دو سال بین شهرستان‌ها اختلاف کاملاً معنی‌دار وجود داشته است ($P < 0/001$) اما در سطح تاکستان‌ها بین سال اول، سال دوم و مجموع دو سال تحت بررسی هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین‌های مربوط به درصد شدت آلودگی برگ نشان داد که در سال اول شهرستان هامون دارای بیشترین شدت آلودگی برگ با میزان ۲۲/۸ درصد و شهرستان‌های زابل و زهک به ترتیب با داشتن ۲۱ و ۱۸/۸ درصد، در مراتب دوم و سوم قرار گرفتند. در سال دوم نیز مجدداً شهرستان هامون با ۲۳/۴ درصد بیشترین و شهرستان‌های زهک و زابل با داشتن ۲۲/۵ و ۲۱/۶ درصد، مراتب دوم و سوم شدت آلودگی برگ را به خود اختصاص دادند. همچنین در مجموع دو سال نیز شهرستان‌های هامون (۲۳/۱ درصد) و زهک (۲۰/۶ درصد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد آلودگی برگ‌ها در اثر این بیماری بودند.

ظهور علائم بیماری روی خوشه‌ها

توسعه علائم بیماری سفیدک پودری بر روی خوشه‌ها به عنوان یک عامل بسیار مهم در تعیین میزان شدت بیماری در سطح تاکستان به شمار می‌رود و میزان آلودگی

جدول ۳. تجزیه واریانس AUDPCP، AUDPCL و AUDPCF بیماری سفیدک‌پودری انگور طی سال اول، دوم و مجموع دو سال مورد بررسی در منطقه سیستان

Table 3. Variance analysis of AUDPCP, AUDPCL AUDPCF of powdery mildew of grapevine in first, second and combined two years of research in Sistan region

Source of variation	Df	Mean Square		
		Highest disease incidence	Highest leaf disease severity	Highest fruit disease severity
<i>Year 95-96</i>				
County	2	2554.23 ^{ns}	26166.2 ^{**}	37408.4 ^{**}
Vineyard	9	7134.68 ^{ns}	2212.46 ^{ns}	2395.32 ^{ns}
Error	18	24728.6	1477.6	3448.9
<i>Year 96-97</i>				
County	2	4156.13 ^{ns}	5495.39 ^{**}	36620.7 ^{**}
Vineyard	9	7199.47 ^{ns}	1993.94 ^{**}	1213.22 ^{ns}
Error	18	20259.9	595.852	3407.46
<i>Combined two years</i>				
Year	1	12789.6 ^{ns}	94065.5 ^{**}	144918 ^{**}
County	2	5168.32 ^{ns}	26347.8 ^{**}	73822 ^{**}
Vineyard	9	11847.7 ^{ns}	2970.36 ^{**}	2878.31 ^{ns}
Error	47	17771.4	1256.89	2774.48

** و ns: به ترتیب به مفهوم معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱ درصد و غیرمعنی‌دار بودن می‌باشد

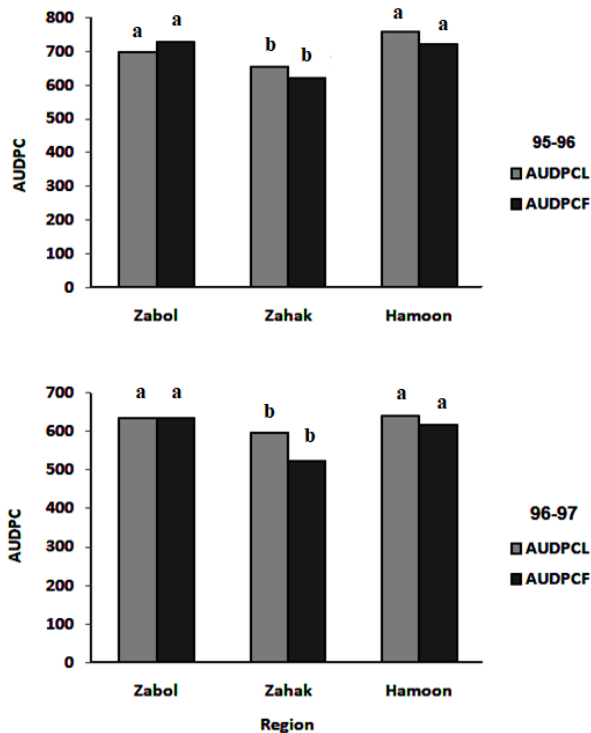
** and ns indicates $P < 0.01$ and $P > 0.05$ respectively

مجموع دو سال مورد بررسی، بین شهرستان‌ها و تاکستان‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است اما از لحاظ AUDPCL در سال اول، دوم و مجموع دو سال تحت بررسی بین شهرستان‌ها اختلاف کاملاً معنی‌دار بوده ($P < 0.001$) ولی در بین تاکستان‌ها فقط در سال اول هیچ اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است اما در سال دوم و مجموع دو سال مورد مطالعه در این خصوص اختلاف معنی‌دار مشاهده گردیده است ($P < 0.001$). در ارتباط با AUDPCF نیز در سال اول، دوم و مجموع دو سال، بین شهرستان‌ها اختلاف کاملاً معنی‌دار ($P < 0.001$)، اما در سطح تاکستان‌ها هیچ اختلاف معنی‌داری در این خصوص مشاهده نگردید. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سطوح زیرمنحنی‌های AUDPCL و AUDPCF نشان می‌دهد که در سال اول از لحاظ سطوح زیرمنحنی

لحاظ در سال اول و دوم به ترتیب با میزان ۲۴/۹ و ۲۳/۴ درصد در بین دو شهرستان دیگر قرار گرفت. در مجموع دو سال نیز شهرستان‌های زابل (۲۵/۴ درصد) و زهک (۲۱/۸ درصد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد شدت آلودگی خوشه‌ها در سطح تاکستان‌های مورد بررسی بودند.

سطوح زیرمنحنی پیشرفت بیماری

در این بررسی سطوح زیرمنحنی‌های پیشرفت میزان وقوع (AUDPCP) و شدت آلودگی برگ (AUDPCL) و خوشه (AUDPCF) جهت تاکستان‌های مورد بررسی محاسبه گردید و نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوطه در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که از لحاظ AUDPCP در سال اول، دوم و



شکل ۲. سطوح زیرمنحنی پیشرفت بیماری سفیدک پودری انگور بر اساس AUDPCL و AUDPCF به تفکیک دو سال در سه شهرستان مورد بررسی در منطقه سیستان ($P < 0.001$).

Figure 2. Areas under disease progress curves of AUDPCL and AUDPCF based on two years and in three county of Sistan region ($p < 0.001$).

مورد بررسی شهرستان‌های زابل و هامون دارای بیشترین درصد میزان وقوع بیماری، شدت آلودگی برگ‌ها و خوشه‌ها بوده‌اند اما شهرستان زهک در مورد هر سه متغیر فوق دارای کمترین میزان آلودگی در این بین بوده است. در ارتباط با بالا بودن میزان آلودگی در شهرستان‌های زابل و هامون به یک دلیل عمده می‌توان اشاره نمود. بررسی اطلاعات ثبت شده در فرم‌های زراعی تاکستان‌های سه شهرستان زابل، زهک و هامون طی دو سال مورد بررسی (جدول ۱) نشان داد که در دو شهرستان زابل و هامون، در هر سال تنها در تعدادی از تاکستان‌های آنها، سمپاشی با گل گوگرد انجام شده و در سایر تاکستان‌ها، علی‌الرغم

پیشرفت شدت آلودگی برگ‌ها، شهرستان‌های هامون و زهک (۷۵۵/۲ و ۶۵۳/۲) و از لحاظ سطوح زیرمنحنی پیشرفت شدت آلودگی خوشه‌ها، شهرستان‌های زابل و زهک (۷۲۶/۷ و ۶۱۷/۹) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین سطوح پیشرفت شدت بیماری در سطح تاکستان‌های منطقه بوده‌اند. در سال دوم بررسی نیز از لحاظ سطوح زیرمنحنی شدت آلودگی برگ‌ها، شهرستان‌های هامون و زهک (۶۳۸/۵ و ۵۹۵/۹) و از لحاظ سطوح زیرمنحنی شدت آلودگی خوشه‌ها، شهرستان‌های زابل و زهک (۶۳۳/۹ و ۵۲۱/۱) به ترتیب بیشترین و کمترین سطوح پیشرفت شدت بیماری در سطح تاکستان‌های منطقه را به خود اختصاص دادند.

در کل، مقایسه بین سطوح زیرمنحنی‌های پیشرفت بیماری طی دو سال مورد بررسی نشان داد که از لحاظ AUDPCL، سال اول و دوم به ترتیب دارای مقادیر ۷۰۲ و ۶۲۲/۸ و از لحاظ AUDPCF، سال اول و دوم دارای مقادیر ۶۸۸/۴ و ۵۹۰/۱ بوده‌اند و این نشان دهنده این مطلب است که در تمام موارد سال اول دارای میزان بیشتری از شدت آلودگی برگ‌ها و خوشه‌ها نسبت به سال زراعی دوم بوده است (شکل ۲). در مجموع دو سال نیز از لحاظ AUDPCL، شهرستان‌های هامون و زهک با مقادیر ۶۹۶/۹ و ۶۲۴/۵ و از لحاظ AUDPCF شهرستان‌های زابل و زهک به ترتیب با مقادیر ۶۸۰/۳ و ۵۶۹/۵ دارای بیشترین و کمترین سطوح پیشرفت در سطح کل تاکستان‌های مورد بررسی بوده‌اند.

نتایج کلی حاصل از این بررسی در منطقه سیستان نشان می‌دهد که بیماری سفیدک پودری انگور در همه شهرستان‌های این منطقه با درصدهای متفاوتی از میزان وقوع و شدت آلودگی‌های برگ‌ها و خوشه‌ایی وجود دارد. بر اساس کل داده‌های ثبت شده، در مجموع هر دو سال

عدم استفاده از گل گوگرد، هیچ کنترل شیمیایی دیگری با سایر سموم توصیه شده بصورت برنامه دقیق و در فواصل زمانی مطلوب جهت پیشگیری و کنترل بیماری صورت نگرفته است. اگرچه در تاکستان‌های سمپاشی شده نیز، بجای انجام هر سه مرحله سمپاشی، فقط یک مرحله با تاخیر و تقریباً همزمان با مراحل تشکیل میوه انجام گرفته که با توجه به گسترش بیماری در سطح تاکستان متاسفانه کنترل مناسبی را ایجاد نکرده بود. اما در شهرستان زهک در سال اول حدود ۵ تاکستان و در سال دوم ۷ تاکستان از کل تاکستان‌های مورد بررسی، دارای دو نوبت سمپاشی یکی قبل از تورم جوانه‌ها در اواخر زمستان (اسفندماه) و دیگری در اواسط فروردین‌ماه و کمی قبل از تشکیل خوشه‌ها توسط باغداران انجام گردیده بود. هر چند که در این شهرستان نیز هر سه نوبت سمپاشی انجام نگرفته، اما به دلیل انجام یک نوبت سمپاشی در اواخر فصل زمستان که منجر به کاهش بقای فرم زمستان‌گذران قارچ و کاهش جمعیت آنها جهت جوانه‌زنی در اوایل بهار و نهایتاً کاهش آلوده‌سازی برگ‌ها و جوانه‌های تازه روئیده شده بود، میزان آلودگی این تاکستان‌ها نسبت به سایر تاکستان‌های دو شهرستان دیگر که تنها یک نوبت سمپاشی اوایل بهار را داشتند، کمتر مشاهده گردید.

بر اساس مقایسه سطوح زیرمنحنی‌های پیشرفت بیماری (AUDPCL و AUDPCF)، نیز مشخص گردید که در مجموع دو سال مورد بررسی، سال اول دارای میزان بالاتری از لحاظ درصد شدت آلودگی‌های برگ و خوشه نسبت به سال زراعی دوم بوده است. در خصوص علت این امر نیز نخست داده‌های ثبت‌شده آب‌وهوایی مورد بررسی قرار گرفتند. وجود مقادیر بالاتری از شدت بیماری در سال اول نسبت به سال دوم بیانگر این مطلب است که در سال زراعی اول شرایط مساعدتری جهت پراکنش و

زمستانگذرانی قارچ در فصول پاییز و زمستان در سطح تاکستان فراهم بوده و نهایتاً نیز در اوایل فصل رشد گیاه در بهار، مقادیر بیشتری از زادمایه قارچ شروع به فعالیت و تکثیر نموده و نسبت به سال دوم شدت بیشتری از بیماری را ایجاد کرده است و از طرف دیگر پایین بودن میزان وقوع و شدت بیماری در سال دوم نیز بیانگر وجود شرایط نامساعدتری در سطح تاکستان در ارتباط با پراکنش، زمستانگذرانی و شروع فعالیت قارچ در اوایل فصل رشد گیاه در دومین سال مورد بررسی بوده است. جهت بررسی صحت این موضوع داده‌های آب‌وهوایی طی فصول پاییز، زمستان و بهار سال زراعی اول و دوم که بر روی پراکنش بیماری در طی فصل پاییز، میزان بقای قارچ در طی فصل زمستان و نهایتاً بر روی میزان جوانه‌زنی و گسترش بیماری در فصل رویشی جدید در بهار و بر روی درختچه‌های موثر تاثیرگذار بوده است مورد بررسی دقیق قرار گرفتند (کلیه داده‌های آب‌وهوایی در بازه‌های زمانی مورد نظر از اداره کل هواشناسی استان تهیه گردید). میانگین دما در فصل پاییز و زمستان سال زراعی اول و دوم به ترتیب ۱۸/۵، ۱۲/۴ و ۱۸/۳ و ۱۴ درجه سانتیگراد بوده است. از این لحاظ اختلاف چندانی بین دو سال دیده نمی‌شود اما از لحاظ میزان رطوبت که عامل مهمی در بقای فرم‌های زمستانگذران قارچ و پراکنش آنها در طی فصول پاییز و زمستان و جوانه‌زنی آنها با شروع فصل رویش در سطح تاکستان می‌باشد، داده‌های ثبت شده هواشناسی نشان داد که میانگین رطوبت در فصول پاییز و زمستان سال زراعی اول و دوم به ترتیب ۳۱/۳، ۴۵/۳ و ۲۶/۷، ۳۳/۴ درصد بوده است که بیانگر مرطوب بودن هوا در طی فصول پاییز و زمستان سال زراعی اول می‌باشد. همچنین داده‌های هواشناسی مربوط به دو ماهه ابتدای سال زراعی اول، یعنی فروردین و اردیبهشت‌ماه که همزمان با فصل رویشی

که در سال اول چه از لحاظ شرایط مدیریتی جهت کنترل بیماری و چه از لحاظ مساعد بودن فاکتور آب و هوایی رطوبت، شرایط جهت توسعه بیماری مساعدتر از سال دوم بوده است.

نتایج کلی این بررسی حاکی از نقش بسیار مهم فاکتورهای آب و هوایی خصوصاً رطوبت و همچنین نقش بسیار تاثیرگذار فاکتورهای مدیریتی بیماری بالاخص کنترل شیمیایی این بیماری در سطح منطقه در ارتباط با توسعه متغیرهای مختلف مربوط به بیماری می باشد.

بر اساس تحقیقات انجام شده توسعه اپیدمی بیماری سفیدک پودری انگور در طی فصل رشد دارای یک الگوی مکانی و زمانی بوده و بوسیله فاکتورهای متعددی از جمله فاکتورهای آب و هوایی تحت تاثیر قرار می گیرند. محققان زیادی در مطالعات مربوط به بررسی بیولوژی قارچ *E. necator* از عامل رطوبت به عنوان فاکتور مهمی در جوانه زنی کنیدیوم های این قارچ نام برده اند (Gadoury et al. 2012, Bendek et al. 2007, Carroll & Wilcox 2003, Willocquet & Clerjeau 1998, Delp 1954).

کربلایی خیاوی و همکاران (Karbalaee-Khivi et al. 2012a) در تحقیقی که به منظور بررسی بیولوژی و اپیدمیولوژی قارچ عامل این بیماری در استان اردبیل انجام داده اند، مطلوبترین میزان رطوبت جهت رشد و اسپورزایی این قارچ را بین ۴۰ و ۵۰ تا ۱۰۰ درصد گزارش کرده اند.

همچنین بندک و همکاران (Bendek et al. 2007) رطوبت نسبی مطلوب جهت جوانه زنی کنیدیوم های قارچ عامل این بیماری جهت پراکنش در سطح تاکستان ها را بین ۴۷ تا ۹۰ درصد گزارش کرده اند.

کارول و ویلکوکس (Carroll & Wilcox 2003) گزارش کردند که بنابر تحقیقات محققین مختلف در مناطق مختلف جغرافیایی دنیا بین شدت این بیماری با میزان

درختچه های تاک در منطقه سیستان است، نیز نشان داد که در این بازه زمانی در سال اول میانگین رطوبت ۳۴/۳ درصد بوده در صورتی که در همین دوره ی زمانی در سال دوم میانگین رطوبت ۲۸ درصد بوده است (Meteorological Statistics 2018).

از طرف دیگر، مجدداً شناسنامه های زراعی تاکستان ها و فاکتورهای مدیریتی مرتبط با کنترل شیمیایی این بیماری در سطح تاکستان های منطقه مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی آمار مربوط به تعداد سمپاشی های انجام گرفته در سطح تاکستان ها، نشان داد که در سال اول نسبت به سال دوم، سمپاشی های کمتری توسط باغداران در طول فصل زراعی در سطح تاکستان های منطقه انجام گرفته بود (جدول ۱). بدین صورت که به ترتیب در سال اول و دوم، در شهرستان زابل تعداد ۲ و ۳ تاکستان، در شهرستان زهک ۵ و ۷ تاکستان و در شهرستان هامون ۲ و ۴ تاکستان دارای سابقه سمپاشی با گل گوگرد بودند. بر اساس اطلاعات ثبت شده در این فرم ها، مشخص گردید که از تعداد کل ۳۰ تاکستان مورد مطالعه، در سال اول فقط در ۹ تاکستان (۳۰ درصد) و در سال دوم نیز فقط در ۱۴ تاکستان (۴۶ درصد) سمپاشی با گل گوگرد انجام گرفته بود. از طرف دیگر در سال اول از ۹ تاکستان سمپاشی شده فقط در ۵ تاکستان و در سال دوم نیز از ۱۴ تاکستان فقط در ۷ تاکستان سمپاشی ها در دونوبت (اسفندماه و اواسط فروردین) انجام شده بود. مقدار قارچکش استفاده شده نیز در سطح ۳۰ تاکستان مورد بررسی در مجموع دفعات سمپاشی، در سال اول، ۱۶۸ و در سال دوم ۲۵۷ کیلوگرم در هکتار بوده است. نتایج این بررسی ها نشان دهنده این مطلب بود که در کل در سال زراعی اول کنترل شیمیایی بیماری در تاکستان ها، نسبت به سال دوم در سطح کمتری انجام پذیرفته بود. بر اساس این بررسی ها مشخص گردید

دارد. در همه این تحقیقات، محققین در خصوص تاثیر رطوبت در توسعه بیماری سفیدک‌پودری انگور گزارش کرده‌اند که افزایش رطوبت تاثیر مثبتی در توسعه این بیماری دارد. نتایج این بررسی نیز نشان داد که وجود رطوبت بالا در بازه‌های زمانی خاص، مقادیر بالاتری از وقوع و شدت بیماری را ایجاد کرده است. بر این اساس می‌توان یکی از دلایل بالا بودن میزان آلودگی در سال اول را، بالا بودن درصد رطوبت در فصول پاییز و زمستان و همچنین در دو ماهه ابتدایی سال زراعی و اوایل فصل بهار که همزمان با دوره رویشی درختچه‌های تاک در منطقه سیستان است، دانست.

از طرف دیگر، جهت کنترل شیمیایی این بیماری در منطقه سیستان که دارای آب‌وهوای گرم و خشک می‌باشد معمولاً از گل‌گوگرد استفاده می‌شود. میزان مصرف این ترکیب حدود ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار بوده و می‌بایست در سه نوبت طبق فواصل زمانی منظم، سمپاشی تکرار شود اما اکثر باغداران در سطح منطقه از انجام کامل هر سه مرحله سمپاشی و بکاربردن دوز توصیه‌شده جهت کنترل بیماری بنا بر دلایل اقتصادی اجتناب می‌کنند و این امر نیز می‌تواند در بروز آلودگی‌های بالا در چنین تاکستان‌هایی بسیار تاثیرگذار باشد. گوگرد معمولاً به شکل گرد یا پودر و تابل استفاده می‌شود که فرم گرد آن مناسب مناطق دارای آب و هوای خشک و فرم پودر و تابل آن مناسب مناطق مرطوب است (Khabazejolaifai 2015).

کاست و بلییر (Kast & Bleyer 2011) تحقیقی در خصوص تاثیر کاربرد گروهی از ترکیبات قارچکش از جمله ترکیبات سولفور بر علیه بیماری سفیدک‌پودری انگور در دو زمان مختلف انجام دادند. زمان اول شامل سه کاربرد قارچکش به ترتیب در سه زمان قبل از گلدهی، در طی شکوفه‌دهی و در زمانی که حبه‌های انگور به اندازه ۲

رطوبت هوا همبستگی وجود دارد. آنها با بررسی تاثیر رطوبت بر روی توسعه بیماری سفیدک‌پودری انگور گزارش کرده‌اند رطوبت نقش مهمی را در مراحل مختلفی از سیکل زندگی این قارچ ایفا می‌کند که از جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها گرفته تا توسعه کلنی‌سازی بر روی بافت‌های آلوده درختچه‌های انگور و نهایتاً تولید کنیدیوم‌های اضافی و انتشار ثانویه آلودگی در سطح تاکستان. نتایج بررسی آنها نشان داد که وقوع و شدت بیماری سفیدک‌پودری انگور با افزایش رطوبت تا حدود ۸۵ درصد، افزایش پیدا کرده و یک رابطه خطی قوی و مثبت بین سطح رطوبت و میزان جوانه‌زنی کنیدیوم‌های قارچ عامل این بیماری وجود دارد.

ویکس و همکاران (Wicks et al. 2002) گزارش کرده‌اند که در توسعه بیماری از طریق تولیدمثل غیرجنسی، قارچ بصورت میسلیوم در جوانه‌های در حال خواب آلوده‌شده از فصل قبلی بقا می‌یابد. از میسلیوم‌های جوانه‌زده در سطح جوانه‌های آلوده میزبان، کنیدیوفورهای حامل کنیدیوم‌های پراکنده شونده توسط باد منشا می‌گیرند و کنیدیوم‌ها پس از جدا شدن از کنیدیوفورها توسط باد و دیگر ناقلین جابجا شده و بر روی بافت‌های سبز انگور قرار گرفته و در شرایطی ۲۴ ساعته و زمانی که رطوبت نسبی بیش از ۴۰ درصد است، جوانه می‌زنند و بدین صورت آلودگی ثانویه در فصل بهار و تابستان در سطح تاکستان انتشار می‌یابد.

دلپ (Delp 1954) نیز گزارش داده است که رطوبت نسبی پایین، توانایی جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها و گسترش ثانویه بیماری در سطح تاکستان‌ها را کاهش می‌دهد. وی همچنین گزارش کرد که بین تیمارهای مختلف رطوبتی با جوانه‌زنی کنیدیوم‌های قارچ عامل این بیماری و توسعه اولیه و ثانویه میسلیوم‌ها بر روی برگ‌های انگور ارتباط وجود دارد. نتایج حاصل از این بررسی با گزارشات فوق مطابقت

برنامه‌های سمپاشی در مراحل مشخصی از دوره رشد انگور استفاده شوند اما اغلب تا موقعی که بیماری در تاکستان رویت نشود بکار برده نمی‌شوند.

زاده دب‌اغ و همکاران (Zadehdabagh *et al.* 2016) تحقیقی به منظور ارزیابی بیماری‌های مهم انگور و تنش-های محیطی در باغات انگور خوزستان انجام دادند و به دو بیماری سفیدک پودری و سفیدک دروغی به عنوان دو بیماری شایع در این تاکستان‌ها اشاره کردند. آنها جهت کنترل بیماری سفیدک پودری سه مرحله سمپاشی انجام دادند. مرحله اول در اواخر زمستان (اواسط اسفندماه) به عنوان سمپاشی پیشگیرانه با گوگرد و تابل انجام گرفت و مراحل دوم و سوم نیز به ترتیب در اواسط مرحله گلدهی و ترش شدن غوره‌ها انجام گرفت. بنا بر نتایج آنها با انجام این سه مرحله سمپاشی، بیماری کاملاً کنترل و دیگر تا زمان برداشت محصول نیازی به کنترل بیماری نبود.

نتایج حاصل از تحقیقات فوق نشان می‌دهد که انجام سمپاشی‌های به موقع می‌تواند کنترل مطلوبتری را در طول فصل زراعی به دنبال داشته باشد و نهایتاً در چنین تاکستان‌هایی، میزان وقوع و شدت بیماری نیز کمتر خواهد بود. نتایج این بررسی نیز مطابق با تحقیقات فوق نشان داد که تاکستان‌هایی که دارای سمپاشی‌های منظم‌تر و به دفعات بیشتر بودند، به دلیل ایجاد کنترل مناسبتری از بیماری در سطح تاکستان، نسبت به تاکستان‌هایی که سمپاشی کمتری داشتند، مقادیر کمتری از درصد وقوع و شدت آلودگی به بیماری را از خود نشان داده‌اند.

برای جمع‌بندی کلی می‌توان به اصلی‌ترین دلایل وجود آلودگی و گسترش بیماری در هر سه شهرستان به عدم سمپاشی‌های به موقع و با دوز مناسب و عوامل آب‌وهوایی موثر بر بقای فرم‌های زمستانگذران قارچ به عنوان منبع اولیه آلودگی و کنیدیوم‌های قارچ به عنوان عوامل پراکنش

میلیتر هستند که این دوره بنام دوره پنجره باز هم نامیده می‌شود و زمان دوم بصورت انجام هفت سمپاشی که شامل سمپاشی‌های انجام شده در زمان اول بعلاوه یک سمپاشی قبل و سه سمپاشی بعد از این زمان بود، انجام دادند. نتایج آنها نشان داد که بهترین تاثیر این سموم بصورت کاربرد در فواصل کوتاه در دوره پنجره باز و بترتیب در زمان‌های قبل از گلدهی، در طی شکوفه‌دهی و طی تشکیل غوره‌های سبز انگور می‌باشد، و در سایر زمان-ها ارتباط بسیار کمی بین زمان استفاده از قارچکش‌ها و سطح نهایی بیماری مشاهده گردید.

ماگاری (Magarey 2010) نیز گزارش داده است که کاربرد ترکیبات قارچکش در زمستان و در فاز تاخیری قارچ، به دلیل پایین بودن سطح زادمایه قارچ، کنترل موثرتری برای این بیماری ایجاد می‌کند که نهایتاً منجر به کاهش آلوده‌سازی جوانه‌ها شده و در نتیجه گسترش بیماری در سال آینده نیز کاهش پیدا می‌کند. پیشگیری‌های انجام شده برای این بیماری در طی فصل جاری، از تولید اندام‌های زمستانگذرانی که تا شروع فصل رشد جدید بقا می‌یابند جلوگیری می‌کند.

ویکس و همکاران (Wicks *et al.* 2002) بهترین روش سمپاشی با ترکیبات گوگردی جهت کنترل مطلوب این بیماری را در سه نوبت و بدین ترتیب ارائه نموده‌اند. نوبت اول درست قبل از تورم جوانه‌ها، نوبت دوم بعد از ریختن گلبرگها و تشکیل میوه و نوبت سوم دو تا سه هفته پس از سمپاشی نوبت دوم که مصادف است با ظاهرشدن غوره-های ترش انگور.

ماگاری و همکاران (Magarey *et al.* 2000) نیز گزارش کردند که این بیماری عموماً با کاربرد دوره‌ایی قارچکش‌ها به صورت کاربرد چهار تا هشت سمپاشی در طول فصل کنترل می‌شود. هر چند که توصیه می‌شود

شهرستان‌ها و همچنین رابطه بین میزان وقوع و شدت بیماری با فاکتورهای آب و هوایی و زراعی صورت نگرفته است، نتایج حاصل از این بررسی می‌تواند در سایر مطالعات اپیدمیولوژیکی، خصوصاً در ارتباط با ایجاد توسعه مدل‌های پیش‌آگاهی این بیماری در سطح منطقه و سایر مطالعات مربوطه مورد استفاده قرار گیرد.

ثانویه بیماری در سطح تاکستان، خصوصاً رطوبت بالا در طی فصول پاییز و زمستان و اوایل بهار که مصادف با فصل رویش و تشکیل خوشه‌های درختچه‌های انگور در سطح منطقه سیستان می‌باشد، اشاره کرد. حال با توجه به اینکه تاکنون در سطح منطقه سیستان، هیچ مطالعه اپیدمیولوژیکی در خصوص بررسی میزان گسترش این بیماری در سطح

منابع

- Afrozeh F., Torkamani J., Najafi B. and Moosavi S. N. 2009. Economic study of production and marketing of red ruby grapes in Sistan region. 6th Iranian economic conference, Karaj, Iranian agricultural economics association, college of agriculture and natural resources, university of Tehran. https://www.civilica.com/Paper-IAEC07-IAEC07_053.html (in Persian with English Summary).
- Aghajani M. A., Safaei N. and Alizadeh A. 2008. Sclerotinia infection situation of canola in Golestan province. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, Hamedan, Iran. 52 p.
- Agricultural statistics 2016. 2017. Ministry of agriculture, economic and planning assistance, information and communication technology center. Third volume, horticultural products 239 p (in Persian).
- Armijo G., Schlechter R., Agurto M., Muñoz D., Nuñez C. and Arce-Johnson P. 2016. Grapevine pathogenic microorganisms: understanding infection strategies and host response scenarios. *Frontiers Plant Science* 7(382):1-18.
- Behdad E. 1988. Pests and diseases of forest trees shrubs and ornamental plants of Iran. Esfahan, Sepehr Publication 807 p (in Persian)
- Bendek C. E., Campbell P. A., Torres R., Donoso A. and Latorre B. A. 2007. The risk assessment index in grape powdery mildew control decisions and the effect of temperature and humidity on conidial germination of *Erysiphe necator*. *Spanish Journal of Agricultural Research* 5(4): 522-532.
- Bulit J. and Lafon R. 1978. Powdery Mildew of the Vine. In: Spencer. D.M. (ed.) *The powdery mildews*. Academic Press. New York 525-548.
- Calonnec A., Cartolro P., Poupot C., Dubourdiou D. and Darriet, P. 2004. Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. *Plant Pathology* 53: 434-445.
- Campbell C. L. and Madden L.V. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. John Wiley and Sons, New York. 532 p.
- Cardoso J. E., Santos A. A., Rossetti A. G. and Vidal J. C. 2004. Relationship between incidence and severity of cashew gummosis in semiarid north-eastern Brazil. *Plant Pathology* 53: 363-367.
- Carisse O., Bacon R., Lasnier J. and Mc fadden-Smith W. 2006. Identification guide to the major diseases of grape. Agriculture and Agri-Food Canada, Publication 10092. 31p.
- Carroll J. E. and Wilcox W. F. 2003. Effects of humidity on the development of grapevine powdery mildew. *Phytopathology* 93:1137-1144.
- Delp C. L. 1954. Effect of temperature and humidity on the grape powdery mildew fungus. *Phytopathology* 44: 515-525.
- Gadoury D. M., Cadle-Davidson L., Wilcox W. F., Dry I. B., Seem R. C. and Milgroom M. G. 2012. Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. *Molecular Plant Pathology* 13(1): 1-16.
- Gaforio L., Garcia-Munoz S., Cabello F. and Munoz-Organero G. 2011. Evaluation of susceptibility to powdery mildew (*Erysiphe necator*) in *Vitis vinifera* varieties. *Vitis* 50(3): 123-126.
- Karbalaei-Khiavi H., Shikhlinskiy H., Babaei-Ahari A. and Akrami M. 2012. Evaluation of different grape varieties for resistance to powdery mildew caused by *Uncinula necator*. *African Journal of Agricultural*

- Research 7(29): 4182-4186.
- Karbalaei-Khiavi H., Shikhliniski H., Babaei-Ahari A. and Akrami M. 2012a. Study on the biology and epidemiology of *Uncinla necator* the causal agent of grape powdery mildew disease. Life Science Journal 9(3): 1787-1792.
- Kast W. K. and Bleyer K. 2011. Efficacy of sprays against grapevine powdery mildew. Journal of Plant Pathology 93: (1, Supplement) S1.29-S1.32.
- Khabazejolaifaii H. 2015. Identification and Management of Powdery Mildew and Downy Mildew of Grape. Iranian Institute of Plant Protection Research. Promotional Journal 22 p (in Persian)
- Kohkan Sh. A., Ghanbari A., Asgharipour M. R. and Fakheri B. A. 2017. Emergy evaluation of Yaghuti grape of Sistan. Arid Biome Scientific and Research Journal 7(2): 73-84 (in Persian with English Summary).
- Magarey P. A., Magarey R. D. and Emmett R. W. 2000. Principles for managing the foliage diseases of grapevine with low input of pesticides. In: Willer H, Meier U, eds. s. Proceedings 6th International Congress on Organic Viticulture, 200. Frick, Switzerland: FiBL, 140-8.
- Magarey P. A. 2010. Managing Powdery Mildew (Doing it better). Grape and Wine Research and Development Corporation. GWRDC Innovators Network. www.gwrdc.com.au.
- Mc Roberts N., Hughes G. and Madden L. V. 2003. The theoretical basis and practical application of relationships between different disease intensity measurements in plants. Annals of Applied Biology 142: 191-211.
- Meteorological Statistics. 2018. Statistics unit of Sistan and Baluchestan meteorological office (in Persian).
- Pearson R. C. and Goheen A. C. 1988. Compendium of Grape Diseases. St Paul, MN, USA: APS Press.
- Salman M., Hawamda A. A., Al-AshqarAmarni A., Rahil M., Hajjeh H., Natsheh B. and Abuamsha R. 2011. Evaluation of the Incidence and Severity of Olive Leaf Spot Caused by *Spilocaea oleagina* on Olive Trees in Palestine. American Journal of Plant Sciences. 2(3): 457-460.
- Sambucci O., Alston J. M. and Fuller K. B. 2014. The Costs of Powdery Mildew Management in Grapes and the Value of Resistant Varieties: Evidence from California. Robert Mondavi Institute. Center for Wine Economics. 51pp.
- Shahrokhnia M. A. and Karami M. J. 2017. Effect of different amounts of irrigation water on the yield of Yaghuti grape. Journal of water and irrigation engineering 7(28): 108-122 (in Persian with English Summary).
- Sinha P. and Varma A. 2004. Statistical Modelling and Forecasting of Powdery Mildews Affecting Agricultural Crops: An Overview. Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics 57: 257-270.
- Singh P. N., Singh S. K., Tetali S. P. and Lagashetti A. C. 2017. Biocontrol of powdery mildew of grapes using culture filtrate and biomass of fungal isolates. Plant Pathology and Quarantine 7(2), 181-189.
- Voytovich K. A. 1987. New complex resistant table grape cultivars and methods for breeding. Kartya Moldovenyaske, Kishinev, Moldova. 225 p.
- Wicks T., Hitch C. and Hall B. 2002. Controlling Powdery Mildew: What to spray and When? The Australian Journal of Grape and Wine Research 59:132-139.
- Willoquet L. and Clerjeau M. 1998. An analysis of the effects of environmental factors on conidial dispersal of *Uncinula necator* (grape powdery mildew) in vineyards. Plant Pathology 47: 227-233.
- Zadehdabagh, G., Shafeizarghar, A. and Barzkar, M. 2016. Evaluation of important diseases of grapes and environmental stresses in grape vines Khuzestan. First National Symposium on Small Fruits, September 2016, Bu Ali Sina University (in Persian with English Summary).