بررسی چند عامل سرخشکیدگی پسته و کنترل آن با تغذیه بهینه

وحید مظفری، محمد جعفر ملکوتی، بهمن خلد برین و محمد بای‌بوردی [1*]

چکیده

به منظور تعیین پراکنش، درصد وقوع و همچنین شناسایی عامل و یا عوامل بوجودآورنده عارضه سرخشکیدگی درختان پسته، در سال 1381 از 203 باغ مناطق رفسنجان، کرمان، یزد و خراسان بازدید بعمل آمد. میزان وقوع عارضه سرخشکیدگی از 4 تا 90 درصد با متوسط 15 درصد و در رفسنجان 28 درصد تخمین زده شد. از باغ‌های مورد مطالعه بطور تصادفی 31 باغ مشخص و با حفر پروفیل نمونه‌برداری خاک از عمق‌های 40-0، 80-41 و 120-81 سانتی‌متر انجام و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی انجام گرفت. از آب و همچنین برگ درختان پسته انتخابی نمونه‌برداری بعمل آمد و تجزیه‌های شیمیایی انجام پذیرفت. روابط همبستگی بین میزان سرخشکیدگی و فاکتورهای اندازه‌گیری شده بدست آمد. نتایج نشان داد که سرخشکیدگی با خصوصیات شیمیایی خاک (EC، Na، K، SAR، Na/Ca و Na/K) همبستگی مثبت داشت. با استفاده از رگرسیون گام به گام معادله $R^2=0/737^{*}$ ← Y=51/799 -0/194(K)soil +0/946(SAR)soil بین سرخشکیدگی با K و SAR خاک حاصل و در سطح یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به اینکه تعدادی از محققین قارچ *Paecilomyces variotii* را به عنوان یکی از عوامل بوجودآورنده عارضه سرخشکیدگی پسته معرفی نموده‌اند، سپس آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی با 4 تیمار و 6 تکرار بر روی 24 درخت 25 ساله رقم فندقی در باغی که حدود 30 درصد سرخشکیدگی داشت، طی سال‌های 1381 و 1382 انجام گرفت. تیمارها عبارت بودند از تیمار اول = شرایط باغدار (سولفات آمونیوم + سوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان یک کیلوگرم برای هر درخت)؛ تیمار دوم = تیمار اول + پتاسیم بصورت سولفات پتاسیم به میزان 3 کیلوگرم برای هر درخت؛ تیمار سوم = تیمار دوم + کلسیم به صورت گچ به میزان 40 کیلوگرم برای هر درخت و تیمار چهارم = تیمار سوم + روی به صورت سولفات روی به میزان 1500 گرم برای هر درخت. در شهریور ماه 1383 مایه‌زنی قارچ موردنظر به صورت مستقیم روی شاخه‌های درختان تحت تیمار انجام شد. نتایج نشان داد در تمام شاخه‌هایی که مایه‌زنی قارچ *P. variotii* انجام گرفته بود در مقایسه با شاخه‌های شاهد (تلقیح شده با محیط کشت بدون قارچ) شانکر دیده شد که نشان می‌دهد این قارچ یکی از عوامل زنده ایجادکننده این عارضه است. لیکن رعایت اصول تغذیه بهینه بویژه مصرف کودهای حاوی پتاسیم، کلسیم و روی تأثیر معنی‌داری در کاهش عارضه داشت و این عناصر توانستند طول سرخشکیدگی ایجاد شده را به میزان 63 درصد کاهش دهند.

واژه های کلیدی: پسته (*Pistacia vera* L.)؛ سرخشکیدگی، پتاسیم، کلسیم، روی و سدیم.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور و از عمده‌ترین محصولات صادراتی غیرنفتی می‌باشد. در حال حاضر بیش از 380 هزار هکتار باغ پسته بارور و غیربارور در ایران وجود دارد که در حدود 73 درصد از این باغ‌ها در استان کرمان قرار دارد. تولید محصول سالانه کشور بالغ بر 200 هزار تن پسته خشک بوده که بیش از 50 درصد آن صادر می‌شود (دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات، 1381). کمبود نسبی آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، شوری خاک و بعضاً اقلیم نامناسب از عواملی هستند که در بسیاری از مناطق کشور، افزایش سطح زیر کشت این گیاه را با مشکل مواجه کرده است. در خاک‌های شور، پتانسیل کم آب خاک همراه با تأثیر سوء بعضی یون‌ها نظیر کلر، بی‌کربنات، بور، سدیم و

1ـ به ترتیب دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس، عضو هیأت علمی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان، استاد دانشگاه تربیت مدرس و استاد دانشگاه شیراز و استاد دانشگاه.

* - وصول: 83/12/17 و تصویب: 84/6/7

همچنین عدم تعادل صحیح میان غلظت عناصر غذایی، عامل اصلی کاهش رشد گیاه به حساب می‌آید (Sepaskhah و Maftoun، 1988؛ aftoun و Sepaskhah، 1989) که اینها خود می‌توانند باعث بروز مشکلاتی از جمله بوجود آمدن عارضه سرخشکیدگی درختان پسته گردند. این عارضه در باغ‌های رفسنجان به صورت گسترده شیوع دارد و در سال‌های اخیر باعث کاهش بیشتر محصول شده است (اشکان و ابوسعیدی، 1373؛ علیزاده و همکاران، 1378). پژمردگی و مرگ خوشه‌ها، برگ‌ها و جوانه‌ها که با سیاه شدن رنگ پوست شاخه‌های آلوده به سهولت قابل تشخیص می‌باشد از علایم شاخص این عارضه است. شروع آلودگی روی شاخه‌های پسته معمولاً با ایجاد شانکر و ترشح صمغ همراه است. علایم این عارضه در آغاز به صورت لکه‌های کوچک سیاه‌رنگ در سطح پوست شاخه‌های آلوده ظاهر می‌شود که با پیشرفت آن، قسمت‌های آلوده سیاه رنگ و به علت اختلاف آنها با قسمت‌های سالم شاخه، به راحتی قابل تشخیص می‌شوند. وقتی آلودگی دور تا دور شاخه را فراگرفت، قسمت‌های انتهایی شاخه، برگ‌ها، جوانه‌ها و خوشه‌ها کاملاً پژمرده و چروکیده و سرانجام می‌میرند. این حالت با گرم‌تر شدن هوا شدت پیدا می‌کند. برگ‌ها ابتدا به حالت سرخشک و سپس به رنگ قهوه‌ای در می‌آیند و غالباً از شاخه‌ها جدا نمی‌شوند. با پیشرفت این عارضه، شانکرها به سمت پایین شاخه، تنه اصلی و به ندرت به طوقه درخت می‌رسد (علیزاده و همکاران، 1378). Ashworth و همکاران (1985) بیماری‌های فیزیولوژیک ناشی از کمبود عناصر غذایی از جمله پتاسیم (K) را روی درختان پسته مورد بررسی قرار دادند. آنها با توجه به اینکه خاک مورد مطالعه 286 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل تبادل در عمق 30-0 سانتی‌متری داشت، اما عارضه سرخشکیدگی را به کمبود پتاسیم در پسته نسبت دادند. Chitzanidis و همکاران (1995) ضمن بررسی مشکلات مناطق پسته‌کاری یونان، عارضه سرخشکیدگی درختان پسته را به کمبود پتاسیم و سمیت سدیم و کلرید در خاک‌های آن منطقه گزارش نمودند. Rumbos (1986) از سرشاخه‌های خشکیده درختان پسته در یونان، قارچ *Eutypa lata* را جداسازی کرد و برای اولین بار پسته را به عنوان میزبان جدید این قارچ معرفی نمود. در ایران، امینایی (1364) اولین کسی است که این عارضه را روی درختان پسته در استان کرمان مشاهده نمود. سپس Aminaee و Ershad (1987) عامل این عارضه را قارچی به نام *Paesilomyces variotii* گزارش کردند. اشکان و ابوسعیدی (1373) با مطالعه روی این عارضه، پنج جنس از جمله جنس‌های *Paecilomyces* و *Cytospora* را گزارش نمودند ولی هیچ کدام از قارچ‌های جدا شده را به عنوان عامل این عارضه ندانستند. علیزاده و همکاران (1378) باغ‌های متعددی را در منطقه رفسنجان مورد مطالعه قرار داده و آلودگی باغ‌های پسته به عارضه سرخشکیدگی را از صفر تا 85 درصد متغیر دیدند. این محققین پس از آزمایش‌های مربوطه، به این نتیجه رسیدند که 3 گونه قارچ از گونه قارچ‌های ناقص، قادر به ایجاد عارضه سرخشکیدگی روی درختان پسته می‌شوند که گونه قارچ *Paecilomyces variotii* فراوان‌تر از دو گونه دیگر بود. آنها توصیه نمودند تقویت درختان با روش‌های به‌زراعی، از جمله کوددهی مناسب و آبیاری منظم در کنترل این عارضه می‌تواند مؤثر واقع شود. این نظر مورد تأکید ملکوتی (1375)؛ ملکوتی (1379)؛ ملکوتی و رضایی (1380)؛ داودی و همکاران (1381)؛ مظفری و ملکوتی (1382) نیز می‌باشد. به عقیده این محققین در اثر استمرار در مصرف نامتعادل کودها و نیز غیرعلمی بودن جایگذاری کود (پابیل)، درختان پسته ضعیف شده و پس از ضعف عمومی درختان، این قارچ (عارضه ثانویه) و یا هر عامل بیماری دیگر ظاهر می‌گردد (بلندنظر و ملکوتی، 1379؛ ملکوتی، 1381). با توجه به گسترش سریع این عارضه در منطقه، این تحقیق به منظور بررسی برخی عوامل ایجادکننده (غیرزنده) سرخشکیدگی و تأثیر نقش مصرف بهینه کود با جایگذاری عمقی در جهت کاهش یا به حداقل رساندن آن و در نتیجه افزایش عملکرد با کمیت و کیفیت مطلوب، انجام گردید.

مواد و روش‌ها

بررسی پراکنش عارضه

به منظور تعیین پراکنش و درصد وقوع عارضه سرخشکیدگی در سال 1381، 203 باغ در استانهای کرمان، یزد، خراسان، سمنان و منطقه رفسنجان بطور تصادفی انتخاب و تعداد درختان سالم و آلوده به سرخشکیدگی (حداقل 100 درخت) شمارش و یادداشت‌برداری شد. با توجه به تنوع گسترش سرخشکیدگی، از میان 203 باغ مورد مطالعه 31 باغ جهت تحقیق بیشتر به گونه‌ای انتخاب شدند که اولاً از نظر درصد سرخشکیدگی متفاوت بوده و ثانیاً منطقه وسیعی را از نظر جغرافیایی در بر گیرند.

نمونه‌برداری از برگ، خاک و آب آبیاری

به منظور شناسایی عامل و یا عوامل بوجود آورنده این عارضه، پس از شناسایی 31 باغ موردنظر در اوایل مرداد ماه 1381 از برگ‌های سوم و چهارم شاخه‌های غیربارده، نمونه‌گیری بعمل آمده و پس از شستشو و خشک شدن در دمای 70 درجه سانتی‌گراد، عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، روی،

مس و منگنز اندازه‌گیری شدند (امامی، 1375). همچنین به منظور نمونه‌برداری از خاک پروفیلی به عمق 150 سانتی‌متر در هر باغ حفر و ضمن تشریح از 3 عمق 40-0، 80 - 41 و 120 – 81 سانتی‌متر، نمونه خاک تهیه و پس از آماده کردن، پ‌هاش، هدایت الکتریکی، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، کاتیون‌های محلول شامل کلسیم، منیزیم، سدیم و همچنین درصد مواد خنثی‌شونده و بافت خاک اندازه‌گیری گردید (علی‌احیایی، 1373). با توجه به اینکه تقریباً تمام باغ‌های پسته توسط چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق به روش غرقابی آبیاری می‌شوند، از آب آبیاری نیز نمونه‌گیری بعمل آمد و هدایت الکتریکی، پ‌هاش، میزان کربنات، بی‌کربنات، کلسیم، منیزیم، سدیم و بور اندازه‌گیری شد (امامی، 1375).

تیمارهای کودی و مایه‌زنی درختان پسته با قارچ *Paecilomyces variotii*: بر اساس نتایج تحقیقات علیزاده و همکاران (1378) که نشان دادند چندین عامل زنده و احتمالاً در مواردی خاص عامل و یا عوامل غیرزنده موجب سرخشکیدگی درختان پسته در منطقه رفسنجان می‌گردد. آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تیمار و 6 تکرار و در مجموع 24 واحد آزمایشی در دو سال زراعی 82-1381 (سال on) و 83-1382 (سال off) در یکی از باغ‌های مورد آزمایش واقع در کوثرریز از توابع شهرستان رفسنجان به اجرا درآمد. خصوصیات خاک در جدول 1 آمده است.

هر واحد آزمایشی شامل یک درخت پسته از رقم فندقی بود. بطوری که تمامی واحدهای آزمایشی از اندازه و سن تقریباً یکسانی برخوردار بودند. از آنجا که در باغ مورد آزمایش آبیاری به روش غرقابی بود، در اسفند ماه سال 1381 و بهمن ماه سال 1382 قبل از شروع رشد فعال در سایه‌انداز درخت به ترتیب طرف راست و چپ درخت کانالی به ابعاد 150×40 سانتی‌متر و به عمق 45 سانتی‌متر حفر گردید. سپس کودها بر اساس تیمارها در درون کانال ریخته شد. تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از تیمار اول (T_1)= شرایط باغدار (سولفات آمونیوم + سوپرفسفات تریپل هر کدام به میزان یک کیلوگرم برای هر درخت)، تیمار دوم (T_2)= تیمار اول + پتاسیم بصورت سولفات پتاسیم به میزان 3 کیلوگرم برای هر درخت، تیمار سوم (T_3)= تیمار دوم + کلسیم بصورت گچ به میزان 40 کیلوگرم برای هر درخت و تیمار چهارم (T_4)= تیمار سوم + روی بصورت سولفات روی به میزان 1500 گرم برای هر درخت. دور آبیاری در باغ هر 45 روز یکبار و میزان آب آبیاری در طول فصل رشد حدود 6000 مترمکعب در هکتار بود. کیفیت آب آبیاری در جدول 2 گنجانده شده است.

پس از اجرا، مراقبت‌های لازم شامل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز و آفات انجام شد. شدت سبزینگی برگ‌ها در تیمارهای مختلف توسط کلروفیل‌متر در تاریخ‌های ۸۲/٤/۳۱ و ۸۳/٥/۳ مورد ارزیابی قرار گرفت (Peryea و Kammereck، ۱۹۹۷). در تاریخ ۸۳/٦/۱۵ مایه‌زنی درختان تحت تیمار به روش Afek و همکاران (۱۹۹۰) با سه تکرار روی هر درخت بدین ترتیب عمل شد. پس از انتخاب شاخه‌ای سالم و هم‌سن، محل مایه‌زنی با الکل ۹۰ درصد ضدعفونی سطحی شد، سپس با برداشتن قرصی از پوست به قطر ٦ میلی‌متر تا سطح کامبیوم، محل زخم با دیسکی از آگار حاوی میسلیوم قارچ *Paecilomyces variotii* جایگزین گردید. برای جلوگیری از جابجایی و خشک شدن قرص‌ها، محل مایه‌زنی با یک لایه پارافیلم و دو لایه چسب کاغذی پوشانده و تیمار شاهد فقط با محیط کشت (PDA) استریل بدون قارچ به همان روش مایه‌زنی گردید و پس از ۸ هفته از نمونه‌ها بازدید بعمل آمد و نتایج یادداشت‌برداری گردید.

نتایج و بحث

پراکنش عارضه: عارضه سرخشکیدگی درختان پسته در بیشتر مناطق مورد مطالعه مشاهده شد. میزان وقوع آلودگی در باغ‌های بازدید شده از 4 تا 90 درصد متغیر و بطور متوسط 15 درصد تخمین زده شد. به دلیل وجود آلودگی بیشتر در منطقه رفسنجان، پراکنش این عارضه در این منطقه به تنهایی بررسی و بطور متوسط 28 درصد برآورده شد. علیزاده و همکاران (1378) متوسط وقوع این عارضه در منطقه رفسنجان را 17 درصد گزارش کردند. این در حالی است که به دلیل افت شدید کیفیت آب آبیاری، تشدید تنش خشکسالی، کاهش مقدار آب لازم جهت آبشویی و عدم تعادل عناصر غذایی در خاک، درختان را در مقابل حمله قارچ *P. variotii* ضعیف نموده و در کمتر از ده سال شدت این عارضه، 60 درصد افزایش یافته است.

نتایج تجزیه خاک: از آنجا که نمونه‌برداری از سه عمق خاک (۳۱ باغ) انجام گرفت، حدود تغییرات و میانگین خصوصیات خاک در هر عمق در جدول ۳ آمده است.

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود حدود شاخص‌های اندازه‌گیری شده بسیار وسیع می‌باشد، بطوریکه هدایت الکتریکی عصاره اشباع از ۲/۳ تا ۵۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر و میزان پتاسیم قابل دسترس گیاه از ٦۱ تا ٦۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک متغیر بود که این تفاوت فاحش ناشی از عوامل متعددی از جمله خصوصیات خاک و آب و نحوه مدیریت باغی می‌باشد (مظفری و تاج‌آبادی‌پور، ۱۳۸۳). جهت بررسی روابط بین

سرخشکیدگی و شاخص‌های اندازه‌گیری شده در هر عمق خاک، همبستگی بین آنها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS تعیین گردید (جدول ٤).

همانگونه که در جدول 4 مشاهده می‌شود، سدیم در عمق 80-41 سانتی‌متری، پتاسیم در عمق‌های 40-0 و 80-41 سانتی‌متری، CCE در عمق 40-0 سانتی‌متری و SAR، Na/Ca و Na/K در هر سه عمق، همبستگی معنی‌داری را نشان دادند که در مورد پتاسیم این همبستگی منفی و در بقیه موارد مثبت بود. با انجام رگرسیون گام به گام روابط معنی‌داری به شرح زیر بدست آمد:

$Y_1=3/347+1/602\ (SAR)_2 \rightarrow R^2 = 0/483^{**}$

$Y_2=9/437+2/194\ (SAR)_2 -0/728\ (Ca)_1 \rightarrow R^2 = 0/593^{**}$

$Y_3=7/856+3/072\ (SAR)_2 -0/750\ (Ca)_1 -0/708\ (SAR)_3 \rightarrow R^2 = 0/672^{**}$

$Y_4=12/31+ 3/268\ (SAR)_2 -0/815(Ca)_1 -1/761\ (SAR)_3+2/229\ (Na/K)_3 \rightarrow R^2 = 0/750^{**}$

در این روابط $(SAR)_2$ و $(SAR)_3$ به ترتیب نسبت جذب سدیم در عمق 80-41 و 120-81 سانتی‌متری، $(Ca)_1$ غلظت کلسیم خاک در عمق 40-0، $(Na/K)_3$ نسبت غلظت سدیم به پتاسیم خاک در عمق 120-81 سانتی‌متری و Y معادل درصد سرخشکیدگی است. همانگونه که مشاهده می‌شود با اندازه‌گیری نسبت جذب سدیم عمق دوم $(SAR)_2$ می‌توان با احتمال 48 درصد، درصد وقوع سرخشکیدگی را پیش‌بینی نمود. جدول 5 همبستگی بین سرخشکیدگی و میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی عمق 120-0 سانتی‌متری را نشان می‌دهد. با مقایسه جداول 4 و 5 مشخص می‌شود هنگامی که میانگین سه عمق را با درصد سرخشکیدگی همبسته نمودیم، کربنات کلسیم معادل (CCE) از معنی‌دار شدن خارج و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) معنی‌دار گردید و بقیه پارامترها از نظر معنی‌دار بودن یا نبودن مشابه جدول 4 است.

با انجام رگرسیون گام به گام بین سرخشکیدگی و میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه (120-0 سانتی‌متر) رابطه زیر حاصل گردید.

$Y=51/799-0/194(K)_{soil}+0/946\ (SAR)_{soil} \rightarrow R^2=0/737^{**}$

با توجه به اینکه Y درصد سرخشکیدگی را نشان می‌دهد مشخص است در این رابطه ابتدا پتاسیم و بعد نسبت جذب سدیم خاک وارد گردیده است و نشان می‌دهد چنانچه پتاسیم قابل دسترس و نسبت جذب سدیم خاک (120-0 سانتی‌متر) در اختیار باشد می‌توان با احتمال 73 درصد، درصد میزان سرخشکیدگی را پیش‌بینی نمود.

ـ نتایج تجزیه برگ و آب: جداول 6 و 7 حدود تغییرات و میانگین خصوصیات شیمیایی برگ و آب را نشان می‌دهند. همانگونه که مشاهده می‌شود میزان پتاسیم برگ از 1/0 تا 2/4 درصد و تغییرات هدایت الکتریکی آب از 3/2 تا 19/5 دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود ولی پس از همبسته شدن با درصد سرخشکیدگی از نظر آماری معنی‌دار نشده و وارد مدل نگردیدند.

ـ آزمایش باغی: نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر درصد سرخشکیدگی در جدول ۸ آورده شده است.

ا توجه به جدول تجزیه واریانس اختلاف تیمارها برای صفت طول شانکر در سطح 1 درصد معنی‌دار شد. بر این اساس آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام گردید. با توجه به نمودار 3 طول شانکر ایجاد شده توسط قارچ در تیمار اول بیشترین و در تیمارهای 3 و 4 از بقیه کمتر بود. در مقابل، تیمارها بر روی سبزینگی برگ از نظر آماری تأثیر نداشته‌اند.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد به مرور زمان عوامل غیرزنده زیادی موجب ضعیف شدن درختان پسته می‌شوند که در این صورت اینگونه درختان قادر به مقاومت در برابر عوامل زنده قارچی نیستند و عارضه سرخشکیدگی را بوجود می‌آورند. تا کنون از قارچ‌هایی چون *Botryosphaeria ribis*، *Eutypa lata*، *Nattrassia mangiferae* و *Paecilomyces variotii*، کمبود پتاسیم و سمیت نمک‌های شورکننده به عنوان عامل این عارضه نام برده شده است (علیزاده و همکاران، 1378؛ Ashworth و همکاران، 1985؛ Michailides و Ogawa، 1986؛ Rumbos، 1986؛ Corraza و همکاران، 1990؛ Swart و Botes، 1995؛ Chitzandis و همکاران، 1995). بر اساس بررسی‌های انجام شده همانگونه که در نمودار 1 مشاهده می‌گردد با افزایش میزان سدیم خاک (الف) و در نتیجه SAR (ب)، میزان سرخشکیدگی افزایش می‌یابد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت بررسی

عمق	ECe	pH	CCE	P	K	Zn	Cl	Ca	Mg	Na	رس	سیلت	شن
		$dS\ m^{-1}$		%		$mgkg^{-1}$				$meq\ L^{-1}$		%	
0-120	13/4	7/9	14	17	170	0/70	26	42	18	89	4	8	88

جدول 2- کیفیت آب آبیاری باغ مورد آزمایش

pH	EC dS/m	SAR	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	$CO3^{2-}$	HCO_3^-	B
			meq L^{-1}						
7/9	5/9	14/1	17/2	4/7	2/2	26/2	0/0	2/0	2/3

جدول 3- حدود تغییرات و میانگین فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

Na/K	Na/Ca	SAR	شن	سیلت	رس	CCE	K mgkg^{-1}	Na	Mg	Ca	pH	ECe (dSm^{-1})		عمق	
				(%)			meq L^{-1}								
0/83			0/86	3/5	31/6	3/4	2/4	9/0	61/0	11/0	3/0	6/0	7/7	2/5	کمترین	
56/18			6/13	34/9	94/2	51/4	48/4	34/0	678/0	217/0	38/0	46/0	8/2	19/6	بیشترین	0-40
7/13			2/64	12/2	63/7	18/9	16/1	16/5	217/0	54/4	16/4	20/5	7/9	8/1	میانگین	
1/21			1/17	4/0	13/6	3/4	2/0	10/0	87/0	14/0	6/0	7/0	7/7	2/3	کمترین	
40/71			8/43	33/4	94/2	49/4	51/0	38/0	149/0	217/0	83/0	80/0	8/1	51/7	بیشترین	41-80
9/38			2/93	14/9	62/9	19/2	18/4	17/2	197/0	76/3	20/7	27/0	7/9	11/9	میانگین	
0/92			0/76	3/5	16/2	7/4	2/4	8/0	128/0	13/0	7/0	3/0	7/6	2/3	کمترین	
52/43			9/82	68/0	90/2	47/4	46/4	30/0	416/0	481/0	51/0	49/0	8/2	37/0	بیشترین	81-120
10/27			3/03	15/5	66/9	15/5	16/3	10/5	216/0	81/7	21/1	25/0	7/9	10/3	میانگین	

جدول 4- ضریب همبستگی بین عارضه سرخشکیدگی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

Na/K	Na/Ca	SAR	شن	سیلت	رس	CCE	K mgkg	Na	Mg	Ca	pH	ECe (dS m^{-1})	عمق
				(%)					meq L^{-1}				
0/386**	/4550**	/4660**	-0/091ns	/3320ns	-0/120ns	0/364*	-0/513**	0/345ns	0/32ns	/166ns	0/52ns	0/247ns	0-40(1)
0/541**	/6610**	/6950**	-0/246ns	/2000ns	0/212ns	0/237ns	0/272ns	0/607 **	0/139ns	/233ns	0/023ns	0/249ns	41-80(2)
0/420*	/3720**	0/391*	0/027ns	/0810ns	-0/171ns	0/101ns	-0/562**	0/335ns	-0/168ns	/201ns	0/152ns	0/245ns	81-120(3)

ns معنی‌دار نیست.

* معنی‌دار در سطح 5 درصد

** معنی‌دار در سطح 1 درصد

جدول 5- ضریب همبستگی بین عارضه سرخشکیدگی و میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

Na/K	Na/Ca	SAR	شن	سیلت	رس	CCE	K	Na	Mg	Ca	PH	ECe	عمق
				(%)			$mgkg^{-1}$	$meq\ L^{-1}$				$(dS\ m^{-1})$	
0/558**	0/588**	/693**	-0/151ns	0/274ns	-0/016ns	0/331ns	/559**	0/479**	0/101ns	/313ns	0/079ns	0/428*	0-120

ns معنی‌دار نیست.

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول 6- حدود تغییرات و میانگین خصوصیات شیمیایی برگ و ضریب همبستگی بین آنها با عارضه سرخشکیدگی

Mn	Cu	Zn	Fe	Na	Mg	Ca	K	P	N	برگ
		$mgkg^{-1}$					(%)			
9/0	1/0	4/1	39	0/06	0/12	1/5	1/0	0/04	1/5	**کمترین**
28/0	7/7	16/1	460	0/49	1/40	2/9	2/4	0/20	2/8	**بیشترین**
16/8	3/6	7/3	206	0/27	0/44	2/0	1/8	0/10	2/2	**میانگین**
0/160 ns	0/136 ns	0/118 ns	-0/047 ns	0/268 ns	-0/091 ns	0/031 ns	-0/152 ns	-0/196 ns	-0/025ns	**همبستگی**

ns معنی‌دار نیست.

جدول 7ـ حدود تغییرات و میانگین خصوصیات شیمیایی آب و ضریب همبستگی بین آنها با عارضه سرخشکیدگی

SAR	B	Na	Mg	Ca	HCO_3^-	pH	EC $dS\ m^{-1}$	آب
				$meq\ L^{-1}$				
10/4	1/2	22	2/2	2/0	1/2	7/3	3/2	**کمترین**
35/6	8/1	156	28/2	14/0	8/4	8/1	19/5	**بیشترین**
17/4	3/8	55	11/8	6/8	4/4	7/8	7/4	**میانگین**
0/031 ns	0/101 ns	0/008 ns	-0/238 ns	0/038 ns	0/032 ns	0/195 ns	0/023ns	**همبستگی**

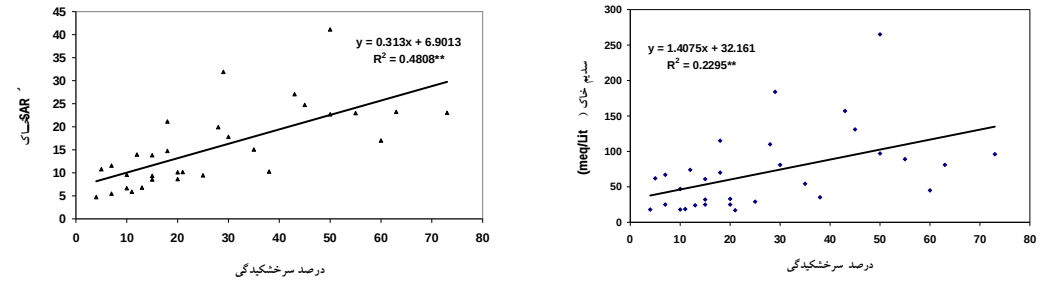
ns معنی‌دار نیست.

جدول 8ـ نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفت طول شانکر و شدت سبزی برگ‌ها سال 82 و 83

C.V	F	درجه آزادی تیمار	درجه آزادی خطا	میانگین مربعات خطا	میانگین مربعات تیمار	صفت
14/96	37/929	3	20	0/845	32/047**	**طول شانکر**
6/29	0/49	3	20	12/623	6/224 ns	**شدت سبزی برگها سال 82**
6/10	1/81	3	20	10/385	18/756 ns	**شدت سبزی برگها سال 83**

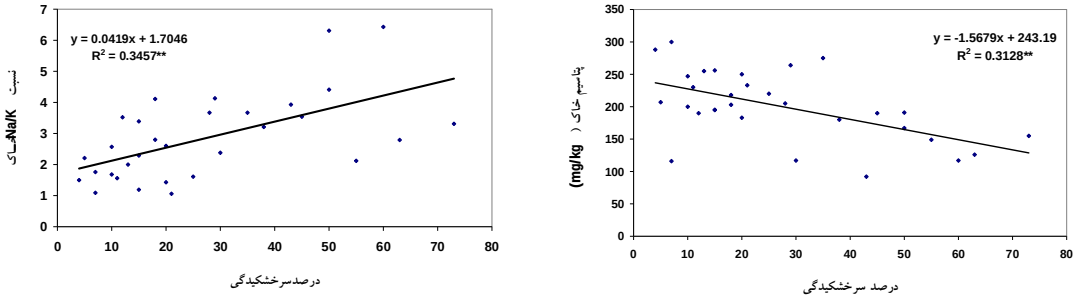
** معنی‌دار در سطح 1 درصد

ns معنی‌دار نیست



(الف) (ب)

نمودار 1ـ تأثیر سدیم، SAR، Na/Ca و EC خاک بر درصد سرخشکیدگی پسته



(ج) (د)

نمودار 2ـ تأثیر پتاسیم و Na/K خاک بر درصد سرخشکیدگی پسته

به نظر می‌رسد مقادیر بالای یون سدیم افزون بر مسمومیت مستقیم خود بر میزان جذب عناصر مهمی مانند پتاسیم اثر منفی داشته و با افزایش درصد سرخشکیدگی و سدیم خاک، میزان پتاسیم برگ کاهش یافت، اگرچه این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین با افزایش میزان سدیم که با کاهش جذب کلسیم همراه بود، میزان سرخشکیدگی افزایش یافت (نمودار 1-ج). بالا بودن غلظت سدیم در محلول خاک ممکن است باعث کاهش فعالیت یون‌های عناصر غذایی شده و نسبت‌های Na/Ca و Na/K را در محلول خاک بسیار بالا ببرد. در این شرایط، فشار اسمزی بالا، سمیت یون‌های ویژه و نیز اختلالات تغذیه‌ای باعث صدمه دیدن گیاه می‌گردد. همچنین غلظت بالای شوری ممکن است باعث غیرفعال شدن فیزیولوژیکی یک عنصر غذایی ضروری شده و در نتیجه موجب افزایش میزان نیاز درونی گیاه به آن عنصر گردد (Greenway و Munns، 1980).

Sopandie و همکاران (1995) نشان دادند که در غیاب کلسیم و با افزایش سدیم از جذب و انتقال پتاسیم در ریشه‌های جو جلوگیری بعمل آمده و هنگامی که یون کلسیم به محیط کشت اضافه گردید، نسبت جذب پتاسیم به سدیم (K/Na) افزایش حاصل کرد. همچنین در شرایط شور، پدیده جانشینی Na^{+} در غشاء تارهای کشنده ریشه بجای Ca^{++} اتفاق می‌افتد که این جانشینی از انتقال یون‌ها به داخل سلول و نیز ساقه‌ها جلوگیری می‌کند (Cramer و همکاران، 1986).

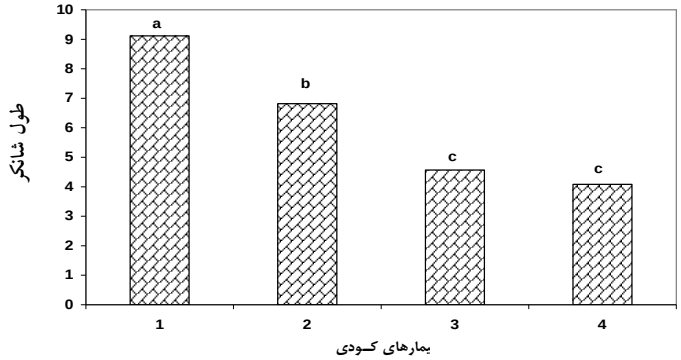
Picchioni و Miyamota (1990) با آزمایشی بر روی 6 گونه پسته دریافتند که غلظت سدیم موجود در برگ زمانی افزایش می‌یابد که غلظت سدیم در خاک به 125 میلی‌اکی‌والان در لیتر برسد. آنها همچنین گزارش دادند که میزان غلظت پتاسیم در برگ تحت تأثیر سطوح مختلف شوری در پایه‌های مختلف قرار نگرفت ولی نسبت K/Na با افزایش Na خاک کاهش یافت و میزان کلسیم برگ نیز در این آزمایش با افزایش سدیم خاک کاهش یافت ولی بر روی میزان جذب منیزیم تأثیری نداشت. با توجه به نمودار 1-د، سرخشکیدگی در تمام محدوده‌های شوری مورد مطالعه (از 2/3 تا 51/7 دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده گردید، لیکن شدت آن با بالا رفتن شوری (EC) افزایش یافت. این تحقیق نشان داد هنگامی که میزان SAR خاک کمتر از 5 باشد، میزان عارضه سرخشکیدگی کمتر از 5 درصد بوده ولی با افزایش SAR به عدد 10، درصد

سرخشکیدگی به حدود 15 و وقتی SAR به بالاتر از 20 می‌رسد، تقریباً بیشتر از یک سوم باغ موردنظر علایم سرخشکیدگی را نشان می‌دهد. همچنین با کاهش پتاسیم قابل دسترس خاک (نمودار 2- الف) و با افزایش نسبت Na/K خاک (نمودار 2- ب) میزان سرخشکیدگی افزایش یافت. نتایج نشان داد هنگامی که میزان پتاسیم قابل دسترس به کمتر از 200 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک رسید، درصد سرخشکیدگی معمولاً به بیش از 30 درصد افزایش یافت. نتایج تحقیقات محققین نیز نشان داد که عدم تعادل عناصر غذایی در شرایط شور باعث بالا رفتن غلظت Na^+ و رقابت آن با جذب K^+ و Ca^{++} می‌شود (Carvajal و همکاران، 2000). از طرف دیگر به دلیل وجود مکانیزم‌های مشابه برای جذب یون‌های Na^+ و K^+ شوری و بویژه سدیم، سبب تضعیف جذب کلسیم و پتاسیم توسط گیاه شد و در نتیجه مقدار سدیم در برگ افزایش یافت. علی‌رغم اینکه این افزایش سدیم برگ از نظر آماری معنی‌دار نبود، لیکن امکان دارد همین افزایش جزئی منجر به بالا رفتن نسبت سدیم به پتاسیم در غشاء گردد. نتایج مشابهی توسط Lauchi و همکاران (1994) نیز گزارش شده است.تحقیقات گسترده‌ای در مورد اثرات روی در افزایش تحمل به شوری و کاهش اثرات سمیت سدیم انجام گرفته است (Alpaslan و همکاران، 1999؛ Khoshgoftarmanesh و همکاران، 2002؛ خوشگفتارمنش و همکاران، 1380). کشاورز و ملکوتی (1383) نشان دادند روی با محدود کردن جذب سدیم نقش مهمی در افزایش تحمل گندم به شوری داشت. این محققین در تایید این نکته نشان دادند که علاوه بر وزن خشک، نسبت‌های K/Na و Ca/Na افزایش یافتند. در تحقیق حاضر نیز با افزایش روی موجود در خاک میزان سرخشکیدگی کاهش یافت (نمودار 3 تیمار چهارم).

صرفنظر از عوامل غیرزنده فوق تعدادی از محققین، برخی عوامل زنده را نیز در ایجاد سرخشکیدگی معرفی نموده‌اند (علیزاده و همکاران، 1378؛ Aminaee و Ershad، 1987). بر همین اساس مایه‌زنی قارچ *Paecilomyces variotii* روی شاخه‌های درختان پسته تحت تیمار انجام شد. نتایج نشان داد در تمام شاخه‌های تلقیح شده با قارچ *P. variotii* شانکر دیده شد. لیکن در شاخه‌هایی که فقط محیط کشت PDA استریل بدون قارچ، دریافت کرده بودند، هیچگونه علایم شانکر نشان ندادند. اگرچه مایه‌زنی این قارچ در کوتاه مدت موجب سرخشکیدگی نشد، اما پیشرفت این عارضه مخصوصاً در تیمار شاهد (T_1) و ایجاد شانکرهای (نوارهای قهوه‌ای تا سیاه‌رنگ) شاخص نواری روی شاخه‌های مایه‌زنی شده، از توانایی نسبتاً بالای این قارچ در ایجاد خسارت حکایت داشت. گاهی طول این شانکرها به بیش از 15 سانتی‌متر می‌رسید. با اعمال تیمارهای موردنظر طول شانکرها که به عنوان معیار یا درصد خسارت در نظر گرفته شده بود بطور چشمگیری کاهش یافت که از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول 9 و نمودار 3). با افزایش پتاسیم (تیمار دوم) نسبت به شاهد طول شانکر بیش از 30 درصد کاهش یافت. در نتیجه پتاسیم بایستی نقش مؤثری در کاهش طول شانکر داشته باشد. برخی مطالعات نشان دادند که پتاسیم می‌تواند در تنش شوری در رشد گیاه و متابولیسم آن مؤثر باشد.

مطالعات ملکوتی و همکاران (1381) نشان داد که به هنگام افزایش سدیم به صورت نمک در محیط ریشه، غلظت پتاسیم در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد. کاهش جذب پتاسیم در حضور سدیم، یک فرآیند رقابتی بوده‌وربطی به نوع نمک محلول غالب خاک (-Clیا4-SO2) ندارد. حال با توجه به اینکه جذب و انتقال پتاسیم توسط گیاهان در محیط غنی از سدیم کاهش می‌یابد، اطلاعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد، افزودن پتاسیم به خاک‌های غنی از سدیم رشد و عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد. همانگونه که در نمودار 3 مشاهده می‌شود در تیمار سوم که علاوه بر پتاسیم، کلسیم نیز مصرف شده است، طول شانکر بیش از 55 درصد کاهش یافت. تحقیقات نشان داد که اولین پاسخ ریشه‌های پنبه به تنش شوری (NaCl) جایگزینی کلسیم با سدیم در غشاء سلولی است که منجر به افزایش نفوذپذیری غشاء و کاهش انتخاب‌پذیری K/Na می‌گردد. از اینرو افزودن 10 میلی‌مول کلسیم به محیط کشت شور، سلامت غشاء سلولی را حفظ کرده و از نشت پتاسیم به خارج جلوگیری می‌نماید (Cramer و همکاران، 1986). Lahaya و Epstein (1971) نشان دادند که با افزایش گچ، وزن خشک اندام هوایی لوبیا افزایش یافت که این خود با کاهش شدید جذب سدیم در گیاه همراه بود. در تیمار چهارم و با افزودن روی کاهش طول شانکر به 60 درصد رسید. این کاهش به رغم اینکه با تیمار سوم معنی‌دار نبود ولی همچنان روند کاهشی خود را حفظ نمود. افزایش غلظت روی در محیط ریشه احتمالاً می‌تواند اثر سمی NaCl را با محدود نمودن جذب سدیم (+Na) و کلر (Cl) و یا انتقال آن در گیاه را کاهش دهد (Alpaslan و همکاران، 1999) و در اثر جلوگیری از جذب سدیم، نسبت K/Na و Ca/Na را در داخل گیاه افزایش دهد. (کشاورز و ملکوتی، 1383؛ Gadalla و Ramadan، 1997). همچنین خوشگفتارمنش و همکاران (1380) گزارش دادند که در شرایط شور مصرف 240

کیلوگرم در هکتار سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کاه و دانه گندم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون مصرف روی) گردید. آنها تأکید نمودند که در این شرایط مصرف مقادیر پایین روی تأثیری بر عملکرد نداشته و مصرف مقادیر بیشتر موجب افزایش قابل توجه عملکرد کاه و دانه گندم می‌شود.



نمودار 3ـ تأثیر تیمارهای کودی بر طول شانکر (نوارهای قهوه‌ای تا سیاه‌رنگ)

فهرست منابع:

1. اشکان، م و د. ابوسعیدی (1373). بررسی بیماری خشکیدگی سرشاخه درختان پسته در استان کرمان. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات پسته، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
2. امامی، ع. (1375). روش‌های تجزیه برگ، ج. 1. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه فنی شماره 982، تهران، ایران.
3. امینایی، م. م. (1364). وجود بیماری خشکیدگی و مرگ سرشاخه‌های درختان پسته در اثر حمله قارچ *Paecilomyces variotii* در مناطق پسته‌کاری استان کرمان. گزارش پژوهشی مؤسسه تحقیقات پسته، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
4. بلند نظر، س. ا. و م. ج. ملکوتی. (1379). کانال کود روشی موثر در تغذیه بهینه باغهای میوه، نشریه فنی 137. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشر آموزش کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.
5. خوش‌گفتارمنش، ا. م.، ز. خادمی و م. ر. بلالی (1380). تأثیر مصرف سولفات روی بر رشد و عملکرد گندم در اراضی شور بایر اصلاح شده. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران. شهرکرد، ایران.
6. داودی، م. ج، م. ج. ملکوتی.، ز. خادمی و ع. عبدالهی. (1381). اثر مصرف بهینه کود در افزایش مقاومت گیاهان، بیماری‌ها و آفات. نشر آموزش کشاورزی. نشریه فنی. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
7. دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات (1381). آمارنامه کشاورزی سال زراعی 80-1379. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. نشریه شماره 81/06، تهران، ایران.
8. علی‌احیایی، م. (1373). شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک، نشریه فنی شماره 983، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
9. علیزاده، ع.، ح. علایی و ج. ارشاد (1378). بررسی سبب‌شناسی خشکیدگی سر شاخه درختان پسته در رفسنجان. مجله علوم کشاورزی مدرس. دانشگاه تربیت مدرس. دوره اول، شماره دوم. تهران، ایران.

10. کشاورز، پ و م. ج. ملکوتی (1383). اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و ساختمان آناتومیکی گندم. مجله علوم خاک و آب (در دست چاپ).
11. مظفری، و. و م. ج. ملکوتی (1382). بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه خشکیدگی پسته. نشریه فنی شماره 306. نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.
12. مظفری، و. و ا. تاج‌آبادی‌پور (1383). گزارش نهایی طرح بررسی مسایل و مشکلات باغ‌های پسته. دانشگاه ولی‌عصر. رفسنجان، ایران.
13. ملکوتی، م. ج. (1375). کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
14. ملکوتی، م. ج. (1379). بررسی علل خشکیدگی سرشاخه‌های گردو در مناطق گردوخیز کشور. خلاصه مقالات دومین کنگره علوم باغبانی ایران. انتشارات انجمن علوم باغبانی ایران. معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی (نشر آموزش کشاورزی). تهران، ایران.
15. ملکوتی، م. ج. (1381). گزارش نهایی شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در درختان میوه و ارائه راه‌حل‌های اجرایی توصیه بهینه کودی برای افزایش تولید و ارتقای کیفی میوه تا حد استاندارد جهانی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
16. ملکوتی، م. ج. و ح. رضایی (1380). نقش گوگرد، کلسیم و منیزیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.
17. ملکوتی، م. ج.، پ. کشاورز.، س. سعادت و ب. خلدبرین (1381). تغذیه گیاهان در شرایط شور. معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی. انتشارات سنا، تهران، ایران.
18. Afek, H., Sztejnberg, A., and Solet, Z. (1990). A rapid method for evaluating citrus seedling resistance to foot rot caused by *phytophthora citrophthora*. Plant Dis. 74: 66-68.
19. Alpaslan, M., Inal, A., Gunes, A., Cikilli, Y. and Ozcan, H. (1999). Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury in tomato *(lycopersicum essulentum L. Mill. C. V. lale)* grown under salinity Tr. J. Botany. 23: 1-6.
20. Aminaee, M. M., and Ershad, D. (1987). Dieback of young shoots of pistachio trees in Kerman province. Proceeding of the plant protection congress of Iran. 9-14 Sept. Mashhad, Iran. pp 79.
21. Ashworth, L. J., Gaona, J. R., and Surber, S. A. (1985). Nutritional disease of pistachio trees, potassium and phosphorus deficiencies and chloride and boron toxicities. Phythopathlogy, 75: 1084-1091.
22. Carvajal, M., Cerda, A., and Martinez, V. (2000). Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of caution disorders. Plant Growth Regulation. 30: 37-47.
23. Chitzanidis, A., Kask, N., Kuden, A. B. Ferguson, L. and Michailides, T. (1995). Pistachio disease in Greece. Acta Horticulture. 419: 345-348.
24. Corazza, L., Chilosi, G. and Avazato, D. (1990). Die-back of pistachio branches caused by *Botryosphaeria ribis*. Plant Path, 05253 (Abst).
25. Cramer, G. R., Lauchli, A. and Epstein, E. (1986). Effects of NaCl and $CaCl_2$ on ion activities in complex nutrient solution and root growth of cotton. Plant Physiology. 81: 792-797.
26. Gadallah, M. A. and Ramadan, T. (1997). Effects of zinc and salinity on growth and anatomical structure of *carthamus tinctures* L. Biologia Plant arum, 39: 411-418.
27. Greenway, H., Munns, R. (1980). Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physol. 31, 149-190.

28. Khoshgoftarmanesh, A. H., Jaaferi, B. and Shriatmadari, H. (2002). Effect of salinity on cd and zinc availability 17th World Congress of Soil Science. Thiland.
29. Lahaya, P. A., and E. Epstein. (1971). Calcium and salt toleration by bean plants. Physiol. Plant., 25: 213-218.
30. Lauchli, A., Clomer, T. D., Fan, T. W., and Higashi, M. (1994). Solute regulation by calcium in salt, stressed plant. Page 443-461. In J. H. Cherry, ed. Berlin, Germany.
31. Maftoun, M., and Sepaskhah, A. R. (1989). Relative salt tolerance of eight wheat cultivars. Agrochimica. 33: 1-14.
32. Michailides, T. J. and Ogawa, J. M. (1986). Sources of inoculum, epidemology and control of *Botryosphaeria* shoot and panicle blight of pistachio. Calif. Pistachio Industry. Annu. Rep. Crop year, 1985. pp. 87-91.
33. Peryea, F. J. and Kammerekh, R. (1997). Use of Minolta SPAD-502. Chlorophyll meter to quantity the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron on chlorotic trees. J. Plant nutr. 20 (11). 1457-1463.
34. Picchioni, G. A. and Miyamota, S. (1990). Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 645-653.
35. Rumbos, I. C. (1986). Isolation and identification of *Eutype late* from *Pistacia* Vera in Greece. J. Phyto path. 116: 352-357.
36. Sepaskhah, A. R., and Maftoun, M. (1988). Relative salt tolerance of pistachio cultivars. Journal Horticulture Science. 63: 157-162.
37. Sopandie, D., Moritsugu, M. and Kawasaki, T. (1995). Interaction between Ca, Na and K in salicornia Virginia and barley roots under saline conditions: Multi-compartment transport box experiment. Soil Science Plant Nutrition. 36: 65-71.
38. Swart, W. J., and Botes, W. M. (1995). First report of stem canker caused by *Botryospharia obtuse* on pistachio. Plant Dis. 79: 1036-1038.

Investigation of some Causes of Die-back Disorder of Pistachio Trees and its Control through Balanced Fertilization in Southern Iran

V. Mozaffari, M. J. Malakouti, B. Kholdebarin, and M. Bybordi [1]

Abstract

The incidence of die-back in pistachios (*Pistacia vera* L.) is common in many pistachio producing countries including U.S., Greece, Italy, and South Africa. This problem also occurs extensively in pistachio orchards of Iran where it has caused yields to be low. In order to evaluate the spread, percent occurrences as well as to determine the causative factor(s) of this incidence, some 203 pistachio orchards located in Rafsanjan, Kerman, Yazd and Khorasan regions were visited during the period from 2002 to 2004. It was noted that from 4 to 90 percent, or on the average 28 percent of the trees, had been affected and that the rate of this incidence had increased by 60% during the ten year period from 1994 to 2004. Soil samples from profile depths of 0-40, 41-80 and 81-120 cm were collected in 31 randomly selected orchards for physicochemical analysis. Likewise, leaf samples as well as samples of irrigation water were collected in those orchards for chemical analysis. Then, correlations between the incidence of die-back and the examined factors were calculated. It was noted that the incidence of die-back in pistachios was positively correlated with soil EC, Na, K, SAR, Na/Ca and Na/K values. A stepwise regression analysis yielded the following equation: $Y= 51.799-0.194 (K)_{soil}+0.946 (SAR)_{soil} \rightarrow R^2= 0.737$ On the basis of our findings and the reports by others that the fungus *Paecilomyces variotti* was the causative agent for die-back in pistachios, a randomized complete block experiment was conducted with 4 treatments and 6 replications on a total of twenty four 25-year old trees of Fandoghi pistachio variety which were 30% affected by die-back problem to investigate the effect of balanced fertilizer application on preventing this incidence. The treatments included T_1= the growers conventional method (ammonium sulfate+triple superphosphate at the rate of 3 kg each per tree); $T_2=T_1$+ potassium at the rate of 3kg potassium sulfate per tree; $T_3= T_2$+calcium applied as gypsum at the rate of 40 kg/tree; and $T_4=T_3$+zinc applied as zinc sulfate at the rate of 1500 g/tree. The direct fungal inoculation of the trees followed two years of the fertilizer treatments. The results showed a significant decrease (at 1% level) in the incidence of die-backs with treatments T_2, T_3 and T_4 as compared with the farmers conventional methods. In other words, the application of potassium,calcium and zinc sulfate reduced this problem by 63 percent.

Keywords: Pistachio (*Pistacia vera* L.), Die-back, Potassium, Calcium, Zinc, Sodium.

1. PhD Candidate at Tarbiat Modarres University; Professor, Tarbiat Modarres University; Professor, Shiraz University and University Professor, respectively.