

بررسی میزان موفقیت دانش علمی و تجارب عملی کشاورزان جهت مدیریت مبارزه با بیماری گموز پسته

محمد عبدالهی عزت آبادی^{۱*} محمد مرادی^۲، رضا صداقت^۲، حجت هاشمی نسب^۱

۱- استادیار پژوهش، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان ایران

۲- دانشیار پژوهش، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۲

چکیده

درختان پسته ممکن است با بیماری‌های مختلفی مواجه شوند. یکی از بیماری‌های به شدت خسارت‌زای پسته، گموز است. در این مقاله، میزان موفقیت دانش علمی و تجارب عملی کشاورزان به منظور مدیریت مبارزه با بیماری گموز پسته مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد استفاده مربوط به ۲۸۶ باغ پسته در شهرستان‌های انار و رفسنجان است که در یک دوره ۹ ساله (۱۳۸۹ تا ۱۳۹۷) و در ۳ مقطع زمانی ۱۳۹۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷ جمع‌آوری شده است. نمونه مورد نظر با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی چند مرحله‌ای انتخاب شد. برای سنجش اثر عوامل مدیریتی مختلف بر کاهش یا افزایش شدت ابتلای باغ به بیماری گموز و اثر آن بیماری بر کمیت و کیفیت محصول پسته تولیدی، از روش‌های محاسبه ضریب همبستگی، مقایسه میانگین و رگرسیون استفاده شد. نتایج نشان داد، همواره ۲۵ درصد از باغ‌های پسته مورد مطالعه به بیماری گموز آلوده بوده و این بیماری قابل ریشه‌کنی نبوده و می‌بایست مدیریت شود. بیش از ۹۷ درصد از کشاورزان از بیماری گموز شناخت اولیه دارند، اما در کنترل و مدیریت آن موفق عمل نکرده‌اند. همچنین نتایج نشان داد که تنها راه کنترل موفق بیماری گموز، استخدام کارشناسان متخصص بیماری‌شناسی گیاهی و فعالیت آن‌ها در عرصه باغ است و بررسی‌ها نشان داد که این کار اقتصادی است. عواملی چون آبیاری سنگین، آبیاری با آب‌های شیرین، استفاده از مالچ و کاربرد زیاد ماشین‌آلات به‌ویژه تیلر، باعث افزایش ابتلا به بیماری گموز می‌شود. در مقابل، آبیاری منظم و با توزیع مناسب، کوچک کردن طول کرت‌ها، استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، استفاده از آب چاه‌های مختلف، افزایش عرض نوار آبیاری، استفاده از کود مرغی و تقویت تغذیه باغ با به کارگیری کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو، باعث کاهش شدت بیماری گموز در باغ پسته می‌شود.

واژگان کلیدی: بیماری‌های پسته، مدیریت مبارزه، گموز، قارچ کش، الیت

Investigation the Successful Application of Knowledge and Experience of Farmers for Control of Pistachio Gummosis Disease

Mohammad Abdolahi-Ezzatabadi¹, Mohammad Moradi², Reza sedaghat², Hojat Hasheminasab¹

1- Assistant Professor of Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

2- Associate Professor of Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

Abstract

Pistachio trees may be confronted with different diseases. In the current study, the successful application of knowledge and experience of farmers for the control of pistachio gummosis disease was investigated. The data used is related to 286 pistachio orchards in Anar and Rafsanjan districts that were collected over a 9-year period (2010 to 2018) and during three cross times, in 2012, 2015 and 2018. The target sample was selected using a multi-stage random sampling method. To evaluate the effect of different management factors on reducing or increasing the severity of orchard disease and its effects on the quantity and quality of pistachio crop yield and profit, the methods of the correlation coefficient, mean comparison, and regression were used. The results showed that 25% of pistachio orchards were always infected with gummosis and the disease could not be eliminated and should be controlled and managed. More than 97% of farmers have primary knowledge of gummosis but have failed to control and manage it. The results also showed that the only way to successfully control the gummosis is to hire experts in plant pathology and they were active in the orchards, and more investigation showed that this work is economical. Factors such as heavy irrigation, freshwater irrigation, use of mulch, and excessive use of machinery especially tiller, increase the risk of gummosis. In contrast, the regular and well-distributed irrigation, reduced irrigation terrace area, use of pressurized irrigation system, use of irrigation water from different wells, increase in the width of the irrigation strip, use of poultry manure, and enhancement of using macro and micro chemical fertilizers reduce the severity of gummosis in pistachio orchards.

Keywords: Control Management, Elite, Fungicide, Gummosis, Pistachio trees diseases.

۱- مقدمه

باغ‌های پسته در اکثر نقاط پسته‌کاری کشور و از جمله شهرستان‌های انار و رفسنجان به‌عنوان شهرستان‌هایی که بیش‌ترین تولید پسته در استان کرمان را دارند، با بیماری‌های مختلفی مواجه هستند. بیماری انگومک (گموز) پسته یکی از مهم‌ترین بیماری‌های درختان پسته در ایران است. تا کنون گونه‌های متعدد *Phytophthora* از ریشه، طوقه و خاک اطراف ریشه درختان آلوده جدا و بیماری‌زایی آن‌ها ثابت شده است. عوامل اصلی گموز پسته در کرمان دو گونه بدون پاییل از این جنس هستند که بر اساس خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک به گونه‌های *P. pistachio* و *P. dreschleri* منتسب شده‌اند (میرابوالفتحی و همکاران، ۱۳۸۱).

در خصوص مسائل فنی بیماری‌های گموز پسته مطالعات متعددی صورت گرفته است. مرادی و معصومی (۱۳۸۲)، بیولوژی گونه‌های فیتوفترا، عامل بیماری پوسیدگی طوقه پسته را مورد بررسی قرار داده و امکان کنترل بیولوژیک آن را مطالعه کردند. بنی‌هاشمی و مرادی (۱۳۸۳) فراوانی گونه‌های *Phytophthora*، عامل انگومک (گموز) درختان پسته را در مناطق محدودی از استان کرمان و نیریز فارس در ناحیه طوقه و ریشه مورد بررسی قرار دادند. بنی‌هاشمی و طباطبایی (۱۳۸۳)، برهمکنش شوری و *Phytophthora citrophthora* در رشد و آلودگی ریشه پسته در سیستم آب کشت مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که افزایش شوری تا سطح ۱۴۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در لیتر تاثیر معنی‌داری روی رشد رویشی عامل بیماری نداشت و سپس موجب کاهش رشد تدریجی شد. تاج‌آبادی‌پور و همکاران (۱۳۸۴)، مقاومت نسبی پایه و ارقام پسته به فیتوفترا با استفاده از نهال‌های حاصل از گرده‌افشانی

کنترل شده و کشت بافت را مورد مقایسه قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها هیبریدها و پایه‌های نسبتاً مقاوم و نسبتاً حساس را مشخص نمود. حقدل و همکاران (۱۳۸۷)، تاثیر سطوح مختلف خشکی بر پوسیدگی فیتوفترایی ریشه در نهال‌های پسته در گلخانه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که در تیمارهای خشک و بدون قارچ، پایه سرخس کم‌ترین درصد کاهش وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با دو پایه دیگر دارد و بنابراین یک پایه مقاوم به خشکی ارزیابی شد. در تیمار صفر درصد تخلیه رطوبتی (آبیاری در حد ظرفیت مزرعه) با قارچ، پایه سرخس بیش‌ترین کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه، درصد کلینزاسیون و مرگ و میر را داشت. به‌عبارت دیگر، سرخس حساس‌ترین پایه در برابر *P. citrophthora* برآورد شد. در مقابل، پایه‌های قزوینی و بادامی در این زمینه مقاوم‌تر هستند. فانی و همکاران (۱۳۹۲)، طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰، ۱۰۰ نمونه خاک از ریزوسفر گیاه، چاله کودی و سطح باغ‌های پسته استان‌های کرمان، یزد، خراسان رضوی و سمنان با هدف یافتن سویه‌های مناسب تریکودرما، به منظور کنترل بیماری گموز پسته، جمع‌آوری و بررسی نمودند. میرسلیمانی و همکاران (۱۳۹۲)، به‌منظور بررسی واکنش ارقام مختلف پسته ایرانی در برابر *P. pistachiae*، جدایه‌هایی از این بیمارگر از درختان پسته آلوده به انگومک از مناطق پسته‌کاری استان‌های یزد و کرمان در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ جداسازی نمودند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که هیچ تفاوت معنی‌داری در بین خصوصیات بیماری‌زایی جدایه‌های مطالعه شده وجود ندارد. مرادی (۱۳۹۳) تاثیر قارچ‌کش الیت بر روی بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه تحت شرایط گلخانه و مزرعه را مورد بررسی قرار داد. نتایج مطالعه وی نشان داد که محلول‌پاشی با قارچ‌کش الیت

در زمینه بررسی میدانی بیماری‌های گیاهی محصولات دیگر (به غیر از پسته) مطالعاتی در کشورهای دیگر انجام شده است که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

سلیمان و همکاران (Soliman et al., 2012)، اقدامات بهداشت گیاهی بر ضد بیماری ویروسی دوکی شکل شدن غده سیب زمینی (PSTVd) در اتحادیه اروپا را مورد بررسی اقتصادی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که به احتمال ۴۴ درصد، منافع مستقیم اقدامات بهداشت گیاهی از هزینه‌های آن بالاتر است (۵/۶ میلیون یورو در سال) اما اختلافات زیادی بین نظرات کارشناسی در این خصوص وجود داشت. به طوری که توجه اقتصادی این اقدامات بر مبنای صرف اثرات مستقیم را سخت می‌کند. همچنین در این مطالعه، با استفاده از روش بودجه‌بندی جزئی، اثر مستقیم اقدامات بر روی تولیدکنندگان سیب زمینی برآورد شد. با فرض شیوع ۷۳ درصدی بیماری، اثر مستقیم بر تولیدکنندگان سیب زمینی ۲/۱ میلیون یورو و بر روی تولیدکنندگان گوجه‌فرنگی، ۳/۵ میلیون یورو تخمین زده شد.

زائو و همکاران (Zhao et al., 2013)، به منظور کنترل بیماری‌های گیاهی و در نتیجه، حفظ تعداد گیاهان آلوده شده زیر آستانه اقتصادی، یک راهبرد مدیریتی خاص تحت عنوان سیاست آستانه، منتج از سیستم‌های فیلپوف ارائه نمودند. در پایان، چنین نتیجه‌گیری شده است که ایده‌های ایجاد توابع لیاپونوف برای سیستم‌های فیلپوف، روش‌های تحلیل چنین سیستم‌هایی و نتایج اصلی بیان شده در اینجا، کمک‌های علمی برای تکمیل رژیم‌های کنترل بیماری‌های گیاهی در مدیریت تلفیقی این بیماری‌ها فراهم می‌نماید.

برند و کاستا (Brand and Costa, 2015)، امکان

(با فرمولاسیون گرانول ۸۰ درصد) می‌تواند در کاهش آلودگی موثر باشد. رعایت الگو و زمان استفاده از این قارچ کش از فاکتورهای بسیار مهم در خصوص میزان تاثیرگذاری آن بر روی بیماری است. مرادی و همکاران (۱۳۹۳)، تاثیر قارچ‌کش‌های ریدومیل و مشتقات اسید فسفونیک تحت شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای را بر روی گونه‌های فیتوفتورا مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که با افزایش غلظت قارچ‌کش در محیط کشت، میزان بازدارندگی رشد میسلومی در سطح معنی‌داری افزایش می‌یابد. محمدی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۴)، پراکنش گونه‌های *Phytophthora* عامل بیماری گموز پسته و درصد آلودگی و گونه غالب در مناطق پسته‌کاری استان سمنان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که میانگین درصد آلودگی باغ‌های پسته به بیماری گموز، ۲/۳ درصد است. مرادی و همکاران (۱۳۹۴)، به منظور یافتن جدایه‌های مناسب تریکودرما جهت کنترل بیماری گموز پسته، بررسی در سطح باغ‌های پسته استان‌های کرمان، یزد، خراسان رضوی و سمنان انجام دادند. در این مطالعه ۱۰۴ جدایه تریکودرما از گونه‌های مختلف و غالباً از ناحیه ریزوسفر به دست آمد. نویسندگان پس از بررسی‌های مختلف، دو جدایه مناسب جهت کنترل بیماری گموز معرفی نمودند. مرادی و فرج‌پور (۱۳۹۵)، اثر محلول‌پاشی قارچ‌کش آلیادو-سی-ت-ال روی درختان آلوده به قارچ فیتوفترا در باغ‌های پسته را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که تمامی درختان با شدت آلودگی بالای ۳۰ درصد، در طول آزمایش از بین رفتند و تیمار درختان با قارچ‌کش آلیادو، تنها قادر به کاهش مرگ و میر در درختان با آلودگی کم بود و باعث کاهش آلودگی شد.

گام اولیه مهم و اصلی بوده، در حالی که گسترش واریته‌های مقاوم به ویروس و روش‌های ساده و موثر کنترل حشرات ناقل، راه حل‌های ثانویه و تاثیرگذار در بلند مدت هستند.

هاشیم و همکاران (Hashim *et al.*, 2018)، دانش و مدیریت کشاورزان در کنترل بیماری بلاست (زنگ گردن) برنج در کشور تانزانیا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که کشاورزان علائم بیماری بلاست برنج را برای اولین بار ۳ تا ۵ سال گذشته مشاهده کردند و بیش‌ترین مشاهده این بیماری مربوط به ماه‌های آوریل تا می هر سال بوده است. در حدود ۴۶/۳ درصد از کشاورزان هیچ اطلاعی از علت ایجاد و روش گسترش بیماری بلاست نداشتند. ۳۹/۹ درصد از پاسخ‌گویان بیماری بلاست برنج را مربوط به خشکی می‌دانند، بارندگی و درجه حرارت بالا (۸/۷ درصد) و مسائل تغذیه گیاهی (۵/۱ درصد) از جمله علل دیگر ذکر شد. در خصوص روش‌های کنترل بیماری بلاست برنج، ۱۸/۷ درصد از کشاورزان سوزاندن کاه و کلش باقیمانده، ۱۷ درصد استفاده از خاکستر، ۴ درصد استفاده از کودهای نیتروژن و ۶/۳ درصد کاربرد قارچ کش را در دستور کار خود قرار داده‌اند. به عبارت دیگر، اکثر کشاورزان (۵۴ درصد) از هیچ روش مدیریتی در این زمینه استفاده نمی‌کنند. بیش‌تر کشاورزان از ارقام برنج محلی پابلند استفاده کرده و تنها ۷/۷ درصد آن‌ها واریته‌های پربازده را در برنامه کشت خود قرار داده‌اند. در حدود ۶۹/۶ درصد از پاسخ‌گویان اطلاعات و دانش خود در خصوص بیماری بلاست برنج را در بین خود به اشتراک می‌گذارند. فقدان دانش کافی، عدم انتقال مناسب دانش و عدم دسترس بودن روش‌های موثر کنترل بیماری بلاست، به‌عنوان عواملی گزارش شد که مدیریت این بیماری را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

ایجاد یک آزمایشگاه تشخیص بیماری گیاهی در منطقه سانتاماریا، ریوگرنند دوسول برزیل را مورد ارزیابی اقتصادی قرار دادند. نتایج نشان داد که ارزش خالص زمان حال سرمایه‌گذاری در ایجاد آزمایشگاه تشخیص بیماری گیاهی معادل ۱۸۹۴۸۸۲ دلار برزیل است. زمان برگشت سرمایه ۳/۰۶ سال بوده و نرخ بازده داخلی معادل ۶۱ درصد است. بنابراین، نتیجه‌گیری شد که سرمایه‌گذاری در ایجاد آزمایشگاه تشخیص بیماری‌های گیاهی در منطقه مورد مطالعه، اقتصادی بوده و دارای بازده بالایی است.

شرینماچرز و همکاران (Schreinemachers *et al.*, 2015)، یک گروه ۸۰۰ نفری از کشاورزان تولیدکننده فلفل، گوجه‌فرنگی و ماش در کشورهای هند، تایلند و ویتنام، جهت شناسایی دانش آن‌ها در خصوص شناخت ویروس‌های گیاهی، تصوراتشان در زمینه خسارت‌های وارده، روش‌های کنترل مورد استفاده و میزان تاثیرگذاری این روش‌ها را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد، کشاورزان معتقدند که خسارت‌های اقتصادی آن‌ها از آفات و بیماری‌ها بسیار بالا است. جمعیت پایینی از کشاورزان از این موضوع اطلاع داشتند که علائم بیماری مشاهده شده ناشی از یک نوع ویروس است و تعداد کم‌تری در خصوص نقش حشرات در انتقال ویروس‌ها اطلاع داشتند. کشاورزان جهت مدیریت علائم ویروسی مشاهده شده، غالباً از آفت‌کش‌های مصنوعی استفاده کردند. همچنین نتایج نشان داد که اگر کشاورزان دانش بالاتری در زمینه ویروس‌های گیاهی، حشرات ناقل آن‌ها و ابزارهای سالم، مطمئن و ارزان جهت کنترل آن‌ها داشتند، میزان مصرف حشره‌کش‌های مصنوعی به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یافت. بنابراین، افزایش دانش کشاورزان در خصوص بیماری‌های ناشی از ویروس‌های گیاهی،

تقویت ظرفیت کشاورزان جهت تشخیص درست بیماری و فراهم کردن فعالیت‌ها و ابزار مدیریتی مناسب جهت کنترل آن، به‌طور قابل توجهی مساله بیماری بلاست برنج پابلند را برطرف خواهد کرد.

هر چند که مطالعات فنی مختلفی در خصوص بیماری گموز پسته صورت گرفته است و راهکارهای فنی مختلفی در این زمینه ارائه شده است اما از دیدگاه میزان موفقیت، مدیریت مقابله با آن‌ها مورد بررسی قرار نگرفته است. این در حالی است که بر روی محصولات دیگر و در کشورهای دیگر مطالعات مدیریت کنترل بیماری‌های گیاهی گسترده است. بنابراین نیاز است تا موضوع بررسی میزان موفقیت مدیریت بیماری گموز پسته در ایران نیز مورد پژوهش قرار گیرد. در این مطالعه، این موضوع مورد توجه قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق مربوط به ۲۸۶ باغ پسته است که از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۷، در سه مقطع زمانی (۱۳۹۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷) و با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شد. بدین ترتیب اطلاعات مربوط به ۹ سال هر باغ در اختیار است. برای انتخاب اولیه باغ‌های مورد نظر، نمونه مورد مطالعه از شهرستان‌های انار و رفسنجان انتخاب شد. روش نمونه‌گیری، تصادفی چند مرحله‌ای بود. از مجموع روستاهای دو شهرستان، تعدادی نمونه بر اساس روش‌های نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شد. در مرحله بعد، از لیست کشاورزان ساکن در روستاهای نمونه، تعدادی از کشاورزان با روش‌های نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شد. تعداد نمونه نهایی برابر با ۲۸۶ باغ بود. اطلاعات مورد سوال، مواردی است که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

با توجه به این که مراجعه به باغ‌های پسته مورد

مطالعه، در زمان‌های مختلف سال صورت می‌گرفت و با توجه به تعدد باغ‌های مورد مطالعه و محدودیت زمانی انجام پروژه، امکان مراجعه به تمام باغ‌ها در یک زمان خاص امکان پذیر نبود، لذا سابقه وجود بیماری گموز از باغداران پرسیده شد. برای این منظور، نخست علایم بیماری مورد بررسی از اعضای هیات علمی و کارشناسان پژوهشکده پسته پرسیده شد و علائمی که بر روی آن اجماع کامل وجود داشت به‌عنوان علایم بیماری به کشاورز معرفی شد. سپس از وی خواسته شد تا مشخص نماید که سابقه وجود بیماری با علایم گفته شده، در زمان فعلی و گذشته در باغ وی به چه صورت بوده است. هر چند که این امکان وجود دارد تا علایم برخی از بیماری‌ها به هم شبیه باشد، به‌عنوان مثال مشابهت سایر بیماری‌های پوساننده ریشه و طوقه مانند رزلینیا، ماکروفومینا و آرمیلاریا با بیماری گموز، اما در مطالعه فعلی این امکان وجود نداشت تا به این میزان از دقت بررسی صورت گیرد. برای تعیین درصد بیماری گموز و نحوه مدیریت آن سوالاتی به این شرح از کشاورزان مورد مطالعه پرسیده شد. چند سال است که باغ دچار بیماری گموز است؟ آیا باغ قبلاً دچار بیماری بود که هم‌اکنون کنترل شده است؟ چند درصد درختان پسته باغ در اثر بیماری از بین رفته‌اند؟ چند درصد از درختان پسته باغ به بیماری آلوده هستند؟ از چه روشی برای مبارزه و پیشگیری بیماری استفاده می‌کنید؟ از چه مواد شیمیایی برای مبارزه با بیماری استفاده می‌کنید؟ نام ماده شیمیایی و میزان مصرف آن را ذکر نمایید؟ میزان تاثیرگذاری ماده شیمیایی مورد نظر تا چه اندازه‌ای موفق بوده است؟

برای هر باغ، علاوه بر اطلاعات مربوط به بیماری‌ها، اطلاعات دیگری همچون ویژگی‌های باغ، عملکرد محصول، رقم پسته، نهاده‌های مختلف مورد استفاده، مواجهه یا عدم مواجهه با بلائای طبیعی و الگوهای مختلف مدیریت آبیاری، تغذیه، نحوه استفاده از

حیوانی و محلول پاشی است. همچنین مصرف یک نوع کود نیز می‌تواند در روش‌های مختلف سرپاش، چال کود و ... صورت گیرد که باعث افزایش تعداد الگوهای مدیریت تغذیه می‌شود. روش انتخابی بر اساس مرحله تشخیص و تحلیل وضعیت فعلی مدیریت تغذیه مزرعه در مدل مانیتورینگ غذایی است (De Jager et al., 1998).

برای بررسی اثر فاکتورهایی مانند وجود یا عدم وجود بیماری بر روی عملکرد محصول پسته و نیز سنجش تاثیر مدیریت‌های مختلف (از جمله مدیریت مبارزه با بیماری‌ها) بر شدت و کاهش بیماری، از سه روش محاسبه ضریب همبستگی، مقایسه میانگین و تابع رگرسیون استفاده شد. برای این منظور از نرم‌افزار SPSS22 استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

در هر سه مقطع زمانی (سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷) که پرسشنامه تکمیل شده است، تقریباً یک چهارم باغ‌های پسته مورد مطالعه به بیماری گموز آلوده بوده‌اند. بدین مفهوم که درصد باغ‌های پسته آلوده به بیماری گموز در طول ۹ سال مورد مطالعه کاهش نیافته و افزایش نیز از خود نشان نمی‌دهد. از ۲۵ درصد باغ پسته آلوده، ۶۰ درصد آن‌ها (۱۵ درصد کل باغ‌های مورد بررسی) در طول ۹ سال به بیماری گموز آلوده بوده و پاک نشده‌اند. این باغ‌ها در سال ۹۱ به گموز آلوده بودند و در سال ۹۷ همچنان این آلودگی وجود داشت. این در حالی است که ۴۰ درصد بقیه (۱۰ درصد کل باغ‌های مورد مطالعه)، که در سال ۹۱ به گموز آلوده بوده‌اند، در سال ۹۷ پاک شده و به همین میزان باغ جدید به این بیماری مبتلا شده است. در سال ۱۳۹۷، برای ۳۲ درصد از باغ‌های پسته آلوده به گموز از روش غیرشیمیایی برای مبارزه با این بیماری استفاده کردند. این روش‌ها شامل آغلو

قارچ کش‌ها، نوع قارچ کش، عملیات خاک‌ورزی، مدیریت هرس، استفاده از نماتودکش‌ها، آفات و عملیات به‌باغی نیز پرسیده شد.

در زمینه اندازه‌گیری ویژگی‌های بافت خاک، بر اساس تصور کشاورزان اقدام شده است و نظرشان در این خصوص پرسیده شد (Tittonell et al., 2005).

در این راستا از کشاورزان خواسته شد تا بافت خاک باغ خود را در سه گروه سبک، متوسط و سنگین طبقه‌بندی کنند. شوری آب، بر اساس معیار هدایت الکتریکی (EC) سنجش شد. به‌منظور محاسبه مقدار آب مصرف شده سالیانه در هر هکتار باغ، تعداد نوبت و زمان هر دور آبیاری از باغ‌دار سوال شد. سپس دبی چاه آبیاری مورد استفاده اندازه‌گیری شد. برای این منظور، با توجه به شرایط موجود، در صورتی که آب در لوله جریان داشت، با روش گونیا اندازه‌گیری دبی صورت گرفت. همچنین، اگر جریان در کانال انجام می‌گرفت، اندازه‌گیری دبی با استفاده از جسم شناور و میانگین سرعت حرکت آب در کانال و محاسبه سطح مقطع آب موجود در کانال صورت گرفت. در نهایت میزان مصرف سالیانه آب بر حسب متر مکعب در هکتار محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری الگوهای مدیریتی مختلف آبیاری باغ‌های پسته، روش‌های آبیاری مورد استفاده کشاورزان پرسیده شد. برای مثال، این الگوها شامل نوع سیستم آبیاری مورد استفاده، کیفیت آب مصرفی، مقدار آب مصرف شده، زمان آب مصرف شده، الگوی کم‌آبیاری، نحوه توزیع آب در باغ، سطح کرت‌های آبیاری، عرض نوارها و ... بودند.

برای اندازه‌گیری الگوهای مدیریتی مختلف تغذیه باغ‌های پسته، روش‌های تغذیه‌ای مورد استفاده کشاورزان پرسیده شد. برای مثال، این الگوها شامل مصرف کودهای شیمیایی به تنهایی، مصرف کودهای حیوانی به تنهایی، مصرف توام کودهای شیمیایی و

درصد فروانی باغ‌های پسته نیز نشان داد که در حدود ۱۵ درصد از باغ‌های پسته مورد مطالعه بیش از ۹ سال به بیماری گموز آلوده بوده‌اند. در مقطع زمانی ۱۳۹۷، به‌طور متوسط ۹ درصد از درختان باغ‌های پسته مورد مطالعه بر اثر بیماری گموز از بین رفته‌اند. این عدد در بعضی از باغ‌های پسته تا ۶۰ درصد نیز می‌رسد. همچنین در همین مقطع زمانی نزدیک به ۶ درصد از درختان پسته در باغ‌های مورد مطالعه، به گموز آلوده شدند.

دو شاخص اولیه در خصوص میزان دانش کشاورزان محاسبه شد. شاخص نخست مربوط به تاثیر کیفیت آب آبیاری بر تشدید یا کاهش ابتلا به بیماری گموز است. چنانچه کشاورز به این نکته واقف بود که هر چه آب شیرین‌تر باشد احتمال آلوده شدن باغ به بیماری گموز بیش‌تر می‌شود، نمره ۲۰ دریافت نمود و در غیر این صورت نمره وی صفر بود. در این زمینه، میانگین نمره کشاورزان مورد مطالعه ۱۳/۰۱ بود. همچنین شاخص دیگر، دانش کشاورزان در خصوص پیشگیری از بیماری گموز بود. کشاورزانی که از تمام روش‌های پیش‌گیری رایج در منطقه اطلاع داشتند نمره ۲۰ گرفتند و هر چه تعداد اطلاع از این روش‌ها کم‌تر می‌شد، میزان نمره نیز کاهش می‌یافت. میانگین نمره محاسبه شده ۱۳/۳۰ بود.

در جدول ۱، تاثیر عوامل مختلف بر ابتلا به بیماری گموز ارایه شده است. در این جدول تنها متغیرهایی بین دو گروه باغ‌های پسته آلوده به گموز و باغ‌های پسته که به این بیماری آلوده‌نبودند، با هم مقایسه شدند که آمار F مربوط به آن‌ها در سطح ۱۰ درصد و کمتر معنی‌دار شد. همچنین در این جدول، باغ‌های پسته در سه مقطع زمانی ۱۳۹۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷ با هم مقایسه شده‌اند. علاوه بر این، تاثیر متغیرهای مورد پرسش قرار گرفته در هر یک از این ۳ مقطع زمانی به‌طور جداگانه ارائه شده است.

کردن اطراف درخت، آبیاری سبک، تراشیدن پوست درخت و آهک زدن بود. در حالی که تنها ۴ درصد از باغ‌های پسته آلوده به گموز در سال ۹۱ از قارچ‌کش الیت جهت مبارزه با این بیماری استفاده شد، در سال ۹۷ این عدد به ۶۷ درصد رسید. به عبارت دیگر، میزان استفاده از این قارچ‌کش به شدت افزایش نشان داد. در این زمینه، ۸۴ درصد از استفاده‌کنندگان از قارچ‌کش الیت اعتقاد دارند که استفاده از آن در کنترل بیماری گموز ثمربخش بوده است و بنابراین استفاده از آن رضایت‌بخش است.

نتایج تکمیل پرسشنامه همچنین نشان داد که ۹۷ درصد از کشاورزان در همان سال ابتدای تحقیق (۱۳۹۱) با بیماری گموز آشنایی داشته‌اند. با این وجود، ۹۱ درصد از کشاورزان بر این عقیده بوده‌اند این آشنایی در حد دانستن نام و شناخت علائم بیماری است در حالی که برای مبارزه با این بیماری و سایر بیماری‌های پسته نیاز به آموزش است. همچنین ۳۸ درصد از کشاورزان نیز اعتقاد داشته‌اند که جهت مبارزه با بیماری‌های پسته بایستی نیروی خیره کارشناس استخدام نمود و تنها ۱۸ درصد از پسته‌کاران مورد مطالعه از آموزش و استخدام کارشناس ابراز بی‌نیازی کرده‌اند. همچنین به نظر کشاورزان مورد مطالعه، کسب آموزش‌های لازم در خصوص بیماری‌های پسته در حدود نیمی از خسارت‌های این بیماری‌ها را کاهش داده و به همین میزان نیز در کاهش هزینه مبارزه با بیماری‌ها موثر است. علاوه بر این، ۶ درصد از کشاورزان در خصوص بیماری‌های پسته سوال را بی‌پاسخ گذاشتند که نیاز است تا با آموزش لازم به این سوالات پاسخ داده شود.

تعداد سالی که بیماری گموز در باغ‌های پسته مورد مطالعه قبل از سال ۱۳۹۷ به‌طور مداوم وجود داشته است، به‌طور میانگین ۵ سال است. این در حالی است که در بعضی از باغ‌های پسته تا ۱۲ سال نیز این مداومت وجود داشته است. بررسی بیش‌تر و محاسبه

جدول ۱- تاثیر عوامل مختلف بر ابتلا به بیماری گموز در باغ‌های پسته.

۱۳۹۷		۱۳۹۴		۱۳۹۱		نام متغیر
بیماری گموز دارد	بیماری گموز ندارد	بیماری گموز دارد	بیماری گموز ندارد	بیماری گموز دارد	بیماری گموز ندارد	
-	-	-	-	۱۰۶۳۳	۹۴۱۲	مقدار مصرف آب در سال ۱۳۹۱ (متر مکعب در هکتار در سال)
-	-	۱۲۱۷۷	۹۴۳۳	-	-	مقدار مصرف آب در سال ۱۳۹۴ (متر مکعب در هکتار در سال)
۲۹	۲۴	-	-	-	-	دبی چاه آبکشی در سال ۱۳۹۷ (لیتر در ثانیه)
۴۵۰۶	۷۰۸۸	۵۴۹۴	۶۸۶۹	۵۳۵۲	۶۸۸۷	EC آب در سال ۱۳۹۱ (میکرو موس بر سانتی متر)
۴۳۲۸	۷۰۳۹	۵۲۱۲	۶۷۹۳	۵۰۴۱	۶۸۷۸	EC آب در سال ۱۳۹۷ (میکرو موس بر سانتی متر)
۴۴۱۷	۷۰۶۳	۵۳۹۶	۶۷۶۹	۵۱۳۵	۶۸۷۹	میانگین EC آب در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۷ (میکرو موس بر سانتی متر)
۸۲	۶۵	۸۰	۶۶	۸۲	۶۷	تنها از آب یک چاه برای آبیاری استفاده می‌شود (درصد باغ‌های مورد مطالعه)
۸	۲۷	۹	۲۵	۸	۲۴	آب چاه‌های مختلف مخلوط نشده و در دوره‌های مختلف در یک باغ استفاده می‌شود (درصد باغ‌های مورد مطالعه)
-	-	۵۶	۷۳	۵۶	۷۱	کشاورز دارای دفتر حسابداری آب در باغ است (درصد باغ‌های مورد مطالعه)
۸	۱	۸	۲	-	-	استفاده از مالچ جهت مقابله با کم آبی (درصد باغ‌های مورد مطالعه)
-	-	۱/۹۸	۱/۵۸	۱/۹۲	۱/۵۶	تعداد دفعات تیلر در سال ۱۳۹۱
-	-	-	-	۵/۹۱	۷/۶۵	مقدار مصرف کود مرغی در سال ۱۳۹۱ (تن در هکتار)
-	-	۵/۵۳	۹/۲۶	-	-	مقدار مصرف کود مرغی در سال ۱۳۹۴ (تن در هکتار)
۲/۳۹	۴/۶۸	-	-	-	-	مقدار مصرف کود مرغی در سال ۱۳۹۷ (تن در هکتار)

این متغیرها نشان می‌دهند که حجم بیش‌تر آب وارد شده به باغ و سرعت بالاتر ورود یک حجم مشخص آب، باعث تشدید بیماری گموز در باغ‌های پسته شده است. همچنین در جدول ۳، سه متغیر مربوط به EC آب نشان می‌دهد که احتمال ابتلا به بیماری گموز در باغ‌های پسته‌ای که با آب شیرین‌تر آبیاری می‌شوند بالاتر است. این موضوع در هر سه مقطع زمانی مورد مطالعه مورد تایید قرار گرفت. همچنین متغیرهای هر سه مقطع بر ابتلا به بیماری گموز در سه مقطع موثر بود.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، متغیر مقدار مصرف آب در هر مقطع زمانی تنها بر میزان آلودگی به گموز به همان مقطع زمانی موثر بود. در زمینه دو مقطع زمانی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۴، مقدار مصرف آب در هکتار معنی‌دار شد و در خصوص مقطع زمانی ۱۳۹۷، دبی چاه آبیاری معنی‌دار است. این مساله نشان می‌دهد که هم میزان کل آب وارد شده در باغ در طول سال دارای اهمیت است و هم سرعت ورود آب به باغ بر روی بیماری گموز تاثیرگذار است. در مجموع

رطوبت خاک بالاتر ننگه می‌دارد و اگر قارچ عامل بیماری در خاک وجود داشته باشد، امکان بیش‌تری برای رشد پیدا می‌کند (عبدالهی عزت‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۹). دومین علت این موضوع، انتشار عامل بیماری با حرکت تیلر در باغ افزایش می‌یابد. همچنین تیلر کردن باغ باعث می‌شود تا لایه سختی زیر پره‌های تیلر ایجاد شده که مانع انتقال عمقی رطوبت می‌شود (عبدالهی عزت‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۹). این موضوع نیز باعث ایجاد محیط مناسب برای رشد قارچ عامل بیماری خواهد شد. سه ردیف آخر جدول ۱ نشان می‌دهد که افزایش میزان مصرف کود مرغی در باغ‌های پسته باعث کاهش ابتلای به بیماری گموز می‌شود. این جدول نشان می‌دهد که اثرات مصرف کود مرغی کوتاه مدت بوده و هر مقطع زمانی تنها بر ابتلا به بیماری در همان مقطع تاثیر گذار است.

در جداول ۲ تا ۶ تاثیر عوامل مختلف موثر بر پایداری آلودگی یک باغ پسته به بیماری گموز مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور، ضریب همبستگی پیرسون بین متغیر تعداد سال ابتلای باغ پسته به گموز در پایان سال ۱۳۹۷، به‌عنوان شاخصی از پایداری بلند مدت گموز با سایر متغیرها آمده است.

جدول ۱ نشان می‌دهد که در صورتی که کشاورز امکان استفاده آب چاه‌های مختلف در یک باغ پسته را داشته باشد، انجام این کار باعث کاهش احتمال ابتلا به بیماری گموز پسته می‌شود. نکته دیگر مشخص شده در جدول ۱ این است که بهتر است آب چاه‌های مختلف با هم مخلوط نشده و در دوره‌های مختلف مصرف شود. این موضوع نشان می‌دهد که مکانیزم تاثیرگذاری استفاده از آب چاه‌های مختلف تنها تاثیرگذاری بر EC آب نبوده و موضع دیگری مطرح است که نیاز به بررسی بیش‌تر دارد. علاوه بر این، جدول ۱ نشان می‌دهد، کشاورزانی که دفتر حسابداری آب داشته و در انجام امور آبیاری از نظم و انضباط بالاتری برخوردار هستند، مدیریت بهتری در کنترل بیماری گموز پسته دارند. آخرین ردیف جدول ۱ نیز نشان می‌دهد که استفاده از مالچ پلاستیکی باعث افزایش احتمال ابتلای باغ پسته به بیماری گموز پسته شده است.

جدول ۱ نشان می‌دهد، باغ‌های پسته مبتلا به بیماری گموز پسته، تعداد دفعاتی که در سال تیلر شده‌اند بیش‌تر بوده است. این فعالیت از سه طریق باعث تشدید بیماری می‌شود. نخست این که مانند مالچ عمل کرده و جلوی تبخیر آب را گرفته بنابراین

جدول ۲- ضریب همبستگی پیرسون بین تعداد سال ابتلای باغ پسته به گموز در پایان سال ۱۳۹۷ با عوامل مدیریتی آبیاری.

نام متغیر	ضریب همبستگی پیرسون	سطح معنی‌داری
عرض نوار آبیاری در سال ۱۳۹۷ (متر)	۰-/۴۶۱	۰/۰۱۴
استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار (بله=۱، خیر=صفر)	۰-/۴۲۶	۰/۰۰۳
مساحت کرت آبیاری در سال ۱۳۹۱ (۲۵ متر مربع)	۰+/۳۶۳	۰/۰۱۰
مساحت کرت آبیاری در سال ۱۳۹۷ (۲۵ متر مربع)	۰+/۴۳۳	۰/۰۰۳
استفاده از مالچ جهت جلوگیری از تبخیر آب در سال ۱۳۹۱ (بله=۱، خیر=صفر)	۰+/۴۵۶	۰/۰۰۱
استفاده از مالچ جهت جلوگیری از تبخیر آب در سال ۱۳۹۴ (بله=۱، خیر=صفر)	۰+/۲۸۵	۰/۰۴۹

آب در انتهای کرت کم می‌شود. این موضوع باعث می‌شود تا در محل‌های دریافت آب بیش از حد، رشد قارچ مولد بیماری گموز افزایش یابد. این در حالی است که کوچک‌تر شدن سطح کرت در سیستم آبیاری غرقابی و همچنین استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، توزیع آب در سطح باغ را ارتقاء بخشیده و از ارائه آب اضافی در بعضی از قسمت‌های باغ جلوگیری می‌کند. متغیر دیگری که در جدول ۲ آمده است، استفاده از مالچ برای جلوگیری از تبخیر آب از سطح خاک است. استفاده از مالچ باعث می‌شود تا در باغ‌های پسته که به گموز آلوده است، تداوم این آلودگی افزایش یابد.

چنانچه در جدول ۳ مشاهده می‌شود مصرف کودهای مرغی و گاوی باعث کاهش جمعیت قارچ مولد بیماری گموز شده و یا اینکه مقاومت درخت را افزایش داده و بنابراین طول عمر ماندگاری بیماری در باغ را کاهش می‌دهد. این موضوع به‌ویژه در مورد کود مرغی بیش‌تر مشخص است. موضوعی که در این زمینه بیش‌تر مشخص است، استفاده هر ساله از این دو کود نقش بیش‌تری در کاهش تعداد سال‌های ابتلای باغ به گموز دارد. به‌عبارت دیگر نقش تغذیه‌ای این دو کود در این راستا مهم بوده است.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، با افزایش عرض نوار آبیاری، تعداد سال‌های ابتلای باغ به گموز کاهش یافته است. به‌عبارت دیگر، اگر یک حجم مساوی آب در سطح بیش‌تری از باغ پخش شود، شرایط زندگی برای قارچ عامل بیماری گموز سخت‌تر شده و کنترل و مدیریت آن آسان‌تر می‌شود. در چنین شرایطی، نفوذ عمقی آب کم‌تر بوده و سطح تبخیر آب از خاک بیش‌تر شده و بنابراین خاک زودتر خشک می‌شود و یا این که آب کم‌تر به طوقه می‌رسد و در کنار طوقه درخت خاک زودتر خشک می‌شود. این مساله باعث می‌شود تا رطوبت خاک سریع‌تر کاهش یافته و امکان رشد قارچ کم شود. جدول ۲ همچنین نشان می‌دهد که استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، باعث کاهش تعداد سال‌های ابتلای باغ به بیماری گموز می‌شود. شاید دلی آن این است که آب به طوقه نمی‌رسد و طوقه خشک است. علاوه بر این، افزایش سطح کرت آبیاری در سیستم غرقابی نیز زمان بقای گموز در باغ را افزایش می‌دهد. این دو متغیر نشان می‌دهد که هر چه توزیع آب در باغ یکنواخت‌تر شود، پایداری بیماری گموز در باغ کم‌تر می‌شود زیرا با افزایش سطح کرت آبیاری، میزان آب دریافت شده در محل آب زیاد بوده و محل دریافت

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون بین تعداد سال ابتلای باغ پسته به گموز در پایان سال ۱۳۹۷ با عوامل مدیریت مصرف کود حیوانی.

نام متغیر	ضریب همبستگی پیرسون	سطح معنی‌داری
میزان مصرف کود مرغی در سال ۱۳۹۱ (تن در هکتار)	۰-/۲۵۰	۰/۰۸۳
میزان مصرف کود مرغی در سال ۱۳۹۷ (تن در هکتار)	۰-/۳۲۷	۰/۰۲۲
میزان مصرف کود مرغی در دوره ۶ ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ (تن در هکتار)	۰-/۲۳۷	۰/۱۰۵
مصرف کود مرغی هر ساله، در سال ۱۳۹۴ (بله=۱، خیر=۰)	۰-/۳۴۰	۰/۰۴۹
مصرف کود مرغی هر ساله، در سال ۱۳۹۷ (بله=۱، خیر=۰)	۰-/۴۷۱	۰/۰۲۳
مقدار مصرف کود گاوی در سال ۱۳۹۷ (تن در هکتار)	۰-/۳۶۵	۰/۰۱۰
مصرف کود گاوی هر ساله، در سال ۱۳۹۱ (بله=۱، خیر=۰)	۰-/۳۲۷	۰/۰۸۴
مصرف کود گاوی هر ساله، در سال ۱۳۹۷ (بله=۱، خیر=۰)	۰-/۵۰۲	۰/۰۰۲

جدول ۴ نشان می‌دهد که تغذیه بهتر باغ‌های پسته با انواع کودهای شیمیایی ماکرو و میکرو باعث کاهش مقاومت قارچ مولد بیماری گموز و یا کاهش بیماری در باغ‌های پسته می‌شود. چنان‌چه مشخص است، تمام ضرایب منفی هستند. به‌طور کلی و بر اساس نتایج دو جدول ۳ و ۴ می‌توان گفت که برای مدیریت و کنترل بهتر بیماری گموز در باغ‌های پسته، تغذیه مناسب باغ راهکاری اساسی و تاثیرگذار است.

جدول ۴- ضریب همبستگی پیرسون بین تعداد سال ابتلای باغ پسته به گموز در پایان سال ۱۳۹۷ با عوامل مدیریت مصرف کودهای شیمیایی.

نام متغیر	ضریب همبستگی پیرسون	سطح معنی داری
مصرف کود فسفات در سال ۱۳۹۱ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۴۱۸	۰/۰۰۳
مصرف کود فسفات در سال ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۴۵۴	۰/۰۰۱
مصرف کود فسفات در دوره ۶ ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۴۸۲	۰/۰۰۱
مصرف کود فسفات هر ساله، در سال ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۴۹۹	۰/۰۰۳
مقدار مصرف کود فسفات در سال ۱۳۹۱ (کیلوگرم در هکتار)	۰-/۳۶۲	۰/۰۱۱
مقدار مصرف کود فسفات در سال ۱۳۹۴ (کیلوگرم در هکتار)	۰-/۲۴۷	۰/۰۹۱
مقدار مصرف کود فسفات در سال ۱۳۹۷ (کیلوگرم در هکتار)	۰-/۳۲۰	۰/۰۲۵
مقدار مصرف کود فسفات در دوره ۶ ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ (کیلوگرم در هکتار)	۰-/۳۲۷	۰/۰۲۳
مصرف کود پتاسه در سال ۱۳۹۱ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۳۳۷	۰/۰۱۸
مصرف کود پتاسه در دوره ۶ ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۲۷۴	۰/۰۵۹
محلول پاشی کودهای میکرو در سال ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۳۰۰	۰/۰۳۸
محلول پاشی کودهای میکرو در دوره ۶ ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۳۰۱	۰/۰۳۵
محلول پاشی عناصر سه گانه در سال ۱۳۹۱ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۲۸۸	۰/۰۷۹
محلول پاشی عناصر سه گانه در سال ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۴۴۸	۰/۰۰۲
محلول پاشی عناصر سه گانه در دوره ۶ ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۴۸۴	۰/۰۰۱
استفاده خاکی از کودهای میکرو در سال ۱۳۹۷ (بله = ۱، خیر = صفر)	۰-/۳۲۰	۰/۰۲۵

جدول ۵- ضریب همبستگی پیرسون بین تعداد سال ابتلای باغ پسته به گموز در پایان سال ۱۳۹۷ با عوامل مدیریت ماشین‌آلات.

نام متغیر	ضریب همبستگی پیرسون	سطح معنی داری
تعداد نوبت گاوآهن نمودن باغ در سال ۱۳۹۱	۰+/۲۷۹	۰/۰۵۲
زمان گاوآهن نمودن هر نوبت در سال ۱۳۹۴ (ساعت)	۰+/۵۶۲	۰/۰۴۶
تعداد نوبت تیلر نمودن باغ در سال ۱۳۹۴	۰+/۳۹۷	۰/۰۰۵
تعداد نوبت هفت بیل نمودن باغ در سال ۱۳۹۴	۰+/۳۰۱	۰/۰۳۵

نظر کارشناس خبره صورت گیرد. در کنترل آفات، کشاورز، به فاصله کوتاه چند روزه پس از استفاده از آفت کش می‌تواند تاثیر گذاری آن را مشاهده نماید و نیاز یا عدم نیاز به سمپاشی مجدد را به چشم ببیند. این در حالی است که تاثیر گذاری قارچ کش الیت حداقل نیاز به یک دوره یک ساله دارد و تصمیم گیری درست در خصوص تعداد دوره‌های استفاده با بررسی‌های دقیق کارشناسی امکان پذیر است که از عهده بسیاری از کشاورزان بر نمی‌آید.

جدول ۶ نشان می‌دهد که از مجموع ۵ کانال دریافت دانش کشاورزی تنها دو کانال مراجعه به مراکز تحقیقات کشاورزی و استفاده از تجربه کشاورزان دیگر، در سطح ۱۰ درصد و کم‌تر معنی دار هستند. این در حالی است که سه کانال کلاس‌های ترویجی، نشریه ترویجی و مراجعه مستقیم به مراکز ترویج تاثیر معنی داری در کنترل گموز نداشته‌اند. بررسی دو کانال دیگر نیز نشان می‌دهد که درصد بالاتری از کشاورزانی که بیماری گموز را در سال ۱۳۹۷ در باغ‌های خود تجربه نکرده‌اند، مراجعه مستقیم به مراکز تحقیقات کشاورزی داشته‌اند. در حالی که درصد کمتری از این گروه از تجربه کشاورزان دیگر استفاده کرده‌اند. این موضوع نیز نشان می‌دهد که مبارزه با بیماری گموز امری کاملاً تخصصی بوده که تنها با استفاده از تجربه کشاورزان دیگر، شرکت در کلاس‌های ترویجی، مطالعه نشریات ترویجی و مراجعه به مراکز ترویجی امکان پذیر نیست. بنابراین نیاز است تا در ارتباط با متخصصین سطح بالا در مراکز تحقیقات کشاورزی نسبت به مدیریت و کنترل این بیماری اقدام نمود.

در جداول ۷ و ۸ تاثیر وجود بیماری گموز بر کمیت و کیفیت پسته تولیدی مورد بررسی قرار گرفته است. در جدول ۷ و در بررسی تاثیر گموز بر میزان تولید در هکتار پسته، متغیر وابسته میانگین عملکرد

جدول ۵ نشان می‌دهد که بر خلاف تغذیه، استفاده بیش تر از ماشین آلات کشاورزی، باعث افزایش طول عمر بیماری گموز در باغ پسته می‌شود. به طوری که تمام ضرایب جدول ۵ مثبت و معنی دار در سطح ۵ درصد و کم‌تر هستند. این موضوع نشان می‌دهد که کاربرد ماشین آلات در باغ‌های پسته آلوده به بیماری گموز باعث انتقال قارچ مولد این بیماری و تکثیر بیش تر آن می‌شود.

در جدول ۶، عوامل تاثیر گذار بر توانایی کشاورز در کنترل بیماری گموز پسته ارایه شده است. برای این منظور از متغیر وجود یا عدم وجود بیماری گموز در سال ۱۳۹۷ در باغ‌های پسته که در سال ۱۳۹۱ دچار این بیماری بوده‌اند، استفاده شده است.

بر اساس جدول ۶، در سال ۱۳۹۱، از کشاورزان مورد مطالعه در خصوص نیاز به آموزش و استخدام کارشناس جهت مدیریت بیماری‌های پسته سوال شده است. درصد بالاتری از پسته کارانی که در سال ۹۷ بیماری گموز در باغ خود نداشته‌اند، در سال ۱۳۹۱ به استخدام کارشناس تمایل نشان داده بودند. این در حالی است که در خصوص احساس نیاز به آموزش، عکس این موضوع به وقوع پیوسته است. این نتیجه نشان می‌دهد که بیماری گموز از جمله اموری است که تنها با آموزش کشاورزان قابل مدیریت نبوده و کارشناسان امر باید در عرصه تولید در کنار پسته کاران باشند. در جدول ۶، سه متغیر مربوط به استفاده از قارچ کش الیت بر ضد گموز، نشان می‌دهد درصد بالاتری از کشاورزانی که در سال ۱۳۹۷ بیماری گموز نداشته‌اند از قارچ کش الیت استفاده کردند و آن را موثرتر می‌دانند. اما تفاوت بین دو گروه در سطح ۱۰ درصد و کم‌تر معنی دار نبوده است. این موضوع نیز نشان می‌دهد که کنترل بیماری گموز مانند کنترل آفات پسته نیست تا بتوان با تنها با مصرف یک ماده شیمیایی این کار را انجام داد بلکه باید این کار زیر

بررسی میزان موفقیت دانش علمی و تجارب عملی کشاورزان جهت مدیریت مبارزه با بیماری گموز پسته

جدول ۶- مقایسه میانگین متغیرها برای باغ‌های پسته که در سال ۹۱ بیماری گموز داشتند اما در سال ۹۷ این بیماری را ندارند با باغ‌های پسته که در هر دو سال گموز دارند (واحد: درصد کشاورزانی که پاسخ مثبت داده‌اند).

نام متغیر	هر دو سال ۹۱ و ۹۷ بیماری گموز دارد	سال ۹۱ بیماری گموز داشته ولی سال ۹۷ ندارد	سطح معنی داری آماره F
جهت مدیریت بیماری‌های پسته نیاز به استخدام کارشناس دارید؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۱)	۳۱	۵۲	۰/۱۰۸
جهت مدیریت بیماری‌های پسته نیاز به آموزش دارید؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۱)	۹۵	۸۰	۰/۰۷۱
آیا در سال ۱۳۹۱ برای مبارزه با گموز از الیت استفاده شده است؟	۸	۱۲	۰/۵۹۴
آیا در سال ۱۳۹۷ برای مبارزه با گموز از الیت استفاده شده است؟	۶۶	۱۰۰	۰/۳۳۰
آیا استفاده از الیت جهت مدیریت گموز اثر داشته است؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۷)	۷۵	۱۰۰	۰/۴۴۰
آیا برای کسب دانش کشاورزی در کلاس‌های ترویجی شرکت می‌کنید؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۱)	۵۰	۶۰	۰/۴۴۴
آیا جهت دریافت دانش کشاورزی نشریه ترویجی مطالعه می‌کنید؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۱)	۶۰	۶۴	۰/۷۸۵
آیا جهت دریافت دانش کشاورزی مراجعه مستقیم به مراکز ترویج کشاورزی دارید؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۱)	۶۰	۶۸	۰/۵۵۴
آیا جهت دریافت دانش کشاورزی مراجعه مستقیم به مراکز تحقیقات کشاورزی دارید؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۱)	۳۷	۶۰	۰/۰۷۳
آیا جهت دریافت دانش کشاورزی مراجعه مستقیم از تجربه کشاورزان دیگر استفاده می‌کنید؟ (پرسیده شده در سال ۱۳۹۱)	۹۷	۷۶	۰/۰۰۸

پسته می‌شود. به طوری که باغ‌های پسته دارای بیماری گموز سالانه به میزان متوسط ۳۳۹ کیلوگرم در هکتار در طول دوره ۹ ساله، تولید کم‌تری داشتند. همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد، همواره ۲۵ درصد از باغ‌های پسته مورد مطالعه به بیماری گموز آلوده بودند. در این باغ‌ها به طور متوسط سالانه ۹۲۴۱ متر مکعب در هکتار آب با میانگین EC معادل ۵۳۹۶ میکرو موس بر سانتی‌متر مصرف می‌شود. همچنین

مقدار مصرف آب، EC آب و مقدار مصرف کود مرغی نیز معنی دار شدند و علایم مورد انتظاری دارند. به طوری که افزایش میزان مصرف آب باعث افزایش میزان تولید شده و افزایش EC آب، میزان تولید را کاهش می‌دهد. همچنین افزایش مصرف کود مرغی تا حدی باعث افزایش میزان تولید شد و پس از نقطه حداکثر، بر تولید محصول پسته تاثیر منفی دارد. وجود بیماری گموز باعث کاهش مقدار محصول

۹ ساله عملکرد محصول پسته کل باغ‌های پسته مورد مطالعه ۱۱۶۶ کیلوگرم در هکتار است، اگر بیماری گموز وجود نداشت این عملکرد به ۱۲۴۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسید. به عبارت دیگر، در مجموع کل باغ‌های پسته مورد مطالعه، به‌طور متوسط ۷۴ کیلوگرم پسته در هر هکتار به‌علت این بیماری از بین می‌رود. اگر هر کیلوگرم پسته معادل ۳۰۰۰۰۰۰ ریال در نظر بگیریم، میزان خسارت متوسط گموز در هر هکتار ۲۲۲ میلیون ریال است. همان‌طور که قبلاً گفته شد، تنها راه مدیریت و کنترل بیماری گموز، به‌کارگیری نیروی متخصص بیماری‌شناس در حد محقق هیات علمی مراکز تحقیقات کشاورزی است. اگر حقوق سالیانه چنین افرادی را معادل ۲ میلیارد ریال در نظر بگیریم و به همین میزان نیز هزینه‌های خرید قارچ‌کش و ماشین‌آلات در نظر گرفته شود، استخدام یک محقق هیات علمی برای ۱۸ هکتار باغ پسته صرفه اقتصادی دارد. این در حالی است که یک محقق هیات علمی تمام وقتی توانایی مدیریت سطح باغ پسته بسیار بیش‌تر از این را دارد.

همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، هر یک سال که بر زمان ابتلای باغ پسته به بیماری گموز

میانگین مصرف کود مرغ در این باغ‌ها ۶/۳۲ تن در هکتار است. با جایگزینی این اعداد در رگرسیون تخمین زده شده در جدول ۷، در صورتی که متغیر گموز معادل صفر گرفته شود، میزان تولید در هکتار برابر با ۱۳۰۷ کیلوگرم در هکتار محاسبه می‌شود. اگر متغیر گموز برابر با ۱ بگیریم، عدد محاسبه شده معادل ۹۶۸ کیلوگرم بر هکتار به‌دست می‌آید. به عبارت دیگر، در باغ‌های پسته دارای گموز، عملکرد در هکتار برابر با ۹۶۸ کیلوگرم بود که اگر این بیماری وجود نداشت عملکرد به ۱۳۰۷ کیلوگرم می‌رسید. این بدان معنی است که بیماری گموز به‌طور متوسط ۲۶ درصد از عملکرد را از بین می‌برد. این مساله از دو نکته ایجاد می‌شود. نخست این که این بیماری باعث می‌شود درصدی از درختان باغ از بین رفته و لذا عملکرد آن‌ها صفر شود. همچنین درصدی از درختان نیز آلوده بوده و عملکرد آن‌ها کاهش یابد.

با توجه به این که ۲۵ درصد از باغ‌های پسته آلوده به بیماری گموز بودند و باغ‌های پسته آلوده ۲۶ درصد کاهش عملکرد دارند، بنابراین به‌طور متوسط، عملکرد در هکتار کل باغ‌های پسته مورد مطالعه به میزان ۶ درصد کاهش می‌یابند. از آنجایی که میانگین

جدول ۷- رگرسیون بررسی تاثیر سابقه گموز بر میانگین عملکرد در هکتار تولید پسته در باغ‌های مورد مطالعه.

نام متغیر مستقل	ضریب برآورد شده	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری آماره t
مقدار ثابت	۵۷۷/۰۸	۲/۸۷	۰/۰۰۵
میانگین مصرف آب (متر مکعب در هکتار در سال)	۰/۰۶۵	۳/۶۱	۰/۰۰۰
میانگین EC آب (میکروموس بر سانتی‌متر)	۰-/۰۳۷	۲-/۳۹	۰/۰۱۸
میانگین کود مرغی مصرفی (تن در هکتار در سال)	۵۷/۵۰	۳/۴۶	۰/۰۰۱
توان دوم میانگین کود مرغی مصرفی (تن در هکتار در سال)	۰-/۱۸۵۴	۲-/۲۸	۰/۰۲۴
سابقه گموز در باغ (دارد=۱، ندارد=۰)	۳۳۹-/۳۸	۲-/۰۶	۰/۰۴۲

$$R^2 = ۳۰/۰۰$$

$$\text{adjusted } R^2 = ۲۷/۰۰$$

$$F = ۱۰/۸۱$$

$$\text{sig}F = ۰/۰۰۰$$

جدول ۸- رگرسیون بررسی تاثیر تعداد سال ابتلا به گموز بر میانگین درصد ناخندانی پسته تولیدی در باغ‌های مورد مطالعه.

نام متغیر مستقل	ضریب برآورد شده	مقدار آماره t	سطح معنی داری آماره t
مقدار ثابت	۳۱/۳۷	۱۱/۱۳	۰/۰۰۰
میانگین مصرف آب در دوره ۹ ساله (متر مکعب در هکتار در سال)	۰-/۰۰۱	۳-/۹۳	۰/۰۰۰
میانگین EC آب در دوره ۹ ساله (میکروموس بر سانتی‌متر)	۰/۰۰۱	۲/۵۸	۰/۰۱۱
میانگین کود مرغی مصرفی در دوره ۹ ساله (تن در هکتار در سال)	۰-/۶۳۷	۲-/۷۸	۰/۰۰۶
توان دوم میانگین کود مرغی مصرفی در دوره ۹ ساله (تن در هکتار در سال)	۰/۰۱۰	۱/۹۲	۰/۰۵۶
سابقه گموز در سال ۱۳۹۷ (تعداد سال)	۰/۸۶۲	۲/۶۳	۰/۰۰۹

$R^2 = 23/00$
 adjusted $R^2 = 20/00$
 $F = 9/42$
 $sigF = 0/000$

در سه مقطع زمانی ۱۳۹۱، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷ جمع آوری شده بود، استفاده شد. اطلاعات گردآوری شده از طریق مصاحبه با مالکان باغ‌های پسته مورد نظر و بازدید میدانی تهیه شد.

نتایج نشان داد، از آنجایی که ریشه‌کنی بیماری گموز امکان پذیر نیست، کنترل و مدیریت دائمی تمام باغ‌های پسته در خصوص این بیماری بایستی ادامه یابد. برای تعیین مقدار بهینه کمی و کیفی آب مصرفی در باغ‌های پسته، علاوه بر سایر فاکتورها، ابتلا به بیماری گموز نیز باید مورد توجه قرار گیرد. در باغ‌های پسته که به بیماری گموز مبتلا هستند، در صورت امکان، از آب چاه‌های مختلف در دوره‌های مختلف استفاده شود. نتایج همچنین نشان داد، برای کاهش بیماری گموز در باغ‌های پسته، باید آبیاری منظم و با توزیع یکنواخت در باغ انجام گیرد. در این خصوص کوچک نمودن کرت‌های آبیاری در سیستم غرقابی و استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار توصیه می‌شود. از آنجایی که با یک حجم مساوی آب، کم شدن عرض نوار آبیاری باعث تشدید بیماری گموز می‌شود، در تعیین عرض مناسب نوار آبیاری، علاوه بر

افزوده می‌شود، ۰/۸۶۲ درصد بر ناخندانی محصول تولید اضافه می‌شود. به عبارت دیگر، باغ پسته که برای ۱۰ سال با بیماری گموز دسته و پنجه نرم می‌کند، ۸/۶۲ درصد ناخندان بالاتر نسبت به یک باغ پسته فاقد این بیماری دارد. از آنجایی که محصول پسته ناخندان قیمتی در حدود ۷۰ درصد قیمت محصول خندان دارد، لذا بیماری گموز با کاهش کیفیت محصول پسته تولیدی، باعث کاهش درآمد باغ‌دار می‌شود. به عبارت دیگر، منافع ناشی از کنترل بیماری گموز، با مد نظر قرار دادن مساله کیفیت محصول افزایش می‌یابد. این مساله باعث می‌شود تا منافع اقتصادی ناشی از به کارگیری متخصصین بیماری‌شناسی در باغ‌های پسته، بالاتر رفته و توجیه اقتصادی استخدام آن‌ها قوی‌تر شود.

۴- نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، میزان موفقیت کاربرد علم و تجربه کشاورزان در مدیریت کنترل بیماری گموز مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از اطلاعات مربوط به ۲۸۶ باغ که در دوره ۹ ساله ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۷ و

استفاده از قارچ کش الیت در باغ‌های پسته مبتلا به بیماری گموز و باغ‌هایی که احتمال ابتلای به این بیماری در آن‌ها بالا است در دستور کار قرار گیرد. در نهایت، با توجه به عدم تاثیر سایر کانال‌های انتقال دانش و موثر و اقتصادی بودن استفاده از کارشناسان خبره بیماری‌شناسی گیاهی در کنترل این بیماری، توصیه می‌شود تا برای حداقل ۱۸ هکتار باغ پسته، یک متخصص بیماری‌شناسی گیاهی در حد محقق هیات علمی استخدام شود.

مسائل مربوط به تبخیر و تعرق و کارآیی مصرف آب، به ابتلا به بیماری گموز نیز توجه شود. در باغ‌های پسته که به بیماری گموز مبتلا بوده و یا احتمال ابتلای به این بیماری بالاست، از مالچ استفاده نشود. همچنین، برای کاهش بیماری گموز در باغ‌های پسته، تا حد امکان استفاده از عملیات خاک‌ورزی به ویژه تیلر کردن کاهش یابد. علاوه بر این، استفاده از کود مرغی به صورت کود آبیاری جهت کاهش بیماری گموز توصیه می‌شود. با توجه به رضایت کشاورزان،

تضاد و تعارض منافع - نویسندگان هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با اثر منتشر شده است رد می‌نمایند.

منابع

- بنی‌هاشمی، ض. و م. مرادی. (۱۳۸۳). وفور نسبی گونه‌های فیتوفتورا در طوقه و ریشه درختان پسته و مقایسه نسبی مقاومت طوقه و ریشه پسته به گونه‌های عامل بیماری. بیماری‌های گیاهی، ۴۰(۲-۱)، ۷۵-۵۷.
- بنی‌هاشمی، ض. و ع. طباطبایی. (۱۳۸۳). برهم‌کنش شوری و *Phytophthora citrophthora*، عامل بیماری انگومک پسته، در سیستم آب‌کشت. بیماری‌های گیاهی، ۴۰(۴-۳)، ۱۷۸-۵۹.
- تاج‌آبادی‌پور، ع.، مرادی قهدریجانی، م.، امینایی، م.، وطن‌پور ازغندی، ع.، زاده پاریزی، ر. و م. پارسایی. (۱۳۸۴). مقایسه مقاومت نسبی پایه و ارقام پسته به فیتوفترا با استفاده از نهال‌های حاصل از گرده افشانی کنترل شده و کشت بافت. گزارش‌های پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۵ صفحه.
- حقدل، م.، محمدی محمدآبادی، ا.، پناهی، ب.، معصومی، ح. و ا. جوکار. (۱۳۸۷). برهم‌کنش خشکی و بیماری گموز بر روی پایه‌های متداول پسته در شرایط گلخانه. گزارش‌های پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۴۰ صفحه.
- عبداللهی‌عزت‌آبادی، م.، مرادی، م.، صداقت، ر.، هاشمی‌نسب، ح.، عرب، ح.، اکبری‌پور، ا. و س. میرزایی. ۱۳۹۹. بررسی اقتصادی مدیریت مبارزه با بیماری‌های درختان پسته در شهرستان‌های انار و رفسنجان. گزارش‌های پروژه تحقیقاتی، پژوهشکده پسته، ۵۵ صفحه.
- فانی، س. ر.، مرادی قهدریجانی، م.، علیپورمقدم، م.، شرافتی، ع.، محمدی‌مقدم، م.، صداقتی، ا. و پ. خدایگان. (۱۳۹۲). کارآیی سویه‌های بومی *Trichoderma harzianum* در بیوکنترل گموز پسته. نشریه دانش گیاهپزشکی ایران، ۴۴(۲)، ۲۴۳-۲۵۲.
- محمدی‌مقدم، م.، امتی، ف.، عوض‌آبادیان، ع. ا.، رضی‌آبادی، ح. و ح. معصومی. (۱۳۹۴). شناسایی و پراکنش گونه‌های *Phytophthora* عامل بیماری گموز پسته و تعیین درصد آلودگی آن در مناطق پسته‌کاری استان سمنان. گزارش‌های پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۹ صفحه.
- مرادی، م. (۱۳۹۳). تاثیر قارچ کش الیت بر روی بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه تحت شرایط گلخانه و مزرعه. گزارش‌های پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۷ صفحه.
- مرادی، م.، فانی، س. ر.، شرافتی، ع.، محمدی‌مقدم، م.، فرج‌پور، ع.، عوض‌آبادیان، ع. ا.، سلمانی‌نژاد، ح.، عسکری، ر. و م. امیری شادمهری. (۱۳۹۴). جداسازی گونه‌های تریکودرما از مناطق مهم پسته‌کاری و تأثیر آن‌ها روی بیماری پوسیدگی طوقه

- و ریشه. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۴۲ صفحه.
- مرادی، م.، علیپور، ح.، درگاهی، ر.، معصومی، ح.، سلمانی، ح. و ع. فرج پور. (۱۳۹۳). بررسی کارآیی قارچ کش های سیستمیک و حفاظتی برای کنترل بلندمدت بیماری گموز پسته. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۳۲ صفحه.
- مرادی، م. و ع. فرج پور. (۱۳۹۵). بررسی تاثیر قارچ کش آلبادو-سی-ت-ال روی بیماری پوسیدگی طوقه و ریشه پسته در باغ. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۶ صفحه.
- مرادی، م. و ح. معصومی. (۱۳۹۲). مطالعه بیولوژی گونه های فیتوفترا، عامل پوسیدگی طوقه پسته، و بررسی امکان کنترل بیولوژیکی آن ها. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۹ صفحه.
- میرابوالفتحی، م.، علیزاده، ع.، کوک، د.، دانکن، ج.، رحیمیان، ح. و ج. ارشاد. (۱۳۸۱). تشخیص عوامل بیماری انگومک پسته با واکنش زنجیره ای پلیمرز (PCR). بیماری های گیاهی، ۲۸(۱-۲)، ۹۷-۱۱۶.
- میرسلیمانی، ز.، مستوفی زاده قلمفرسا، ر.، محمدی، ا. ح.، جواهری، م. و ض. بنی هاشمی. (۱۳۹۲). واکنش ارقام پسته به *Phytophthora pistaciae* و اثر دما بر بیماری زایی آن. بیماری های گیاهی، ۲۷۹-۲۹۶.
- Brand, S. C., & Costa, C. R. (2015). Economic feasibility of a plant disease diagnostic laboratory in the region of Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Revista iPecege*, 1(2): 98-124.
- De Jager, A., Nandwa, S. M., & Okoth, P. F. (1998). Monitoring nutrient flows and economic performance in African farming system (NUTMON) I. concepts and methodologies. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 71: 37-48.
- Hashim, I., Mamiro, D. P., Mabagala, R. B. & Tefera, T. (2018). Smallholder farmers' knowledge, perception and management of rice blast disease in upland rice production in Tanzania. *Journal of agricultural Science*, 10(7): 137-145.
- Schreinemachers, P., Balasubramaniam, S., Boopthi, N. M., Viet Ha, C., Kenyon, L., Praneetvatakul, S., Sirijinda, A., Tuan Le, N., Srinivasan, R., & Wu, M. H. (2015). Farmers' perceptions and management of plant viruses in vegetables and legumes in tropical and subtropical Asia. *Crop Protection*, 75: 115-123.
- Soliman, T., Mourits, M. C. M., Oude Lansink, A. G. J. M., & van der Werf, W. (2012). Quantitative economic impact assessment of an invasive plant disease under uncertainty- A case study for potato spindle tuber viroid (PSTVd) invasion into the European Union. *Crop Protection*, 40: 28-35.
- Tittonell, P., Vanlauwe, B., Leffelaar, P. A., Shepherd, K. D., & Giller, K. E. (2005). Exploring diversity in soil fertility management of small holder farms in western Kenya II. Within -farm variability in resource allocation, nutrient flows and soil fertility status. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 166-184.
- Zhao, T., Xiao, Y., & Smith, R. J. (2013). Non-smooth plant disease models with economic thresholds. *Mathematical Biosciences*, 241: 34-48.

