

## 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 ۹۸-۱۳۹۴ 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 نسبت به شمال شرقی حدود ۷۸/۴ 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 ۵۶/۳ تا ۸۶ درصد باعث کاهش عارضه آفتاب‌سوختگی و علائم شانکر می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت عارضه آفتاب‌سوختگی زمستانه یکی از عوامل پیش‌آمودگی شانکر و زوال درختان بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری است.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌سوختگی، بادام، پیش‌آمودگی، 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, Chaharmahal va Bakhtiari 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 Bakhtiari 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 Bakhtiari 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 almonds 70 to 81% and for peaches 56.3 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 Bakhtiari province.

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

## مقدمه

گیاهان در زیستگاه طبیعی خود بندرت توسط سرما صدمه می بینند چون در آنها سازوکارهای فیزیولوژیک سازگارپذیری توسعه یافته است و به گیاهان اجازه می دهد در طول فصل زمستان به حالت رکود درآیند. صدمه در دماهای پائین مهم ترین عامل محدودکننده پراکندگی گونه های گیاهی در دنیا می باشد. انواع معمول صدمه که به درختان میوه خزان دار وارد می شود شامل: آفتاب سوختگی زمستانه (winter sunscald) گونه های پوست نازک، شکاف خوردن تنه در درختان در اثر یخبندان (frost splitting)، سیاه شدن مغز چوب شاخه های نازک (black heart)، بادکردگی زمین و صدمه به طوقه گیاهان علفی (frost heaving)، یخ زدگی ریشه، از بین رفتن جوانه های گل در حال رکود در فصل زمستان، مرگ لایه زاینده در شاخه ها و تنه و صدمه یخ زدگی گل ها و میوه ها در طول بهار و پائیز می باشد (Ashworth, 1991, Sahragard, 2007).

آفتاب سوختگی زمستانه یا صدمه جنوب غربی زمستانه (southwest winter injury) از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و تهدیدی برای تنه ها و شاخه های درختان است. اگرچه این عارضه در گیاهان بوته ای نیز اتفاق می افتد اما در درختان عمومیت دارد و در درختان جوان با پوست نازک رایج است. صدمه آفتاب سوختگی به فرآیندی اطلاق می شود که در آن یاخته های زنده در داخل پوست بیرونی (عمدتاً آبکش و کامبیوم) در اثر نوسانات دمای روز تا شب ماه های زمستان آسیب می بینند (Sahragard et al., 2006, Roppolo and Miller, 2001). بافت آبکش ناحیه ای از بافت آوندی در قسمت داخلی پوست است که مواد غذایی را به اندام های درخت منتقل می کند. کامبیوم در داخل بافت آبکش و بیرون بافت چوبی واقع شده است و شامل یک لایه یاخته ای برای تشکیل آبکش جدید به بیرون و چوب جدید به داخل است. صدمه آفتاب سوختگی منجر به تغییر رنگ پوست، ترک خوردگی، عدم رشد و ضخیم شدن سطح پوست و بافت مردگی برخی نواحی پوست می شود (Wagner and Kuhns, 2011, Sahragard

et al., 2006). صدمه آفتاب سوختگی ممکن است باعث تنش قابل توجهی برای گیاه شود و راه نفوذ آفات و بیمارگرها را تسهیل کند (Wagner and Kuhns, 2011). آسیب آفتاب سوختگی زمانی پدید می آید که نوسان دمایی در کامبیوم گیاه در طول روزهای تابناک و شب های سرد زمستان اتفاق افتد. بافت کامبیوم در شب به سرعت یخ می زند و در روز گرم شده و یخ درون بافت ذوب می شود، این وضعیت باعث پاره شدن یاخته های کامبیوم می شود (Roppolo and Miller, 2001). آفتاب سوختگی زمستانه با بازتابش برف موجود در سایه انداز درخت تشدید می شود. زخم های ایجاد شده در اثر آفتاب سوختگی زمستانه ممکن است در ماه های تابستان با تشکیل کالوز ترمیم شوند اما به طور کامل بسته نمی شوند. نواحی کالوز اغلب به آسیب مجدد آفتاب سوختگی حساس اند (Sakai, 1966). آسیب یخبندان بافت کامبیوم وقتی رخ می دهد که انجماد درون یاخته ای اتفاق بیفتد، کریستال های یخ به سرعت در داخل پروتوپلاست تشکیل می شوند و سیتوپلاسم یاخته از بین می رود (Larcher, 2003).

شانکر باکتریایی یکی از بیماری های مهم درختان میوه هسته دار است. وقوع و شدت این بیماری با عوامل مختلف زنده و غیرزنده برهمکنش دارد. یکی از این عوامل مهم، آسیب های ناشی از یخبندان های زمستانه در تنه و شاخه های درختان است (Melakeberhan et al., 1993).

چون اغلب بیمارگرهای باکتریایی از جمله (*Pss*) *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* نفوذ غیرفعال به بافت میزبان دارد، لذا جراحات ناشی از یخ زدگی باعث نفوذ باکتری به فضای بین یاخته ای در بافت های آسیب دیده می شود (Lindow, 1983, Vigouroux, 1999). آفتاب سوختگی زمستانه نیز باعث تشدید شانکر باکتریایی درختان میوه هسته دار می شود (Hinrichs-Berger, 2004).

بر اساس منابع در دسترس، هیچ گونه پژوهشی در خصوص اثر یا نقش آفتاب سوختگی زمستانه در ایجاد شدت بیماری شانکر باکتریایی بادام و هلو صورت نگرفته

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 (شکل ۱-H و ۱-I). درختان تیمار شده در هر سال چهار بار بازدید شدند و از نظر وقوع آفتاب‌سوختگی بر اساس شاخص‌های ذکر شده 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

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 به منظور 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 (جدول ۱ و ۲). در هر باغ ۱۰ درخت بادام یا هلو انتخاب گردید و طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵-۹۶ و ۱۳۹۶-۹۷ مورد بازدید و نمونه‌برداری قرار گرفت. در هر سال چهار بار از هر باغ بازدید شد و وضعیت عارضه آفتاب‌سوختگی بر اساس علائم 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 ۴ 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- ترک خوردگی پوست تنه

۳- جدا شدن پوست از تنه درخت

۴- مرگ اندام‌های هوایی

از آزمون‌های گرم (3% KOH)، تولید رنگ‌دانه فلورسنت روی King's B، آزمون O/F، ایجاد هسته یخ، اوره‌آز، رنگ پرگنه، تولید لوان، واکنش اکسیداز، لهانیدن غده سیب‌زمینی، دهیدرولاز آرژنین، واکنش فوق حساسیت در توتون، دهیدرولاز ژلاتین، دهیدرولاز آسکولین، تولید اسید از: لاکتوز، آرابینوز، مانیتول و سوربیتول، رشد در دماهای ۴۱ و ۴ درجه سلسیوس برای شناسایی باکتری استفاده شد (Fahy and Persley, 1983; Schaad et al., 2001).

برای تأیید شناسایی جدایه‌ها بر اساس ویژگی‌های بیوشیمیایی و ریخت‌شناسی، از پی‌سی‌آر 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.

**تعیین فراوانی جداسازی Pss:** برای تعیین فراوانی جداسازی Pss از تمامی درختان مورد آزمایش چهارمرته نمونه‌هایی از بافت پوست درختان انتخابی، در ماه‌های آبان، اسفند، اردیبهشت و شهریور در هر سال زراعی، برای جداسازی باکتری عامل شانکر تهیه شد و به روش سری رقت‌ها روی محیط‌های 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 فلاسک‌های 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 ۴۸ ساعت در دمای ۲۵° درجه سلسیوس نگهداری و سپس پرگنه‌های رشد کرده روی محیط آگار مغذی (nutrient agar) تک پرگنه و خالص شدند.

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

## نتایج

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 ۴ و ۵).



شکل ۱- علائم آفتاب سوختگی زمستانه درختان بادام و هلو.

- A- مرگ سمت آفتاب گیر (جنوب غربی) درختان بادام در اثر آسیب آفتاب سوختگی زمستانه، B- علائم نکروز و مرگ بافت زیر پوست تنه درخت، C- وجود برف در سایه انداز درختان (عامل تشدید آفتاب سوختگی زمستانه)، D- علائم اولیه آفتاب سوختگی زمستانه در تنه درخت بادام (به صورت ترک خوردن تنه)، E- جدا شدن پوست از تنه درخت بادام، F- علائم آفتاب سوختگی همراه علائم شانکر در سمت جنوب غربی درخت بادام، G- علائم آفتاب سوختگی 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 an 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.

## علائم عارضه آفتاب سوختگی زمستانه: علائم اولیه عارضه

آفتاب سوختگی زمستانه در اوایل بهار به صورت تغییر رنگ بافت پوست درخت (شکل B-۱) در سمت آفتاب گیر (جنوب و جنوب غربی) مشهود بود (شکل A-۱). مرگ بافت، قهوه‌ای شدن پوست تنه درخت، ترک خوردگی پوست تنه و جدا شدن پوست تنه درخت (شکل‌ها D-۱ و E-۱)، خشکیدگی یک طرفه تنه درخت (سمت آفتاب گیر) (شکل A-۱) و گاهی خشکیدگی کامل درخت از علائم بیماری است. در فصل بهار پس از ظهور برگ در درختان سالم روی درختانی که دچار عارضه آفتاب سوختگی شده‌اند هیچ گونه آثار حیات قابل مشاهده نیست. علائم در سمت جنوب و جنوب غربی (قسمت آفتاب گیر) درخت شدیدتر است، گاهی سمت آفتاب گیر درخت از بین رفته و سمت مقابل ظاهراً سالم است (شکل A-۱). 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 F-۱ و G-۱).

## جداسازی بیمارگر: براساس نتایج بررسی ویژگی‌های

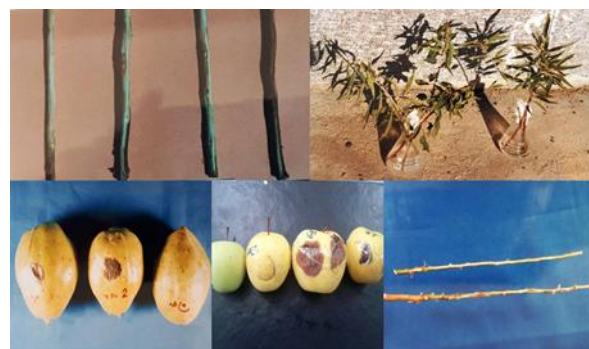
بیوشیمیایی و ریخت‌شناسی (جدول ۱)، همچنین تکثیر ژن *syRB* به طول ۷۵۲ جفت بازی (در همه جدایه‌ها) در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراس، جدایه‌های باکتری، *Pss* تشخیص داده شدند. اگرچه گونه‌های دیگری از باکتری‌ها همراه نمونه‌های با علائم شانکر و آفتاب سوختگی بودند اما فراوانی جدایه‌های *Pss* بیشتر از سایرین بود. جدایه‌ها 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

آفتاب گیر (جنوب غربی) درختان، بیشتر از سمت شمالی درختان

جنوب غربی درختان در سال ۱۳۹۶-۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۵-۹۶ 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 ۱۳۹۵-۹۶ در سمت جنوب غربی درختان نسبت به شمال شرقی به ترتیب ۸۲/۶ و ۸۱/۶ درصد بیشتر بود، در سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ نیز این میزان به ترتیب ۸۲/۸ و ۷۸/۷ درصد بیشتر بود. میزان افزایش آسیب آفتاب‌سوختگی زمستانه در سمت جنوب غربی درختان در سال ۱۳۹۶-۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۵-۹۶ 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).



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 ۱۳۹۵-۹۶ در سمت جنوب غربی درختان نسبت به شمال شرقی به ترتیب ۸۲/۸ و ۷۵ درصد بیشتر بود، در سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ نیز این میزان به ترتیب ۸۳ و ۸۰/۸ درصد بیشتر بود. میزان افزایش آسیب آفتاب‌سوختگی زمستانه در سمت

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 Bakhtiari 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

تأیید شد. این مطالعه نشان داد که ایجاد شانکر روی تنه در جنوب و جنوب غربی درختان (۵۴/۴ 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 ترکیب‌هایی در سطح پوست ایجاد می‌شود و راه نفوذ *Pss* را تسهیل می‌کند. از این رو، 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 (آفتاب سوختگی 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 فراهم شده است. در شاخه‌هایی که فقط در شرایط انجماد-ذوب قرار داده شده 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 یخ‌زدن و ذوب شدن بافت و همچنین گسترش آن در فضای بین سلولی از طریق

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

الف- بادام: سفید کردن تنه درختان بادام در سمت آفتاب‌گیر (جنوب غربی) درختان باعث کاهش آسیب آفتاب سوختگی و علائم شانکر از ۵۶/۳ تا ۸۶ 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 ۱۳۹۶-۹۷ نسبت به سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ حدود ۱۳/۴ درصد کاهش نشان داد، اما در سال ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶-۹۷ شاخص آسیب در درختان تیمار شده افزایش ۱۳/۶ درصد نشان داد اما نسبت به سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، به دلایل ناشناخته‌ای، تغییر محسوسی نکرد (جدول ۴).

هلو: در درختان هلو سفید کردن تنه درختان از ۷۰ تا ۸۱ درصد کاهش شدت عارضه آفتاب سوختگی براساس شاخص آسیب در مقایسه با شاهد نشان داد. کاهش شدت عارضه در درختان تیمار شده بارنگ در هلو بیشتر از بادام بود به طوری که در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ به ترتیب شاخص آسیب ۲۵/۹ و ۳۴/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۵).

## بحث

این پژوهش نشان داد که آفتاب سوختگی زمستانه به‌عنوان یکی از عوامل زوال درختان بادام و هلو و پیش‌آمودگی بیماری شانکر باکتریایی درختان میوه هسته‌دار در استان چهارمحال و بختیاری است. به‌عبارت بهتر می‌توان گفت آفتاب سوختگی 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 آفتاب سوختگی زمستانه با بررسی بیش از ۱۰۰۰ درخت آلو آلوده در ۱۳ باغ در آلمان،

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 پیش‌آمودگی 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 سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از پایه‌های رویشی برای بادام و هلو در مناطق مختلف کشور از جمله استان چهارمحال و بختیاری استفاده می‌شود، 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 رضایت‌بخشی 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

انتشار آب بین‌سلولی انجام می‌شود (Lindow, 1983, Vigouroux, 1999, Weneker *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 (جدول 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 ۶). 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 *et al.*, 2016). در این بررسی در باغ‌هایی که در سایه‌انداز درختان برف وجود داشت (شکل C-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 ۳×۲ مترمربع) علائم آفتاب‌سوختگی و شانکر شدید است.



سوخستگی 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).

باعث کاهش معنی دار شانکر درختان آلو می شود (Wenneker *et al.*, 2012). در این بررسی نیز سفید کردن تنه درختان هلو و بادام باعث کاهش بیماری شانکر (تا ۸۶ درصد) و جداسازی باکتری در درختان تیمار شده نسبت به شاهد شد (جدول های ۴ و ۵). رنگ آمیزی تنه درختان در پاییز با رنگ سفید پلاستیکی تا ارتفاع حدود دو متری در کاهش عارضه آفتاب

جدول ۴- اثر سفید کردن تنه درختان بادام در کاهش عارضه آفتاب سوختگی و شانکر باکتریایی در سمت آفتاب گیر (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 ۵- اثر سفید کردن تنه درختان هلو در کاهش عارضه آفتاب سوختگی و شانکر باکتریایی در سمت آفتاب گیر (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 ۶- 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

## References

- ASHWORTH, E.N. 1991. Formation and spread of ice in plant tissues. *Horticultural Reviews* 13: 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 *Pseudomonas 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.

- 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