Archive of SID

آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۸، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۹
DOI: 10.22092/jaep.2020.341697.1325

مقاله پژوهشی

آفتاب‌سوختگی زمستانه عامل مستعدکننده شانکر باکتریایی درختان بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری

ناصر امانی‌فر✉

دانشیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد

(تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۸؛ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۹)

چکیده

آفتاب‌سوختگی زمستانه یک عارضه فیزیولوژیکی است و باعث آسیب به درختان بادام و هلو در برخی باغ‌ها در استان چهارمحال و بختیاری می‌شود. در باغ‌هایی که شرایط برای این عارضه مساعد است، شانکر باکتریایی نیز شدیدتر است. علائم اولیه به‌صورت تغییر رنگ پوست تنه درخت، ترک خوردن پوست و به‌تدریج جدا شدن پوست از تنه و خشکیدگی تنه و سرشاخه‌ها است. علائم عارضه در سمت جنوب و جنوب غربی (سمت آفتاب‌گیر) درختان دیده می‌شود. طی سال‌های ۹۸-۱۳۹٤ ارتباط عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه و شانکر باکتریایی بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری بررسی شد. این بررسی در ۱۲ باغ انتخابی هلو و بادام در مناطق مختلف استان انجام شد. در بادام شاخص عارضه در سمت جنوب غربی درختان حدود ۸۳ درصد در مقایسه با سمت شمال شرقی درختان افزایش نشان داد. در هلو نیز این افزایش حدود ۸۲/۷ درصد بود. فراوانی جداسازی باکتری *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (عامل شانکر باکتریایی) در سمت جنوب غربی درختان نسبت‌به شمال شرقی حدود ۷۸/٤ و ۷۵ درصد به‌ترتیب برای بادام و هلو بیشتر بود. تیمار سفید کردن سمت جنوب غربی تنه درختان نسبت به درختان شاهد نشان داد، در بادام از ۷۰ تا ۸۱ درصد و در هلو از ٥٦/۳ تا ۸٦ درصد باعث کاهش عارضه آفتاب‌سوختگی و علائم شانکر می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه یکی از عوامل پیش آمودگی شانکر و زوال درختان بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری است.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌سوختگی، بادام، پیش آمودگی، شانکر باکتریایی، هلو

Winter sunscald as a predisposing factor for bacterial canker of almond and peach trees in Chaharmahal va Bakhtiari province

N. AMANIFAR

Associate Professor Department of Plant Protection Research, Charmahal va Bakhtiary Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shahrekord, Iran

Abstract

Winter sunscald is a physiological disorder that causes damage to almond and peach trees in some orchards of Chaharmahal va Bakhtiary province. In orchards with favorable conditions for this disorder bacterial canker was more severe observed. Early symptoms consist of discolored bark, similar to a canker, and some small vertical cracking in the bark. As time progresses, bark will begin to slough off, the death of the trunk and dieback. Symptoms can be seen on the south and southwest sides of the trees. The relationship between winter sunscald and bacterial canker of almond and peach in Chaharmahal va Bakhtiary province was investigated during 2016-2019. This study was conducted in 12 selected peach and almond orchards in different areas of the province. In almonds, disorder index on the southwest side of the trees increased by 83% compared to the northeast side of the trees, while in peaches the increase was about 82.7%. Frequency of isolation of *Pseudomonas syringae* pv *syringae* (bacterial canker agent) on the southwest side of the trees was about 78.4% and 75% higher for almonds and peaches, respectively. The southwestern white painting treatment of the trunk compared to the control showed that in almonds it decreased sunscald and canker symptoms in almonds70 to 81% and for peaches56.3 to 86%. So, it can be said that winter sunscald is causes of decline and plays role as a predisposing factor for e bacterial canker of almond and peach trees in Chaharmahal va Bakhtiary province.

Keywords: Almond, bacterial canker, peach, predisposing, sunscald

✉ sahragardn@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاهان در زیستگاه طبیعی خود بندرت توسط سرما صدمه می‌بینند چون در آن‌ها سازوکارهای فیزیولوژیک سازگارپذیری توسعه‌یافته است و به گیاهان اجازه می‌دهد در طول فصل زمستان به حالت رکود درآیند. صدمه در دماهای پائین مهم‌ترین عامل محدودکننده پراکندگی گونه‌های گیاهی در دنیا می‌باشد. انواع معمول صدمه که به درختان میوه خزان‌دار وارد می‌شود شامل: آفتاب‌سوختگی زمستانه (winter sunscald) گونه‌های پوست نازک، شکاف خوردن تنه در درختان در اثر یخبندان (frost splitting)، سیاه شدن مغز چوب شاخه‌های نازک (black heart)، بادکردگی زمین و صدمه به طوقه گیاهان علفی (frost heaving)، یخ‌زدگی ریشه، از بین رفتن جوانه‌های گل در حال رکود در فصل زمستان، مرگ لایه زاینده در شاخه‌ها و تنه و صدمه یخ‌زدگی گل‌ها و میوه‌ها در طول بهار و پائیز می‌باشد (Ashworth,1991, Sahragard, 2007).

آفتاب‌سوختگی زمستانه یا صدمه جنوب غربی زمستانه (southwest winter injury) از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است و تهدیدی برای تنه‌ها و شاخه‌های درختان است. اگرچه این عارضه در گیاهان بوته‌ای نیز اتفاق می‌افتد اما در درختان عمومیت دارد و در درختان جوان با پوست نازک رایج است. صدمه آفتاب‌سوختگی به فرآیندی اطلاق می‌شود که در آن یاخته‌های زنده در داخل پوست بیرونی (عمدتاً آبکش و کامبیوم) در اثر نوسانات دمای روز تا شب ماه‌های زمستان آسیب می‌بینند (Sahragard *etal*., 2006, Roppolo and Miller, 2001). بافت آبکش ناحیه‌ای از بافت آوندی در قسمت داخلی پوست است که مواد غذایی را به اندام‌های درخت منتقل می‌کند. کامبیوم در داخل بافت آبکش و بیرون بافت چوبی واقع شده است و شامل یک‌لایه یاخته‌ای برای تشکیل آبکش جدید به بیرون و چوب جدید به داخل است. صدمه آفتاب‌سوختگی منجر به تغییر رنگ پوست، ترک‌خوردگی، عدم رشد و ضخیم شدن سطح پوست و بافت‌مردگی برخی نواحی پوست می‌شود (Wagner and Kuhns, 2011, Sahragard *et al.*, 2006). صدمه آفتاب‌سوختگی ممکن است باعث تنش قابل‌توجهی برای گیاه شود و راه نفوذ آفات و بیمارگرها را تسهیل کند (Wagner and Kuhns, 2011). آسیب آفتاب‌سوختگی زمانی پدید می‌آید که نوسان دمایی در کامبیوم گیاه در طول روزهای تابناک و شب‌های سرد زمستان اتفاق افتد. بافت کامبیوم در شب به‌سرعت یخ می‌زند و در روز گرم شده و یخ درون بافت ذوب می‌شود، این وضعیت باعث پاره شدن یاخته‌های کامبیوم می‌شود (Roppolo and Miller, 2001). آفتاب‌سوختگی زمستانه با بازتابش برف موجود در سایه‌انداز درخت تشدید می‌شود. زخم‌های ایجاد شده در اثر آفتاب‌سوختگی زمستانه ممکن است در ماه‌های تابستان با تشکیل کالوز ترمیم شوند اما به‌طور کامل بسته نمی‌شوند. نواحی کالوز اغلب به آسیب مجدد آفتاب‌سوختگی حساس‌اند (Sakai, 1966). آسیب یخبندان بافت کامبیوم وقتی رخ می‌دهد که انجماد درون‌یاخته‌ای اتفاق بیفتد، کریستال‌های یخ به‌سرعت در داخل پروتوپلاست تشکیل می‌شوند و سیتوپلاسم یاخته از بین می‌رود (Larcher, 2003).

شانکر باکتریایی یکی از بیماری‌های مهم درختان میوه هسته‌دار است. وقوع و شدت این بیماری با عوامل مختلف زنده و غیرزنده برهمکنش دارد. یکی از این عوامل مهم، آسیب‌های ناشی از یخبندان‌های زمستانه در تنه و شاخه‌های درختان است (Melakeberhan *et al.*, 1993).

چون اغلب بیمارگرهای باکتریایی ازجمله (*Pss*) *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* نفوذ غیرفعال به بافت میزبان دارد، لذا جراحات ناشی از یخ‌زدگی باعث نفوذ باکتری به فضای بین‌یاخته‌ای در بافت‌های آسیب‌دیده می‌شود (Lindow, 1983, Vigouroux, 1999). آفتاب‌سوختگی زمستانه نیز باعث تشدید شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار می‌شود (Hinrichs-Berger, 2004).

بر اساس منابع در دسترس، هیچ‌گونه پژوهشی در خصوص اثر یا نقش آفتاب‌سوختگی زمستانه در ایجاد و شدت بیماری شانکر باکتریایی بادام و هلو صورت نگرفته

www.SID.ir

Archive of SID

است. چون در باغ‌های بادام و هلو در برخی مناطق استان چهارمحال و بختیاری، به‌ویژه مناطق برفگیر، عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه و به همراه آن شانکر باکتریایی از فراوانی بالایی برخوردار بود (Sahragard *et al.*, 2006)، لذا این بررسی به‌منظور تعیین ارتباط این عارضه فیزیولوژیکی و شانکر باکتریایی در درختان بادام و هلو انجام شد.

مواد و روش‌ها

انتخاب باغ و بررسی عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه در باغ: مشاهدات و بررسی‌های میدانی در استان چهارمحال و بختیاری حاکی از وجود عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه در درختان میوه و جنگلی در برخی مناطق استان بود (Sahragard *et al.*, 2006)، بنابراین مناطق مستعد عارضه برای این پژوهش انتخاب شد. دوازده باغ بادام سه تا شش ساله و ۱۲ باغ هلو دو تا چهار ساله انتخاب شد (جداول ۱ و ۲). در هر باغ ۱۰ درخت بادام یا هلو انتخاب گردید و طی سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ مورد بازدید و نمونه‌برداری قرار گرفت. در هرسال چهار بار از هر باغ بازدید شد و وضعیت عارضه آفتاب‌سوختگی بر اساس علایم ایجاد شده روی درخت شامل تغییر رنگ بافت پوست تنه، شکاف در پوست، جدا شدن پوست از تنه و مرگ اندام‌های هوایی در سمت جنوب غربی تنه درخت و سمت مقابل (شمال شرقی) یادداشت شد. جهت بررسی کیفی عارضه از شاخص صفر تا ٤ به شرح ذیل استفاده شد و با لحاظ کردن تعداد درخت در هر شاخص، میانگین شدت یا شاخص عارضه به دست آمد.

۰- بدون علائم
۱- تغییر رنگ پوست تنه
۲- ترک‌خوردگی پوست تنه
۳- جدا شدن پوست از تنه درخت
٤- مرگ اندام‌های هوایی

اثر تیمار سفید کردن تنه درختان بادام و هلو روی عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه: چون بیماری شانکر و عارضه آفتاب‌سوختگی در باغ‌های بخش شوراب صغیر در حاشیه زاینده‌رود شدید بود، دو باغ بادام و هلو در این منطقه برای آزمایش انتخاب شد. در هر باغ بادام و هلو، تعداد ۲۰ درخت در قسمت‌های مختلف باغ انتخاب گردید. طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ در اواخر پاییز نیمی از درختان انتخابی با رنگ سفید پلاستیکی تا ارتفاع دو متری (سمت جنوب و جنوب غربی درخت) رنگ‌آمیزی شد (شکل۱-H و ۱-I). درختان تیمار شده در هرسال چهار بار بازدید شدند و از نظر وقوع آفتاب‌سوختگی بر اساس شاخص‌های ذکرشده و بیماری شانکر در مقایسه با درختان رنگ نشده، بررسی شد.

جدول ۱- ویژگی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی جدایه‌های *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* از بادام و هلو در باغ‌های استان چهارمحال و بختیاری.

Table 1. Biochemical and physiological characteristics of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* isolated from almond and peach in orchards of Chaharmahal va Bakhtiary province.

Character	almond	peach
Gram reaction	-	-
green fluorescence pigment	+	+
colony color	white	white
levan	+/-	+/-
oxidase	-	-
potato soft rot	-	-
arginine dihydrolase	-	-
hypersensitivity reaction	+/-	+
oxidative/fermentative test (O/F)	O	O
catalase	+	+
gelatine hydrolysis	-	-
aesculin hydrolysis	+	+
tween 80 hydrolysis	-	-
urease	-	-
ice nucleation	+	+
growth at 41°C	-	-
growth at 4°C	+	+
utilization of:		
lactose	-	-
arabinose	-	-
mannitol	-	+
sorbitol	+	+

+ - positive reaction, – - negative reaction

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین فراوانی جداسازی *Pss*: برای تعیین فراوانی جداسازی *Pss* از تمامی درختان مورد آزمایش چهارمرتبه نمونه‌هایی از بافت پوست درختان انتخابی، در ماه های آبان، اسفند، اردیبهشت و شهریور در هر سال زراعی، برای جداسازی باکتری عامل شانکر تهیه شد و به روش سری رقت ها روی محیط های کشت آگار مغذی (nutrient agar) و کینگ بی (King's B) جداسازی و فراوانی جمعیت بررسی شد.

جداسازی و شناسایی بیمارگر: مقداری بافت پوست از هر نمونه در فلاسک های حاوی ۵۰ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم سترون ریخته و مدت نیم ساعت روی دستگاه تکان‌دهنده با ۱۰۰ حرکت در دقیقه، شسته شدند. از آب شسته نمونه‌ها، مقدار ۱۰۰ میکرولیتر روی محیط‌های آگار مغذی (nutrient agar) و کینگ بی (King's B) در تشتک‌های پتری پخش شد. تشتک‌ها مدت ٤٨ ساعت در دمای ۲۵° درجه سلسیوس نگهداری و سپس پرگنه‌های رشد کرده روی محیط آگار مغذی (nutrient agar) تک پرگنه و خالص شدند.

از آزمون‌های گرم (KOH3%)، تولید رنگ‌دانه فلورسنت روی King's B، آزمونO/F ، ایجاد هسته یخ، اوره‌آز، رنگ پرگنه، تولید لوان، واکنش اکسیداز، لهانیدن غده سیب‌زمینی، دهیدرولاز آرژنین، واکنش فوق حساسیت در توتون، هیدرولاز ژلاتین، هیدرولاز آسکولین، تولید اسید از: لاکتوز، آرابینوز، مانیتول و سوربیتول، رشد در دماهای ٤١ و ٤ درجه سلسیوس برای شناسایی باکتری استفاده شد (Fahy and Persley,1983; Schaad *et al*., 2001).

برای تأیید شناسایی جدایه‌ها بر اساس ویژگی‌های بیوشیمیایی و ریخت شناسی، از پی سی آر با استفاده از جفت آغازگر B1/B2 به‌منظور تکثیر ژن *syrB* استفاده شد (Sorensen *et al*., 1998).

اثبات بیماری‌زایی: برای اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های باکتری، از شاخه‌های بریده بادام و هلو، میوه نارس سیب و گلابی و نهال کاشته شده هلو(رقم زعفرانی) و بادام (رقم مامایی) در گلدان استفاده شد.

جدول ۲- وضعیت آفتاب‌سوختگی زمستانه در برخی از باغ‌های بادام و ارتباط آن با فراوانی جداسازی *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* عامل شانکر باکتریایی در استان چهارمحال و بختیاری.

Table 2. Status of winter sunscald in some almond orchards and its relation to the frequency isolation *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* causal agent bacterial canker in Chaharmahal va Bakhtiary province.

Location	2016-2017				2017-2018			
	Southwest side		Northeast side		Southwest side		Northeast side	
	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation
Ben	0.71	2/10	0.12	0/10	1.2	3/10	0.16	0/10
Saman	1.3	5/10	0.1	0/10	1.5	6/10	0.1	1/10
Shorab	2.4	7/10	0.5	2/10	3.1	8/10	0.57	2/10
Shahrekord	1.7	4/10	0.41	1/10	2.2	6/10	0.5	1/10
Joneghan	0.8	0/10	0.2	0/10	1.3	2/10	0.3	0/10
Lordegan	1.9	4/10	0.3	2/10	2.45	6/10	0.4	2/10
Ardal	0.6	0/10	0.15	0/10	1	3/10	0.2	0/10
Rostamabad	1.6	4/10	0.2	1/10	1.8	4/10	0.32	0/10
Markadeh	1.5	3/10	0.16	1/10	1.6	4/10	0.17	1/10
Sadeghabad	1.4	2/10	0.2	1/10	1.8	3/10	0.25	2/10
Kahkesh	2	5/10	0.4	1/10	2.4	6/10	0.51	1/10
Brujen	0.82	0/10	0.14	0/10	0.88	1/10	0.1	0/10
Mean	1.4	3/10	0.24	0.75/10	1.77	4.33/10	0.3	0.83/10

www.SID.ir

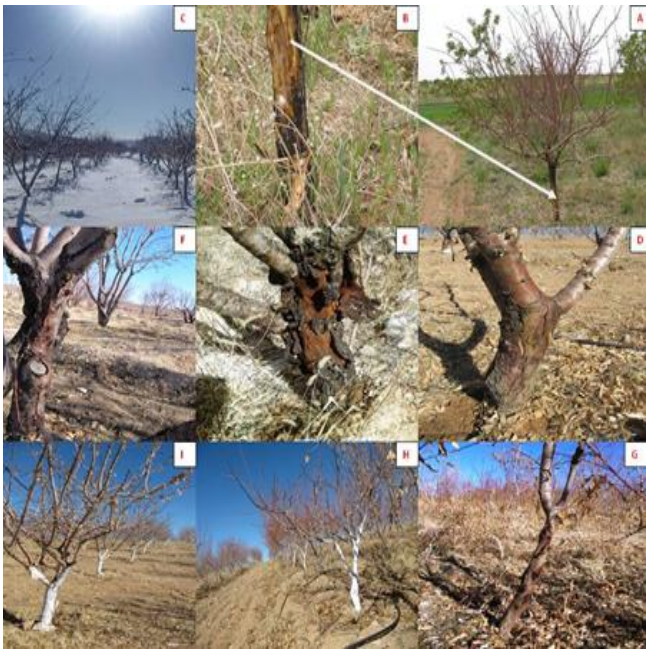
Archive of SID

نتایج

علائم عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه: علائم اولیه عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه در اوایل بهار به‌صورت تغییر رنگ بافت پوست درخت (شکل B–۱) در سمت آفتاب‌گیر (جنوب و جنوب غربی) مشهود بود (شکل ۱–A). مرگ بافت، قهوه‌ای شدن پوست تنه درخت، ترک‌خوردگی پوست تنه و جدا شدن پوست تنه درخت (شکل‌ها ۱–D و ۱–E)، خشکیدگی یک‌طرفه تنه درخت (سمت آفتاب‌گیر) (شکل ۱–A) و گاهی خشکیدگی کامل درخت از علائم بیماری است. در فصل بهار پس از ظهور برگ در درختان سالم روی درختانی که دچار عارضه آفتاب‌سوختگی شده‌اند هیچ‌گونه آثار حیات قابل‌مشاهده نیست. علائم در سمت جنوب و جنوب غربی (قسمت آفتاب‌گیر) درخت شدیدتر است، گاهی سمت آفتاب‌گیر درخت از بین رفته و سمت مقابل ظاهراً سالم است(شکل ۱–A). در درختان مبتلا پس از مدتی در قسمت طوقه تعدادی پاجوش رشد می‌کند که نشان از سالم بودن ریشه است. در اغلب درختان علاوه بر علائم فوق تغییر رنگ بافت پوست به همراه با فرورفتگی بافت، پوسیدگی بافت زیرین پوست، ترشح فراوان صمغ در تنه و شاخه و وجود پاجوش در طوقه که از علائم شاخص شانکر باکتریایی هسته‌داران است، مشاهده گردید (شکل ۱–F و ۱–G).

جداسازی بیمارگر: براساس نتایج بررسی ویژگی‌های بیوشیمیایی و ریخت‌شناسی (جدول ۱)، همچنین تکثیر ژن *syrB* به طول ۷۵۲ جفت بازی (در همه جدایه‌ها) در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز، جدایه‌های باکتری، *Pss* تشخیص داده شدند. اگرچه گونه‌های دیگری از باکتری‌ها همراه نمونه‌های با علائم شانکر و آفتاب‌سوختگی بودند اما فراوانی جدایه‌های *Pss* بیشتر از سایرین بود. جدایه‌ها روی شاخه‌های بریده بادام و هلو، میوه نارس گلابی و سیب و نهال کاشته شده هسته‌داران بیماری‌زا بودند (شکل ۲).

فراوانی *Pss* جداسازی شده از نمونه‌های تهیه شده از سمت آفتاب‌گیر (جنوب غربی) درختان، بیشتر از سمت شمالی درختان بود (جدول‌های ۲ و ۳). همچنین در درختان تیمار شده با رنگ سفید، میزان جداسازی باکتری بیمارگر و شدت علائم کمتر از درختان بدون تیمار بود (جدول‌های ٤ و ٥).



شکل ۱– علائم آفتاب‌سوختگی زمستانه درختان بادام و هلو.
A– مرگ سمت آفتاب‌گیر (جنوب غربی) درختان بادام در اثر آسیب آفتاب‌سوختگی زمستانه، B– علائم نکروز و مرگ بافت زیرپوست تنه درخت، C– وجود برف در سایه‌انداز درختان (عامل تشدید آفتاب‌سوختگی زمستانه)، D– علائم اولیه آفتاب‌سوختگی زمستانه در تنه درخت بادام (به‌صورت ترک خوردن تنه)، E– جدا شدن پوست از تنه درخت بادام،
F– علائم آفتاب‌سوختگی همراه علائم شانکر در سمت جنوب غربی درخت بادام، G– علائم آفتاب‌سوختگی همراه علائم شانکر در سمت جنوب غربی درخت هلو، H– تیمار سفید کردن تنه درختان هلو، I– تیمار سفید کردن تنه درختان بادام

Fig. 1. The symptoms of winter sunscald of almond and peach trees. A. Southwest-side death of almond trees due to winter sunscald damage, B.Symptoms of necrosis and tissue death under tree trunk, C. Snow in canopy of trees (as a aggravating factor for winter sunscald), D- Early winter sunscald symptoms (trunk cracking), E. Slough off and cracking in the bark in the almond tree, F. Winter sunscald symptoms with symptoms of canker on the southwest side of the almond tree, G. Winter sunscald symptoms with symptoms of canker on the southwest side of the peach tree H. Bleaching treatment of peach trees, I. Bleaching treatment of almond trees.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲- اثبات بیماری‌زایی جدایه‌های .*Pseudomonas syringae* pv *syringae* روی شاخه‌های بریده بادام، هلو و میوه سیب و گلابی.

Fig. 2. Pathogenicity tests of *Pseudomonas syringae* pv *syringae* isolates on almond and peach detached branches,apple and pear fruit.

ارتباط آفتاب‌سوختگی زمستانه و جداسازی بیمارگر

الف- بادام: میانگین شاخص آسیب آفتاب‌سوختگی زمستانه و فراوانی جداسازی *Pss* در بادام در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در سمت جنوب غربی درختان نسبت به شمال شرقی به‌ترتیب ۸۲/۸ و ۷۵ درصد بیشتر بود، در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ نیز این میزان به‌ترتیب ۸۳ و ۸۰/۸ درصد بیشتر بود. میزان افزایش آسیب آفتاب‌سوختگی زمستانه در سمت جنوب غربی درختان در سال ۹۷-۱۳۹۶ نسبت به سال ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۲۰/۹ درصد و میزان جداسازی *Pss* در این سمت درختان حدود ۳۰/۷ درصد طی یک سال افزایش یافت، درحالی‌که در سمت شمال شرقی درختان این افزایش برای شاخص آسیب آفتاب‌سوختگی طی یک سال ۲۰ درصد و برای فراوانی جداسازی *Pss* حدود ۹/۶ درصد بود (جدول ۲).

ب- **هلو**: میانگین شاخص آسیب آفتاب‌سوختگی زمستانه و فراوانی جداسازی *Pss* در هلو در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در سمت جنوب غربی درختان نسبت به شمال شرقی به‌ترتیب ۸۲/۶ و ۸۱/۶ درصد بیشتر بود، در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ نیز این میزان به‌ترتیب ۸۲/۸ و ۷۸/۷ درصد بیشتر بود. میزان افزایش آسیب آفتاب‌سوختگی زمستانه در سمت جنوب غربی درختان در سال ۹۷-۱۳۹۶ نسبت به سال ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۲۶/۸ درصد و میزان جداسازی *Pss* در این سمت درختان حدود ۱۹ درصد طی یک سال افزایش یافت، درحالی‌که در سمت شمال شرقی درختان این افزایش برای شاخص آسیب آفتاب‌سوختگی طی یک سال ۲۶ درصد و برای فراوانی جداسازی *Pss* حدود ۳۰/۱ درصد بود (جدول ۳).

جدول ۳- وضعیت آفتاب‌سوختگی زمستانه در برخی از باغ‌های هلو و ارتباط آن با فراوانی جداسازی *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* عامل شانکر باکتریایی در استان چهارمحال و بختیاری.

Table 3. Status of winter sunscald in some peach orchards and its relation to the frequency of isolation *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* the causal agent of bacterial canker in Chaharmahal va Bakhtiary province.

Location	2016-2017				2017-2018			
	Southwest side		Northeast side		Southwest side		Northeast side	
	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation
Ben	1.4	4/10	0.2	1/10	2.1	5/10	0.3	2/10
Saman	0.9	3/10	0.2	0/10	1.2	4/10	0.2	0/10
Shahrekord	0.8	5/10	0.2	0/10	1.1	5/10	0.2	1/10
Chamchang	0.72	4/10	0.15	1/10	0.91	5/10	0.2	0/10
Abasabad	2.4	7/10	0.3	2/10	3.1	9/10	0.45	3/10
Savadjan	0.78	2/10	0.2	1/10	1	2/10	0.2	1/10
Horeh	0.6	2/10	0.1	0/10	0.9	3/10	0.17	1/10
Rostamabad	0.64	3/10	0.1	0/10	0.8	4/10	0.2	1/10
Markadeh	1.2	3/10	0.22	1/10	1.7	3/10	0.3	0/10
Sadeghabad	0.82	2/10	0.1	0/10	1.3	3/10	0.2	0/10
Kahkesh	0.57	1/10	0.2	1/10	0.8	2/10	0.25	1/10
Ilbagi	0.92	2/10	0.1	0/10	1.2	2/10	0.1	0/10
Mean	0.98	3.16/10	0.17	0.58/10	1.34	3.9/10	0.23	0.83

www.SID.ir

Archive of SID

اثر سفید کردن تنه درختان در کاهش عارضه آفتاب‌سوختگی در سمت جنوب غربی درختان:

الف- بادام: سفید کردن تنه درختان بادام در سمت آفتاب‌گیر (جنوب غربی) درختان باعث کاهش آسیب آفتاب‌سوختگی و علائم شانکر از ٥٦/٣ تا ٨٦ درصد نسبت به درختان شاهد (بدون تیمار رنگ) شد. میزان جداسازی *Pss* نیز در درختان تیمار شده نسبت به شاهد کاهش یافت. در درختان تیمار شده با رنگ، شاخص آسیب در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ نسبت به سال زراعی ۹٦-۱۳۹٥ حدود ١٣/٤ درصد کاهش نشان داد، اما در سال ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به سال ۹۷-۱۳۹٦ شاخص آسیب در درختان تیمار شده افزایش ١٣/٦ درصد نشان داد اما نسبت به سال زراعی ۹٦-۱۳۹٥، به دلایل ناشناخته‌ای، تغییر محسوسی نکرد (جدول ٤).

هلو: در درختان هلو سفید کردن تنه درختان از ۷۰ تا ۸۱ درصد کاهش شدت عارضه آفتاب‌سوختگی براساس شاخص آسیب در مقایسه با شاهد نشان داد. کاهش شدت عارضه در درختان تیمار شده بارنگ در هلو بیشتر از بادام بود به‌طوری‌که در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ و ۹٦-۱۳۹٥ به ترتیب شاخص آسیب ۲٥/۹ و ٣٤/٥ درصد کاهش یافت (جدول ٥).

بحث

این پژوهش نشان داد که آفتاب‌سوختگی زمستانه به‌عنوان یکی از عوامل زوال درختان بادام و هلو و پیش آمودگی بیماری شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار در استان چهارمحال و بختیاری است. به‌عبارت بهتر می‌توان گفت آفتاب‌سوختگی زمستانه با ایجاد تنش در گیاه و صدمات مکانیکی و زخم شرایط را برای ورود باکتری (های) عامل بیماری که نفوذ غیرفعال به بافت میزبان دارند، تسهیل می‌کند.

در یک مطالعه توسط هینریش برگر (Hinrichs-Berger, 2004) فرضیه ارتباط شانکر باکتریایی و آفتاب‌سوختگی زمستانه با بررسی بیش از ۱۰۰۰ درخت آلو آلوده در ۱۳ باغ در آلمان، تأیید شد. این مطالعه نشان داد که ایجاد شانکر روی تنه در جنوب و جنوب غربی درختان (٥٤/٤ درصد) بیشتر از ضلع شمالی (۲۱/۸ درصد) درختان رخ می‌دهد. چون در طول زمستان سمت جنوبی تنه درختان در معرض نور مستقیم خورشید قرار دارد لذا با وقوع چرخه‌های انجماد- ذوب ترک‌هایی در سطح پوست ایجاد می‌شود و راه نفوذ *Pss* را تسهیل می‌کند. ازاین‌رو، اقدامات مدیریتی مانند اجتناب از هرس در طول زمان خواب درخت، رنگ‌آمیزی تنه و کاربرد ترکیبات مسی قبل از دوره یخ‌زدگی روی تنه باید مد نظر قرار داده شود.

چرخه‌های انجماد-ذوب در بافت درختان هلو در طول زمستان باعث آب سوختگی در بافت شده و شرایط را برای گسترش باکتری در داخل بافت فراهم می‌کند، این وضعیت ممکن است آغازی برای سر خشکیدگی شاخه‌ها (dieback) باشد (Vigouroux, 1989). چون باکتری *Pss* مولد هسته یخ است این فعالیت باکتری، فرآیند فوق را سرعت می‌بخشد (Vigouroux, 1999; Sahragard, 2007).

ویور (Weaver, 1978) نشان داد که یخبندان (آفتاب‌سوختگی زمستانه) و *Pss* به‌تنهایی باعث ایجاد شانکر باکتریایی هلو نمی‌شوند بلکه برهمکنش این دو باعث شانکر می‌شود. توسعه شانکر در شاخه‌هایی که در حال خواب‌اند بیشتر از شاخه‌هایی است که نیاز سرمایی آن‌ها فراهم‌شده است. در شاخه‌هایی که فقط در شرایطانجماد-ذوب قرار داده‌شده بودند و یا مایه‌زنی با *Pss* بدون تیمار انجماد-ذوب شدند علائم شانکر و یا تغییر رنگ در بافت چوبی و پوست مشاهده نشد، اما در شاخه‌هایی که هم مایه‌زنی با بیمارگر و هم تیمار انجماد-ذوب صورت گرفته بود تغییر رنگ پوست و بافت چوبی و همچنین مرگ جوانه مشاهده شد. هرگونه زخم طبیعی یا ایجادشده توسط انسان در درختان میوه هسته‌دار باعث مستعد شدن درخت برای آلودگی به پاتووارهای *P. syringae* می‌شود. چرخه‌های مکرر یخ زدن و ذوب شدن بافت و همچنین گسترش آن در فضای بین‌سلولی از طریق

www.SID.ir

Archive of SID

انتشار آب بین‌سلولی انجام می‌شود (Lindow, 1983, Vigouroux, 1999, Wenneker *et al*., 2012). در این پژوهش نیز میزان بیماری شانکر در هلو و بادام در بافت‌هایی که در معرض آفتاب‌سوختگی زمستانه و یخبندان بودند شدت بیماری شانکر به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای (بیش از ۸۰ درصد) بیشتر از سمت مقابل (شمال شرقی) درختان بود (جداول ۲ و ۳).

عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه در انواع درختان در مناطقی که تغییرات دمایی شب و روز در فصل زمستان زیاد است دیده می‌شود (Litzow and Pellett, 1983). در مناطق برف‌گیر استان چهارمحال و بختیاری نیز اختلاف دمای شب و روز، در روزهای آفتابی و شب‌های با آسمان صاف و آرام زمستان، گاهی تا بیش از ۲۷ درجه سلسیوس می‌رسد، این اختلاف در زمانی که پوشش برف در سطح زمین باشد بیشتر است (جدول ٦). چون تنه درختان تیره است میزان جذب نور در سمت آفتاب‌گیر درخت بیشتر است و وجود برف نیز در سایه‌انداز درخت باعث بازتاب نور به تنه شده و میزان تابش نور به سمت آفتاب‌گیر را افزایش می‌دهد (Sakai, 1966; Sheppard *etal*., 2016). در این بررسی در باغ‌هایی که در سایه‌انداز درختان برف وجود داشت (شکلC-۱)، شاخص عارضه آفتاب‌سوختگی و شدت بیماری شانکر بیشتر بود (جدول‌های ۲ و ۳).

آفتاب‌سوختگی تابستانه نیز می‌تواند باعث آسیب به درختان میوه شود و شرایط را برای بیمارگرهای گیاهی در ایجاد بیماری مساعد کند (Leers, 2013)، اما به نظر می‌رسد این عارضه در مناطق سردسیری مانند استان چهارمحال و بختیاری، به دلیل تابستان‌های خنک، نسبت به آفتاب‌سوختگی زمستانه از اهمیت کمتری برخوردار باشد، همچنین درختان میوه به‌ویژه هلو در این استان به‌صورت متراکم کشت می‌شوند و وجود سایه درختان مانع آسیب آفتاب‌سوختگی تابستانه می‌شود. در باغ‌های هلو با تراکم کشت بالا (حدود ۲×۳ مترمربع) علائم آفتاب‌سوختگی و شانکر شدید است.

نوع رقم و پایه، تغذیه درخت، تنش‌های محیطی (به‌ویژه خشکی)، جمعیت نماتدهای انگل در خاک، تغییرات دمایی، زخم و آسیب‌های فیزیکی، یخبندان‌ها و آفتاب‌سوختگی زمستانه از مهم‌ترین عوامل پیش آمودگی شانکر باکتریایی هسته‌داران محسوب می‌شوند (Scortichini, 2010, Cao *et al*., 2006, Cao *et al*., 2011, Cao *et al*., 2013). نوع پایه و سیستم ریشه در جذب مواد غذایی و واکنش به بیمارگرهای خاک برد، به‌ویژه نماتدهای بیمارگر، در میزان بیماری شانکر مؤثر است، به‌طوری‌که پایه‌های حساس بادام مانند GF677 باعث توسعه بیماری شانکر هسته‌داران می‌شود (Scortichini, 2010, Cao *et al*., 2013). پایه GF677 در سال های اخیر به‌عنوان یکی از پایه‌های رویشی برای بادام و هلو در مناطق مختلف کشور از جمله استان چهارمحال و بختیاری استفاده می شود، بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد در باغ‌هایی که این پایه بکار رفته علاوه بر شانکر باکتریایی پوسیدگی فیتوفترایی طوقه و ریشه نیز بیشتر مشهود است.

یک رویکرد تلفیقی برای مدیریت شانکر باکتریایی هسته‌داران لازم است. چون همه جراحات و آسیب‌های طبیعی یا ناشی از فعالیت انسان باعث حساسیت به آلودگی توسط *Pss* می‌شود بنابراین باید تا حد ممکن از ایجاد زخم یا جراحات در سطح بافت گیاه اجتناب کرد. بافت‌های در معرض آلودگی و آسیب‌پذیر بایستی محافظت شوند تا التیام صورت گیرد. رنگ‌آمیزی تنه درختان، با رنگ سفید به‌منظور کاهش آفتاب‌سوختگی زمستانه، باعث کاهش شانکر باکتریایی می‌شود (Spotts *et al*., 2010). سر برداری و هرس درختان در هوای خشک در کاهش بیماری شانکر مؤثر است. کنترل شیمیایی شانکر باکتریایی هسته‌داران با ترکیبات مسی معمولاً نتایج رضایت بخشی برای تولیدکنندگان ندارد (Carroll *et al*., 2007). اقداماتی از قبیل اجتناب از هرس درخت در زمان خواب، رنگ‌آمیزی تنه درخت (با رنگ سفید) و به‌کارگیری ترکیبات مسی روی تنه درخت قبل از شروع دوره یخبندان

www.SID.ir

Archive of SID

باعث کاهش معنی‌دار شانکر درختان آلو می‌شود (Wenneker *et al.*, 2012). در این بررسی نیز سفید کردن تنه درختان هلو و بادام باعث کاهش بیماری شانکر (تا ۸٦ درصد) و جداسازی باکتری در درختان تیمار شده نسبت به شاهد شد (جدول‌های ٤ و ٥). رنگ آمیزی تنه درختان در پاییز با رنگ سفید پلاستیکی تا ارتفاع حدود دو متری در کاهش عارضه آفتاب سوختگی زمستانه مؤثر است (شکل های H و I). پوشاندن تنه درختان با گونی، نایلون، پارچه و یا فوم اگر چه در کاهش عارضه آفتاب سوختگی زمستانه هلو و بادام مؤثر است اما شرایط دمایی و رطوبتی ایجاد شده زیر پوشش برای بیمارگرهای قارچی و باکتریایی مناسب می شود و باعث شانکرهای پوستی می گردد (امانی فر، داده های منتشر نشده).

جدول ٤- اثر سفید کردن تنه درختان بادام در کاهش عارضه آفتاب‌سوختگی و شانکر باکتریایی در سمت آفتاب‌گیر (جنوب غربی) درختان.

Table 4. The effect of panting the trunk of almond trees on reducing sunscald and bacterial canker on the southwest side of trees.

Treatment	2016-2017		2017-2018		2018-2019	
	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation
Treated trees	0.41	1/10	0.32	0	0.48	1/10
Control trees	1.4	3/10	1.72	3/10	1.6	3/10
Percentage of injury reduction	70.1	-	81	-	70	-

جدول ٥- اثر سفید کردن تنه درختان هلو در کاهش عارضه آفتاب‌سوختگی و شانکر باکتریایی در سمت آفتاب‌گیر (جنوب غربی) درختان.

Table 5. The effect of white painting the trunk of peach trees on reducing sunscald and bacterial canker on the southwest side of trees.

Treatment	2016-2017		2017-2018		2018-2019	
	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation	Injury index	Pathogen isolation
Treated trees	0.35	1/10	0.4	0	0.32	1/10
Control trees	0.8	4/10	1.1	3/10	2.3	4/10
Percentage of injury reduction	56.3	-	63.7	-	86	-

جدول ٦- آمار هواشناسی (دمای حداقل، دمای حداکثر، اختلاف دما، ارتفاع برف و تعداد ساعت آفتابی) تعدادی روز زمستان ایستگاه هواشناسی شهرکرد.

Table 6. Meteorological data (minimum and maximum temperatures, temperature difference, snow height and sunshine hours) for some days of winter at the Shahrekord meteorological station.

day	minimum temperature (°C)	maximum temperature (°C)	temperature difference (°C)	snow height (cm)	sunshine hours
15 - 12 - 2016	-10.3	15.4	25.7	0	7.3
18 - 12 - 2016	-9.3	10.4	19.7	5	6.4
14 - 1 - 2017	-11.6	7.7	19.3	7	6.8
20 - 1 - 2017	-13	9.5	22.9	5	7.1
22 - 12 - 2017	-14.4	5.2	19.6	15	5.5
26 - 12 - 2017	-19	1.4	21.4	18	4.3
26 - 1 - 2018	-23	4.3	27.3	20	6.5
2 - 2 - 2018	-20.1	1	21.1	15	7.6
6 - 2 - 2018	-18.3	2.7	21	23	6.3
23- 1 - 2019	-14	5.2	19.2	14	7.7
3- 2 - 2019	-17.5	3.3	20.8	16	6.8
9- 2 - 2019	-10.2	9.1	19.3	5	7.5

www.SID.ir

Archive of SID

References

ASHWORTH, E.N. 1991. Formation and spread of ice in plant tissues. Horticultural Reviews13: 215-255.

CAO, T., M.V. MCKENRY, R.A. DUNCAN, T.M. DEJONG, B.C. KIRKPATRICK and K.A. SHACKEL. 2006. Influence of ring nematode infestation and calcium, nitrogen, and indoleacetic acid applications on peach susceptibility to *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, Phytopathology, 96: 608–615.

CAO, T., B.C. KIRKPATRICK, K.A. SHACKEL and T.M. DEJONG. 2011. Influence of mineral nutrients and freezing-thawing on peach susceptibility to bacterial canker caused by *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*, Fruits, 66: 441–452.

CAO, T., T.M. DEJONG K.A. SHACKEL, B.C. KIRKPATRICK and R.S. JOHNSON. 2013. Influence of rootstock, temperature and incubation duration on bacterial canker severity caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* in peach. Fruits, 68: 45–55

CARROLL, J. E., T. L., ROBINSON and T. J. BURR. 2007. Contributions of copper sprays, pruning stubs, training system and cultivar towards management of *Pseudomonas*-incited cankers on sweet cherry. (Abstr.). Phytopathology, 97:S18.

HINRICHS-BERGER, J. 2004. Epidemiology of *Pseudomomas syringae* pathovars associated with decline of plum trees in the southwest of Germany. Journal of Phytopathology, 152: 153-160.

LARCHER, W. 2003. Physiological plant ecology. Ecophysiology and stress physiology of functional groups. 4th ed. Springer, Berlin, New York. 513 p. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662- 05214-3.

LEERS, M. 2013. Tree establishment in the urban environment. In: G. Williams (ed.). The 14th National Street Tree Symposium, Adelaide, 4th and 5th September 2013. p. 53–67.

LINDOW, S.E. 1983. The role of bacterial ice nucleation in frost injury to plants. Annual Review of Phytopathology, 21: 363-384.

LITZOW, M. and PELLETT, H. 1983. Materials for potential use in sunscald prevention. Journal of Arboriculture, 9(2):35-38.

MELAKEBERHAN, H., A.L. JONES, P. SOBICZEWSKI, and G.W. BIRD. 1993. Factors associated with the decline of sweet cherry trees in Michigan: Nematodes, bacterial canker, nutrition, soil pH, and winter injury. Plant Disease, 77:266–271.

ROPPOLO, D.J. and R. MILLER. 2001. Factors predisposing urban trees to sunscald. Journal of Arboriculture, 27(5): 246–254.

SAKAI, A. 1966. Temperature fluctuation in wintering trees. Physiologia Plantarum 19(1): 105–114. http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1966.tb09080.x.

SHEPPARD, J., C. MORHART and H. SPIECKER. 2016. Bark surface temperature measurements on the boles of wild cherry (*Prunus avium*) grown within an agroforestry system. Silva Fennica vol. 50 no. 3 article id 1313. 19 p. http://dx.doi.org/10.14214/sf.1313.

SPOTTS, R. A., K. M. WALLIS, M. SERDANI and A. N. AZARENKO. 2010. Bacterial canker of sweet cherry in Oregon—Infection of horticultural and natural wounds, and resistance of cultivar and rootstock combinations. Plant Disease, 94:345-350.

SAHRAGARD, N., R. ESHAGHI and M.R. AFLAKI. 2006. Preliminary study of winter sunscald on fruit trees in Chaharmahal va Bakhtiary Province. P.254 in: Proc.17th Iran. Plant Protec. Cong., Tabriz, Iran, Volume 2.

SAHRAGARD, N. 2007. Chilling (Freezing) and Ice Nucleation Active Bacteria in Plants. Agricultural Research, Education and Extension 6 Organization (AREEO),116 p.

www.SID.ir

Archive of SID

SCHAAD, N.W., J.B. JONES and W. CHUN. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. APS Press, St. Paul, MN, USA.

SCORTICHINI, M. 2010. Epidemiology and predisposing factors of some major bacterial diseases of stone and nut fruit trees species. Journal of Plant Pathology, 92: 73-78.

VIGOUROUX, A. 1989. Ingress and spread of *Pseudomonas* in stems of peach and apricot promoted by frost-related water-soaking of tissues. Plant Disease, 73: 854-855.

VIGOUROUX A., 1999. Bacterial canker of peach: effect of tree winter water content on the spread of infection through frost-related water soaking in stems. Journal of Phytopathology, 147: 553-559.

WAGNER, K. and M.R. KUHNS. 2011. Sunscald injury or southwest injury on deciduous trees. Utah State Univ., Extension Forest Facts, NR/FF/021 (pr). 4 p.

WEAVER, D.1978. Interaction of *Pseudomonas syringae* and freezing in bacterial canker on excised peach shoots. Phytopathology 68:1460-1463

WENNEKER, M., J.D. JANSE, A. DE BRUINE, P. VINK and K. PHAM. 2012. Bacterial canker of plum caused by *Pseudomonas syringae* pathovars, as a serious threat for plum production
in the Netherlands. Journal of plant pathology, 94, S1.11- 13

www.SID.ir