پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

Investigation of marketing issues of pistachio product (case study of Sirjan city)

Abbas Parvar

Assistant Professor, Department of Agriculture, Jiroft Branch, Islamic Azad University, Jiroft, Iran.
*Corresponding author: a.parvar55@gmail.com

Receive: 2024/6/29 Accepted: 2024/7/25

Abstract

Pistachios are one of the most important export products and Iran is the largest producer of pistachios in the world and among the pistachio producing provinces, Kerman province is known as the most important pistachio producing province. In this sense, checking the marketing status of pistachios is of particular importance. In this research, the marketing situation of pistachios is first investigated, and then the marketing margin is investigated using the marketing margin models, and finally, the factors affecting the behavior of the producers in the region and how to choose the sales channel are determined through the logit model. The required data were obtained from 90 users, 25 wholesalers and 25 retailers of Sirjan city by completing a questionnaire and using random sampling method. The results of the research show that proper marketing services are not done in the region and traditional grading is often done by workers. Only a limited number of gardeners perform grading with a sieve and a pistachio terminal. According to the investigations, there are three important channels in the pistachio distribution network in the region, which are local buyers, Rafsanjan Pistachio Cooperative and Sirjan Pistachio Cooperative. It was also found that none of the above figures have the necessary efficiency.

Keywords: marketing, production, retailer, wholesaler, logit

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

بررسی مسائل بازاریابی محصول پسته (مطالعه موردی شهرستان سیرجان)

عباس پرور*
استادیار گروه کشاورزی، واحد جیرفت، دانشگاه آزاد اسلامی، جیرفت، ایران.
*نویسنده مسئول: a.parvar55@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۴

چکیده

پسته یکی از محصولات مهم صادراتی می باشد و ایران عمده ترین تولید کننده پسته در جهان و در بین استان های پسته خیز، استان کرمان مهم ترین استان تولید کننده پسته شناخته شده است. بدین لحاظ بررسی وضعیت بازاریابی پسته از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. در این تحقیق ابتدا وضعیت بازاریابی پسته مورد بررسی قرار می گیرد و سپس با استفاده از مدل های حاشیه بازاریابی اقدام به بررسی حاشیه بازاریابی می شود و در نهایت از طریق مدل لاجیت عوامل موثر بر رفتار تولید کنندگان منطقه و نحوهٔ انتخاب کانال فروش مشخص می شود. داده های مورد نیاز از ۹۰ نفر بهره بردار ،۲۵ عمده فروش و ۲۵ خرده فروش شهرستان سیرجان با تکمیل پرسشنامه و به روش نمونه گیری تصادفی به دست آمد. نتایج تحقیق نشان می دهد که در منطقه خدمات بازاریابی مناسبی صورت نمی گیرد و اغلب درجه بندی سنتی و به وسیله کارگران انجام می گیرد. تنها محدودی از باغداران عمل درجه بندی را با غربال و ترمینال ضبط پسته انجام می دهند. طبق بررسی های به عمل آمده سه کانال مهم در شبکه توزیع پسته در منطقه وجود دارد که عبارتند از خریداران محلی، شرکت تعاونی پسته رفسنجان و شرکت تعاونی پسته سیرجان. همچنین مشخص شد که هیچ یک از ارقام فوق از کارایی لازم برخوردار نیستند.

واژه های کلیدی: بازاریابی، تولید، خرده فروش، عمده فروش، لاجیت

مقدمه

در ایران با توجه به جایگاه ویژه کشاورزی در اقتصاد، توجه به مسئله بازاریابی و همچنین افزایش محصول و صادرات آن از اهمیت خاصی برخوردار است. پسته طلای سبز ایران یکی از محصولات عمده صادراتی کنونی کشور، پس از فرش دستباف، دومین رقم صادرات غیر نفتی را دارد. اما ایران یکی از کشورهای در حال توسعه است که بازاریابی آن کارایی چندانی ندارد به طوری که تعداد زیادی از سوداگران، دلالان، مغازه داران و غیره بین تولید کنندگان و مصرف کنندگان قرار دارند. لذا گسترش بازار مصرفی که با فروش محصولات کشاورزی سازگاری داشته باشد برای تحقق بخشیدن به رشد و صادرات کشور لازم است. برای بدست آوردن بازار، نیاز به پیشرفت و فن آوری در امر بازاریابی ضروری است و از دیرباز، بازاریابی یکی از شرایط فروش و فروش یکی از شرایط پیشرفت در امر تولید بوده است. در نتیجه باید همواره به دنبال گسترش بازار و بررسی مسائل و مشکلات آن باشیم. در این تحقیق به بررسی وضعیت بازاریابی و مسائل و مشکلات آن ، تعیین مسیرهای بازاریابی، پرداخته شده است. در این زمینه افراد زیادی تحقیقاتی انجام داده اند، از جمله Mohammadi, et al. (2023) به بررسی نارسایی های بازاریابی محصولات کشاورزی از منظر

جامعه شناسی، در شهرهای اهر، مرند و مراغه پرداخته است. در این تحقیق با هدف اصلی شناسایی نارسایی های دانش بازاریابی به عنوان حلقه گمشده بین تولید بیشتر و جلوگیری از ضایعات محصول انجام شده است. برای این منظور با استعانت از نظریات نوآوری القایی و انتخاب عقلانی با روش گراندد تئوری و تکنیک مصاحبه نیمه استاندارد و پرسشنامه، اقدام به جمع آوری داده ها کرده اند. تجزیه و تحلیل داده های پرسشنامه با نرم افزارSPSS انجام شده است. جامعه آماری شامل کشاورزان بخش (زراعت و باغبانی) شهرستان های اهر، مرند و مراغه بودنده اند که با روش نمونه گیری نظری انتخاب شده اند. نتایج نشان داده است که دو عامل اصلی (دانش کشاورزی دولتی و دانش کشاورزی بهره برداران) شناسایی شده اند. در نهایت ۶ مفهوم (مضمون) فرعی به عنوان نارسایی های بازاریابی محصولات کشاورزی شناسایی و معرفی گردید که به ترتیب اولویت نیازسنجی، انتخاب عقلانی، آگاهی بخشی و آموزش رسمی کشاورزان، آماده سازی زیرساخت ها، پیگیری نیازها، پیگیری اخبار کشاورزی می باشند. Karami Fard, et al. (2022) مطالعه ای در زمینه توسعه بازاریابی دیجیتال محصولات کشاورزی انجام داده اند. در این تحقیق وضعیت بازاریابی دیجیتال محصولات کشاورزی در حوزه جغرافیایی استان کرمانشاه در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰صورت گرفته است. در این راستا چهار فاز، در قالب روش تلفیقی (کیفی – کمی) طراحی کرده اند. در فاز اول با استفاده از روش تحلیل محتوا به شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر آینده بازاریابی دیجیتال محصولات کشاورزی در دوران کرونا پرداخته شده که ماحصل این مرحله ۲۱ مفهوم کلیدی بوده است. در مرحله بعد با استفاده از روش دلفی فازی مهمترین عوامل تأثیرگذار را شناسایی کرده اند. در مرحله سوم با استفاده از روش میک مک، مهم ترین عوامل تأثیرگذار در سناریو شناسایی شدند و در مرحله نهایی با استفاده از سناریو ویزارد به چهار سناریو به نام های دوره توسعه و شکوفایی، دوره افول یا مرگ، دوره پیش عملیاتی و نرم افزاری و دوره ناپختگی و سخت افزاری دست یافته اند. بر طبق یافته های پژوهش، به برنامه ریزان و مسئوالان مربوطه پیشنهاد شده که به مؤلفه های: آموزش و بهبود فضای دیجیتال، زیرساخت ها و امکانات، تدوین قوانین و چارچوب ها، بستر اینترنتی و تضمین کیفیت و اصالت محصول توجه جدی داشته باشند.

Andrevaj et al. (2019) عملکرد کارآفرینانه و قابلیت های بازاریابی صادراتی پسته بر عملکرد صادرات با نقش تعدیل کننده رقابت ناکارآمد را بررسی کردند، پس از تجزیه و تحلیل داده ها مشخص شد عملکرد کارآفرینانه و بازاریابی صادراتی بر عملکرد صادرات تأثیر معنی داری دارد. همچنین نقش تعدیل گر رقابت ناکارآمد در تأثیر بازاریابی صادراتی بر عملکرد صادرات اثبات گردید. لذا، پیشنهاد شد که مدیران شرکت های صادرکننده پسته در جهت افزایش سطح قابلیت های بازاریابی صادراتی تلاش کنند تا از این طریق زمینه برای افزایش همکاری و شناخت رقابت ناکارآمد فراهم شود. Khajuipour et al. (2015) به انتخاب استراتژی بازاریابی رقابتی با به کارگیری فرایند تحلیل شبکه ای (مطالعه موردی: شرکت تعاونی تولیدکنندگان پسته رفسنجان) پرداخته اند، و نتیجه گرفته اند که زیر معیارهای شرایط سیاسی و اقتصادی ایران از مهم ترین عوامل اثرگذار بر استراتژی بازاریابی شرکت و زیر معیارهای شرایط اجتماعی و فرهنگی و مدیریت عوامل محیطی از کم اهمیت ترین آنها بوده اند. Kashefi et al. (2019) در تحقیقی به نقش استراتژی های بازاریابی بر عملکرد صادرات محصولات کشاورزی پرداخته است. دراین مطالعه، نقش استراتژی های بازاریابی بر عملکرد صادرات شرکت های صادر کننده زعفران در استان خراسان رضوی در ایران با استفاده از مدل رگرسیون پانل فضایی مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور محاسبه شاخص عملکرد صادرات، چهار عنصر سودآوری،

حجم فروش، رشد فروش و شدت صادرات مورد استفاده قرار گرفته است. داده ها و اطلاعات تحقیق از شرکت های صادرکننده زعفران طی دوره ۶۱۰۰-۶۱۰۲ با روش سرشماری گردآوری شده است. نتایج نشان داد که استراتژی های بازاریابی تمایز، توسعه بازار و توسعه محصول دارای اثرات مثبت معناداری روی عملکرد صادرات زعفران در ایران بوده اند. از این رو با بکارگیری استراتژی های مناسب بازاریابی در بازار های مختلف، می توان عملکرد صادرات را افزایش داد. Abbasian et al. (2007) به تحلیل اقتصادی حاشیه بازاریابی خرمای مضافتی استان سیستان و بلوچستان و اقدام به تخمین تابع عوامل اقتصادی موثر بر بازاریابی خرمای استان پرداخته اند. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق به دو روش اسنادی و پیمایشی جمع آوری شده است. نتایج تخمین توابع حاشیه بازاریابی, با استفاده ترکیبی از مدل های افزایش قیمت, قیمت نسبی و هزینه بازاریابی نشان داد که قیمت سر باغ و هزینه برداشت خرما از عوامل موثر بر حاشیه کل بازاریابی هستند. تابع حاشیه خرده فروشی متاثر از قیمت و هزینه خرده فروشی و تابع حاشیه عمده فروشی نیز متاثر از قیمت و هزینه عمده فروشی هستند. معیار تعیین شفافیت بازار نیز نشان می دهد که در مسیرهای بازاریابی خرما در استان سیستان و بلوچستان به علت اینکه مجموع قیمت سر مزرعه و هزینه های بازاریابی کمتر از قیمت خرده فروشی ها می باشد بنابراین مسیرهای مورد بررسی شفاف نبوه که این امر از کارایی بازار می کاهد. Dehghanian et al. (2006) به بررسی و تحلیل کارایی و بازاریابی زرشک کاران خراسان در شهرستان قاینات پرداخته اند. طبق این تحقیق کارآیی بازاریابی زرشک معادل ۳۲ درصد است که نشان می دهد بازاریابی این محصول از کارآیی کافی برخوردار نمی باشد. Ashrafi et al. (2005) در مقاله ای به بررسی حاشیه بازاریابی انگور و کشمش در ایران پرداخته اند. در این تحقیق جهت بررسی حاشیه بازاریابی انگور و کشمش در ایران از آمار سری زمانی جهت شناسایی مسیرهای بازاریابی دو محصول از اطلاعات پیمایشی استان خراسان استفاده شده است. نتایج مطالعه حاکی از آنست که طی دوره مورد مطالعه متوسط حاشیه خرده فروشی دو محصول از حاشیه عمده فروشی آن ها بیشتر بوده و متوسط ضریب هزینه بازاریابی انگور و کشمش بترتیب ۴۹/۷ و ۲۵/۵۹ درصد می باشد. بررسی عوامل موثر بر حاشیه بازاریابی با استفاده از توابع اضافه بها و هزینه بازاریابی کشمش حاکی از تاثیر عواملی همچون میزان صادرات, میزان تولید محصول, قیمت افزون بر این, مهمترین عوامل موثر بر حاشیه های بازاریابی انگور, شاخص هزینه های حمل و نقل, میزان تولید انگور, قیمت خرده فروشی و قیمت عمده فروشی می باشد. همچنین در این مطالعه به منظور پی بردن به مسایل و تنگناهای بازاریابی محصولات مذکور, سهم تولیدکننده, عمده فروش و خرده فروش از قیمت نهایی آنها محاسبه گردید که نتایج حاکی از افزایش سهم خرده فروش و کاهش سهم تولیدکننده و عمده فروش از قیمت نهایی انگور و کشمش طی دوره مورد مطالعه بوده است. Azizi and Yazdani (2006) به بررسی بازار صادراتی سیب ایران با تاکید بر اصل مزیت نسبی صادرات پرداخته اند. در تابع عرضه صادرات، قیمت صادراتی اثر مثبت و متغیرهای شاخص بهای عمد ه فروشی و تولید ناخالص ملی اثر منفی بر عرضه صادرات سیب دارند. همچنین شاخص ناپاید اری عرضه صادرات سیب معادل ۹ / ۲۱ برآورد گردید که حاکی از ناپایداری عرضه صادرات سیب ایران است. مطالعات انجام شده دیگری در این زمینه صورت گرفته که از جمله می توان به مطالعه Richards et al. (1996)، Sartwelle et al. (2000)، Shivastave and randhir (1995)، Turkmani (2002) و Shajari (2002) اشاره نمود. که نشان می دهد وجود یک نظام بازار کارا، بخصوص در بخش کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است.

مواد و روش ها

جهت رسیدن به اهداف این تحقیق از دو روش مطالعه اسنادی و به صورت پیمایشی از راه تکمیل پرسشنامه در سطح تولید کننده ،خرده فروش ،وعمده فروش به روش مصاحبه از باغداران شهرستان سیرجان جمع آوری شد. انتخاب باغداران پسته با روش نمونه گیری خوشه ای دو مرحله ای صورت گرفت و با استفاده از داده های مقطعی و مدل های حاشیه بازاریابی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

در بازارهای رقابتی حاشیه بازاریابی بصورت زیر تعریف می کنند. «تفاوت بین قیمت پرداخت شده توسط مصرف کننده و قیمت دریافت شده توسط تولید کننده» (Borosen, 1985) طبق این تعریف حاشیه بازاریابی بستگی به قیمت مصرف کننده نهایی و قیمت دریافتی کشاورز و هزینه خدمات بازاریابی دارد. فرم عمومی این تئوری بصورت رابطه زیر نشان داده می شود .

$M = P_r - P_f$ که $M = F(P_r Z)$ در معادله M حاشیه بازاریابی ، P_r قیمت دریافتی زارع و z هزینه بازاریابی P^f قیمت سر مزرعه است . در مدل فوق می توان حاشیه بازاریابی را به بصورت درصد یا مطلق بیان کرد.

مدل دوم ، مدل گراندر (۱۹۷۵) می باشد که بنام مدل ارتباط معروف است . او در این مدل متغیرهای میانگین قیمت خرده فروشی و مقدار عرضه شده محصول (Q) را در نظر گرفته است، فرم ریاضی این مدل بصورت زیر می باشد.

$M = F(P_r TR, Z)$ در این مدل P_r قیمت خرده فروشی ، TR ارزش کالای فروخته شده $(P_f Q)$ وz هزینه بازاریابی می باشد .این مدل همگن خطی در قیمت های عوامل و ستاده می باشد.

مدل سوم توسط ولگانت و مالن در سال ۱۹۸۷ بنام مدل هزینه بازاریابی ارائه شد. در این مدل فرض بر این است که موسسات بازاریاب هزینه نهایی خدمات بازاریابی را برابر با درآمد نهایی خود قرار می دهند. این دو در مدل خود دو متغیر مقدار محصول و هزینه بازاریابی بنگاه ها را در نظر گرفته اند. فرم ریاضی این مدل به صورت زیر است. $M = F(QZ)$ که در آن Q مقدار محصول عرضه شده و Z بردار هزینه های بازاریابی است . قابل ذکر است که سه مدل فوق الذکر ایستا هستند و در آن حاشیه بازاریابی همزمان با تابعی از قیمت خرده فروشی، هزینه و سایر متغیرها می باشد.

مدل دیگری نیز وجود دارد که بصورت پویا حاشیه بازاریابی را برآورد می کند. در این مدل متغیرهای با وقفه زمانی در نظر گرفته شده اند. ولگانت (۱۹۸۹) با توجه به هزینه نگهداری محصول و وقفه بین قیمت خرده فروشی و قیمت سرمزرعه این مدل را ارائه داده است. اساس این مدل بر پایه حداکثر سازی ارزش حال درآمدی قابل انتظار حاصل از انبار و نگهداری محصول، بنا نهاده شده است که این مدل را بنام فرضیه انتظارات نسبی نامید. فرم ریاضی این مدل بصورت رابطه زیر است. $M_t = F[P_f, t, E(P_f, t+i), Z_t, r, g)$

در این رابطه Mt حاشیه بازاریابی در زمان t P_{ft} قیمت سر مزرعه برای زمان t $E(P_{f,t+i})$ قیمت مورد انتظار سر مزرعه در زمان t+I است Zt نیز هزینه بازاریابی در زمان t، r نرخ تنزیل و g تغییر در موجودی انبار می باشد.

در این تحقیق به دلیل مقطعی بودن داده ها، حاشیه بازاریابی از طریق مدل پویا (۴) قابل تخمین زدن نیست . همچنین چون نمونه گیری در سطح منطقه بدست آمده و آمار کلی راجع به میزان فروش این محصول در بازارهای مختلف در دسترس نمی باشد، لذا مدل های (۲) و (۳) نیز مناسب این تحقیق نمی باشد بنابراین برای بدست آوردن

حاشیه بازاریابی مرکبات از مدل (۱) استفاده می نمائیم. در این مدل با استفاده از قیمت نهائی محصول و قیمت سر مزرعه حاشیه بازاریابی محاسبه شده و سپس هزینه های بازاریابی (هزینه برداشت، درجه بندی، بسته بندی، انبارداری ...) از آن کسر می نمائیم تا حاشیه خالص بدست آید.

برای تعیین سهم هر کدام از عوامل بازاریابی از قیمت خرده فروشی (مصرف کننده) از روابط زیر استفاده می شود.

$$SH_f = (\frac{P_f}{P_r}) \times 100$$

سهم تولید کننده = (متوسط قیمت سرمزرعه / متوسط قیمت خرده فروشی) × ۱۰۰

$$SH = (\frac{P_f}{P_r}) \times 100$$

سهم عمده فروش = (متوسط قیمت سرمزرعه − متوسط قیمت عمده فروشی / متوسط قیمت خرده فروشی) × ۱۰۰

$$SH_r = (\frac{P_r - P\omega}{P_r}) \times 100$$

سهم خرده فروش = (متوسط قیمت عمده فروش − متوسط قیمت خرده فروشی / متوسط قیمت خرده فروشی) × ۱۰۰

مدل لاجیت:

در مدل لاجیت موارد متعددی وجود دارد که در آن ها متغیر وابسته منقسم به دو گروه است، مثلاً یک باغدار محصول خود را به خرده فروش بفروشد یا نفروشد. مشخصه منحصر به فرد این موارد این است که آنچه که متغیر وابسته می طلبد جوابی مبنی بر تصدیق (بلی) یا نفی (خیر) امری است. به عبارت دیگر در این گونه موارد ماهیتاً بیانگر دو حالت می باشد (Abrishami, 1994).

$$P_i = E(y = 1/x_i) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_1 + \beta_2 x_i)}}$$ که e پایه لگاریتم طبیعی می باشد. (۱) که $P_i = \frac{1}{1+e^{-zi}}$

$zi = \beta_1 + \beta_3 x_i$ است. معادله (۱) بیانگر آن چیزی است که تحت عنوان تابع تجمعی لاجستیک معروف شده است . در این حالت چنانچه zi بین $-\infty$ تا $+\infty$ تغییر کند. Pi بین ۰ و ۱ تغییر خواهد کرد و نیز آنکه Pi به طور غیر خطی به zi (یعنی xi) مربوط است. اما چنانکه ملاحظه می شود، علی رغم تأمین دو شرط فوق، مسئله ای در باب تخمین این مدل مذکور نمی توان استفاده کرد، بنابراین باید مدل را به صورت رابطه خطی بر حسب پارامترها تبدیل کرد.

$$1 - P_i = \frac{1}{1+e^{zi}} \quad \frac{P_i}{1-P_i} = \frac{1+e^{zi}}{1+e^{zi}} = e^{zi} \quad (۲)$$

$\frac{P_i}{1-P_i}$: نسبت احتمال حادثه مورد نظر بر آلتر نایتو آن است.

حال اگر از معادله (۲) لگاریتم بگیریم ، مدل زیر بدست می اید. $Li = Ln\left[\frac{P_i}{1-P_i}\right] = zi = \beta_1 + \beta_3 x_i$

یعنی L که لگاریتم نسبت برتری یا مزیت است ، نه تنها بر حسب x بلکه بر حسب پارامترهای نیز خطی است .Li در بالا بنام لاجیت معروف است.در تعیین رفتار تولید کننده گان از این مدل استفاده میشود.

نتایج و بحث

خصوصیات اجتماعی و اقتصادی

در این بخش از مطالعه، یک سری از خصوصیات اجتماعی-اقتصادی نمونه های مورد مطالعه و مقایسه قرار می گیرد. هدف از این ارزیابی تعیین اثر هر یک از این فاکتورها بر روی عملکرد و در بعضی حالات بررسی خصوصیات ویژه آن ها می باشد.

سن کشاورز:

بر اساس تحقیق صورت گرفته کشاورزان این منطقه سنین مختلف از ۲۳ تا ۸۱ سال وجود داشته و میانگین سن بهره برداران ۴۷ سال می باشد. جدول زیر اطلاعاتی درباره کشاورزان در ۵ گروه سنی مختلف ارائه می کند.

جدول ۱- ترتیب سنی بهره برداران و عملکرد آن ها واحد: کیلوگرم در هکتار

سن	کمتر از ۳۵	۳۵-۴۵	۴۵-۵۵	۵۵-۶۵	بیشتر از ۶۵
تعداد نمونه ها	۱۵	۲۳	۲۰	۲۰	۱۲
درصد	۱۶/۶۶	۲۵/۵۵	۲۲/۲۲	۲۲/۲۲	۱۳/۳۳
متوسط‌عملکرد	۸۴۵	۷۶۰	۹۷۹	۱۳۲۷	۶۲۵

مأخذ : یافته های تحقیق

بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق تنها ۱۶/۶۶ درصد از کل نمونه در سنین کمتر از ۳۵ سال قرار دارند و این در حالیست که ۵۹ درصد از کشاورزان بیش از ۴۵ سال سن دارند .

بنابراین با توجه به این نکته مهم که کشور ما دارای بافت سنی جوانی است ولی متأسفانه گرایش جوانان به سمت بخش کشاورزی کم بوده و انگیزه کمی در افراد جوان جهت امور کشاورزی وجود دارد و این امر سبب پیرتر شدن بخش کشاورزی در سال های آینده می شود.

سطح زیر کشت:

نقش زمین به عنوان بستر عامل تولید برکسی پوشیده نیست. لذا استفاده بهینه از آن می تواند تولید، عملکرد و درآمد بیشتری را برای زارع در برداشته باشد. آنالیز آماری نشان می دهد که بین عملکرد و سطح زیر کشت رابطه معنی داری وجود ندارد.

جدول۲- سطح زیر کشت محصول مرکبات و عملکرد آن واحد: کیلوگرم در هکتار

سطح زیر کشت	۳-۰	۶-۳	۹-۶	بالاتر از ۹
تعداد نمونه	۵۲	۲۶	۶	۶
درصد	۵۷/۷۷	۲۸/۸۸	۶/۶۶	۶/۶۶
متوسط عملکرد	۹۵۴/۲۵	۸۲۷/۴۷	۸۴۳/۶	۹۰۰/۸۲

مأخذ : یافته های تحقیق

تحصیلات:

بر اساس نمونه تحقیق در بین کشاورزان منطقه از بی سواد تا لیسانس وجود دارد که توزیع بهره برداران بر حسب میزان تحصیلات در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج بدست آمده مشاهده می گردد که بین میزان تحصیلات و عملکرد رابطه معنی داری وجود ندارد.

جدول ۳- میزان تحصیلات و عملکرد محصول در هکتار واحد: کیلوگرم در هکتار

سواد	بیسواد	خواندن و نوشتن	متوسطه	دیپلم	عالی
تعداد نمونه	۲۹	۲۴	۱۴	۱۶	۷
درصد	۳۳/۳۳	۲۷/۷۷	۱۵/۵۵	۱۷/۷۷	۷/۷
متوسط عملکرد	۶۳۹/۲	۸۵۸/۲۴	۵۲۴	۱۰۶۱	۱۵۵۷/۴۵

مأخذ: یافته های تحقیق

خدمات بازاریابی باغداران

درجه بندی:

در بین نمونه ها مورد بررسی قرار گرفته ۵۲ درصد عمل درجه بندی و جدا کردن را به صورت دستی و بوسیله کارگران انجام می شود در این باغات پس از برداشت محصول و جدا نمودن پوست آن بوسیله کارگران عمل جداسازی در دو مرحله انجام می شود همچنین۱۸ درصد از باغداران عمل جدا کردن و درجه بندی را بوسیله غربال انجام می دهند و تنها ۵ درصد از باغداران پس از برداشت محصول، آن را به ترمینال های ضبط پسته برده و در آن جا عمل جداسازی و درجه بندی بصورت مکانیزه انجام می شود.

بسته بندی:

در بررسی بعمل آمده باغداران نمونه ۸۰ درصد آنها محصول را در گونی پلاستیکی و ۱۳ درصد آنها در گونی های کنفی محصول خود را عرضه می کنند ۷درصد هم عمل بسته بندی را انجام نمی دهند و محصول را به صورت فله در بازار عرضه می کنند.

عوامل موثر بر ارزش افزوده محصول پسته:

برای مشخص تر شدن هر یک از عوامل موثر بر تولید و توزیع محصول که به نحوی در ارزش افزایی محصول نقش ایفا می کنند تک تک عوامل را مورد بررسی قرار می گیرد.

ارزش افزایی میزان ارزشی که از شروع تولید یک محصول توسط تولید کننده تا مصرف آن بوسیله مصرف کننده به ارزش آن اضافه می گردد گفته می شود. بعبارت دیگر ارزش افزایی یک محصول از رابطه زیر بدست می آید (سمینار کشاورزی ایران و بازارهای جهانی ۱۳۷۵مرکز مطالعات پژوهش های اقتصاد کشاورزی)

برای بدست آوردن ارزش افزایی از فرمول $AV = pc-ci$ که در آن AV = میزان ارزش افزوده شده، Pc = قیمت پراختی توسط مصرف کننده، Ci = بهای تمام شده محصول i ام مزرعه،

سهم ارزش افزایی عمده فروشان نیز که با استفاده از فرمول Sh=Ph-Pf که در آن : Sh = سهم عمده فروشان از ارزش افزایی، Ph = قیمت دریافتی عمده فروشان، PF= قیمت دریافتی کشاورزبدست می آید. خرده فروشان گروه دیگر هستند که سهم آنها از طریق فرمول زیر محاسبه می شود. Se=Pe-Ph که در آن : Se= سهم خرده فروشان از ارزش افزائی، Pe= قیمت دریافتی خرده فروشان، Ph= قیمت دریافتی عمده فروشان که در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۴- سهم کشاورزان از ارزش ازایی هر کیلوگرم پسته (درصد)

نوع پسته	سهم در ارزش افزایی برای کشاورزان	سهم در ارزش افزایی برای عمده فروشان	سهم در ارزش افزایی برای خرده فروشان
فندقی	۶۱/۱۲	۱۸/۸۳	۲۰/۰۵
اکبری	۷۴/۹۰	۱۱/۶۳	۱۳/۴۷
سایر	۷۲/۶۰	۱۶/۷۲	۱۰/۶۸

مأخذ: یافته های تحقیق

کشاورزان پسته کار اغلب بازاریابی را شخصاً انجام می دهند از جمله این عملیات می توان ، درجه بندی ، بسته بندی، حمل و نقل و برداشت را نام برد. عمده فروشان پسته در منطقه سیرجان عملیات بازاریابی تکمیلی را بر روی محصول انجام می دهند. این گروه از افراد کالا و خدمات را در اختیار مصرف کنندگان نهایی قرار می دهند در جدول شماره ۵ حاشیه بازار و هزینه بازاریابی و سود خالص بازاریابی تولید کنندگان و عمده فروشان از بازاریابی پسته مشخص شده است.

جدول ۵- سود خالص بازاریابی تولید کنندگان، عمده فروشان و خرده فروشان پسته (درصد)

شرح	فندقی	اکبری	سایرارقام
کل هزینه بازاریابی	۱۰/۸۳	۹/۲۷	۹/۵۴
قیمت خالص دریافتی باغدار	۸۹/۱۷	۹۰/۷۳	۹۰/۴۶
قیمت تمام شده تولید	۶۴/۶۶	۵۵/۳۶	۵۶/۹۸
سهم از حاشیه بازار	۲۴/۵۱	۳۵/۳۷	۳۳/۴۸
سود خالص تولید کننده	۱۳/۶۸	۲۶/۱۰	۲۳/۹۴
هزینه های بازاریابی عمده فروشان	۱/۶۳	۱/۴۲	۱/۴۳
قیمت خالص دریافتی عمده فروش	۹۸/۳۷	۹۸/۵۸	۹۸/۵۷
قیمت خرید پسته	۹۲/۹۸	۹۴/۷۹	۹۲/۸۳
سهم از حاشیه بازار	۷/۰۲	۵/۲۱	۷/۱۷
سود خالص بازاریابی عمده فروشان	۵/۳۹	۳/۷۸	۵/۷۳
هزینه های بازاریابی	۰/۴۸	۰/۴۲	۰/۴۳
قیمت خالص دریافتی خرده فروش	۹۹/۵۲	۹۹/۵۸	۹۹/۵۷
قیمت خرید پسته	۹۳/۰۴	۹۴/۳۶	۹۵/۶۲
سهم از حاشیه بازار	۶/۹۵	۵/۶۸	۴/۳۸
سود خالص بازاریاب	۶/۴۷	۵/۲۶	۳/۹۵

مأخذ: یافته های تحقیق

نکته حائز اهمیت در این جدول اینست که درصد زیادی از حاشیه بازاریابی به سود عوامل بازاریاب اختصاص داده شده است و سهم هزینه کل درصد کمتری از حاشیه کل بازاریابی را به خود اختصاص داده است که دلیل آن را می توان انجام ندادن خدمات مناسب و یا حداقل خدمات برای مصرف کنندگان دانست.

جدول ۶- حاشیه،هزینه وسودکل بازاریابی و سهم هرکدام ازآنها از قیمت خرده فروشی پسته(درصد)

شرح	فندقی	اکبری	سایر ارقام
سهم حاشیه بازاریابی از قیمت خرده فروشی(درصد)	۳۴/۶۹	۴۲/۲۴	۴۰/۹۵
سهم هزینه کل بازاریابی از قیمت خرده فروشی(درصد)	۱۱/۳۶	۱۰/۰۶	۱۰/۲۷
سهم سود کل بازاریابی از قیمت خرده فروشی(درصد)	۲۳/۳۳	۳۲/۱۸	۳۰/۶۸

مأخذ: یافته های تحقیق

برای تخمین رفتار تولید کنندگان با انتخاب کانال فروش در این قسمت سعی می شود عوامل را که به انتخاب باغداران برای فروش محصولاتشان از طریق کانال های مختلف بازاریابی موثر است با استفاده از متد اقتصاد سنجی و مدل لاجیت بدست آورده شود. با توجه به روش های فروشی که انجام شده است، تعداد انتخاب باغدار سه حالت کلی، عمده فروشان، شرکت تعاونی پسته سیرجان و شرکت تعاونی پسته رفسنجان می باشند. از بین متغیرهای زیادی که بر روی مدل اثر داشته، پس از بررسی با استفاده از پیشینه تحقیق و میزان معنی دار بودن آن ها، هفت متغیر زیر بعنوان متغیرهای توضیحی مدل لاجیت انتخاب شد که برای هر کدام از این سه روش مورد استفاده تعدادی از این متغیرها معنی دار شدند. در جدول شماره ۷ نام متغیرهای استفاده شده در مدل و تعریف هر کدام آمده است.

جدول ۷- نام متغیرها ، نام مختلف و تعریف هر کدام از آن ها

نام متغیر	نام مخفف	تعریف
فروش به عمده فروش	y0	y0=1 باغدار محصول خود را به عمده فروش بفروشد Y=0در غیر اینصورت
فروش به شرکت تعاونی پسته سیرجان	y1	Y_1=1باغدارمحصول خود را به شرکت تعاونی سیرجان بفروشد Y_1=0درغیر اینصورت
فروش به شرکت تعاونی پسته رفسنجان	y2	Y_2=1باغدار محصول خود را به شرکت تعونی رفسنجان بفروشد. Y_2=0 در غیر اینصورت
درآمد		
مساحت	x1	میزان درامد باغدار از محصول بر حسب ریال
سن	x2	مساحت باغدار بر حسب هکتار
تجربه	x3	سن باغدار بر حسب سال
سطح تحصیلات	x4	تجربه فعالیت باغداری بر حسب سال
فاصله	x5	میزان تحصیلات باغداری بر حسب سال
تولید	x6	فاصله باغدار تا شهر بر حسب کیلومتر
	x7	میزان تولید محصول بر حسب تن

مأخذ: یافته های تحقیق

در بهترین تخمین از اولین متغیرها برای هر یک از مدل های صورت گرفت، تمام متغیرها دارای ضریب کوچک شده و اغلب آنها از لحاظ معنی داری (آزمون t) ضعیف بوده اند، بنابراین از لگاریتم متغیرها موجود برای برآورد استفاده شده نتایج نشانگر بهبود وضعیت مدل های گردید. مدل اول برای باغداران که محصول خود را به عمده فروشان می فروشند، نتایج نشان میدهد که انتخاب این روش بوسیله باغدار با سطح درآمد رابطه معکوس و با فاصله و تولید رابطه مستقیم دارد. برای تفسیر بهتر نتایج وارد بحث تئوریکی می شویم همان گونه که در مباحث قبلی بیان شد شکل عمومی مدل لاجیت بصورت $l = l_n(\frac{p_i}{1-p_i}) = \beta_1 x_1 + \dots$ حال فرض می کنیم که باغدار توجه به متغیرهای مستقل برای وی

احتمال فروش به عمده فروشان یکسان (۰/۵) باشد . یعنی احتمال اینکه محصول خود را به عمده فروشان بفروشد یا محصول خود را به آنها نفروشد برایش مساوی باشد. احتمال فروش به عمده فروشان۰/۵ = p_i =

احتمال اینکه به عمده فروشان نفروشد۰/۵ = $1-p_i$ =

$$\frac{p_i}{1-p_i}=\frac{0/5}{1-0/5}\Rightarrow l_i(\frac{P_i}{1-P_i})=l_n(\frac{0/5}{1-0/5})=0$$

در حالت اول ۵۶/۳=۵۸/۱۸lx۱-۱/۹۶lx۰+۳/۸۳lx۰-۴/۴۹lx۱+۵/۲۲lx۲+۶/۴lx۷ ۰حال اگر بخواهیم ببینیم در چه صورت بیست درصد احتمال فروش محصول این باغدار بصورت عمده فروش اضافه می شود.

$$\frac{\ln(0/6)}{(1-0/6)}=0/4 \quad \text{۰/۶} = \text{۰/۵}(\text{۱/۲}) = \text{۰/۵}(\text{۱}+\text{۰/۲}) \quad \text{۰/۵}$$

۰/۴=۵۶/۳-۵۸/۱۸lx۱-۱/۹۶lx۰+۳/۸۳lx۰-۴/۴۹lx۱+۵/۲۲lx۲+۶/۴lx۷ به عبارت ساده باغدار با انتخاب هر کدام از متغیرهای مربوط و با در نظر گرفتن ضریب و علامت آن به هدف خود می رسد. فرض می کنیم بخواهیم از درآمد باغدار استفاده شود، باید گفت اگر این درآمد ۵۰۴۰۰۰۰ ریال کاهش یابد هدف (افزایش بیست درصد در احتمال فروش به عمده فروش حاصل می شود. یا اگر چنانچه ۱۶۶کیلوگرم به مقدار محصول اضافه شود. احتمال فروش به عمده فروش ۶۰٪ می شود. همچنین می توان از سیاست های تلفیقی استفاده نمود. این مدل نشان می دهد کاهش درآمد، افزایش تولید و فاصله میزان تمایل فروش به عمده فروش را افزایش می دهد. رگرسیون بدست آمده مشخص می کند که متغیرهای درآمد، فاصله و تولید در سطح ۹۶٪ معنی دار هستند. این مدل توانسته است ۷۶/۳٪ پیش بینی در مورد اقدام یا عدم اقدام فروش به این شیوه توسط باغداران را به طور صحیح تخمین بزند.

مدل دوم که برای شیوه فروش به شرکت تعاونی پسته سیرجان برآورده شده است به صورت زیر می باشد.

۰/۴=۱/۱۳lx۰+۱/۰۸۷lx۰-۲/۹۰۰lx۰-۴/۱۲lx۵ این مدل نشان می دهد که احتمال فروش به این روش با مساحت باغ رابطه مستقیم و با سطح تحصیلات، تجربه و درآمد رابطه معکوس دارد. می توان با همان طریق اول، اگر فرض کنیم فردی نسبت به این شیوه بی تفاوت باشد. p_i=۰/۵ برای یک افزایش بیست درصد می توان یکی از راه های زیر را انتخاب نماید. ۱- پنج هکتار به مساحت باغ وی اضافه شود. ۲- ۱۴۱۶۰۰۰۰ ریال از درآمد وی کاسته شود. در این مدل نیز، همانند مدل اول باغات بزرگتر با درآمد کمتر و تجربه کمتر و تحصیلات پایین تر میزان تمایل به فروش از طریق شرکت تعاونی پسته سیرجان را افزایش می دهد. در این مدل ضرایب درآمد، مساحت، تجربه و سطح تحصیلات معنی دار بوده و آزمون کلی رگرسیون نیز در سطح ۹۰ درصد معنی دار است. پیش بینی مدل نیز ۸۴/۵٪ صحیح بوده است. در این مدل متغیر درآمد گرچه هنوز رابطه معکوس خود را مانند مدل قبل حفظ نموده است اما شدت آن کاهش یافته . یعنی افرادی که درآمد غیر باغداری آنها زیاد باشد اگر چه فروش محصولات خود به این شیوه پرهیز می کنند اما این پرهیز کمتر از حالت اول است .

مدل سوم برای شیوه فروش به شرکت تعاونی پسته رفسنجان برآورده شده است.

۰/۴=۰/۰۰۵lx۰+۱/۵۷lx۰-۲/۶lx۱-۳/۰۳۸lx۶ به عبارت ساده وی با انتخاب هر کدام از متغیرهای (سن، مساحت، فاصله، درآمد غیر فعالیت باغداری) و با در نظر گرفتن ضریب و علامت آن ها به هدف می رسد. می توان با همان شیوه قبل برای بدست آوردن یک افزایش بیست درصد در احتمال فروش به این روش یکی از راه های زیر را انتخاب نمود.۱- درآمد به میزان ۱۶۰۰۰۰۰۰ هزار ریال کاهش یا به هدف-۲ چنانچه سن باغدار (با ثابت ماندن سایر شرایط) حدود ۳ سال اضافه شود به مقصود رسیده ایم . یا اگر مساحت باغ ۱/۴ هکتار اضافه شود و دیگر متغیرها تغییری نکند احتمال فروش به صورت شرکت تعاونی پسته رفسنجان ۶۰٪ می شود. همچنین می توان از سیاست های مرکب استفاده کرد. نتایج در مورد مدل سوم نیز نشانگر معنی دار بودن ضرایب متغیرهای اشاره شد بوده و رگرسیون برآورده شده در سطح ۹۰٪ معنی دار است. این مدل قادر است ۸۵/۳۷٪ پیش بینی را بطور صحیحی انجام دهد. به طور کلی نتایج این مدل نشان می دهد که باغداران با مساحت باغ بزرگتر یا افراد مسن تر و باغات با فاصله نزدیکتر به بازار و کاهش درآمدهای غیرباغداری افراد میزان تمایل به شرکت تعاونی پسته رفسنجان را افزایش می دهد. در نتیجه افراد یا باغات با این مشخصات، احتمال فروش محصول به حق العمل کاری را افزایش می دهد.

تعیین کارآیی پسته در شهرستان سیرجان

برای بدست آوردن کارآیی محصول بر اساس تحقیقات گذشته و معیارهای ذکر شده توسط محققان از فرمول زیر استفاده می شود عدد بدست آمده هر چه به ۱۰۰ نزدیکتر باشد بازار کاراتر است به طوری که عدد ۱۰۰ حداکثر کارآیی را نشان می دهد. همچنین عدد بدست آمده هر چه از ۱۰۰ بزرگتر باشد کارآیی کمتر است.کارآیی در مورد پسته فندقی، اکبری و سایر با توجه به معیار گفته شده در زیر تعیین شده است.

کارآیی بازاریابی = $\frac{\text{حاشیه کل بازاریابی}}{\text{هزینه کل عملیات بازاریابی}} \times ۱۰۰$

کارآیی بازاریابی فندقی = $\frac{۳۴/۶۹ \times ۱۰۰}{۱۱/۳۶}$ =۳۰۵/۳۷

کارآیی بازاریابی اکبری = $\frac{۴۲/۲۴ \times ۱۰۰}{۱۰/۰۶}$ =۴۱۹/۸۸

کارآیی بازاریابی سایر = $\frac{۴۰/۹۵ \times ۱۰۰}{۱۰/۲۷}$ = ۳۹۸/۷۳

نتیجه بدست آمده از تعیین کارآیی نشان می دهد که در حال حاضر هیچ یک از سه بازار مرکبات یاد شده کارآئی لازم را ندارند. از دلایل عمده عدم کارآیی بازار پسته در سیرجان می توان عدم ارائه خدمات مناسب دانست. عوامل بازاریاب می توانند با ارائه خدمات بازاریابی امکانات بهتری برای مصرف کننده فراهم آورند که به علت عدم این امکانات و بالا رفتن قیمت بوسیله واسطه ها بدون انجام عملیات بازاریابی کارآیی بازار پسته پایین آمده است .

نتیجه گیری

با توجه به عدم کارآیی نظام بازاریابی پسته در منطقه ضروری است در جهت بهبود کارآیی پسته اقداماتی صورت گیـرد که برای این منظور می توان تعاونی هایی تشکیل گردد که این تعاونی ها می توانند نقـش دلالان و واسـطه موجـود در بازار از سـودجویی کمترکنند و نهادهای مورد نیاز و اطلاعات دانش کشاورزی را در اختیار باغداران قرار دهند. شناسنامه دار کردن باغات پسته برای مشخص کردن کیفیت، کمیت، رقم و نوع محصول و محل جمع آوری هـر بـاغ تـا بـه ایـن طریق مشکلات و ایرادات هر باغ برای باغداران مشخص می شود. برگزاری سمینارهایی در حضور باغداران، محققان و ... در رابطه با آشنایی با نظرات متخصصین و استفاده از تجربیات و پیشـنهادات باغـداران. همچنـین بایـد زمینـه دخالـت کشاورزان در امر انتقال محصول از سرمزرعه تا رسیدن به دست مصرف کننده را ایجاد کـرد تـا بـه ایـن طریـق تولیـد کنندگان بطور مستقیم با مشکلات سیستم بازاریابی و بازاررسانی آشنا شوند و از راه حل هایی که برای رفـع مشـکلات سیستم بازاریابی ارائه می گردد، حمایت کنند. پیشنهاد می شود با اعمال نظـام صـحیح قیمـت گـذاری و مـدیریت در زمینه سیاست های حمایتی از کشاورزان بخصوص سیاست های قیمتی حمایت شود تا قـدرت چانـه زنـی باغـداران در زمان فروش افزایش یابد. با توجه به این که کارآیی نظام بازاررسانی پسته ناکـارا اسـت بایـد اقـداماتی در جهـت بهبـود کارآیی پسته صورت گیرد که می تواند از جمله خرید محصول از کشاورزان برای جلوگیری از سـودجویی واسـطه هـا و دلالان موجود در بازار شود .

منابع

1. Abbasian, M., Karim Zalu, M. and Karbasi, A. 2007. Economic analysis of the marketing margin of Mozafati dates (case study of Sistan and Baluchistan province). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 1 (57): 109. (In Persian)
2. Abrishami, H. 1994. Fundamentals of econometrics, volume (1,2). Tehran University Publications. (In Persian)
3. Andrevaj, L., Al-Bunaimi, A., Ghassims Hamdani, E. and Ataf, Z. 2019. Entrepreneurial performance and export marketing capabilities of pistachios on export performance with the moderating role of inefficient competition. Entrepreneurial Strategies in Agriculture, 7(14): 1-10. (In Persian)
4. Ashrafi, M., Sadr al-Ashrafi, M. and Karbasi, A. 2005. Investigating the margin of grape and raisin marketing in Iran. Iranian of Journal Trade Studies, 35: 213-237. (In Persian)
5. Azizi, J. and Yazdani, S. 2006. Examining the Iranian apple market with an emphasis on the principle of comparative advantage of export. Research and development in agriculture and horticulture, 73: 145-155. (In Persian)
6. Borosen, B.W. 1985. Marketing margin and Price uncertatity, the case of the u.s Wheat Market. American Journal of Agricultural Economics, 67:521-529.
7. Dehghanian, S., Shahnooshi Forushani, n. and Azrin Far, Y. 2006. Investigation and analysis of efficiency and marketing of barberry growers in Khorasan province (case study: Qaynat city). Agricultural Sciences and Natural Resources, 13(4): 165-173.
8. Karami Fard, F., Rostami, F. and Gravendi, Sh. 2022. Future-oriented scenario for the development of digital marketing of agricultural products. Progress and Development of Kermanshah Province, 2(1): 112-130. (In Persian)

9. Kashefi, M., Mohammadi, H. and Abolhasani, L. 2019. Effect of Marketing Strategies on Export Performance of Agricultural Products: The Case of Saffron in Iran. Journal of Agriculatural Science and Technology, 21(4): 785-798. (In Persian)
10. Khajuipour, A., Mohammadinejad, A., Shabanzadeh, M. and Khobyari, H. 2015. Choosing a competitive marketing strategy by applying the network analysis process (case study: Rafsanjan Pistachio Producers Cooperative). Agricultural Economics and Development, 24(94): 25-43. (In Persian)
11. Mohammadi, Gh., Abedini, S. and Rasilzadeh Aghdam, S. 2023. Marketing failures of agricultural products from a sociological perspective in the cities of Ahar, Marand and Maraqeh. Sociology Studies, 15(59): 129-148. (In Persian)
12. Richards, I., Timoth, A.N.,and Singh, H.R. 1996. Marketing order suspensions and fresh lemon Retail-FOB Margin, Journal of Agricultural and Applied Economics, 2: 63-77.
13. Sartwelle, j., O"Brien, D., Tierney, W. and Eggers, T. 2000. The Effect of Personal and Farm Characteristics Upon Grain Marketing Practices, Journal of Agricultural and Applied Economics, Southern Agricultural Economics Association, 32(1): 1-17.
14. Shajari, Sh. 2002. Investigating Shahani date marketing and export issues: a case study of Fars province, Jahrom city. Agricultural Economics and Development, 39: 167-141. (In Persian)
15. Shivastave, R.S. and randhir, M. 1995. Efficiency of fish marketing at Bhubaneshwar City of oeissa (India): Some policy implication, Journal of Agricultural Economics, 18: 89-97
16. Turkmani, J. 2002. Economic analysis and marketing of blue figs: a case study in Semnan province. Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources, 3: 77-89. (In Persian)

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

The effect of different non-chemical insecticides on the control of common pistachio psyllid (*Agonoscena pistaciae*)

Najmeh Azimizadeh*

Assistant Professor, Department of Plant Pathology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran.

*Corresponding author: n.azimizadeh613@gmail.com

Receive: 2024/3/11 Accepted: 2024/7/25

Abstract

Common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hemiptera: Psyllidae) is the key pest of pistachio orchards in Iran. The importance of this pest is such that gardeners inevitably use chemical poisons in large quantities to fight it, and this issue, in addition to environmental pollution, causes the destruction of natural enemies and in the long run can cause an outbreak of garden pests. be pistachios Eco-friendly pesticides, which have natural origin, are able to effectively destroy pests without toxic and harmful effects on the environment, and with proper use, they are able to significantly reduce the consumption of poisons, therefore, considering the low The danger of non-chemical insecticides for humans and the environment and the superiority of these compounds over chemical compounds against the phenomenon of pest resistance to chemical insecticides in these studies, the insecticidal effects of mineral compounds of solid sulfur, lime sulfur, boric acid, kaolin , non-ionic surfactant and potassium silicate and plant compounds such as matrine, parsley, thistle, etc. were investigated and researched on pistachio psyllium nymphs. These researches were conducted in the form of completely randomized block design and in garden and laboratory conditions. These compounds were tested with specific concentrations and time intervals, and the results showed that they had a great effect on the control of the pistachio psyllium population. Therefore, the pesticides used can have an acceptable control in the integrated management of common pistachio psyllium.

Key words: Plant pesticide, Inorganic pesticide, Common pistachio psyllid, Control

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

تاثیر حشره کش های غیرشیمیایی مختلف بر کنترل پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae*)

نجمه عظیمی زاده*

استادیار گروه گیاهپزشکی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

*نویسنده مسئول: n.azimizadeh613@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۴

چکیده

پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* آفت کلیدی باغات پسته در کشور ایران می باشد. اهمیت این آفت در حدی است که باغداران به ناچار برای مبارزه با آن از سموم شیمیایی در مقدار زیاد استفاده می کنند و این موضوع، علاوه برآلودگی زیست محیطی، باعث از بین رفتن دشمنان طبیعی می شود و در دراز مدت می تواند باعث طغیان آفات باغات پسته شود. آفت‌کش‌های سازگار با محیط زیست که دارای منشأ طبیعی هستند، قادرند بدون اثر سمی و زیان آور به محیط زیست به طور مؤثری آفات را نابود کنند و با بکارگیری صحیح قادرند موجب کاهش قابل ملاحظه مصرف سموم شوند، لذا با توجه به کم خطر بودن حشره کش های غیرشیمیایی برای انسان و محیط زیست و برتری این ترکیبات نسبت به ترکیبات شیمیایی در برابر وقوع پدیده مقاومت آفت نسبت به حشره کش های شیمیایی در این پژوهش ها اثرات حشره کشی ترکیبات معدنی گوگرد جامد، لایم سولفور، اسید بوریک، کائولین، سورفکتانت غیریونی و سیلیکات پتاسیم و ترکیبات گیاهی مانند ماترین، گل جعفری، خارخسک و... روی پوره های پسیل پسته مورد بررسی و پژوهش قرار گرفت. این پژوهش ها در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی و در شرایط باغ و آزمایشگاه انجام شد. این ترکیبات با غلظت ها و بازه های زمانی مشخص، مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج نشان داد که تأثیر زیادی روی کنترل جمعیت پسیل پسته داشته است. بنابراین آفت‌کش‌های مورد استفاده می‌توانند کنترل قابل قبولی در مدیریت تلفیقی پسیل معمولی پسته داشته باشند.

واژه های کلیدی: آفت کش گیاهی، آفتکش معدنی، پسیل معمولی پسته، کنترل

مقدمه

پسته گیاهی نیمه گرمسیری از خانواده‌ی Ancardiaceae و متعلق به جنس *Pistacia* می باشد. از بین ۱۱ گونه این جنس تنها *Pistacia vera* L. یا پسته اهلی است که ارزش اقتصادی دارد. پسته به‌عنوان یکی از تولیدات کشاورزی به‌دلیل ارزش غذایی بالا و سازگاری با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک و مقاومت به خشکی می‌تواند به‌عنوان مناسب‌ترین محصول باغی برای بسیاری از مناطق خشک و کویری مورد توجه قرار گیرد(Sami et al., 2005). از جمله عوامل مهم کاهش محصول در باغات پسته کشور، فعالیت آفات مختلف می باشد. در این میان سهم حشرات در کاهش تولید نهایی بسیار چشمگیرتر از سایر عوامل زنده خسارت‌زاست. از بین کنه‌ها و حشرات مختلفی که به پسته

صدمه می زنند، شیره خشک یا پسیل معمولی پسته (*Agonoscena pistaciae* (Burckardt & Lauterer مهمترین آفت درجه اول و از آفات بومی باغات پسته می باشد، بطوریکه با تغذیه از شیره گیاهی موجب خسارت شدید و در نهایت کاهش عملکرد محصول می گردد.

امروزه این آفت به یک معضل جدی تبدیل شده و سالیانه هزینه هنگفت اقتصادی را به باغداران تحمیل می کند. علاوه بر تبعات اقتصادی این آفت، بدون تردید سم پاشی های بی رویه با سموم خطرناک، فجایع زیست محیطی و بهداشتی متعددی در پی خواهد داشت. پوره‌ها و حشرات کامل این آفت با فرو بردن قطعات دهانی درون برگ‌ها از شیره گیاهی تغذیه می‌کنند و از این طریق باعث کاهش کمی‌و کیفی محصول پسته می‌شوند، این آفت بین پسته‌کاران استان کرمان به شیره‌خشک مشهور است (Sami et al., 2005).

حشره‌کش‌های مصنوعی با تأثیر سریع، هزینه مقرون به‌صرفه و با کنترل مؤثر آفات از چند سال پیش به‌عنوان یک عامل کنترلی حشرات استفاده می‌شوند. در سال‌های اخیر نیز گرایش زیادی به افزایش بازده محصولات کشاورزی وجود دارد. در این راستا، کاربرد بی‌رویه سموم آفت‌کش، مشکلات جدی نظیر سمیت مستقیم برای پارازیتوئیدها، شکارگرها، گرده‌افشان‌ها، ماهی‌ها و انسان، بروز مقاومت در آفات را نسبت به آفت‌کش‌ها، باقیمانده سم در محصولات غذایی، اثرات سوء زیست محیطی و غیره را به‌دنبال داشت(Raja et al., 2001). بنابراین، گسترش و طغیان این آفت ضرورت بازنگری در کنترل شیمیایی برای کاهش میزان مصرف آفت‌کش‌ها را ایجاب می‌کند.

در حال حاضر آفت‌کش‌هایی توصیه می‌شود که حداقل سمیت را برای موجودات غیرهدف و پایداری کم در محیط زیست داشته باشند و بتوانند به‌صورت انتخابی عمل کنند. با توجه‌به این مشکلات ذکرشده، استفاده از مشتقات ترکیبات غیرشیمیایی برای کنترل آفات پیشنهاد می‌شود. در این راستا، در دهه‌های اخیر، گرایش به‌سمت مصرف هر چه کمتر سموم شیمیایی و استفاده از مشتقات معدنی به‌عنوان جایگزین سموم شیمیایی افزایش یافته است(Daoubi et al., 2005). همچنین ترکیبات گیاهی دارای سمیت کمی برای پستانداران و موجودات غیرهدف بوده و دوام و پایداری کمی در محیط دارند(Liu et al., 2006؛ Georges et al., 2008). تحقیق حاضر به بررسی و مقایسه روش های غیرشیمیایی مختلف در چند تحقیق بر کنترل پسیل معمولی پسته می پردازد.

مواد و روش ها

روش تهیه ترکیبات گیاهی

گاهی عصاره های فراوری شده گیاهان از شرکت های کشاورزی تهیه می شود. اما در برخی از تحقیقات، برای تهیه عصاره های گیاهی، اندام های گیاهی مانند گلبرگها و بخش زایشی بعد از جدا کردن کاسبرگ و گاهی برگ های گیاهان در شرایط سایه و تهویه مناسب خشک می شوند. پس از خشک شدن کامل، توسط آسیاب برقی کاملا پودر شده و مقداری از این پودر مثلا ۱۰۰ گرم از پودر حاصل را در یک ارلن مایر ۵۰۰ میلی لیتری ریخته و اتانول ۹۶٪ (حلال مورد استفاده در عصاره‌گیری) به میزانی که حدود یک سانتی متر روی پودر را پوشش دهد، به آن اضافه می شود. پس از یک ساعت هم زدن در زیر هود، درب ارلن توسط پارافیلم بخوبی مسدود و برای جلوگیری از تابش مستقیم نور، دور ارلن با فویل آلومینیوم پوشانده شد. سپس ارلن حاوی تفاله و عصاره گیاهی به مدت ۴۸ ساعت داخل یخچال در دمای ۴ درجه سانتی

گراد نگهداری شد. پس از آن عصاره گیاهی توسط کاغذ صافی Whatman با قطر ۹ سانتی متر، از تفاله گیاهی جدا شده و غلظت مورد نیاز از آن تهیه می شود (Aminizadeh et al., 2014).

برای اسانس گیری گیاهان از دستگاه اسانس گیر استفاده می شود. بدین منظور، گیاه تازه و خرد شده در بالونی به حجم ۵۰۰ میلی لیتر ریخته و پس از آن دوسوم حجم بالون با آب مقطر پر می شود. بالون روی گرم کن برقی قرار داده شده و ستون اسانس گیر به آن متصل می شود. بعد از جمع شدن اسانس ها طی مدت زمان تقریبی ۳ ساعت، در قسمت مخصوص دستگاه، اسانس های مذکور را درون ظرف های استریل ریخته و در فریزر و در دمای ۱۸ درجه سانتیگراد زیر صفر نگهداری می کنند (Aminizadeh et al., 2014).

روش تهیه ترکیبات معدنی

معمولا ترکیبات معدنی از شرکت های مختلف کشاورزی تهیه می شود، برخی ترکیبات مانند ترکیب لایم سولفور هم به صورت دستی تهیه می شود. برای تهیه ترکیب لایم سولفور، ابتدا یک کیلوگرم گوگرد زرد پالایشگاهی و نیم کیلوگرم آهک کوره ای و پنج لیتر آب تهیه شده سپس بیرون و در هوای آزاد مواد فوق درون ظرف آهنی مستهلک افزوده و حدود دو ساعت در حرارت ملایم شعله پیک نیک قرار داده می شود. در طول این مدت مخلوط آب، آهک و گوگرد به طور مرتب هم زده شده سپس بعد از گذشت زمان یک ساعت ماده نارنجی رنگی به نام لایم سولفور تشکیل می شود که نارنجی کم رنگ است، در ادامه و با گذشت زمان بیشتری ماده نارنجی پر رنگی حاصل می شود که پس از جدا سازی درون ظرف شیشه ای با فویل آلومینیومی قرار داده می شود. بدین ترتیب آخرین ماده مورد آزمایش یعنی لایم سولفور برای انجام آزمایشات آماده می گردد (Pourkhosravani et al., 2017).

بررسی تاثیر عصاره ها و اسانس های گیاهی و ترکیبات معدنی روی مرگ و میر مراحل مختلف رشدی پسیل پسته

در آزمایشی اثر عصاره‌ها و اسانس های گیاهی (جعفری، خارخسک و رزماری) بر میزان مرگ و میر پوره‌های سنین مختلف پسیل معمولی پسته بررسی شد. برای انجام این آزمایش، نهال های پسته به باغ انتقال داده شد و پس از آلوده شدن نهال ها به پوره های پسیل معمولی پسته، اولین آمارگیری انجام شد و تعداد حشرات روی سه برگ بالایی، میانی و پایینی از هر نهال شمارش شد. برگ های شمارش شده توسط نخ های رنگی علامت گذاری شدند و نهال ها عصاره پاشی شدند. پس از گذشت ۴۸ ساعت، درصد مرگ و میر پوره‌ها با شمارش تعداد پوره‌های مرده در هر واحد آزمایش محاسبه و تیمارهای مختلف با یکدیگر و با شاهد مقایسه شدند. پوره‌های مرده پوره‌هایی در نظر گرفته شدند که در مقابل تحریک توسط قلم مو هیچ گونه عکس العملی نشان نمی‌دادند (Aminizadeh et al., 2014).

در تحقیقی دیگر غلظت‌های مختلف عصاره گیاهان توتون، اسطوخودوس و آنغوزه با استفاده از آب مقطر تهیه شد. در این روش کف پتری های آزمایش با آگارژل ۰/۷ درصد پوشانده شد و در مرحله بعد گذاشتن برگ های آلوده با شمارش تعداد پوره های زنده انجام شد. غلظت های هر عصاره با استفاده از میکروپیپت و بشر تهیه و غلظت سازی های بعدی با استفاده از فرمول تهیه غلظت انجام شد. پس از اسپری کردن غلظت ها روی پوره ها برای جلوگیری از فرار آن ها، درب‌های پتری روی آن‌ها قرار داده شد. برای تهویه مناسب، درب ظروف به قطر ۵ سانتی‌متر سوراخ و سپس با توری پارچه‌ای کاملاً مسدود شد و در آخر ارزیابی اثر کشندگی عصاره های گیاهی در زمان های ۲۴ ساعت پس از تیمار انجام شد. پوره هایی که با تحریک توسط قلم مو قادر به راه رفتن نبودند، مرده در نظر گرفته شدند. سپس تعداد پوره های

زنده در هر تیمار و تکرار به‌طور جداگانه شمارش و ثبت شد. این آزمایش برای هر عصاره و هر غلظت ترکیب ۳ بار تکرار شد (Karbakhsh Ravari et al., 2018).

ترکیبات معدنی مختلفی در بازار وجود دارد که برای کنترل پسیل معمولی پسته استفاده می شود، از جمله ترکیبات گوگردی که تحقیقاتی هم در این زمینه صورت گرفته است. در تحقیقی که توسط Pourkhosravani et al. (2017) انجام شد، تاثیر ترکیبات پودر تالک، پودر کایولن، اسید بوریک، لایم سولفور، سیلیکات پتاسیم، سورفکتانت غیر یونی NIS بصورت ترکیب با برخی تیمارها و شاهد (آب) روی پسیل پسته مورد بررسی قرار گرفت. غلظت مورد نظر از هر تیمار در مخزن بشکه ۱۰۰ لیتری تهیه شد و سپس این محلول موجود در بشکه به مخزن سم پاش تراکتوری اضافه و در ردیف مربوط به خودش پاشیده شد. این مطالعه درشرایط صحرایی در یک قطعه باغ پسته انجام شد. نمونه‌برداری از ردیف های مربوط به هر تیمار یک روز قبل از انجام سم‌پاشی صورت گرفت. نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی از برگچه‌های انتهایی انجام شد. برای هر تکرار ۲۰ عدد برگچه در نظر گرفته شد و از درختان جدا شد. سپس در پاکت کاغذی مربوط به شماره ردیف و تیمار مربوط به خودش قرار داده شد. پوره‌های پسیل در هر دو سطح رویی و زیرین برگچه انتهایی به‌وسیله استریومیکروسکوپ شمارش و در تکرار و تیمار مربوط به خودش ثبت شد. سپس در روز بعد از نمونه گیری و ثبت تعداد پوره های زنده مربوط به هر تیمار عملیات محلول پاشی مربوط به هر تیمار در ردیف مربوط به خود انجام شد. برای شاهد آب مصرفی مورد استفاده قرار گرفت. تمام تیمارها به‌طور تصادفی در یک روز پاشیده شدند. ۵ روز بعد از عملیات محلول پاشی نمونه گیری از ردیف مربوط به هر تیمار به طور جداگانه انجام شد و در فواصل زمانی ۵-۱۰-۲۵ روز درصد رشد جمعیت هر تیمار محاسبه و در جدول مربوط به خود ثبت شد.

در آزمایشی دیگر، خاصیت کشندگی عصاره فرآوری‌شده تلخه (ماترین) و ترکیب معدنی گوگرد جامد در مقایسه با آفت کش هایی مانند تیاکلوپراید (بیسکایا) و فلوپیرادیفورون (سیوانتو) برای کنترل پوره‌های پسیل معمولی پسته بررسی شد (Bahador et al., 2018). این تحقیق در شرایط صحرایی در یک قطعه باغ پسته به مساحت یک هکتار با رقم اکبری در شهرستان کرمان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. پس از انجام عملیات سمپاشی از درختان قطعه تیمار در فواصل زمانی ۳ و ۷ ، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سمپاشی، طبق روش ذکر شده ۱۰ برگچه از هر درخت به‌طور تصادفی جدا کرده و پوره‌های زنده مربوط به هر تیمار و تکرار شمارش و به طور جداگانه ثبت شد. بعد از محاسبه میانگین تعداد پوره‌های پسیل معمولی پسته در هر واحد آزمایشی، با استفاده از فرمول هندرسون- تیلتون درصد تاثیر هر یک از آفت‌کش‌های مورد استفاده محاسبه، مقایسات و محاسبات آماری صورت گرفت (Henderson and Tilton, 1955).

تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیقات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با تکرار و تیمارهای مشخص در نظر گرفته شد. گام اول محاسبه میانگین ها، سپس پیدا کردن اختلاف بین میانگین ها بود که در این حالت اختلاف بین میانگین ها آشکار و در مرحله دوم تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری انجام شد تفاوت معنی دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

پسیل معمولی پسته به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آفات باغ‌های پسته ایران شناخته شده‌است. روش‌های مختلفی مانند کاربرد آفت‌کش‌ها برای کنترل این آفت استفاده شده، اما به‌خاطر خطرات زیست‌محیطی و محافظت از منابع طبیعی به‌خصوص در مدیریت سیستم‌های آب و خاک استفاده از روش‌های دیگر ضروری می‌باشد. در سال‌های اخیر، کاربرد عصاره‌های گیاهی به‌خاطر خواص حشره‌کشی که دارند برای کنترل آفات مورد توجه قرار گرفته‌است (Sami et al., 2014). پسیل معمولی پسته بلافاصله پس از متورم‌شدن و بازشدن جوانه‌های پسته در روزهای اول بهار شروع به‌فعالیت می‌کند و جمعیت آن معمولاً به‌طور سریع افزایش می‌یابد. وجود تراکم شدید جمعیت حشره همزمان با شروع مغزبستن و یا پس از آن، موجب اختلال در روند پرشدن مغز می‌گردد و در نتیجه خسارت زیادی به محصول پسته وارد می‌گردد. به‌همین جهت باغداران پسته، حساسیت شدیدی نسبت‌به این آفت داشته و با بکارگیری مواد آفت‌کش سعی در کنترل آن دارند (Shaygan et al., 2004).

در تحقیق Aminizadeh et al. (2014) بررسی اثر حشره‌کشی عصاره های گیاهی خارخسک و گل جعفری بر روی پسیل معمولی پسته نشان داد که در درجه اول عصاره اتانولی گل جعفری توانست تأثیر حشره‌کشی فوق العاده ای بر این پوره‌ها بگذارد. پس ازآن عصاره خارخسک در مقام دوم قرار گرفته و اتانول کمترین تأثیر را بر پوره‌ها داشت. که البته این تاثیر فوق العاده، با توجه به آزمایش تاثیر اسانس گل جعفری روی لاروهای سن چهارم پشه آئدس، آنوفل و کولکس توسط Dharmagadda (2005)، بررسی اثرات حشره کشی عصاره خارخسک علیه سوسک مکزیکی حبوبات *Zabrotes subfasciatus* توسط Weaver (1994) و بیان نتایج حاصل از آزمایش Islam and Talukder (2005) در بررسی اثر حشره‌کشی عصاره بذر و برگ خارخسک را علیه *Tribolium castaneum* قابل توجیه می باشد.

نتایج بدست آمده از پژوهش Pourkhosravani et al. (2017) نشان داد که در شرایط باغ تأثیر ترکیبات مختلف روی افزایش جمعیت پوره پسیل بعد از گذشت ۵-۱۰-۲۵ روز متفاوت است. نتایج بیانگر آن است که ترکیب معدنی سورفکتانت غیریونی در مقایسه با تیمار شاهد و سایر تیمارها کمترین افزایش جمعیت پوره پسیل را داشته است. همچنین ترکیب کائولین و پودر تالک و ترکیب سورفکتانت غیریونی+تالک بعد از سورفکتانت غیریونی، افزایش جمعیت پوره پسیل را به ترتیب کاهش داده است.

تحقیقات انجام شده توسط محققین نشان می دهد که ترکیب سورفکتانت روی آفت کش ها مؤثر بوده و کارآیی آن ها را افزایش داده است. بطور مثال طبق بررسی های انجام شده، تأثیر سورفکتانت بر فعالیت حشره کش ها روی کاهو و خربزه بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که افزودن سورفکتانت ها باعث افزایش قابل توجهی بر مرگ و میر لاروهای مگس مینوز شده است(Palumbo, 2002).

علاوه بر این در تحقیق دیگری، تأثیر کائولین در کنترل مگس میوه مدیترانه ای روی میوه انار بررسی شد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که، محلول پاشی درختان انار با کائولین به صورت ۲ هفته یکبار می تواند به طور موفقیت آمیزی خسارت مگس میوه مدیترانه ای را کنترل کند (Khezri et al., 2016).

همچنین کاربرد آزمایشگاهی و صحرایی کائولین موجب دور کردن پسیل سیب زمین شد و در نتیجه باعث کاهش میزان تخمریزی و تغذیه این آفت نیز شد (Moshiri et al., 2011).

یکی از مکانیسم های تأثیر کائولین به این صورت است که ذرات کائولین اسپری شده روی پنجه پای حشرات، چسبیده و امکان حرکت و جابجایی را در آنها کم و روند تغذیه و تخم گذاری آنها را مختل می-نماید و این روند تا نابودی حشرات

ادامه پیدا می کند (Puterka et al., 2005). این مکانیسم تأثیر کائولین، در درختان پسته روی پسیل نیز مشاهده گردید; بطوریکه میزان بازدارندگی تخمریزی پسیل در درختان پسته محلول پاشی شده با کائولین۳ و ۵ درصد به ترتیب ۸۲ و ۹۳درصد بدست آمده است (Hassanzadeh et al., 2014).

همچنین در تحقیقات انجام شده اثرات کشندگی و زیرکشندگی پودر تالک، خاک دیاتومه و کائولین روی کنه تارتن دو نقطه‌ای در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد که نتایج نشان می‌دهد، این ترکیبات باعث افزایش مرگ و میر ماده‌های بالغ کنه تارتن شده است. در این تحقیق تأثیر خاک دیاتومه روی میزان تخمریزی روزانه ماده‌های بالغ بررسی شده است که نتایج بیانگر آن است که خاک دیاتومه باعث کاهش میزان تخمریزی ماده‌های بالغ شده است (Khodayari, 2015).

نتایج بدست آمده از این پژوهش و پژوهش‌های سایر محققین،تأکید بر این است که سورفکتانت‌ها باعث کاهش کشش سطحی می‌شوند و اجازه می‌دهند که قطره ها به خوبی روی سطح پخش شوند و تأثیر حشره کش‌ها را افزایش دهند. همچنین در بررسی‌های انجام شده سیلیکات‌ها به عنوان یک آفت‌کش بیولوژیکی جدید معرفی شده‌اند (Bhttacharryya et al., 2010).

سیلیکات پتاسیم یک ماده فعال است که به عنوان یک قارچ‌کش، حشره‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرد. به علاوه سیلیکات پتاسیم یک ماده کم خطر برای محیط زیست و موجودات غیر هدف می‌باشد (Anderson et al., 2005).

در تحقیقات انجام شده، لایم سولفور به عنوان یک قارچ‌کش، حشره‌کش و علف‌کش استفاده می‌شود (Tomlin, 1994). گاز موجود در لایم سولفور از طریق روزنه تنفسی وارد دستگاه تنفسی حشره شده و در نتیجه باعث خفگی حشره می‌شود (Talebi Jahromi, 2006).

در تحقیق Bahador et al. (2018) در رابطه با پوره‌های پسیل مشخص شد که اعمال تیمارهای فلوپیرادیفورون، تیاکلوپراید، ماترین و گوگرد جامد پس از 3 روز سمپاشی منجربه کاهش ۹۷، ۹۵، ۹۸ و ۹۸ درصدی، پس از ۷ روز منجربه کاهش ۷۴، ۵۳، ۴۴ و ۸۲ درصدی می‌شود، همانطور که مشخص است تیمار ماترین و گوگرد جامد راندمان بالاتری پس از سه روز و تیمار گوگرد پس از ۷ روز نسبت‌به بقیه در کنترل این آفت دارند، در همین Emamishahrbabak et al. (2017) نیز نتایج مشابهی مبنی‌بر تاثیر مثبت ماترین بر پسیل پسته ارائه نمودند که با نتایج حاضر هم‌خوانی دارد، ایشان اذعان نمودند که کاربرد حشره‌کش ماترین با نسبت‌های ۱ الی ۱/۵ در هزار بر علیه آفت پسیل معمولی پسته قابل توصیه است. سایر محققین نیز به تاثیر عصاره‌های گیاهی بر کنترل پسیل پسته اشاره نمودند بطور مثال،(2016) Tajabadi et al. به تاثیر عصاره اتانولی خرزهره، Danaitos et al. (2013) تاثیر آفت‌کش‌های گیاهی پالیزین، سیرینول و تنداکسیر، Iranmanesh et al. (2014) اثر عصاره اتانولی زیتون تلخ و گیاه چریش، Sheybani and Hassani (2014) استفاده از حشره‌کش گیاهی سیرینول (عصاره سیر)، تنداکسیر (عصاره فلفل) و پالیزین (عصاره اکالیپتوس)، موثر دانستند.

با توجه به اثرات کائولین و گوگرد (ترکیبات معدنی) در کاهش جمعیت پوره‌ی پسیل پسته و اثرات مشهود در کاهش جمعیت پوره‌ها پس از ۱۴ روز، به‌نظر می‌رسد پوشش کامل سطح برگ باعث کاهش تحرک، تغذیه و ممانعت از تخم‌ریزی حشره شده که پس از ۱۴ روز از سمپاشی با گوگرد جامد کاهش جمعیت پوره به میزان ۹۴/۶ درصد می‌باشد و این روند کاهش در روزهای ۲۱ و ۲۸ نیز تکرار شده‌است (۹۵ درصد) و همچنین این اختلاف فاحش در تاثیر گوگرد جامد پس از ۱۴ روز گویای اثر تاخیری ترکیبات معدنی در کنترل پسیل پسته می‌تواند باشد، لذا لازم است تحقیقات در این زمینه

همچنان ادامه داشته باشد، البته در کنار این پژوهش‌ها بررسی مکانیسم اثر گوگرد روی پسیل پسته جهت بالابردن کارایی آن ضروری می باشد (Bahador et al., 2018).

طبق گزارش کمیته باغبانی انجمن پسته در سال ۱۳۹۷، گوگرد جز سموم معدنی غیر کربنه محسوب می‌شود و هم از طریق تماسی و هم گوارشی با اختلال در عملکرد طبیعی و چرخه انرژی سبب مرگ حشره می‌شود. این ترکیب برای پرندگان، ماهی‌ها و زنبورها بی‌خطر بوده و برای انسان سمیت کمی دارد. گوگرد می‌تواند بیماری‌های قارچی، پسیل‌ها، کنه‌ها، شته‌ها، عنکبوت‌ها و سایر حشرات نرم‌تن و لارو و پوره آنها را از بین ببرد. حتی در برخی از موارد سبب از بین‌رفتن تخم حشرات نیز می‌گردد. انجمن شیمی آمریکا آن را به‌عنوان یک ترکیب موثر در تولید آفت‌کش‌ها ثبت کرده‌است. تا به امروز نزدیک‌به ۳۰۰ آفت‌کش تولید شده که در آن از گوگرد استفاده شده‌است (Horticulture Committee of Iranian Pistachio Association. 2017).

نتیجه‌گیری

سموم شیمیایی به دلیل طیف گسترده اثرشان و بعضا پایداری زیاد، به غیر از آفات هدف، بسیاری از حشرات و موجودات مفید را نیز از بین می‌برند، به همین دلیل می‌توانند باعث طغیان جمعیت آفات گردند. ضمن اینکه آفات به تدریج و در طی چند نسل، نسبت به آنها مقاوم شده و کشاورزان ناچار به جایگزینی سموم دیگر می‌شوند. استفاده بیش از اندازه از حشره‌کش‌ها مضراتی چون اثرات منفی روی جمعیت دشمنان طبیعی آفت، ظهور نژادهای مقاوم در بین جمعیت آفت و گسترش بیوتیپ‌های مهاجم را به‌دنبال دارد (Mohammed and Sheet, 1989; Mart et al., 1995).

آفت‌کش‌های سازگار با محیط زیست که دارای منشأ طبیعی هستند، قادرند بدون اثر سمی و زیان آور به محیط زیست به طور مؤثری آفات را نابود کنند.گرچه شاید این آفت‌کش‌ها نتوانند در همه موارد جایگزین سموم شیمیایی گردند، ولی با بکارگیری صحیح قادرند موجب کاهش قابل ملاحظه مصرف سموم شوند.

یافته‌های بدست آمده از این پژوهش ها، می تواند گامی جهت استفاده کاربردی از ترکیبات غیرشیمیایی جهت کنترل پسیل پسته باشد.

منابع

1. Aminizadeh, A., Ahmadi, K. and Zohdi, H. 2014. The effect of ethanolic extract of two plants, St. John's wort and parsley, and the essential oil of two plants, oregano and rosemary, on common pistachio psyllium and its natural enemy, green baltori. Master's thesis in agricultural entomology, Shahid Bahonar University of Kerman, 107 pages. (In Persian)
2. Anderson, J., Young, L. and Long, E. 2005. Potassium and health, Colorado State Cooperative Extension., Nutrition Resources, Pp. 9.355.
3. Bahador, N., Azimizadeh, N. and Ahmadi, K. 2018. Evaluation of the effect of processed plant extracts of bitter gourd and solid sulfur in comparison with flupyradifuron and thiacloprid pesticides on common pistachio psyllid nymphs (*Agonoscena pistaciae*) in field conditions. Master's thesis in the field of agricultural entomology. Islamic Azad University of Rafsanjan. 60 pages. (In Persian)

4. Bhattacharyya, A., Bhaumik, A., Usha-Rani, P., Mandal, S. and Timothy, T. 2010. Nano-particles-A recent approach to insect pest control, African Journal of Biotechnology, 9(24): 34-39.
5. Danaitos, A.H., Farazmand, H., Sirjani, M. and Oliaeitorshiz, A. 2013. Investigation of the effects of the pesticides palizin, sirinol and tendaxir on pistachio psyllid adult insects in Kashmir region. The first national conference of medicinal plants and agriculture in Bishdar, Shahid Muftah College of Hamadan, 7 pages. (In Persian)
6. Daoubi, M., Deligeorgopoulou, A., Macias-Sanchez, A.J., Hermamdez-Galan, R., Hitchcock, P.B., Hanson, J.R. and Collado, I.G. 2005. Antifungal activity and biotransformation of diisophorone by Botrytiscinerea, Electronic Journal of Environment, Agricultural and Food Chemistry, 53: 6035-6039.
7. Dharmagadda V.S. 2005. Larvicidal activity of *Tagetes patula* essential oil against three mosquito species. Bioresource Technology, 96(11): 1235-1240.
8. Emamishahrbabak, Y., Basirat, M., Rajabimomanabad, A., Mirzaei-Malekabad, R. and Masoumi Riseh, H. 2017. Investigating the effect of "RoyAgro" pesticide on common pistachio psyllium (*Agonoscena pistaciae*) and its side effects on two species of natural enemies of this pest. Agricultural Research, Education and Promotion Organization, project COI code: R-42785.
9. Georges, K., Jayaprakasam, B., Dalavoy, S.S. and Nair, M.G. 2008. Pest-managing activities of plant extracts and anthraquinones from Cassia nigricans from Burkina Faso, Bioresource Technology, 99(6): 2037-2045.
10. Hassanzadeh, H., Farazmand, H., Oliaeitorshiz, A. and Sirjani, M. 2014. Effect of kaolin clay (WP 95%) on oviposition deterrency of pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae* Burckharat & Lauterer), Journal of Pesticides in Plant Protection Sciences, 1(2): 76-85. (In Persian).
11. Henderson, C.F. and Tilton, E.W. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite, Journal of Economic Entomology, 48: 157-161.
12. Horticulture Committee of Iranian Pistachio Association. 2017. Pistachio psyllid pest control with sulfur spraying, third year, number 28, page 12. (In Persian)
13. Iranmanesh, A., Ahmadi, K., Shujaaddini, M. and Emami, Y. 2014. Comparison of contact toxicity of bitter olive fruit extracts, neem and neem ready-to-use formulations on common pistachio psyllium. First National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran, Tehran, Center for Sustainable Development Solutions, Iranian Nature Protection Association. (In Persian)
14. Islam M.S, Talukder F.A. 2005. Toxic and residual effects of *Azadirachta indica*, *Tagetes erecta* and *Cynodon dactylon* seed extracts and leaf powders towards *Tribolium castaneum*. Journal of Plant Diseases and Protection, 112 (6): 594–601.
15. Karbakhsh Ravari, F., Azimizadeh, N. and Zohdi, H. 2018. The effect of several plant extracts compared to Starkel pesticide on common pistachio psyllid nymphs (*Agonoscena pistaciae*) in field conditions. Master's thesis in the field of agricultural entomology. Islamic Azad University of Rafsanjan. 74 pages. (In Persian)
16. Khezri, A., Soleimannejad, A., Goldaste, S. and Farazmand, H. 2016. the use of kaolin in controlling the Mediterranean fruit fly (Dip: Tephritidae) (Wiedemann) *Ceratitis capitata* on pomegranate, Entomological Research Quarterly, 9(1): 27-34. (In Persian)
17. Khodayari, M. 2015. investigating the effect of mineral compounds, linear alcohols and plant extracts on the mortality and spawning of adult females of the two-spotted tartan

mite (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), master's thesis Entomology, Shahid Bahonar University, Kerman. (In Persian)
18. Liu, C.H., Mishra, A.K., Tan, R.X., Tang, C., Yang, H. and Shen, Y.F. 2006. Repellent and insecticidal activities of essential oils from *Artemisia princeps* and *Cinnamomum camphora* and their effect on seed germination of wheat and broad bean, Bioresource Technology, 97(15): 1969-1973.
19. Mart, C., Erkilic, L., Uygun, N. and Altin, M. 1995. Species and pest control methods used in pistachio orchards of Turkey, Acta Horticulturae, 419: 379-386.
20. Mohammed, M.A. and Sheet, A.I. 1989. Ecological study on the pistachio psyllid *Aganoscena targionii* Licht (Homoptera: Psyllidea) in Mosul region, Iraq, Arab Journal of Plant Protection, 7: 138-142.
21. Moshiri, A., Farazmand, H. and Vafaeishoushtari, R. 2011. The preliminary study of kaolin on damage reduction of pomegranate fruit moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) in Garmsar region, Journal of Entomological Research., 3(2): 163-171.
22. Palumbo, J. 2002. The effect of spray adjuvants on the insecticidal activity of success (spinosad) on Lettuce and Melons, Vegetable Report, College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona (Tucson, AZ).
23. Pourkhosravani, A., Azimizadeh, N. and Ahmadi, K. 2017. Studying the effect of several minerals on the mortality rate of common pistachio psyllium (*Agonoscena pistaciae*) in garden conditions. Master's thesis in the field of agricultural entomology. Islamic Azad University of Rafsanjan. 73 pages. (In Persian)
24. Puterka, G.J., Glenn, D.M. and Pluta, R.C. 2005. Action of particle films on the biology and behavior of pear psylla (Homoptera: Psyllidae), Journal of Economic Entomology, 98(6): 2079-2088.
25. Raja, N., Albert, S., Ignacimuthu, S. and Dorn, S. 2001. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation, Journal of Stored Products Research, 37, 127-132.
26. Sami, M.A, Alizadeh A and Saberi Riseh R. 2005. Pistachio pests and diseases in Iran and their IPM. Jahad Daneshgahi-Tehran.
27. Sami, M.A., Salehi, F. and Vakili, M.A. 2014. The lethal effect of the extract of several medicinal plants on common pistachio psyllium. Journal of Pistachio Science and Technology, 1: 44-56. (In Persian)
28. Shaygan, A., Yazdani, A. and Abosaidi, D. 2004. Guide to pests, diseases and weeds of pistachio. Agricultural Education Publication, 201 pages. (In Persian)
29. Sheybani, Z. and Hassani, M.R. 2014. Investigating the toxicity of plant insecticides on common pistachio psyllium. International Dry Fruit Journal, 5 (1): 12-25. (In Persian)
30. Tajabadi, F., Mansoori, S.M., Zohdi, H. and Mehrparvar, M. 2016. The lethal effect of aqueous and ethanol extracts of oleander (*Nerium oleander*) on pistachio psyllium (*Agonoscena pistaciae*) and baltori green (*Chrysoprela carnea*). The first international conference and the second national conference on agriculture, environment and food security, Jiroft, Jiroft University, article COI code: AEFSJ02, 5 pages. (In Persian)
31. Talebi Jahromi, K. 2006. Toxicology of Pesticides: Insecticides, Acaricides and Raticides, Tehran University Press, 492 pages. (In Persian)

32. Weaver D.W. 1994. Inseticidal activity of floral, foliar, and root extracts of *Tagetes minuta* (Asterales: Asteraceae) against adult mexican bean weevils (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Entomology, 87: 1718-1725.

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

Investigating the Biological Properties of *Pistacia vera* as the Most Popular Nut

Mozhgan Masoudi[1], Shahab Ojani[1,*]

Department of Chemistry, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran.

[*]Corresponding Author: Shahab_ojani@yahoo.com

Receive: 2024/7/21 Accepted: 2024/8/1

Abstract

Today, there is a lot of emphasis placed on the use of natural antioxidants in the food chain to have a healthy lifestyle due to the discovery that free radicals play an important role in causing diseases such as cancer, diabetes, Alzheimer's, cardiovascular diseases, etc. Meanwhile, *Pistacia vera* is considered as one of the most popular food nuts in the world, which contains rich phytochemical compounds with antioxidant properties. Iranian and American Roasted *P. vera* are used as a suitable flavoring for various desserts (halva, cake, ice cream, etc.) and it is welcomed by consumers, besides having unique properties that have a significant impact on human health, especially on the cardiovascular system. According to the results of the research, the protein of dried fruits like *P. vera* contains amino acid arginine, which is a precursor of nitric oxide, and nitric oxide is also responsible for regulating blood pressure and preventing blockage of blood vessels. Phytochemical compounds of *P. vera* include phenolic acids, flavonoids, tannins, coumarins, lignans, quinones, anthocyanins, etc., and due to the presence of these bioactive compounds, they have significant cytotoxic effects against HT29 colon cancer cells, T47D breast cancer cells, HepG2 cancer cells, etc. Therefore, this study examines the biological properties of *P. vera* as the most popular nut.

Keywords: Antioxidant, Phytochemical compounds, Free radicals, *Pistacia vera*

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

بررسی خواص بیولوژیک پسته *Pistacia vera* به عنوان محبوب‌ترین آجیل غذایی

مژگان مسعودی[1]، شهاب اوجانی[1,*]

[1]گروه شیمی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

* نویسنده مسئول: Shahab_ojani@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۱۱

چکیده

از زمان کشف این که رادیکال‌های آزاد نقش مهمی را در ایجاد بیماری‌هایی مانند سرطان، دیابت، آلزایمر، بیماری‌های قلبی - عروقی و غیره ایفا می‌کنند، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در زنجیره غذایی برای داشتن یک سبک زندگی سالم بسیار تاکید شده است. در این میان، پسته یکی از محبوب‌ترین آجیل‌های غذایی در جهان می‌باشد که حاوی ترکیبات فیتوشیمیایی غنی با خواص آنتی‌اکسیدانی است. پسته بو داده ایرانی و آمریکایی به دلیل داشتن شکل مناسب و با وجود طعم دلپذیر و منحصر به فرد، به عنوان گزینه‌ای مناسب برای دسرهای مختلف (حلوا، کیک، بستنی و غیره) استفاده می‌شوند و در کنار داشتن خواص بی نظیر مورد استقبال مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد که تاثیر بسزایی بر سلامت انسان به ویژه بر سیستم قلبی - عروقی دارد. طبق تحقیقات انجام شده پروتئین میوه‌های خشک مانند پسته حاوی اسیدآمینه آرژنین است که پیش‌ساز نیتریک اکسید می‌باشد و نیتریک اکسید نیز مسئول تنظیم فشار خون و جلوگیری از انسداد رگ‌های خونی است. ترکیبات فیتوشیمیایی پسته شامل فنولیک اسیدها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، کومارین‌ها، لیگنان‌ها، کینون‌ها، آنتوسیانین و غیره است و به دلیل وجود این ترکیبات زیست فعال اثرات سمیت سلولی قابل ملاحظه‌ای را در برابر سلول‌های سرطان روده بزرگ HT29 ، سلول‌های سرطان پستان T47D، سلول‌های سرطان HepG2 و غیره از خود نشان داده است. از این رو، در پژوهش حاضر به بررسی خواص بیولوژیک پسته *Pistacia vera* به عنوان محبوب‌ترین آجیل غذایی پرداخته می‌شود.

کلیدواژه‌ها: آنتی‌اکسیدان، ترکیبات فیتوشیمیایی، رادیکال‌های آزاد، *Pistacia vera*.

مقدمه

پسته حدود سه تا چهار هزار سال پیش در ایران کشت می‌شد و سپس به کشورهای دیگر راه یافت. حدود ۶۰ نوع پسته در ایران تولید می‌شود و ایران از نظر تنوع و کیفیت تولید پسته رتبه اول جهان را دارد. پسته ارزش اقتصادی قابل توجهی دارد و از این جهت به طلای سبز معروف است (Kashaninejad et al., 2006). تنها پسته ایران است که از نظر شکل، رنگ، ظاهر، اندازه، ابعاد و ویژگی‌های مغز دارای انواع مختلفی است، بنابراین کیفیت طعم و تنوع شکل پسته ایرانی در دنیا بی‌نظیر است (Pearson et al., 1994). اما این محصول علاوه بر ایران در کشورهایی مانند آمریکا، ترکیه، سوریه، ایتالیا و یونان نیز تولید می‌شود(Küçüköner and Yurt, 2003) پسته با نام علمی *Pistacia vera* L. بومی آسیا از خانواده

Anacardiaceae می‌باشد که معمولا به صورت درختان وحشی، خودرو و همچنین مقاوم به خشکی هستند (Panahi, 2001). پسته درختی دوپایه است که تمامی گونه‌های آن به صورت دوپایه می‌باشند که می‌توان به *P. mutica*، *P. khinjuk*، *P. atlantica* و *P. integrima* و غیره اشاره نمود (AL-Saghir and Porter, 2012). پسته یکی از میوه‌های خشک است که مغز آن حاوی مواد انرژی‌زا و سرشار از پروتئین، چربی، فیبر، ویتامین‌ها و مواد معدنی و غیره است به طوری که حاوی ۲۲-۱۸ درصد پروتئین، ۱۶-۱۵ درصد قند، ۶۰-۵۰ درصد چربی، ۲-۱ درصد سلولز، ۳ درصد خاکستر، ۶-۵ درصد رطوبت می‌باشد. این آجیل محبوب شامل روغن است که می‌توان به اسیدهای پالمیتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و غیره اشاره کرد (Garcia et al., 1992). شایان ذکر است که بارزترین خصوصیت کیفی پسته، روغن آن می‌باشد و در رابطه با روغن نکته قابل توجه این است که به همان اندازه که میزان روغن ارزشمند است، مواد ضد اکسایشی موجود در آن نیز بسیار با اهمیت است. در واقع، پایدارکننده‌های طبیعی موجود در آن مانع از هیدرولیز چربی‌ها شده و باعث افزایش ماندگاری می‌شود. اسیدهای چرب آزاد، درجه حرارت، اکسایش چربی‌ها، میزان اکسیژن، فلزات سنگین و نور عوامل منفی هستند که باعث کاهش ارزش تغذیه‌ای و توسعه طعم و رنگ نامطلوب پسته می‌شوند (Ellis, 1994). پسته دارای اسید چرب امگا ۳ می‌باشد و اسیدهای چرب امگا ۳ در ساخت ترکیبات هورمون مانندی که دستگاه‌های حیاتی بدن و فعالیت‌های درون سلولی را کنترل می‌کنند، به کار می‌روند. بنابراین برای بدن ضروری می‌باشند و در این خصوص پژوهشگران توصیه می‌کنند که حداقل ۰/۵ درصد از انرژی مورد نیاز بدن باید از طریق اسیدهای چرب امگا ۳ تامین شود. در واقع ترکیبات اصلی عصاره پسته شامل بتا - سیتوسترول که جزء فیتواسترول‌ها یا (استرول‌های گیاهی) محسوب می‌شود، اسکوآلن(Squalene)، اولئیک اسید و پالمیتیک اسید است. فیتواسترول‌ها نیز سبب کاهش میزان کلسترول بد خون (LDL) می‌شوند و همچنین خطر ابتلا به سرطان را کاهش می‌دهند (Hoerger et al., 1998). شواهد حاکی از آن است که این آجیل محبوب از دیرباز برای درمان‌های مختلف مانند بیماری‌های گوارشی، اسهال خونی، فشار خون، سردرد و آنفولانزا مورد استفاده قرار می‌گرفته است- (Iranmanesh et al., 2017; Villar et al., 1987). همچنین در طب سنتی نیز، از پسته برای درمان بیماری‌های کبد، کلیه، قلب و تنفس استفاده می‌شود. اثرات آجیل به ویژه بادام، گردو و پسته بر سطح چربی خون و عوارض قلبی - عروقی گزارش شده است (Rajaei, et al., 2010). در این راستا، مکانیسم دقیقی که این بهبود پروفایل لیپیدی یا کاهش خطر ابتلا به بیماری عروق کرونر قلب را تعیین می‌کند، به طور دقیق مشخص نیست، اما ممکن است به محتوای چربی کم پسته مرتبط باشد (Martorana et al., 2013). تمام میوه‌ها دارای سطح بالایی از چربی تک غیر اشباع یا چند غیر اشباع و سطح پایینی از چربی اشباع شده هستند. ترکیب اسیدهای چرب هر نوع آجیل با انواع دیگر متفاوت است (Hojjati et al., 2013). علاوه بر این، آجیل سرشار از فیبر، ویتامین E و سایر ترکیبات است و پسته به دلیل دارا بودن مقدار مناسبی از ویتامین E باعث افزایش تقویت ایمنی بدن می‌شود. نکته حائز اهمیت این است که ویتامین E موجود در پسته در تحقیقات نشان داده است که نقش مهمی را در پیشگیری از بسیاری از انواع سرطان‌ها به ویژه سرطان ریه دارد (Dahooee et al., 2016). از طرفی در کنار عصاره و روغن‌های گیاهی، اسانس‌ها نیز خواص بیولوژیک متعددی دارند. در این راستا، در طی مطالعه‌ای ترکیبات عمده شناسایی شده در اسانس برگ پسته حضور β-Caryophyllene، Myrcene، α-Humulene و Limonene را تایید کرد (Magiatis et al., 1999). نتایج بررسی Bachrouch و همکارانش مشخص کرد که علاوه بر داشتن ترکیبات قبلی،

Terpinen-4-ol و α-Terpineol نیز وجود دارد (Bachrouch et al., 2010; Dragull et al., 2010). در طی پژوهشی دیگر نیز ترکیبات عمده موجود در اسانس اندام‌های هوایی شاخه پسته، Limonene، α-Pinene و α-Thujone تعیین گردید (Ezatpour et al., 2015). همچنین عمده ترکیبات اسانس پوسته خارجی پسته، α-Pinene و α-Terpineol گزارش شده است (Ozel et al., 2004). بنابراین با توجه به این که شیوع سرطان در کشورهای پیشرفته دنیا در حال افزایش است و سرطان‌ها نیز در برخی از موارد مقاومت دارویی نشان داده‌اند. تلاش جهت یافتن داروهای جدید علیه انواع سرطان‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. از این رو، در پژوهش حاضر به بررسی خواص بیولوژیک پسته *P. vera* به عنوان محبوب‌ترین آجیل غذایی پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

ارقام مختلف پسته از باغات استان کرمان تهیه و پس از شناسایی و تعیین نام علمی، در شرایط سایه و دمای محیط خشک گردید. سپس مواد شیمیایی مورد استفاده با خلوص بالا از شرکت‌های مرک و سیگما خریداری شد.

تهیه عصاره هیدرواتانولی

مقدار ۲۰ گرم از پودر آسیاب شده قسمت‌های مختلف پسته به همراه ۱۰۰ میلی‌لیتر مخلوط الکل اتیلیک ۹۶ درصد و آب مقطر به نسبت ۸۵:۱۵ داخل ارلن اضافه و به مدت ۱ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به روش Digestion انجام شد. بعد از این مدت، عمل صاف شدن محلول حاصل از مرحله قبل به کمک کاغذ واتمن شماره ۱ صورت گرفت و سپس به وسیله دستگاه روتاری (شرکت سازنده: Efficient، مدل دستگاه: LABOROTA 4001) تغلیظ گردید و در نهایت عصاره خشک توزین و تا زمان انجام آزمایشات در دمای ۴+ درجه سانتی‌گراد در یخچال (شرکت سازنده: Samsung، مدل دستگاه: RT790 BAEW) نگهداری شد.

غربالگری فیتوشیمیایی مقدماتی عصاره (روش کیفی)

به منظور شناسایی متابولیت‌های ثانویه موجود در عصاره بر اساس فارماکوپه از روش‌های موجود استفاده شد.

سنجش مقدار فنول کل به روش رنگ‌سنجی فولین - سیوکالتیو

مقدار کل ترکیبات فنولی موجود در عصاره از طریق رنگ‌سنجی به روش فولین - سیوکالتیو مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره تهیه شد. سپس ۰/۲۵ میلی‌لیتر از عصاره با ۲/۵ میلی‌لیتر واکنشگر ۰/۲ نرمال فولین سیوکالتیو ترکیب شده و پس از گذشت ۵ دقیقه ۲ میلی‌لیتر محلول سدیم کربنات به آن اضافه شد. در نهایت نیز جذب نمونه حاصل پس از ۱۵ دقیقه در طول موج ۷۶۵ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (شرکت سازنده: Rayleight، مدل دستگاه: 1601) در مقابل بلانک قرائت شد. سپس گالیک اسید به عنوان استاندارد برای رسم منحنی کالیبراسیون به

کار رفت و مقدار فنول کل بر اساس میزان معادل میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره گزارش گردید Singleton et al., (1999).

سنجش مقدار فلاونوئید کل به روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلراید

مقدار کل ترکیبات فلاونوئیدی موجود در عصاره با استفاده از روش رنگ‌سنجی آلومینیوم کلراید مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از عصاره تهیه شد. سپس به ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره ۱/۵ میلی‌لیتر متانول و سپس ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید ۱۰ درصد اضافه شد. سپس در مرحله بعد ۰/۱ میلی‌لیتر پتاسیم استات ۱ مولار و همچنین ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگه‌داری گردید. در ادامه، جذب نمونه حاصل در طول موج ۴۱۵ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت، مقادیر کل ترکیبات فلاونوئیدی با استفاده از منحنی استاندارد بر اساس میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره گزارش گردید (Chang et al., 2002).

تعیین خواص آنتی اکسیدانی به روش $DPPH^0$

فعالیت آنتی اکسیدانی از طریق اندازه‌گیری ظرفیت مهار رادیکالی ۲ و۲ دی فنیل – ۱و۱ - پیکریل هیدرازیل مورد بررسی قرار گرفت (Brand-Williams et al., 1995). بدین منظور، ۱ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ میلی‌مولار ۲ و۲ دی فنیل -۱و۱- پیکریل هیدرازیل به ۱ میلی‌لیتر از نمونه اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد. سپس جذب مخلوط به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر با بلانک متانول قرائت شد. در نهایت، مقدار به دام‌اندازی رادیکال ۲ و۲ دی فنیل -۱و۱- پیکریل هیدرازیل با فرمول زیر محاسبه گردید (Blois, 1958).

$$RSA = (A_B - A_S) / A_B \times 100$$

A_B = میزان جذب نوری کنترل منفی

A_S = میزان جذب نوری نمونه‌های مورد آزمایش

RSA = درصد مهار رادیکال ۲ و۲ دی فنیل -۱و۱- پیکریل هیدرازیل

فعالیت آنتی اکسیدانی به صورت مقدار IC_{50} بیان می‌گردد. در واقع IC_{50} نشاندهنده غلظتی از نمونه است که باعث ۵۰ درصد بازدارندگی در ظرفیت رادیکال آزاد می‌گردد (Sharma and Bhat, 2009).

بررسی فعالیت ضد باکتریایی عصاره به روش انتشار دیسک

آزمون فعالیت ضد باکتریایی، بر روی باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی بر اساس استاندارد NCCLS 2006 انجام شد.

ارزیابی سمیت سلولی به روش آزمون رنگ سنجی MTT

آزمون رنگ سنجی MTT یکی از پر کاربردترین آزمون‌های سلولی به عنوان یک مشخصه برای زنده بودن سلول، میزان بقا سلول را مشخص می‌کند. به طور معمول از این آزمون برای بررسی سمیت سلولی استفاده می‌کنند. اساس این روش تبدیل نمک تترازولیوم زرد رنگ یا همان معرف MTT، به کریستال‌های فورمازان بنفش رنگ در سلول‌های فعال است. بدین ترتیب، مقدار جذب نوری بر حسب شدت رنگ فورمازان در طول موج ۵۴۰ نانومتر به وسیله دستگاه خوانش‌گر الایزا اندازه‌گیری گردید. در نهایت نیز به منظور تبدیل چگالی نوری (OD) به درصد سلول‌های زنده از فرمول زیر استفاده شد.

درصد توانایی زیستی = OD نمونه / OD شاهد × 100

شایان ذکر است که در این سنجش غلظتی از ترکیبات مورد آزمایش که درصد حیات سلولی را به نصف تقلیل می‌دهد به عنوان IC_{50} در نظر گرفته شد (Stockert et al., 2018).

ارزیابی توان زیستی بر روی رده سلولی سرطانی

بدین منظور، سلول‌ها در فلاسک حاوی محیط کشت DMEM حاوی ۱۰ درصد سرم جنین گاوی و ۱۰۰ واحد در میلی‌لیتر استرپتومایسین (برای جلوگیری از رشد باکتری‌های گرم منفی) و ۱۰۰ واحد در میلی‌لیتر پنی‌سیلین (برای جلوگیری از رشد باکتری‌های گرم مثبت) کشت و پاساژ داده شد. سپس جهت جدا نمودن سلول‌ها از کف فلاسک از محلول تریپسین استفاده گردید(Bible et al., 2021).

نتایج و بحث

تمام ترکیبات گیاهی مانند سبزیجات، میوه‌ها و دانه‌ها (مغزها) منابع طبیعی آنتی‌اکسیدان هستند. بنابراین، تحقیقات محققان تایید می‌کند که ارتباط نزدیکی بین استفاده مکرر از آجیل و کاهش سطح (LDL) وجود دارد. در حقیقت انواع واکنش‌های اکسیژن به شکل سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسیل به طور طبیعی در متابولیسم بدن رخ می‌دهد (Molyneux, 2004). با تکثیر بیش از حد، به مولکول‌های بیولوژیکی مانند چربی‌ها، پروتئین‌ها، آنزیم‌ها، RNA و DNA حمله می‌کنند یا باعث آسیب شدید بافتی می‌شوند که می‌توان با مصرف مواد مغذی آنتی اکسیدانی مانند فلاونوئیدها و سایر مواد فنولی آن‌ها را کاهش داد (Mokhtarpour et al., 2014). در واقع، عوامل هم‌افزایی مانند مولکول‌های فعال زیستی موجود در غذاهای گیاهی مانند مغزها، مسئول افزایش خواص آنتی اکسیدانی هستند. خواص منحصر به فرد دانه‌ها (مغزها) با پروتئین‌های گیاهی، اسیدهای چرب غیراشباع، فیبرهای غذایی، استرول‌های گیاهی و ترکیبات غذایی مانند توکوفرول‌ها مرتبط است (Kornsteiner et al., 2006). شایان ذکر است که پسته و پوسته آن منبع غنی از ترکیبات فنولی، آنتی اکسیدانی و ضد التهابی مانند گالوتانین‌ها، گالیک اسید، میریستین و کوئرستین است و به عنوان یکی از ۵۰ منبع برتر ترکیبات فنولی رتبه‌بندی شده است (Hanachi and Saboora, 2016). در همین راستا لازم به ذکر است که قسمت‌های مختلف درخت، میوه، برگ و پوسته پسته دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند (Hosseinzadeh et al., 2012). در واقع، ترکیبات فنولی به دلیل داشتن خواص آنتی اکسیدان بالا، مهار سلول‌های سرطانی را افزایش می‌دهند و به همین منظور نقش مهمی را در پیشگیری و درمان سرطان دارند (Pourshamsian and Ojani, 2016). محتوای فنولیک شامل فنولیک اسیدها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، کومارین‌ها، لیگنان‌ها، کینون‌ها و غیره است که دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد انعقادی، ضد درد (Hosseinzadeh et al., 2011) و ضد التهابی(Giner-Larza et al., 2001) می‌باشند و نتایج حاصل از محققان مشخص کرده است که این مشتقات استخراج شده از گیاهان دارویی بر روی رده‌های سلول سرطانی مختلف مورد مطالعه قرار گرفته‌اند به عنوان مثال گیاه گاوزیره که بر روی رده سلول سرطانی K562 بررسی شده است (Ojani et al., 2023). در همین راستا، در طی مطالعه‌ای بر روی یکی از گونه‌های پسته بر روی رده سلول سرطانی کولون مشخص شد که پسته حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات پلی فنولیک، فلاونوئیدها و آنتوسیانین است (Balan et al., 2007). همچنین به دلیل وجود این ترکیبات

زیست فعال اثرات سمیت سلولی قابل ملاحظه‌ای در برابر سلول‌های سرطان روده بزرگ HT29 انسان از خود نشان می‌دهد (Rezaei et al., 2012). همچنین تاثیر پوست پسته بر روی رده سلول سرطانی پستان T47D تائید شده است Rezaei et al., 2012). در مطالعه‌ای دیگر اثر سمیت سلولی عصاره هیدروالکلی پوست پسته بر روی رده سلول سرطانی HepG2 مشخص گردید و طبق نتایج بدست آمده تعیین شد که با افزایش غلظت و زمان، زنده‌مانی سلول‌ها کاهش می‌یابد. در واقع روش معمول درمان سرطان این است که ماده موثره را وارد بدن می‌کنند و این ماده موثره علاوه بر سلول‌های سرطانی، سلول‌های سالم را نیز متاثر می‌کند و از آن جایی که پوست پسته یک ماده طبیعی گیاهی است تاثیر مخرب کمتری بر روی سلول‌های سالم می‌گذارد و در نهایت سبب افزایش اثر درمانی می‌شود. در این راستا، مطالعات تجربی نشان داده است که ترکیبات فیتوشیمیایی پسته اثرات دارویی بسیاری را از خود نشان داده است که از جمله آن‌ها می‌توان به کاهش فشار خون، اثرات ضد التهابی و ضد میکروبی (به ویژه بر روی باکتری‌های گرم مثبت مانند *Staphylococcus aureus*) اشاره کرد (Hanachi and Azadedel, 2022). نتایج فعالیت ضد میکروبی نشان داده است که در مورد تمام رقم‌های مختلف پوست سبز پسته باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی و همچنین قارچ‌ها حساس‌تر هستند و به طور کلی باکتری‌های گرم منفی نسبت به باکتری‌های گرم منفی مقاوم‌تر هستند Oliveira et al., 2008; Fernández-Agulló et al., 2013). در واقع، این تفاوت احتمال دارد به دلیل تفاوت در ساختار دیواره سلولی آن‌ها باشد (Negi et al., 2003). شواهد تجربی نشان داده است که ترکیبات فنولیک موجود در پوست سبز پسته اثر ضد میکروبی بیشتری روی *Bacillus cereus* نسبت به *S. aureus* دارند و نکته جالب توجه این است که خاصیت ضد میکروبی رقم کله قوچی در بالاترین غلظت استفاده شده بیشتر از آنتی‌بیوتیک تتراسایکلین گزارش شده است (Bhunia, 2008). در حقیقت، ترکیبات موثره پسته به خصوص ترکیبات فنولیک آن مانند کوئرستین به عنوان منبع غنی از عوامل ضد میکروبی محسوب می‌شوند و همچنین به عنوان بازدارنده آنزیم DNA gyrase نیز عمل می‌کنند (Cushnie and Lamb, 2005). پسته همچنین حاوی ماده موثره‌ای به نام کاتچین (Catechin) می‌باشد که دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی است که خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی را کاهش می‌دهد و باعث کاهش فشار خون و کاهش علائم تصلب شرائین می‌شود. از طرفی بیشتر اسیدهای چرب موجود در پسته غیراشباع هستند که منجر به کاهش (LDL) می‌شود که یک ماده آتروژنیک است (Kawashty et al., 2000). در این راستا، مطابق با تحقیقات انجام شده پروتئین میوه‌های خشک مانند پسته حاوی اسیدآمینه آرژنین است که پیش‌ساز نیتریک اکسید می‌باشد و نیتریک اکسید نیز مسئول تنظیم فشار خون و جلوگیری از انسداد رگ‌های خونی است (Gheysarbigi et al., 2020). در نتیجه، مصرف پسته ممکن است در کاهش خطر تصلب شرایین و همچنین کاهش رسوب پلاک‌های چربی مفید و موثر باشد. در واقع پسته به دلیل وجود ترکیبات فنولی و همچنین فعالیت آنتی اکسیدانی مناسب نقش مهمی در سبد کالای غذایی انسان ایفا کرده است(Nadernejad et al., 2013) و به همین منظور داشتن کیفیت میوه بسیار حائز اهمیت می‌باشد و به طور کلی کیفیت میوه ممکن است که تحت تاثیر ژنتیک عوامل قبل از برداشت و بعد از برداشت قرار بگیرد و بر اساس نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد پوشش‌دار کردن میوه پسته با تیمار تلفیقی کارنوبا ۱ درصد و گاما - آمینوبوتریک اسید ۱۰ میلی مولار می‌تواند منجر به حفظ اغلب شاخص‌های کمی و کیفی میوه پسته تر از قبیل شاخص سفتی پوست و مغز، درصد رطوبت، مقدار رنگیزه‌های مغز و ترکیبات فنولی مغز و غیرع طی ۵۰ روز در انبار سرد

شود (Mirdehghan, 2021). از آن جایی که پسته تازه به عنوان یکی از محصولات مهم کشاورزی در کشور است و پتانسیل بالایی برای صادرات دارد. از این رو، یکی از مشکلات آن ماندگاری پایین آن می‌باشد که اخیرا استفاده از ترکیبات نانو نقره و دمای پایین می‌تواند باعث افزایش ماندگاری پسته تازه می‌شود. در این رابطه تحقیقات بسیاری نشان داده است که نانوذرات نقره به دلیل داشتن خواص ضد میکروبی بالا کاربرد فراوانی را در صنایع مختلف دارند (Montazeri and Ojani, 2018; Ojani, 2015). تحقیقات نشان داده است که میوه‌های خشک مانند پسته حاوی مقادیر بالایی کلسیم و فسفر هستند و در عین حال نیاز بدن به استخوان‌ها و دندان‌های قوی را تامین می‌کنند، به خصوص در افرادی که شیر یا لبنیات مصرف نمی‌کنند. پسته از فیبر بالایی برخوردار است که علاوه بر این که حرکات غذا را در دستگاه گوارش زیاد می‌کند در جلوگیری از انواع سرطان‌ها نیز موثر است (Benhammou et al., 2008). از طرفی پسته حاوی ویتامین‌های گروه B، آهن، روی و پتاسیم است که در این راستا روی می‌تواند نقش مهمی را در درمان سرطان ایفا کند و نکته مهم این است که روی می‌تواند سلول‌های طبیعی را در مقابل اثرات مضر داروهای ضد سرطان و اشعه محافظت کند (Nishimuta et al., 2000). همچنین شواهد تجربی نشان داده است میوه‌های خشک کاملا با رژیم غذایی دیابتی‌ها سازگاری دارند و از آن جایی که کربوهیدرات کم، پروتئین و چربی غیراشباع بالایی دارند، یک میان وعده ایده‌آل برای این افراد محسوب می‌شوند. از طرفی نیز پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که میوه‌های خشک حاوی ترکیباتی هستند که احتمال نیاز به جراحی کیسه صفرا و سرطان مثانه را کاهش می‌دهند (Barreca et al., 2016). در همین راستا مشخص شده است که پسته می‌تواند در درمان عفونت‌های مجاری ادراری به کار رود (Ojani and Amirkhani, 2022). همچنین بر اساس تحقیقات وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا (USDA)، میوه‌های خشک شده مانند پسته حاوی ترکیبی به نام لوتئین (Lutein) هستند که از آسیب به قسمت مرکزی شبکیه جلوگیری می‌کند (Pumilia et al., 2014). گلی و همکارانش در سال ۲۰۰۵ گزارش دادند که پوست سبز پسته حاوی مقادیر قابل توجهی ترکیبات فنولی است (Goli et al., 2005). در طی پژوهشی میزان ترکیبات فنولی ارقام مختلف پسته فروتنی ۳/۱۸، احمد آقایی ۳۱/۱، فندقی ۶/۱۵ و کله قوچی ۳/۱۵ میلی‌گرم در گرم معادل گالیک اسید گزارش شد که سطح بالای ترکیبات فنولی در پوست پسته نشان‌دهنده ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی بالای آن است در طی پژوهشی فعالیت آنتی‌اکسیدانی فندق، گردو و پسته را با استفاده از یک روش آنتی‌اکسیدانی از نوع غیر آنزیمی به نام ۲،۲ - آزینو بیس ۳ - اتیل بنزوتیازولین ۶ - سولفونیک اسید (ABTS) اندازه‌گیری کردند و سطح فعالیت آنتی‌اکسیدانی فندق، گردو و پسته به ترتیب ۳۵/۷، ۹۰/۵ و ۴۴/۴ میکرومولار ترولکس/ نمونه خشک گزارش شد (Arcan and Yemenicioğlu, 2009). اثر محافظتی عصاره پسته در مقابل کم‌خونی ناشی از فنیل هیدرازین بر روی سیستم تناسلی نر در موش‌ها نشاندهنده سطح بالای ترکیبات آنتی اکسیدانی با خواص درمانی آن است (Falahati-pour et al., 2024). در همین راستا، شواهد تجربی نشان داده است که عصاره هیدرواتانولی پسته به صورت وابسته به غلظت و زمان، سبب مهار رشد تا ۸۰ درصد در سلول‌های K562 به عنوان مدلی برای فاز بلاست لوسمی میلوئیدی مزمن (CML) می‌شود، به طوری که غلظت و زمان بهینه، ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر بعد از گذشت ۷۲ ساعت از تیمار می‌باشد (Keikhaei et al., 2014). وجود آنتوسیانین‌هایی مانند سیانیدین - ۳ - گالاکتوزید و سیانیدین - ۳ - گلوکوزید در مغز و پوست پسته می‌تواند دلیل خوبی برای بالا بودن اثرات آنتی اکسیدانی در پسته باشند(Tomaino et al., 2010; Miniati, E. 1981). آزمایشات اولیه فیتوشیمیایی صمغ پسته سطوح

بالایی از فلاونوئیدها، تانن‌ها و ساپونین‌ها را نشان داده است (Rohrdanz et al., 2002). همچنین شواهد تجربی نشان می‌دهد که پوسته سبز پسته می‌تواند به عنوان منبع ارزان و در دسترس ترکیبات زیست فعال مورد استفاده قرار گیرد (Azadedel et al., 2018).در همین راستا شایان ذکر است که هر کدام از این مواد موثره خواص بیولوژیک قابل ملاحظه‌ای را دارند که در حوزه‌های مختلف مانند پزشکی، داروسازی، آرایشی - بهداشتی، غذایی، کشاورزی و غیره کاربرد دارند.

در مجموع با توجه به نتایج حاصل از گزارشات محققان و پژوهشگران مشخص شد که تمامی ارقام پسته به دلیل داشتن متابولیت‌های ثانویه گوناگون نظیر ترکیبات فنولی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، ضد سرطانی و ضد میکروبی قابل توجهی هستند و از این رو توصیه می‌شود که جهت پیشگیری از برخی از بیماری‌ها و حفظ سلامتی، مغزهای خوراکی به ویژه پسته بخش مهمی از رژیم غذایی روزانه افراد را تشکیل بدهند.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد رفسنجان کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. AL-Saghir, M.G. and Porter, D.M. 2012. Taxonomic revision of the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae). American journal of plant sciences, 3(1):12-32.
2. Arcan, I. and Yemenicioğlu, A. 2009. Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nuts with or without the seed coat. Journal of food composition and analysis, 22(3): 184-188.
3. Azadedel, S., Hanachi, P. and Saboora, A. 2018. Investigation on antioxidant activity of pistachio (*Pistacia vera* L.) skin extraction. Journal of plant research (Iranian journal of biology), 30(4): 722-731.
4. Anu, K., Devanesan, S., Prasanth, R., AlSalhi, M.S., Ajithkumar, S. and Singaravelu, G. 2020. Biogenesis of selenium nanoparticles and their anti-leukemia activity. Journal of king saud university-science, 32(4): 2520-2526.
5. Bachrouch, O., Jemâa, J.M.B., Wissem, A.W., Talou, T., Marzouk, B. and Abderraba, M. 2010. Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of stored products research, 46(4): 242-247.
6. Barreca, D., Laganà, G., Leuzzi, U., Smeriglio, A., Trombetta, D. and Bellocco, E. 2016. Evaluation of the nutraceutical, antioxidant and cytoprotective properties of ripe pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) hulls. Food chemistry, 196: 493-502.
7. Balan, K.V., Prince, J., Han, Z., Dimas, K. Cladaras, M., Wyche, J.H., Sitaras, N.M. and Pantazis, P. 2007. Anti-proliferative activity and induction of apoptosis in human colon cancer cells treated in vitro with constituents of a product derived from *Pistacia lentiscus* L. var. chia. Phytomedicine, 14(4): 263-272.

8. Benhammou, N., Bekkara, F.A. and Panovska, T.K. 2008. Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. African journal of pharmacy and pharmacology, 2(2): 022-028.
9. Bhunia, A.K. 2008. *Bacillus cereus* and *Bacillus anthracis*. Foodborne microbial pathogens: Mechanisms and pathogenesis, 135-148.
10. Bible, K.C., Kebebew E., Brierley J., Brito J.P., Cabanillas M.E., Clark, T.J. Jr, Di Cristofano, A., Foote, R., Giordano, T., Kasperbauer, J., Newbold, K., Nikiforov, Y.E., Randolph, G., Rosenthal, M.S., Sawka, A.M., Shah, M., Shaha, A., Smallridge, R. and Wong-Clark, C.K. 2021. 2021 American thyroid association guidelines for management of patients with anaplastic thyroid cancer. Thyroid, 31(3): 337-386.
11. Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181(4617): 1199-1200.
12. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and technology, 28(1): 25-30.
13. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of food and drug analysis, 10(3).
14. Cushnie, T.T. and Lamb, A.J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. International journal of antimicrobial agents, 26(5): 343-356.
15. Dahooee, F., Fatemi, S.J., Mandegary, A. and Sharififar, F. 2016. Iron chelating and antioxidant activities and cytotoxicity effect of the Pistachio (*Pistacia vera* L.) hull and kernel extracts in the A549, HT29 and MCF-7 cancerous cell lines. International journal of clinical pharmacology & toxicology, 5(1): 195-201.
16. Dragull, K., Beck, J.J. and Merrill, G.B. 2010. Essential oil yield and composition of *Pistacia vera* 'Kerman' fruits, peduncles and leaves grown in California. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(4): 664-668.
17. Ellis, M.J. 1994. The methodology of shelf life determination. In Shelf life evaluation of foods. Boston, MA: Springer US, 27-39.
18. Ezatpour, B., Saedi Dezaki, E., Mahmoudvand, H., Azadpour, M. and Ezzatkhah, F. 2015. In vitro and in vivo antileishmanial effects of *Pistacia khinjuk* against *Leishmania tropica* and *Leishmania major*. Evidence based complementary and alternative nedicine, 2015(1): 149707.
19. Falahati-pour, S.K., Khoradmehr, A., Baghery, F., Amin, F., Parvaz, N. and Pourmasumi, S. 2024. Antioxidant properties of *Pistacia vera* against the effects of phenylhydrazine induced hemolytic anemia on male fertility in mice. Andrologia, 2024(1): 5512743.
20. Fernández-Agulló, A., Pereira, E. Freire, M.S., Valentão, P., Andrade, P.B., González-Álvarez, J. and Pereira, J.A. 2013. Influence of solvent on the antioxidant and antimicrobial properties of walnut (*Juglans regia* L.) green husk extracts. Industrial crops and products, 42: 126-132.
21. Garcia, J.M., Agar, I.T. and Streif, J. 1992. Fat content and fatty acid composition in individual seeds of *Pistachio* varieties grown in Turkey. European journal of horticultural science. 57(3): 130-133.

22. Gheysarbigi, S., Mirdehghan, S.H., Ghasemnezhad, M. and Nazoori, F. 2020. The inhibitory effect of nitric oxide on enzymatic browning reactions of in-package fresh pistachios (*Pistacia vera* L.). Postharvest biology and technology, 159: 110998. https://ma.x-mol.com/paperRedirect/5880 064.
23. Giner-Larza, E.M., Máñez, S., Recio, M.C., Giner, R.M., Prieto, J.M., Cerdá-Nicolás, M. and Ríos, J.L. 2001. Oleanonic acid, a 3-oxotriterpene from *Pistacia*, inhibits leukotriene synthesis and has anti-inflammatory activity. European journal of pharmacology, 428(1): 137-143.
24. Goli, A.H., Barzegar, M. and Sahari, M.A. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistacia vera*) hull extracts. Food chemistry, 92(3): 521-525.
25. Hanachi, P. and Azadedel, S. 2022. Investigation of antibacterial properties in *Pistacia vera* L. extract on *Staphylococcus aureus*. Navid No, 25(81): 57-66.
26. Hanachi, P. and Saboora, O. 2016. Investigation of soluble and insoluble tannins and anthocyanins assay in two Cultivar pistachio (*Pistacia vera* L). Journal of food science and technology (Iran), 14(63): 179-186.
27. Hojjati, M., Calín-Sánchez, Á., Razavi, S.H. and Carbonell-Barrachina, Á.A. 2013. Effect of roasting on color and volatile composition of pistachios (*Pistacia vera* L.). International journal of food science and technology, 48(2): 437-443.
28. Hoerger, T.J., Bala, M.V., Bray, J.W., Wilcosky, T.C. and LaRosa, J. 1998. Treatment patterns and distribution of low-density lipoprotein cholesterol levels in treatment-eligible United States adults. The American journal of cardiology, 82(1): 61-65.
29. Hosseinzadeh, H., Behravan, E. and Soleimani, M.M. 2011. Anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of *Pistacia vera* leaf extract in mice. Iranian journal of pharmaceutical research, 10(4): 821.
30. Hosseinzadeh, H., Tabassi, S.A.S., Moghadam, N.M., Rashedinia, M. and Mehri, S. 2012. Antioxidant activity of *Pistacia vera* fruits, leaves and gum extracts. Iranian journal of pharmaceutical research, 11(3): p. 879.
31. Iranmanesh, F., Amin, A.M., Shamsizadeh, A., Fatemi, I., Rad, A.M. and Rahnama, A. 2017. Effects of *Pistacia vera* hydro-alcoholic extract on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in male rats. Iranian journal of pharmacology and therapeutics, 14(2): 35-40.
32. Kashaninejad, M., Mortazavi, A., Safekordi, A. and Tabil, L.G. 2006. Some physical properties of Pistachio (*Pistacia vera* L.) nut and its kernel. Journal of food engineering, 72(1): 30-38.
33. Kawashty, S.A., Mosharrafa, S.A.M., El-Gibali, M. and Saleh, N.A.M. 2000. The flavonoids of four *Pistacia* species in Egypt. Biochemical systematics and ecology, 28(9): 915-917.
34. Keikhaei, F., Naghsh, N. and Modaresi, M. 2014. The comparison between hydroethanolic extraction of *pistacia Atlantica* and Suzin effects on growth inhibition of K562 cell line in vitro condition. Arak medical university journal, 17(87): 66-73.
35. Kornsteiner, M., Wagner, K.H. and Elmadfa, I. 2006. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. Food chemistry, 98(2): 381-387.
36. Küçüköner, E. and Yurt, B. 2003. Some chemical characteristics of *Pistacia vera* varieties produced in Turkey. European food research and technology, 217: 308-310.

37. Martorana, M., Arcoraci, T., Rizza, L., Cristani, M., Bonina, F.P., Saija, A., Trombetta, D. and Tomaino, A. 2013. In vitro antioxidant and in vivo photo protective effect of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seed and skin extracts. Fitoterapia, 85: 41-48.
38. Magiatis, P., Melliou, E., Skaltsounis, A.L., Chinou, I.B. and Mitaku, S. 1999. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus* var. chia. Planta medica, 65(08): 749-752.
39. Mirdehghan, H. 2021. Study on storage of fresh pistachio cultivar ahmad aghaie using gamma aminobutyric acid and carnuba wax. Journal of food science and technology (Iran), 18(110): 153-163. DOI: 10.29252/fsct.18.01.14. (In Persian)
40. Miniati, E. 1981. Anthocyanin pigment in the pistachio nut. Fitoterapia, 52: 267-271.
41. Mokhtarpour, A., Naserian, A.A., Valizadeh, R., Mesgaran, M.D. and Pourmollae, F. 2014. Extraction of phenolic compounds and tannins from pistachio by-products. Annual research and review in biology, 4(8):1330-1338.
42. Montazeri, N. and Ojani, S.H. 2018. Application of catalysts in the synthesis of heterocyclic compounds. Islamic Azad University (Tonekabon) Publications, First Edition. (In Persian)
43. Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl ($DPPH^0$) for estimating antioxidant activity Songklanakarin journal of science and technology, 26(2): 211-219.
44. Nadernejad, N., Ahmadimoghadam, A., Hossyinifard, J. and Poorseyedi, S. 2013. Study of the rootstock and cultivar effect in PAL activity, production of phenolic and flavonoid compounds on flower, leaf and fruit in Pistachio (*Pistacia vera* L.). Journal of plant biological sciences, 5(15): 95-110.
45. Negi, P.S., Jayaprakasha, G.K. and Jena, B.S. 2003. Antioxidant and anti-mutagenic activities of pomegranate peel extracts. Food chemistry, 80(3): 393-397.
46. Nishimuta, S., Taki, M., Takaishi, S., Iijima, Y. and Akiyama, T. 2000. Structures of 4-aryl-coumarin (neo flavone) dimers isolated from *Pistacia* chinensis BUNGE and their estrogen-like activity. Chemical and pharmaceutical bulletin, 48(4): 505-508.
47. Ojani, S., Montazeri, N., Mohammadi Zeydi, M. and Ghane, M. 2023. Phytochemical examination of the hydroalcoholic extract of *Polylophium involucratum* (Pall.) Boiss. harvested from the heights of the Javaherdeh - Ramsar and determination of its cytotoxic effects on chronic myeloid leukemia. Iranian journal of biological sciences, 18: 49-62. (In Persian).
48. Ojani, S. and Amirkhani, S. 2022. Antibacterial activity of methanolic extract of *Pistacia atlantica* fruits using disk diffusion method for the treatment of urinary tract infections. 23rd International congress of microbiology of Iran. Faculty of medicine, Tehran University of medical sciences.
49. Ojani, Sh. 2015. Quantitative and qualitative study of the essential oil and alcoholic extract of the *Polylophium involucratum* (Pall.) Boiss. harvested in the highlands of Ramsar using microwave irradiation and its use to synthesis of silver nanoparticles. (M.Sc) Thesis: Islamic Azad University, Tonekabon Branch. (In Persian)

50. Oliveira, I., Sousa, A., Ferreira, I.C., Bento, A., Estevinho, L. and Pereira, J.A. 2008. Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. Food and chemical toxicology, 46(7): 2326-2331.
51. Ozel, M.Z., Gogus, F., Hamilton, J.F. and Lewis, A.C. 2004. The essential oil of *Pistacia vera* L. at various temperatures of direct thermal desorption using comprehensive gas chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. Chromatographia, 60: 79-83.
52. Panahi, B. 2001. Pistachio Guide planting and harvest. Publication agriculture. P. 20-42.
53. Pearson, T.C., Slaughter, D.C. and Studer, H.E. 1994. Physical properties of pistachio nuts. Transactions of the ASAE, 37(3): 913-918.
54. Pourshamsian, K. and Ojani, S. 2016. Phytochemical screening of the aqueous extract of seeds of *Polylophium involucratum* (Pall.) Boiss. from Ramsar-Iran. Planta medica, 82(05): 62.
55. Pumilia, G., Cichon, M.J., Cooperstone, J.L., Giuffrida, D., Dugo, G. and Schwartz, S.J. 2014. Changes in chlorophylls, chlorophyll degradation products and lutein in pistachio kernels (*Pistacia vera* L.) during roasting. Food research international, 65: 193-198.
56. Rajaei, A., Barzegar, M., Mobarez, A.M., Sahari, M.A. and Esfahani, Z.H. 2010. Antioxidant, anti-microbial and anti-mutagenicity activities of pistachio (*Pistacia vera*) green hull extract. Food and chemical toxicology, 48(1): 107-112.
57. Rezaei, P.F., Fouladdel, S., Ghaffari, S.M., Amin, G. and Azizi, E. 2012. Induction of G1 cell cycle arrest and cyclin D1 down-regulation in response to pericarp extract of Baneh in human breast cancer T47D cells. Daru Journal of pharmaceutical sciences, 20(1): 101.
58. Rezaei, P.F., Fouladdel, S., Hassani, S., Yousefbeyk, F., Ghaffari, S.M., Amin, G. and Azizi, E. 2012. Induction of apoptosis and cell cycle arrest by pericarp polyphenol-rich extract of Baneh in human colon carcinoma HT29 cells. Food and chemical toxicology, 50(3-4):1054-1059.
59. Rohrdanz, E., Ohler, S., Tran-Thi, Q. and Kahl, R. 2002. The phytoestrogen daidzein affects the antioxidant enzyme system of rat hepatoma H411E cells. Journal of nutrition. 132: 370-5.
60. Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology, 299: 152-178.
61. Sharma, O.P. and Bhat, T.K. 2009. $DPPH^0$ antioxidant assay revisited. Food chemistry, 113(4): 1202-1205.
62. Stockert, J.C., Horobin, R.W., Colombo, L.L. and Blázquez-Castro, A. 2018. Tetrazolium salts and formazan products in cell biology: viability assessment, fluorescence imaging, and labeling perspectives. Acta histochemica, 120(3): 159-167.
63. Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C. and Saija, A. 2010. Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins. Biochimie, 92(9): 1115-1122.
64. Villar, A., Sanz, M.J. and Paya, M. 1987. Hypotensive effect of *Pistacia lentiscus* L. International journal of crude drug research, 25(1): 1-3.

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

Frost and the role of ice nucleating bacteria in frost damage in the pistachio orchards of Rafsanjan.

Mahdieh Rostami*

Assistant Professor, Department of Plant Pathology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

***Corresponding author:** M.Rostami_1355@yahoo.com

Receive: 2024/6/16 Accepted: 2024/7/31

Abstract

Pistachio is a strategic product with a special position among agricultural products. In recent years, climate change poses a threat to the pistachio market. These changes, including frost and adverse weather phenomena, have affected the quality and quantity of the pistachio product in different ways. Despite the development of different methods of protection against cold, frost damage to plants is a widespread serious economic problem for agricultural and horticultural producers. For this reason, many researches and studies have been done in this field. This paper reviews the results of frosting, the role of ice nucleating bacteria in Pistachio frost damage and frost management research that have been reported over the past 10 years. Ice-nucleating bacteria are the chief initiators of frost damage to many economically important crop plants. This paper also reviews the results of research including isolation and identification of epiphytic Ice Nucleation active bacteria, evaluation of Ice Nucleation Activity (INA) and INA gene detection in the bacteria Isolated from Pistachio Trees in Kerman Province, comparison of ice nucleation frequency and the possibility of biological control of them. Lastly, this review also explores the role of these bacteria in plant frost damage and the strategies and limitations of avoiding plant frost damage by managing these bacterial populations by bactericides, antagonistic bacteria, or cultural control strategies.

Key words: pistachio, frost, Ice nucleation bacteria, Rafsanjan.

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in
واحد رفسنجان

سرمازدگی و نقش باکتری‌های هسته ی یخ در افزایش خسارت آن در باغات پسته رفسنجان

مهدیه رستمی*

استادیار گروه گیاه‌پزشکی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

* نویسنده مسئول: M.Rostami_1355@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۱۰

چکیده

پسته به‌عنوان یک محصول استراتژیک، جایگاه خاصی در بین تولیدات کشاورزی ایران دارد. در سال‌های اخیر، تغییرات اقلیمی، بزرگترین خطری است که بازار پسته را تهدید می‌کند. این تغییرات از جمله سرمازدگی و پدیده‌های ناگوار جوی به شکل‌های مختلف کیفیت و کمیت محصول پسته را تحت تاثیر قرار داده است. علیرغم توسعه‌ی روش‌های مختلف حفاظت در برابر سرما، خسارت‌های سرمازدگی وارد به گیاهان همچنان به‌عنوان یک مشکل عمده‌ی اقتصادی برای تولیدکنندگان کشاورزی و باغی مطرح است. به همین دلیل پژوهش‌ها و مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. این مقاله، مروری است بر بخشی از پژوهش‌های ده سال گذشته که در زمینه سرمازدگی، نقش باکتری‌های هسته یخ در سرمازدگی پسته و مدیریت جمعیت این باکتری‌ها انجام شده است. باکتری‌های هسته‌ی یخ، آغازگر اصلی آسیب سرمازدگی به بسیاری از گیاهان زراعی مهم اقتصادی هستند. این مقاله همچنین مروری است برتحقیقات انجام شده شامل جداسازی و شناسایی باکتری‌های هسته‌ی یخ ساکن سطح درختان پسته در استان کرمان، ردیابی ژن هسته‌زای یخ، مقایسه فرکانس هسته‌ی یخ بین آن‌ها و همچنین امکان کنترل بیولوژیک آن‌ها. در نهایت این مقاله نقش این باکتری ها را در خسارت سرمازدگی گیاهان و راهبردها و محدودیت‌های جلوگیری از آسیب سرمازدگی گیاهی با مدیریت این جمعیت‌های باکتریایی توسط باکتری‌کش‌ها، باکتری‌های آنتاگونیست، یا راهبردهای کنترل زراعی را بررسی می‌کند.

واژگان کلیدی: باکتری هسته یخ، پسته، رفسنجان، سرمازدگی

مقدمه

در قلمرو زیست‌شناسی گیاهی، عوامل محیطی مختلف، تأثیر زیادی بر رشد و نمو گیاهان دارند. تغییرات آب و هوایی معاصر، جمعیت گیاهان را در معرض تنش‌های جدیدی از دما، خشکی، دی‌اکسیدکربن و سایر شرایط غیرزیستی و زیستی قرار می‌دهد. این تغییرات به‌سرعت پویایی تکاملی گیاهان را مختل می‌کند. تنش‌ها هر کدام به‌تنهایی می‌توانند بر فیزیولوژی گیاه در کل چرخه‌ی زندگی آن تاثیرگذار باشند. به‌عنوان مثال تغییرات دما یا رطوبت و حتی طول روز یا تغییرات الگوی بارش در یک اقلیم خاص بر فیزیولوژی جوانه زنی، گلدهی، گرده افشانی، فنولوژی میوه دهی و حتی پیری برگی و خزان گیاه تاثیرات پیچیده‌ای می‌گذارد. از سوی دیگر تغییرات جوی تعاملات زیستی بین گیاهان و موجودات زنده دیگر از قبیل گرده افشان‌ها، آنتاگونیست‌ها، میکرواورگانیسم های هم‌زیست آنها را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. لذا مطالعه و بررسی هر کدام از این عوامل و پیامدهای اکولوژیکی آن می‌تواند ما را به درک بهتری از تغییرات روند تکاملی گیاهان، رشد محصولات کشاورزی و پر کردن شکاف‌های اطلاعاتی در این زمینه برساند.

آثـار سـوء پدیـده‌هـای مخـرب جـوی، از جملـه سرمازدگی و نوسانات دمایی بزرگترین خطری است که بازارمحصولات کشاورزی، به‌ویژه، پسته را تهدید مـی‌کنـد. پسته، به‌عنوان یک محصول کشاورزی با ارزش و یکی از منابع درآمدهای ارزی غیرنفتی کشور به‌شمار می‌آید. سرمازدگی شدید بهاره، پدیده پرخطری برای فعالیت‌های کشاورزی، از جمله تولید پسته است. طبق آمار به‌دست آمده از اداره حفظ نباتات استان کرمان، سرمازدگی، هر سال بین ۱۵ تا ۱۰۰ درصد خسارت در اغلب باغات پسته مناطق مختلف استان کرمان، ازجمله رفسنجان وارد می‌کند. سرمازدگی معمولا زمانی رخ می‌دهد که دما به زیر نقطه انجماد برسد و اغلب اثرات مخربی بر سلامت گیاهان دارد. در سال‌های اخیر با گرمایش روز افزون زمین، گیاهان در معرض آسیب بیشتری نسبت به سرمازدگی هستند. به دلیل اینکه با گرمایش زمین، گیاهان در فصل زمستان سرمای معتدلی را تجربه می‌کنند و مکانیسم‌های پاسخ به استرس سرما کمتر فعال می‌شوند. لذا گیاه در مقابل سرمای دیررس بهاره و زودرس پاییزه، که هر دو ناشی از تغییرات اقلیمی زمین است، حساسیت بیشتری نشان می‌دهند. پاسخ‌های مولکولی و متابولیکی که در زمستان‌های سرد، باعث مقاومت سلول به سرما می‌شوند، بسیار پیچیده هستند. این فرایندها شامل تغییرات در ترکیب دیواره سلولی، نگهداری هموستاز سلولی، تغییر در ترکیبات غشای سلولی با محتوای لیپید غیراشباع بالاتر، سنتز پروتئین‌های شوک سرما، آنزیم‌های فعال و سنتز متابولیت‌های اولیه و ثانویه می‌باشد. این مقاله‌ی مروری، پس از مرور فیزیولوژی سرمازدگی در سلول گیاهی، به نقش باکتری‌های هسته‌ساز یخ در افزایش خسارت سرمازدگی می پردازد.

فیزیوبولوژی سرمازدگی در درختان پسته

سرمای وارده و تغییرات جوی ایجاد شده در چند سال اخیر نشان داده است که محصول پسته نیز یکی از محصولات حساس به سرمای بهاره بوده و بنا به تغییرات جوی احتمال سرمازدگی شدید دور از انتظار نخواهد بود. بنابراین نظر به اهمیت محصول پسته در کشور از لحاظ اقتصادی و ارز آوری آن، لزوم اعمال روش‌هایی جهت جلوگیری از سرمای بهاره ضروری می باشد. به‌طورکلی در نقاط مختلف دنیا از این روش‌ها به‌منظور پیشگیری از سرمازدگی استفاده می‌کنند. استفاده از ماشین‌های مولد مه، سیستم چاهک معکوس، استفاده از کودهای پتاسیمی، استفاده از ترکیبات با میزان بالای آمینواسید آزاد (به‌ویژه پرولین)، کنترل باکتری‌های تشکیل دهنده هسته یخ، عدم انجام هرس زودهنگام، عدم انجام عملیات خاکورزی، عملیات آبیاری در خاک‌های خشک قبل از یخبندان و حذف علف‌های هرز، از راهکارهایی است که برای کاهش خسارت سرمازدگی به کشاورزان توصیه می‌شود.

مطالعه ی علمی و هدفمند تنش‌های طبیعی و اطلاع از میزان حساسیت یا دمای بحرانی خسارت، در ارقام مختلف یک گونه‌ی گیاهی، به انتخاب انواع مناسب برای کاشت در یک منطقه کمک می‌کند. دمای بحرانی خسارت به پسته، نقطه‌ای است که به جوانه‌ها خسارت وارد می‌گردد. این دما به نوع درخت، مرحله‌ی رشد و نمو و شرایط آب و هوایی بستگی دارد. اکثر باغداران معمولا دمایی را بحرانی می‌دانند که طی آن ۱۰٪ جوانه‌ها از بین می‌رود. افت دما در مراحل مختلف، آسیب‌های مختلفی به جوانه‌ها و گل‌های در حال باز شدن وارد می کند (Sorkhan et al., 2011). دمای بحرانی آسیب‌زا در سه مرحله گل، جوانه‌ی در حال باز شدن وجوانه رکود پسته، به ترتیب ۲+۲ - و۴ - درجه سانتیگراد است (به شرط آنکه درخت به مدت دو ساعت در این دما قرار بگیرد). معمولا در دماهای بحرانی اندام‌های زایشی در گل‌های در حال بازشدن دچار اختلال می‌شوند. این آسیب می تواند کلاله‌ها را در جذب دانه‌های گرده و یا رشد لوله گرده دچار مشکل کند. هر چند اگر مدت زمان افت دما به طول انجامد آسیب‌های عمیق‌تری وارد خواهد شد و یا به نکروز اندام‌های زایشی منجر شود. این آسیب ها در ارقام مختلف پسته، با دمای بحرانی یکسان نیز، با هم متفاوت است. به‌عنوان مثال، دو رقم پسته قزوینی و اوحدی از نظر حد بحرانی دما اختلاف معنی داری نشان نداده‌اند. اما با این‌حال تفاوت در زمان مراحل باز شدن جوانه و گل

حتی برای یکی، دو روز مهم و حیاتی است. علاوه بر سرمای دیررس بهاره، سرمای پاییزه و زمستانه در اقلیم‌های سرد می‌تواند به‌آوندهای چوب، ریشه و پوست درخت آسیب غیرقابل برگشت وارد نماید (Gholipour, 2005). در مقایسه ی مقاومت برخی ارقام تجاری دامغان به سرمای بهاره، نتایج نشان داده که حساس‌ترین مرحله به سرمای بهاره مرحله گل کامل بوده و بیش‌ترین خسارت سرما در دمای ۶- درجه سانتی گراد وارد شد و هم چنین، رقم عباسعلی مقاوم‌ترین و رقم شاه پسند حساس‌ترین رقم به سرمای پاییزه بود و رقم خنجری نیمه مقاوم مشخص شد (Afshri et al., 2009). در مطالعه سرخان و همکاران، پنج پایه مقاوم و پنج پایه مستعد به سرمازدگی انتخاب و از نظر فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفتند تا پارامتر فیزیولوژیکی موثر بر مقاومت مشخص شود. لذا در شرایط آزمایشگاهی پرولین، قندهای محلول، پروتئین‌ها، عناصر غذایی شامل پتاسیم، منیزیم، کلسیم، فسفر، آهن، روی، مس، منگنز اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که در بین پایه‌های مقاوم و حساس از نظر محتوای قندهای محلول و پرولین تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اما پایه‌های مقاوم دارای بیشترین میزان پروتئین، پتاسیم و منیزیم در مقایسه با پایه‌های حساس بود. بر اساس این تحقیق در فیزیولوژی سرمازدگی پسته، غلظت پروتئین محلول، پتاسیم و منیزیم در مقاومت به سرمازدگی در پسته نقش داشته است (Sorkhan et al., 2011) .

سازگاری گیاهان با سرما

گیاهان در آغاز فصل رشد و جوانه‌زنی، در حساس‌ترین مرحله به سرما هستند. به‌دلیل اینکه تمام مواد انباشته شده و انرژی گیاه جهت مقابله با سرما، در راستای رشد رویشی و زایشی سال جدید صرف می‌شود و در این هنگام سرماهای خیلی خفیف هم، آسیب جدی به محصولات کشاورزی در گیاهان وارد می‌کند (Keenan et al., 2020).

بسیاری از گونه‌های گیاهی که شرایط آب و هوایی سرد رشد می‌کنند، می‌توانند با این شرایط آب و هوایی سازگار شوند. سازگاری با سرما در گیاهان در آب و هوای سرد، توانایی آنها را به تحمل دمای پایین و روزهای کوتاه افزایش می‌دهد. فرایند سازگاری با سرما یا تحمل دمای پایین، با تغییرات فیزیولوژیکی و مولکولی همراه است که در نهایت با بیان ژن‌ها به‌منظور تولید ترکیبات دو لایه لیپیدی و تجمع اسمولیت ها در سلول تعریف می شود. اسمولیت‌ها مولکول‌های طبیعی و آلی کوچکی هستند که بر خواص مایعات بدن موجود زنده اثر می‌گذارند. این مولکول‌ها شامل گروه‌های شیمیایی مختلفی از جمله اسیدهای‌آمینه (بتائین، گلایسین، پرولین و...)، متیل‌آمین‌ها و پلی‌اُل (چندالکلی) می‌شوند. در واقع اسمولیت‌ها یا محلول‌های آلی سازگارکننده، به سلول در شرایط تنش جهت تنظیم و تعادل اسمزی سیتوپلاسم کمک می‌کنند (Serraj and Sinclair, 2002). جانداران، از تجمع بالای اسمولیت‌ها برای حفظ ساختارهای پروتئینی خود بهره می‌برند. از آنجایی که فرایندهای حیاتی سلول‌های بیشتر موجودات زنده در غلظت یک مولار (یا کمی پایین تر از آن) انجام می‌شود، افزایش غلظت سلولی در شرایط سرما، تحمل گیاه را به سرمازدگی بالا می برد. پاشش برگی گلایسین و بتائین روی گیاهان آرابیدوپسیس دمای انجماد را یک درجه سانتی گراد افزایش داده است. به‌طور مشابه، کاربرد خارجی گلایسین-بتائین، باعث افزایش تحمل گوجه‌فرنگی به دماهای پایین شده است. مطالعات نشان داده است که اسپری گلایسین-بتائین به میزان دو میلی‌مولار تحمل به سرما را در برگ‌های توت فرنگی بیش از دو برابر تا ۷۲ ساعت بعد از استعمال افزایش داد و به علاوه موجب بقا در یخ زدگی و رشد مجدد در تمام گیاهان شد . یافته های اخیر نیز نشان می‌دهد که مهندسی گیاهان برای افزایش بیان این ترکیب در گیاهانی نظیر آرابیدوپسیس، برنج و توتون سبب افزایش تحمل به تنش سرما و حفظ فعالیت فتوسنتزی در دماهای پایین شده است. در کل، با وجود نقش گلایسین-بتائین به‌عنوان تخفیف دهنده اثرات تنش، مکانیسم‌های حفاظتی آن بر علیه تنش سرما کمتر شناخته شده است (Esmaili et al., 2012).

منابع آسیب سرمازدگی

دمای کره زمین رو به افزایش است و این گرمایش، باعث گرم‌تر شدن دمای متوسط زمستان و همچنین سرماهای دیررس بهاره شده و در نهایت یک بی‌ثباتی در سازگاری گیاهان به سرما ایجاد کرده و مقاومتشان به سرما (حتی اگر سرما خفیف باشد) کمتر می شود. این گرمایش که به‌تدریج از سال‌های گذشته آغاز شده، در هر دهه یک روز جوانه‌زنی و بیدار شدن گیاهان و ورود به مرحله رشد آنها را به جلو می اندازد (Francis and Skific, 2015). از سوی دیگر افزایش میزان دی‌اکسیدکربن در جو زمین سبب کاهش مقاومت به سرمازدگی در گیاهان و آسیب‌پذیری بیشتر آنها می شود (Repo et al., 2021).

عوامل دیگری از جمله وضعیت جغرافیایی محل، میزان رطوبت، وزش باد، طول مدت زمان ماندگاری در دمای انجماد و بسیاری عوامل دیگر در میزان خسارت سرمازدگی دخالت دارند. از آنجا که هوای سرد از هوای گرم سنگین‌تر است و در دره‌ها مستقر می شود، شرایط یخبندان در این مناطق مستعدتر است. دره‌ها همچنین منطقه را از بادهای قوی‌تر محافظت می‌کنند و پتانسیل یخبندان را افزایش می‌دهند (Francis and Skific, 2015). از سوی دیگر رطوبت موجود در جو یک عامل مهم در تعدیل دمای هوا می‌باشد. مولکول‌های بخار آب، یک گاز گلخانه‌ای بسیار قوی است که در طیف بسیار وسیعی می‌تواند امواج برگشتی از زمین را جذب نماید. هر چه مقدار بخار آب موجود در جو بیشتر باشد، انرژی برگشتی بیشتری را جذب نموده و از کاهش دمای محیط جلوگیری می‌نماید. در مقابل هنگامی که رطوبت هوا کم باشد امواج تابشی برگشتی کمتر به مانع برخورد نموده و موجب کاهش سریع دمای محیط می‌گردند. هرچند که با توجه به درصد میزان رطوبت این تاثیر می تواند متغیر باشد. بر اساس دمای نقطه ی شبنم در روز قبل (I) احتمال سرمازدگی و دمای کمینه روز جاری (I+1) را پیش‌بینی کرد. بر این اساس اگر میزان رطوبت نسبی حدود ۴۵ تا ۵۵ درصد باشد، دمای نقطه‌ی شبنم روز I با دمای کمینه ی روز (I+1) برابر است. اما اگر رطوبت نسبی بیشتر یا کمتر از این باشد، دمای کمینه ی روز (I+1) به ترتیب کمتر یا بیشتر از دمای نقطه ی شبنم در روز I خواهد بود. به‌عنوان مثال اگر درصد رطوبت نسبی در روز جاری ۷۰ تا ۸۰ باشد و دمای نقطه‌ی شبنم در عصر این روز صفر یا منفی یک درجه‌ی سانتیگراد باشد. احتمال اینکه کمینه ی دما در روز بعد به کمتر از منفی یک درجه سانتیگراد برسد و احتمال سرمازدگی خواهد بود. معمولا شدت سرمازدگی در هنگام وقوع کمینه دما پیش از طلوع آفتاب به اوج خود می رسد (Nazemosadat et al., ۲۰۰۲).

انواع سرمازدگی

سرمازدگی تابشی (تشعشعی): یخبندان تابشی یک تنش غیر زیستی عمده و یکی از عوامل محدود کننده اصلی تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان است. سرمازدگی تابشی زمانی رخ می دهد که در طول روز با تابش خورشید، گیاهان و زمین گرم می‌شوند و در طول شب این انرژی را به‌صورت تابش امواج با طول موج بلند ازدست می‌دهند. بنابراین، هوای مجاور سطح زمین سرد شده و با افزایش ارتفاع از سطح زمین، دمای هوا افزایش می‌یابد. سطح خاک و گیاه در اثر تشعشع خالص منفی سردتر از هوا می‌گردد. هوا نیز در اثر برخورد با این سطح سردتر و در نتیجه با از دست دادن حرارت به سطوح سرد و متراکم تبدیل می‌شود و این هوای متراکم سرد در سطح زمین باقی مانده و در تحت شرایط پایدار ایجاد یخبندان تشعشعی می شود. حاصل این امر پدیده ای به نام وارونگی دما[1] است که دمای هوا با زیاد شدن ارتفاع افزایش می‌یابد و به سطحی می‌رسد که ارتفاع انورسیون یا سقف نامیده می‌شود. یخبندان تشعشعی در شرایط آسمان صاف و بدون ابر واقع می‌گردد، در چنین شرایطی امکان دارد که بعضی مواقع نسیم‌های ملایم، ضعیف و

[1] inversion

کم دوام وجود داشته باشد. این سرمازدگی در یک محدوده معین و محیط محدود بدون اینکه هوای سرد از سایر مناطق نفوذ نماید به وجود می‌آید معمولا در اواخر پاییز و اوایل بهار زمانی که گیاه فعال می‌باشد اتفاق می افتد. در حالتی که رطوبت هوا کم باشد میزان خسارت افزایش خواهد یافت. قابل ذکر است که در این نوع سرمازدگی چون انتقال دما از قسمت های مختلف بدن انسان به کندی صورت می‌گیرد لذا انسان سرما را کمتر احساس می‌نماید و موجب اشتباه کشاورزان در تشخیص احتمال این نوع سرمازدگی می‌شود. این نوع سرما زدگی همان سرمای بهاره ایست که همه ساله خسارت بالایی به باغداران مناطق مختلف وارد می‌نماید و البته در بسیاری کشورهای دارای کشاورزی پیشرفته کاملا کنترل شده است.

سرمازدگی انتقالی: در برخی مواقع عامل سرمازدگی تابع تابش برگشتی از زمین نبوده بلکه حرکت توده های سرد هوا از روی نقاط سطحی زمین نقش اصلی را در سرمازدگی ایفا می نماید. در این حالت گذر توده‌های سرد می‌تواند دمای هوا را در مناطق کشاورزی برای مدتی کاهش داده و بسته به شدت آن موجب سرمازدگی یا یخ زدگی گیاهان گردد. به این نوع کاهش دما اصطلاحاً سرمای انتقالی گفته می شود. درنوع سرمازدگی انتقالی در اثرعبور یک جبهه هوای سرد از روی یک منطقه بروزمی‌کند به طوریکه دمای آن کمتر یا درحد دمای بحرانی برای محصولات خاص منطقه می باشد. یکی از علائم مشخص سرما زدگی انتقالی وجود باد شدید سرد در منطقه است. شرایط وقوع یخبندان جبهه ای را می توان به وسیله باد شدید و آسمان ابری تشخیص داد آسمان ممکن است ابری یا نیمه ابری باشد. در واقع ابرها ممکن است چند ساعت بعد از رسیدن جبهه سرد به منطقه ظاهر شوند اگر آسمان ابری باشد ستاره ها خیلی قابل روئیت نیستند و ماه رنگ پریده به‌نظرمی رسد و امکان دارد هاله ای اطراف آن را گرفته باشد. بعد ازسرمازدگی جبهه ای می توان مشاهده نمود که خسارت آن منحصراً به برگ‌هایی که درمعرض آسمان هستند محدود نمی شود، بلکه حتی علف‌های هرز زیرسایه گیاهان نیز آسیب می بینند. در چنین شرایطی نباتات حرارت خود را به هوای سرد داده و به سرعت افت درجه‌ی حرارت پیدا می‌کند، به‌طوریکه حتی ممکن است حرارت های تشعشعی نیز در چنین حالتی کار ساز و مفید واقع نشود. معمولاً هوای سرد در محل‌های گودی و داخل دره‌ها بیشتر توسعه یافته و شدیداً خسارت می زند.

باکتری‌های هسته‌ی یخ

از آنجا که آب خالص در دمای ۳۸- تا ۴۰- درجه سانتی‌گراد یخ می‌زند، لذا دلیل یخ زدن آب در دماهای بالاتر از این دما، بستگی به حضور ذرات زنده یا غیرزنده‌ای دارد که تشکیل کریستال‌های یخ را در دماهای بالاتر آسان می‌کنند (Santl- et al., 2016 Temkiv. ذرات گرد و غبار و املاح معدنی موجود در هوا عمده‌ترین هسته‌های یخ موجود در جو هستند که در ابرها باعث بارش و تشکیل کریستال‌های یخ به صورت برف و تگرگ می‌شوند. علاوه بر این معمولا هوا و ابرها پر از باکتری‌هایی هستند که هسته‌های یخ بیولوژیک را ایجاد می‌کنند. باکتری‌های هسته یخ، با توانایی خود در القای تشکیل یخ در دماهای نزدیک به صفر درجه سلسیوس، با استفاده از پروتئین‌های هسته‌ساز یخ موجب سرمازدگی گیاهان می‌شوند. چنانچه هر گرم از بافت گیاهی توسط ۱۰۰۰ سلول باکتری هسته یخ کلونیزه شود، بافت گیاهی در دمای بالاتر از ۵- درجه سلسیوس در معرض یخ زدگی قرار خواهد گرفت. باکتری‌های هسته یخ در طبیعت به‌صورت اپی‌فیت وگروهی بیمارگر در سطح گیاهان مستقر هستند به همین دلیل گیاهان حساس به سرما در اثر کاهش مختصر دما به زیر صفر، دچار خسارت سرمازدگی می‌شوند (Gurian et al., 1993). در ایران نیز گونه‌های مختلف باکتری‌های فعال هسته‌یخ از میزبان‌های مختلف جداسازی شده است. گونه هایی از باکتری‌های هسته‌یخ از سطح درختان پسته در بیش از ۸۰ منطقه پسته‌کاری استان کرمان جداسازی و تعدادی از آنها بر اساس تعیین توالی بخشی از ناحیه ژن‌های16SRDNA،

کم دوام وجود داشته باشد. این سرمازدگی در یک محدوده معین و محیط محدود بدون اینکه هوای سرد از سایر مناطق نفوذ نماید به وجود می‌آید معمولا در اواخر پاییز و اوایل بهار زمانی که گیاه فعال می‌باشد اتفاق می افتد. در حالتی که رطوبت هوا کم باشد میزان خسارت افزایش خواهد یافت. قابل ذکر است که در این نوع سرمازدگی چون انتقال دما از قسمت های مختلف بدن انسان به کندی صورت می‌گیرد لذا انسان سرما را کمتر احساس می‌نماید و موجب اشتباه کشاورزان در تشخیص احتمال این نوع سرمازدگی می‌شود. این نوع سرما زدگی همان سرمای بهاره ایست که همه ساله خسارت بالایی به باغداران مناطق مختلف وارد می‌نماید و البته در بسیاری کشورهای دارای کشاورزی پیشرفته کاملا کنترل شده است.

سرمازدگی انتقالی: در برخی مواقع عامل سرمازدگی تابع تابش برگشتی از زمین نبوده بلکه حرکت توده های سرد هوا از روی نقاط سطحی زمین نقش اصلی را در سرمازدگی ایفا می نماید. در این حالت گذر توده‌های سرد می‌تواند دمای هوا را در مناطق کشاورزی برای مدتی کاهش داده و بسته به شدت آن موجب سرمازدگی یا یخ زدگی گیاهان گردد. به این نوع کاهش دما اصطلاحاً سرمای انتقالی گفته می شود. درنوع سرمازدگی انتقالی در اثرعبور یک جبهه هوای سرد از روی یک منطقه بروزمی‌کند به طوریکه دمای آن کمتر یا درحد دمای بحرانی برای محصولات خاص منطقه می باشد. یکی از علائم مشخص سرما زدگی انتقالی وجود باد شدید سرد در منطقه است. شرایط وقوع یخبندان جبهه ای را می توان به وسیله باد شدید و آسمان ابری تشخیص داد آسمان ممکن است ابری یا نیمه ابری باشد. در واقع ابرها ممکن است چند ساعت بعد از رسیدن جبهه سرد به منطقه ظاهر شوند اگر آسمان ابری باشد ستاره ها خیلی قابل روئیت نیستند و ماه رنگ پریده به‌نظرمی رسد و امکان دارد هاله ای اطراف آن را گرفته باشد. بعد ازسرمازدگی جبهه ای می توان مشاهده نمود که خسارت آن منحصراً به برگ‌هایی که درمعرض آسمان هستند محدود نمی شود، بلکه حتی علف‌های هرز زیرسایه گیاهان نیز آسیب می بینند. در چنین شرایطی نباتات حرارت خود را به هوای سرد داده و به سرعت افت درجه‌ی حرارت پیدا می‌کند، به‌طوریکه حتی ممکن است حرارت های تشعشعی نیز در چنین حالتی کار ساز و مفید واقع نشود. معمولاً هوای سرد در محل‌های گودی و داخل دره‌ها بیشتر توسعه یافته و شدیداً خسارت می زند.

باکتری‌های هسته‌ی یخ

از آنجا که آب خالص در دمای ۳۸- تا ۴۰- درجه سانتی‌گراد یخ می‌زند، لذا دلیل یخ زدن آب در دماهای بالاتر از این دما، بستگی به حضور ذرات زنده یا غیرزنده‌ای دارد که تشکیل کریستال‌های یخ را در دماهای بالاتر آسان می‌کنند (Santl- et al., 2016 Temkiv. ذرات گرد و غبار و املاح معدنی موجود در هوا عمده‌ترین هسته‌های یخ موجود در جو هستند که در ابرها باعث بارش و تشکیل کریستال‌های یخ به صورت برف و تگرگ می‌شوند. علاوه بر این معمولا هوا و ابرها پر از باکتری‌هایی هستند که هسته‌های یخ بیولوژیک را ایجاد می‌کنند. باکتری‌های هسته یخ، با توانایی خود در القای تشکیل یخ در دماهای نزدیک به صفر درجه سلسیوس، با استفاده از پروتئین‌های هسته‌ساز یخ موجب سرمازدگی گیاهان می‌شوند. چنانچه هر گرم از بافت گیاهی توسط ۱۰۰۰ سلول باکتری هسته یخ کلونیزه شود، بافت گیاهی در دمای بالاتر از ۵- درجه سلسیوس در معرض یخ زدگی قرار خواهد گرفت. باکتری‌های هسته یخ در طبیعت به‌صورت اپی‌فیت وگروهی بیمارگر در سطح گیاهان مستقر هستند به همین دلیل گیاهان حساس به سرما در اثر کاهش مختصر دما به زیر صفر، دچار خسارت سرمازدگی می‌شوند (Gurian et al., 1993). در ایران نیز گونه‌های مختلف باکتری‌های فعال هسته‌یخ از میزبان‌های مختلف جداسازی شده است. گونه هایی از باکتری‌های هسته‌یخ از سطح درختان پسته در بیش از ۸۰ منطقه پسته‌کاری استان کرمان جداسازی و تعدادی از آنها بر اساس تعیین توالی بخشی از ناحیه ژن‌های16SRDNA،

rpoD و recA شناسایی شدند. جدایه‌های *Pseudomonas moraviensis, Pseudomonas putida, Pseudomonas fragi, Pseudomonas viridiflava, Pantoea agglomerans, Entrobacter cloacae* به‌عنوان باکتری‌های مولد هسته یخ پسته شناسایی شدند. فعالیت هسته یخ درباکتری‌های *P. moraviensis, P. fragi,* و *E. cloacae* برای نخستین بار گزارش شد که بیشترین فرکانس هسته یخ مربوط به *P. fragi* و کمترین مربوط به *E. cloacae* بود. همچنین توان ایجاد سرمازدگی این جدایه‌ها روی گیاهچه‌های گندم به اثبات رسید. جدایه های فعال هسته یخ مربوط به مناطقی از استان کرمان بود که میانگین سالانه 60 % خسارت سرمازدگی دارند (Rostami et al., 2018a). در ادامه‌ی تحقیقات، ژن هسته یخ در این باکتری‌ها ردیابی و گزارش شد (Rostami et al., 2018b).

فعالیت هسته ی یخ در باکتری های مختلف و حتی در یک گونه باکتری، در شرایط محیطی مختلف متفاوت است. باکتری های مولد هسته یخ فرکانس های متفاوتی در ایجاد هسته زایی کریستال های یخ از خود نشان می دهند. بررسی منابع نشان می دهد که بیان ژن‌های هسته یخ و تولید پروتئین‌های مزبور تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی، از قبیل دما، نور، رطوبت و ماده غذایی در دسترس قرار دارد (Attard et al., 2012). منبع کربنی مورد استفاده باکتری و شرایط آزمایشگاهی در تولید ترکیبات متابولیکی باکتری تاثیر به‌سزائی دارد (Metsoviti et al., 2012). مطالعه رستمی و همکاران نشان داد، گلیسرول وگلوکز به‌عنوان منبع کربنی در محیط کشت تاثیر بسیار معنی داری در فرکانس هسته یخ دارد. به‌طوریکه با دو برابر شدن غلظت گلیسرول، زمان یخ‌زدگی سوسپانسیون باکتری استرین *P. virdiflava* raf$_2$ به نصف کاهش یافت (Rostami et al., 2018). بررسی و مقایسه فرکانس هسته یخ در برخی جدایه‌های باکتریایی همراه با عارضه سرمازدگی در درختان پسته منطقه رفسنجان نشان دادکه در بین استرین های شناسایی شده، استرین *Pseudomonas* sp. Strain 82-1 بیشترین فرکانس هسته‌یخ (3.6×10^4) و استرین *Curtobacterium flaccumfaciens* strain 1-4 کمترین فرکانس (1.1×10^4) را در شرایط آزمایشگاه داشت.

استرین *C. flaccumfaciens* strain 1-4 و *E. cloacae* strain 69-1 در این تحقیق برای اولین بار به‌عنوان باکتری مولد هسته یخ در رفسنجان گزارش شدند (Beirami and Rostami, 2019).

کنترل باکتری های هسته یخ

یکی از عوامل تشدید کننده در میزان سرمازدگی، وجود باکتری‌های هسته یخ در سطح گیاهان است. آزمایش‌های صحرایی نشان داده‌اند که با کاهش جمعیت باکتری‌های هسته یخ در گیاهانی که دماهای انجماد را تجربه می‌کنند، خسارت سرمازدگی به‌طور قابل توجهی کاهش می یابد. در واقع کنترل جمعیت این باکتری‌ها در سطح گیاهان، آنها را از سرمازدگی در دماهای بالاتر از انجماد (حداقل ۲درجه سانتیگراد سردتر از حد انتظار) نجات می‌دهد. درجه افزایش ابرسرد شدن گیاهان که در شرایط مزرعه مشاهده می‌شود، متناسب با لگاریتم کاهش اندازه جمعیت باکتری INA است که به دست می‌آید. افزایش ۱ درجه سانتیگراد در توانایی فوق خنک کننده نیازمند حداقل ۱۰۰ برابر کاهش اندازه جمعیت باکتری INA است (Lindow, 2023).

معمولا برای کنترل باکتری‌های هسته یخ از باکتری‌کش‌ها (سموم مسی) یا باکتری‌های رقیب استفاده می شود. متأسفانه، باکتری‌کش‌های نسبتاً کمی برای کنترل باکتری‌های INA ثبت شده‌اند، همانطور که برای کنترل باکتری‌های بیماری‌زای گیاهی نیز وجود دارد. ترکیبات حاوی مس رایج‌ترین باکتری‌کش ها در مدیریت باکتری های مرتبط با گیاه هستند. با وجود محدودیت‌های این

کلرید سدیم، بررسی تولید آنزیم‌های خارج سلولی وحساسیت به آنتی بیوتیک مورد شناسایی قرار گرفتند. بر اساس نتایج این آزمون‌ها مشخص شد که یکی از جدایه‌ها متعلق به جنس *Pantoea* و دیگری متعلق به جنس *Streptomyces* بودند. هر دوجدایه قدرت بازدارندگی مناسبی علیه باکتری عامل هسته یخ در شرایط آزمایشگاهی داشتند. این یافته می‌تواند نوید بخش کنترل زیستی تنش سرمازدگی در باغات پسته باشد (Dehghan Moghadam and Rostami, 2021).

مطالعات متعدد نشان داده است که ترکیب باکتری های سطح برگ، به شدت تحت تأثیر بافت گیاه، عملیات زراعی و حتی گیاهان موجود در محیط اطراف است. مدیریت پوشش گیاهی و تغییر سایر پارامترهای آگرواکولوژیکی فرصت هایی را برای تعدیل کلونیزاسیون محصولات توسط باکتری های مهاجر INA برای جلوگیری از آسیب سرمازدگی بسیار موثر است. نقش مهم این عوامل در تأمین میکروارگانیسم های مهاجر در هوا، و ترکیب جامعه باکتریایی اپی فیتیک روی گیاهان می باشد. لذا مطالعه‌ی میکروبیوم های فیلوسفر گیاهان، روش های جدید را برای جلوگیری از آسیب سرمازدگی به گیاهان شناسایی کرده است (Meyer et al., 2022).

نقش فنوتیپ هسته یخ در باکتری های INA

با توجه به اینکه ژن اعطا کننده فعالیت هسته‌زایی یخ ظاهراً فقط یک بار تکامل یافته است، اما به صورت افقی به انواع مختلف گونه‌های باکتریایی منتقل شده است، دانستن مزیت انتخابی اصلی برای این ویژگی دشوار است. با این حال، چندین مزیت فرضی فنوتیپ Ice+ در گونه‌های مختلف باکتری وجود دارد. قابل توجه است که بخش زیادی از باکتری های INA شناخته شده با گیاهان مرتبط هستند، و بنابراین بسیاری از مشارکت های فرضی هسته یخ در تناسب باکتری ها به تعامل آنها با گیاهان مرتبط است. اندازه جمعیت *P. syringae* دارای فنوتیپ هسته یخ (Ice^+)در گیاهانی که آسیب یخ زدگی را متحمل شده اند، به طور قابل توجهی، حتی به صورت موقت، افزایش می یابد (Buttner and Amy 1989; Gross et al., 1983: Rostami et al., 2018a).

در تعامل باکتری های هسته ی یخ با گیاهان این سوال مطرح می شود که تشکیل کریستال های مخرب یخ در سلولهای گیاهی چه سودی برای باکتری هسته یخ خواهد داشت. در پاسخ باید گفت که، نمونه های متعددی از بیماری های تحریک شده توسط سویه های INA در دو گونه *P. syringae* و *Xanthomonas* وجود دارد که با تشکیل یخ تسهیل می شود (Azad and Schaad 1988; Fones, 2020).

نه تنها بیماری به دنبال آسیب یخ زدگی محتمل‌تر یا شدیدتر است، بلکه فرآیند انجماد،ذوب نفوذ غیر فعال باکتری هسته یخ را به گیاه آسانتر می کند. بنابراین، هسته‌زایی یخ یک عامل بیماریزایی وابسته به دما برای چندین گونه بیماری‌زای گیاهی INA است. با این حال، از آنجایی که بسیاری از باکتری های INA پاتوژن های گیاهی نیستند وسایر مزایای فنوتیپ Ice+ باید در نظر گرفته شود (Rajashekar et al., 1983). از مزایای دیگر هسته یخ بودن برای باکتری های هسته یخ انتشار راحت آنها در جو و ذرات هوا می باشد. پس از خروج از سطوح برگ، باکتری‌ها می‌توانند به سرعت از طریق وارد اتمسفرشده و در نهایت با قطرات آب فوق‌سرد شده در صورت برخورد با ابرها برهم‌کنش می‌کنند و باعث یخ زدن قطرات می‌شوند (Failor et al., 2017). همانطور که قبلاً گفته شد، رویدادهای هسته‌زایی یخ در فرآیند بارش از طریق افزایش اندازه بلورهای یخ مهم هستند. همراه با بارش پراکندگی این باکتری ها توسط باران و برف مجدد به سطوح گیاهان و زمین برگشته وبدین شکل در چرخه هیدرولوژیکی جابجا می شوند. غلظت و فعالیت هسته های یخ در ابرها می تواند بر اقلیم تأثیر بگذارد (Murray et al., 2021).

ترکیبات ضد سرما

یکی از مکانیسم‌های سازگاری که موجودات زنده برای رشد در محیط‌های سرد تکامل یافته‌اند، تولید پروتئین‌های ضد یخ[2] با قابلیت‌های عملکردی برای مقاومت در برابر دماهای سرد است. پروتئین‌های ضد یخ به‌طور گسترده در گونه‌های مختلف مقاوم به سرما شناسایی شده‌اند و با کاهش نقطه انجماد مایعات بدن، ماندگاری موجودات سازگار با سرما را تسهیل می‌کنند. این پروتئین‌ها می‌توانند با اتصال به کریستال‌های یخ، شکل آن را تغییر داده و نقطه انجماد محلول را کاهش دهند و از تبلور مجدد کریستال‌های یخ جلوگیری کنند، بنابراین به آنها پروتئین‌های اتصال یخ نیز می‌گویند(Baskaran et al., 2021) . علاوه بر این، لازم به ذکر است که AFPها دارای خواص غیر سمی هستند و هیچ عواقب نامطلوبی را ادر محصولات غذایی ایجاد نمی‌کنند. از زمان کشف گلیکوپروتئین‌های ضد یخ در خون ماهی‌های قطب جنوب در اواخر دهه ۱۹۶۰، انواع مختلفی از AFPs در بسیاری از موجودات کشف شده است که در میان آن‌ها، AFP های مشتق شده از گیاهان در مقایسه با سایر AFP ها، فعالیت بازدارندگی بهتری در برابر تبلور مجدد کریستال یخ دارند. این امر ممکن است به دلیل این واقعیت باشد که AFP های مشتق شده از گیاه معمولاً حاوی چندین حوزه اتصال کریستال یخ آبدوست هستند که به نظر می رسد به ویژه در جذب کریستال های یخ موثر باشند تا از مهاجرت مولکول های آب جلوگیری کرده و رشد کریستال های یخ را در دمای انجماد کنترل کنند(Obadi and Xu, 2023). گیاهان در دوره ی زمستان گذرانی خود پروتئین های ضد یخ را (AFPs) ترشح می‌کنند تا تحمل انجماد را فراهم کنند. این پروتئین ها به بلورهای یخی که در آپوپلاست در دمای زیر صفر تشکیل می شوند متصل می شوند و از رشد آن ها جلوگیری می کنند. فعالیت ضد یخ در بیش از ۶۰ گیاه، شناسایی شده است و AFP ها از ۱۵ مورد از این گیاهان، از جمله: یونجه (*Medicago sativa*) ، چاودار(*Secale cereale* ، برگ نو *(Ligustrum lucidum)* خالص شده اند. توصیف بیوشیمیایی فعالیت ضد یخهای گیاهی، نشان داده است که عملکرد اصلی آن‌ها مهار رشد کریستال یخ به جای کاهش دمای انجماد است. ثابت شده است که کلسیم و هورمون هایی مانند اتیلن و اسید جاسمونیک فعالیت ضد یخ گیاهان را تنظیم می کنند(Gupta and Deswal, 2014) .

از طرفی یکی از راهکارهایی که برای کاهش آسیب های سرمازدگی در گیاهان توصیه شده است، استفاده از ترکیبات کاهش دهنده اثرات مخرب تنش سرماست است که قبل از بروز سرما به صورت محلولپاشی احتمالا می تواند خسارات ناشی از سرمازدگی را در این گیاهان کاهش داده و از تحمیل هزینه های واکاری این گیاهان جلوگیری کند. مطالعات میدانی و علمی نشان می‌دهد که ترکیبات حاوی اسید آمینه ال - پرولین، پلیمرهای زیست سازگار و طبیعی و برخی الکل های چندعاملی تاثیر بسیار زیادی در کنترل همزمان تنش های موقت سرمایی و بهبود آسیب های بعد از آن دارند به شکلی که ضمن جلوگیری از توقف رشد گیاه، عملیات ترمیم سلولی در جهت افزایش طول عمر گیاه میسر گردد. مطالعات میدانی موید کاهش خسارات ناشی از سرمازدگی بعد از تیمار با ترکیبات حاوی ال پرولین و پلیمرهای زیست سازگار طبیعی به میزان بیش از ٪۳۷ می‌باشد. کاربرد ال – پرولین با افزایش محتوای کلروفیل، پرولین و فعالیت آنتی اکسیدانی کل و کاهش نشت یونی، مالون دی آلدئید و پراکسید هیدروژن سبب کاهش صدمه سرمازدگی گیاهچه ها شد (Taherzai et al., 2023).

[2] Anti-freeze Proteins (AFPS)

نتیجه گیری

باتوجه‌به‌این‌نتایج‌به‌نظرمی‌رسدشـــناخت‌فاکتورهـــای‌مـــؤثردرکلونیزه‌نمودن‌سطح‌گیاه‌توسط‌باکتری‌های‌مولدهسته‌یخ،می‌تواندراهکارهای‌ؤثری‌بـــرای‌کنتـــرل‌بیمـــاری‌هـــای‌گیـــاهی‌وخســـارت‌سرمازدگی‌ارائه‌دهد. واضح است که از زمان کشف این باکتری هادر اوایل دهه ۱۹۷۰ اطلاعات زیادی در مورد مکانیسم‌های هسته‌زایی یخ باکتریایی به‌دست آمده است. مطالعات در زمینه‌ی مدل‌سازی مولکولی پروتئین‌های هسته یخ و مطالعات بیوفیزیکی فرآیند هسته‌زایی یخ باکتریایی درک ما را از فرآیندی که توسط آن‌ها تشکیل یخ ر کاتالیز می‌کنند، کامل می کند. در مورد فرآیندهایی مانند هسته زایی یخ که منجر به آسیب سرمازدگی به گیاهان حساس به سرم می شود، باید مطالعات بیشتری انجام شود. مطالعات در این زمینه نیازمند تیم های بین رشته‌ای متشکل از میکروبیولوژیست‌ها زیست شناسان گیاهی، زیست هواشناسان و سایر متخصصان است تا با موفقیت، با پیچیدگی‌های فرآیند انجماد مقابله کنند در این مسیر میکروبیوم گیاهان، واکنش گیاهان به یخ و فرآیند فیزیکی تکثیر یخ و سایر عوامل باید در نظر گرفته شود. ابزارهای جدید قدرتمند برای مطالعه فیتوبیوم و همچنین تصویربرداری مادون قرمز برای تجسم تشکیل یخ در گیاهان لازم است تا با ارائه بینش بیشتر تعدیل جمعیت‌های باکتریایی هسته یخ و کنترل سرمازدگی محقق شود. مطالعه ی مولکولی هسته زایی یخ باکتریایی ممکن است به کشف عوامل ضد هسته قوی برای کنترل یخ زدگی گیاهان منجر شود.

منابع

1. Afshri, H., Hokmabadi, H., ebadi, a.g., Arab, H.A. and Ghorbanian, A.R. 2009. The study of spring frost resistance of some commercial damghan pistachio (*pistacia vera*) cultivars. Plant and ecosystem, 5(18): 60-76.
2. Allard, F. Houde, M. Krol, A. Ivanov, N. P. Huner, A. and Sarhan, F. 1998. Betaine improves freezing tolerance in wheat. Plant Cell Physiology, 39: 1194-1202.
3. Attard, E., Yang, H., Delort, A.M., Amato, P., Oschl, U.P., Glaux, C., Koop, T. and Morris, C.E. 2012. Effects of atmospheric conditions on ice nucleation activity of Pseudomonas. Atmosferic Chemistry and Phyisics, 12: 10667–10677
4. Azad, H. and Schaad, N.W. 1988. The relationship of *Xanthomonas campestris* pv. translucens to frost and the effect of frost on black chaff development in wheat. Phytopathology, *78*(1): 95-100.
5. Baskaran, A., Kaari, M., Venugopal, G., Manikkam, R., Joseph, J. and Bhaskar, P.V. 2021. Anti-freeze proteins (Afp): Properties, sources and applications–A review. International Journal of Biological Macromolecules, 189: 292-305.
6. Beirami, A.H. and Rostami, M. 2019. Investigation and comparison of ice core frequency in some bacterial isolates associated with frostbite in pistachio trees of Rafsanjan region. 7th National Conference on Applied Research in Healthy Food Sciences from Farm to Table. P. 17. (In Persian)
7. Buttner, M.P. and Amy, P.S. 1989. Survival of ice nucleation-active and genetically engineered non-ice-nucleating Pseudomonas syringae strains after freezing. Applied and environmental microbiology, 55(7): 1690-1694.
8. Dehghan Moghadam, M. and Rostami, M. 2021. Antagonistic activity of some epiphytic bacteria and actinomycetes against ice nucleation active bacteria on Rafsanjan pistachio trees. Biological control of pests and plant diseases, 10(1): 77-87.

9. Eslami, S.V., Behdani, M.A. and Jami-Alahmadi, M. 2012. Influence of Exogenous Glycinebetaine Application on Improving Chilling Tolerance in Corn Seedlings (*Zea mays* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 8(6): 939-945. doi: 10.22067/gsc. v8i6.8040
10. Failor, K.C., Schmale Iii, D.G., Vinatzer, B.A. and Monteil, C.L. 2017. Ice nucleation active bacteria in precipitation are genetically diverse and nucleate ice by employing different mechanisms. The ISME Journal, 11(12): 2740-2753.
11. Fones, H.N. 2020. Presence of ice-nucleating *Pseudomonas* on wheat leaves promotes *Septoria tritici* blotch disease (*Zymoseptoria tritici*) via a mutually beneficial interaction. Scientific Reports, 10(1):1-9.
12. Francis, J. and Skific, N. 2015. Evidence linking rapid Arctic warming to mid-latitude weather patterns. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 373(2045): 1-12. https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0170
13. Gholipour, Y. 2005. Applied biology of pistachio tree. Tehran seda, Tehran. Pp.104.
14. Gross, D.C., Cody, Y.S., Proebsting Jr, E.L., Radamaker, G.K. and Spotts, R.A. 1983. Distribution, population dynamics, and characteristics of ice nucleation-active bacteria in deciduous fruit tree orchards. Applied and environmental microbiology, 46(6): 1370-1379.
15. Gupta, R. and Deswal, R. 2014. Antifreeze proteins enable plants to survive in freezing conditions. Journal of Biosciences, 39: 931-944.
16. Keenan, T.F., Richardson, A.D. and Hufkens, K. 2020. On quantifying the apparent temperature sensitivity of plant phenology. New Phytologist, 225(2): 1033-1040.
17. Lindow, S. 2023. History of discovery and environmental role of ice nucleating bacteria. Phytopathology, 113(4): 605-615.
18. Metsoviti, M., Paramithiotis, S., Drosinos E.H., Galiotou-Panayotou M., Nychas G.J.E., Zeng A.P. and Papanikolaou S. 2012. Screening of bacterial strains capable of converting biodiesel-derived raw glycerol into 1, 3-propanediol, 2, 3-butanediol and ethanol. Engineering in Life Sciences, 12: 57-68.
19. Meyer, K.M., Porch, R., Muscettola, I.E., Vasconcelos, A.L.S., Sherman, J. K., Metcalf, C.J.E. ... and Koskella, B. 2022. Plant neighborhood shapes diversity and reduces interspecific variation of the phyllosphere microbiome. The ISME journal, 16(5): 1376-1387.
20. Murray, B.J., Carslaw, K.S. and Field, P.R. 2021. Opinion: Cloud-phase climate feedback and the importance of ice-nucleating particles. Atmospheric Chemistry and Physics, 21(2): 665-679.
21. Nazemosadat, M.J., Sepaskhah, A.R. and Mohammady, S. 2001. Application of dew point in the prediction of chilling stress (case study in Jahrom, Fars Province), 5 (3): 9-16. (In Persian)
22. Obadi, M. and Xu, B. 2023. Characteristics and applications of plant-derived antifreeze proteins in frozen dough: A review. International Journal of Biological Macromolecules, 225: 128202.
23. Rajashekar, C.B., Li, P.H. and Carter, J.V. 1983. Frost injury and heterogeneous ice nucleation in leaves of tuber-bearing Solanum species: ice nucleation activity of external source of nucleants. Plant physiology, 71(4): 749-755.
24. Repo, T., Domisch, T., Kilpeläinen, J. and Mäkinen, H. 2021. Soil frost affects stem diameter growth of Norway spruce with delay. Trees, 35: 761-767.
25. Rostami, M., Hasanzadeh, N., Khodaygan, P. and Riahi-Madvar, A. 2018a. Ice nucleation active bacteria from pistachio in Kerman Province, Iran. Journal of Plant Pathology, 100: 51-58.

26. Rostami, M., Hasanzadeh, N., Khodaygan, P. and Riahi Madvar, A. 2018b. Evaluation of Ice Nucleation Activity (INA) and INA Gene Detection in the Bacteria Isolated from Pistachio Trees in Kerman Province, Iran. Journal of Nuts. 2(9):147-157.
27. Santl-Temkiv, T., Ling, M., Holm, S., Finster, K. and Boesen, T. 2016. The presence of INA proteins on the surface of single cells of *Pseudomonas syringae* R10. 79 isolated from rain. In European Geosciences Union General Assembly, 18: 15510.
28. Serraj, R. and Sinclair, T.R. 2002. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions. Plant Cell Environment, 25: 333-341.
29. Shahrokhi Kahnooj, Kh. and Rostami, M. 2021. Study of the possibility of biological control of frostbite of pistachio plants using epiphytic antifreeze bacteria. Biological control of pests and plant diseases, 9(2): 173-183.
30. Somersalo, S., Kyei-Boahen, S. and Pehu, E. 1996. Exogenous glycine betaine application as a possibility to increase low temperature tolerance of crop plants. Nordisk Jordbruksforskning, 78(2): 102.
31. Sorkhan, R.S., Enteshari, S., Hokmabadi, H. and Tajabadipour, A. 2011. Physiological evaluation of pistachio frost damage resistant rootstocks. International Journal of Nuts and Related Sciences. 2(4): 55-66.
32. Taherzai, A.R., Ansaripour, M.M. and Bashirinia, E. 2023. Investigating the use of biocompatible polymer compounds along with the amino acid L-proline to reduce the effect of cold stress in plants and prevent the freezing of interstitial water and cell sap. The first national frost event in the agricultural sector (challenges and solutions). https://civilica.com/doc/1810481. (In Persian)

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

The effect of Jamonic acid and Methyl jasmonate on resistance induce of pistachio seedlings to Phytophthora crown and root rot

Mahmood Akhoondi [1] , Fatemeh Hassanzadeh Davarani [2*] , Amir Hossein Mohammadi [3]

1- M.Sc. Graduate of Plant Pathology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

2. * Department of Plant Pathology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran.

3. Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran

*Corresponding author: hasanzadeh.fatemeh1662@gmail.com

Receive: 2024/7/21 Accepted: 2024/8/1

Abstract

One of the most important diseases of pistachio trees is root and crown rot caused by various species of phytophthora, which annually eliminates the number of fertile and non-fertile trees. Host resistance considered as the most sustainable management methods of this pathogen. The purpose of this study was to investigate the effect of jasmonic acid (JA) on phytophthora root-rot of pistachio. In this research, the Badami-riz Zarand cultivar were used for planting. Then one- month seedlings with concentrations of 25, 50, 75 and 100 mg of jasmonic acid on kg soil were infected and Then Phytophthora drechsleri (Pd) was induced on the root of seedlings. In this study, the activity of Catalase, Peroxidase and Phenylalanine ammonia-lyase enzymes was measured. Results showed high JA concentration increased the activity of catalase enzyme (CAT) in comparison control whereas increasing is only at a concentration of 100 mg JA per kg of soil with a significant difference at 1% level. Also, at level a 1% increase in the concentration of jasmonic acid caused a significant increase in Guaiacol Peroxidase enzyme compared to control. Furthermore, increasing JA concentration the specific activity of Phenylalanine ammonia-lyase enzyme was significantly increased in comparison the control. Therefore, the stimulant of jasmonic acid increases the enzymes of resistance. It is possible to use them in the biological control of soil pathogens to avoid excessive consumption of fungicides, resistance to fungicides and environmental degradation.

Keywords: Enzyme, Pistachio, Gummosis, Resistance, Hormone

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in
واحد رفسنجان

تأثیر متیل جاسمونت و جاسمونیک اسید در القا مقاومت نهال های پسته نسبت به پوسیدگی فیتوفتورایی طوقه و ریشه

محمود آخوندی[1]، فاطمه حسن زاده داورانی*[2]، امیرحسین محمدی[3]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

۲- *گروه بیماری شناسی گیاهی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

۳- پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران.

*نویسنده مسئول: hasanzadeh.fatemeh1662@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۱۳

چکیده

یکی از مهم‌ترین بیماری‌های درختان پسته پوسیدگی طوقه و ریشه (گموز) ناشی از گونه‌های مختلف قارچ *Phytophthora* می‌باشد و هر ساله باعث از بین رفتن تعداد بسیاری از درختان بارور و غیر بارو می‌شود. مقاومت میزبان یکی از پایدارترین روش‌های کنترل این بیمارگر است. هدف این تحقیق بررسی تأثیر جاسمونیک اسید (JA) بر روی پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه پسته می‌باشد. در این تحقیق از رقم پسته بادامی ریز زرند جهت کاشت استفاده شد. سپس گیاهچه‌های یک ماهه با غلظت‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم جاسمونیک اسید در کیلوگرم خاک مایه‌زنی شده و پس‌از آن، قارچ *P. drechsleri* (Pd) روی ریشه نهال‌ها مایه‌زنی شد. در این مطالعه، میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و فنیل آلانین آمونیالیاز اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که، با افزایش غلظت JA فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز (CAT) در مقایسه با شاهد افزایش یافت اما این افزایش تنها در غلظت ۱۰۰ میلی گرم JA در کیلوگرم خاک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد با شاهد بود. همچنین نتایج حاصل از داده ها نشان داد در سطح احتمال یک درصد افزایش غلظت اسید جاسمونیک باعث افزایش معنی‌دار آنزیم گوایکل پراکسیداز در مقایسه با شاهد شده است. علاوه براین، با افزایش غلظت JA فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت. بنابراین محرک اسید جاسمونیک باعث افزایش آنزیم‌های مقاومت می‌شود و می‌توان استفاده از آن‌ها را در کنترل زیستی بیمارگرهای خاکزی پیشنهاد کرد تا از مصرف بی‌رویه سموم و موضوع مقاومت به قارچ‌کش ها و تخریب محیط زیست تا حد زیادی جلوگیری شود.

کلمات کلیدی: آنزیم، ، پسته، گموز، مقاومت، هورمون

مقدمه

پوسیدگی طوقه و ریشه ناشی ازگونه‌های *Phytophthora* از مهمترین بیماری‌ها در پسته به شمار می‌آید و هرساله باعث از بین رفتن شمار زیادی از درختان بارو و غیر بارور می‌شود (Banihashemi .1994; Mirabolfathy et al., 2001; Mostowfizadeh Ghalamfarsa et al., 2008). وجود بیماری گموز اولین بار در سال ۱۳۴۱ از رفسنجان گزارش گردید و تاکنون گونه *P. citrophthora* (Smith & Smith) Leonian از درختان پسته آلوده در قزوین، رفسنجان، نی ریز و دامغان

جدا و معرفی گردیده است. در خصوص شناسایی و تعیین گونه‌های فیتوفتورا و سایر موارد مربوط به این بیماری، تحقیقات زیادی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. تحقیقات انجام شده در مدیریت بیماری، مواردی مانند مبارزهٔ زراعی، شیمیایی، مهار زیستی و استفاده از پایه‌های مقاوم را توصیه می‌کنند (Moradi, 2015). متداول‌ترین راه کنترل بیماری‌های خاکزی استفاده از ترکیب‌های شیمیایی است، که به نوبه خود این ترکیب‌ها باعث ایجاد آسیب‌های غیرقابل جبران به محیط زیست، سلامت انسان و ایجاد مقاومت در بیمارگر می‌شوند. از این‌رو مهار زیستی به دلیل نداشتن تأثیر زیان‌بار زیست‌محیطی می‌تواند به عنوان یک نقطه عطف در روش‌های کنترل به شمار آید. بنابراین پدیدهٔ مقاومت القایی می‌تواند به عنوان یکی از مهم‌ترین سازوکارهای کنترل زیستی، کاربرد کنترل شیمیایی را کاهش دهد (Edreva., 2004). در حال حاضر ترکیب‌های مصنوعی (سنتزی) و زیستی متنوعی هستند که می‌توانند بسیاری از بیماری‌های گیاهی را بدون تأثیر مستقیم، و از راه القای مقاومت در گیاهان کنترل کنند. ترکیب‌های زیستی و ترکیب‌های مصنوعی، مقاومت را در بسیاری از گونه‌های گیاهی در برابر حمله انواع بیمارگرها شامل قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها القا می‌کنند (Sticher et al., 1997). یکی از این ترکیبات جاسمونیک اسید و متیل استر آن (متیل جاسمونات) می‌باشند. بزرگترین وظایف اسید جاسمونیک در تنظیم کردن رشد گیاه است که شامل ممانعت از رشد، پیری و ریزش برگ گیاه می‌باشد. جاسمونت‌ها در گیاهان دارای اثرات تحریک کنندگی و بازدارندگی هستند. برخی از اثرات آن‌ها شبیه اتلین و آبسیزیک اسید است. افزودن جاسمونیک اسید خارجی به گیاه اثرات بازدارندگی در رشد گیاه، دانه و گلدهی دارد. همچنین روی رشد طولی ریشه، رشد قارچ همزیست (میکوریز)، رشد کالوس در کشت بافت گیاهی، جنین‌زایی، جوانه زایی بذر، تشکیل دانه گرده، تشکیل جوانه گل، فعالیت‌های فتوسنتزی به ویژه فعالیت آنزیم روبیسکو اثر بازدارندگی دارد. جاسمونیک اسید در سطح مولکولی نیز بیان ژن‌ها را در گیاهان تحت تاثیر قرار می‌دهد. این اسید همچنین در بوجود آمدن جوانه در سیب زمینی، سیب زمینی هندی و پیاز نقش دارد. این اسید نقش مهمی در پیچ خوردگی در گیاهان و همچنین مقاومت سیستماتیک آنان دارد. هنگامی که گیاهان توسط حشره‌ها مورد حمله قرار می‌گیرند، گیاه با آزاد کردن اسید جاسمونیک واکنش نشان می‌دهد، که این عمل از هضم کردن پروتئین توسط حشره ممانعت به عمل می‌آورد جاسمونیک اسید و مشتقات آن از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند که مسئول مقابله با تنش‌های بیوتیک و غیر بیوتیک در گیاهان می باشند (Reyes-Díaz et al., 2016). همان‌طوری که در تکوین گیاه و بسیاری از مراحل نموی دخالت دارند نقش جاسمونات‌ها به عنوان قسمتی از یک مسیر انتقال پیام که به وسیله زخم‌های موضعی فعال می‌شوند به خوبی مشخص شده است. مقدار جاسمونات اندوژن بر اساس زخم افزایش می‌یابد و به وسیله فعال سازی ژن های درگیردر پاسخ‌های دفاعی گیاه ادامه می‌یابد. اسید جاسمونیک همچنین به مشتقات متنوعی تبدیل می‌شود، از قبیل استرها، مانند متیل جاسمونات و ممکن است با آمینو اسیدها نیز ترکیب شود. جاسمونات‌ها شامل Jasmonic acid (جاسمونیک اسید) و (Methyl- Jasmonate) متیل جاسمونات می‌شود. همچنین متیل جاسمونات از طریق تحریک گیاهان به بیان ژن‌های مرتبط به فعالیت‌های دفاعی باعث مقاومت به طیف وسیعی بیمارگرهای گیاهی می شود. در سال ۲۰۱۴ در پژوهشی اثرات تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید جاسمونیک به صورت کوتاه مدت برای حفظ کیفیت و افزایش عمر گلجایی گلبریده میخک بررسی شد و نتایج نشان داد که پژمردگی گلبرگ کاهش یافته و مواد جامد محلول گلبرگ، قطر گل و عمر گل افزایش می‌یابد (Hashemi and Mirdehghan, 2014). در گزارشی استفاده از متیل جاسمونات در محلول نگهدارنده گل بریده رز به جای قارچ‌کش‌های شیمیایی به علت خطر مقاومت قارچ‌ها در برابر آن‌ها و همچنین افزایش نگرانی عمومی و خطرات آن‌ها برای انسان و محیط زیست از رشد قارچ کپک خاکستری جلوگیری کرد و عمر گلجایی و کیفیت گل را بهبود بخشید (Meiret et al.,1998). در تحقیق دیگری اسید جاسمونیک یکی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی محسوب می‌شود که در طیف وسیعی از واکنش‌های فیزیولوژیکی و نموی گیاهان اثر گذاشته و در پاسخ به تنش‌های زنده و غیرزنده ازقبیل خشکی، شوری، خشکسالی و دما (کم/ زیاد) گیاه موثر است (Parvaiz Ahmad et al., 2016). همچنین بررسی اثر

متیل جاسمونات بر پژمردگی ناشی از *Fusarium oxysporum* در پنبه نشان داد که شدت این بیماری در برگ‌های تحت درمان با متیل جاسمونات به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش می‌یابد (Konan et al., 2014). با توجه به اهمیت مهار زیستی بیمارگرها در این تحقیق تاثیر کاربرد جاسمونیک اسید و متیل جاسمونات بر بیماری پوسیدگی فیتوفتورایی ریشه نهال‌های پسته مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها

آماده‌سازی نهال‌های پسته

در این تحقیق از رقم پسته بادامی ریز زرند جهت کاشت استفاده شد. مغزهای پسته به مدت ۳۰ دقیقه در محلول وایتکس ۱۰ درصد ضدعفونی سطحی شده و سپس سه مرتبه (به مدت ده دقیقه) با آب مقطر سترون شسته شد. پس از خیساندن بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر سترون و ضدعفونی با قارچ‌کش‌های بنومیل و PCNB (به میزان ۲ در هزار از هرکدام قارچکش‌ها)، بذرها لابه لای پارچه ململ و در ظروف پلاستیکی دردار سترون و در دمای اتاق نگهداری شد. حدود ۱۰ روز بعد بذرهای جوانه زده یکنواخت جدا شده و در گلدان‌های یک کیلوگرمی حاوی مخلوطی از ماسه شسته شده و خاک بکر سترون (به نسبت ۱:۲) کاشته شد.

مایه زنی با متیل جاسمونات و فیتوفتورا

گیاهچه‌های یک ماهه با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم متیل جاسمونات در کیلوگرم خاک مایه‌زنی شده و پس از آن، قارچ *Ph. drechsleri* روی ریشه نهال‌ها مایه‌زنی گردید. تکثیر مایه قارچ روی دانه‌های گندم استریل انجام شد. برای مایه‌زنی گلدان‌ها، ابتدا مقداری از خاک سطحی گلدان‌ها برداشته شده تا ریشه نهال‌های نمایان شوند. برای هر نهال ۱۰ گرم دانه گندم کلنیزه شده در کنار ریشه‌ها ریخته شده و سپس خاک برداشته شده از گلدان‌ها، روی مایه قارچ ریخته شد. با افزودن آب، گلدان‌ها به صورت غرقاب در آمده و یک شب در این حالت قرار گرفتند که پس از آن با ایجاد یک سوراخ کوچک، آب اضافی از ته گلدان‌ها خارج شد. مقداری از این زه آب برای ردیابی زئوسپورهای قارچ مورد استفاده قرار گرفت (Bani Hashemi, 2004). برای ارزیابی میزان بیماری، پس از برداشت گیاه و شستشوی ریشه‌ها، تعداد ۴۰ قطعه یک سانتیمتری از ریشه‌ها به صورت تصادفی جدا شده و پس از شستشو با آب، روی محیط کشت CMA-PARP کشت داده شد و با شمارش قطعات کلنیزه شده با قارچ، درصد کلنیزاسیون ریشه‌ها محاسبه گردید. وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌ها نیز به صورت جداگانه با استفاده از آون ۱۰۵ درجه سانتیگراد محاسبه گردید. در این آزمایش، میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (Aebi, 1984)، پراکسیداز (Polle et al., 1994) و فنیل آلانین آمونیالیاز (Zheng et al., 2005) نیز بر اساس منابع موجود اندازه گیری شد.

استخراج پروتئین‌های ریشه

دو گرم از ریشه‌ها به صورت تصادفی انتخاب شده و برای استخراج پروتئین ها و اندازه گیری آنزیم‌های مختلف در دمای ۲۰ – درجه سانتیگراد نگهداری شدند. در این تحقیق برای استخراج پروتئین‌ها از روش Garmendia همکاران در سال ۲۰۰۴ استفاده شد (Garmendia etal., 2004).

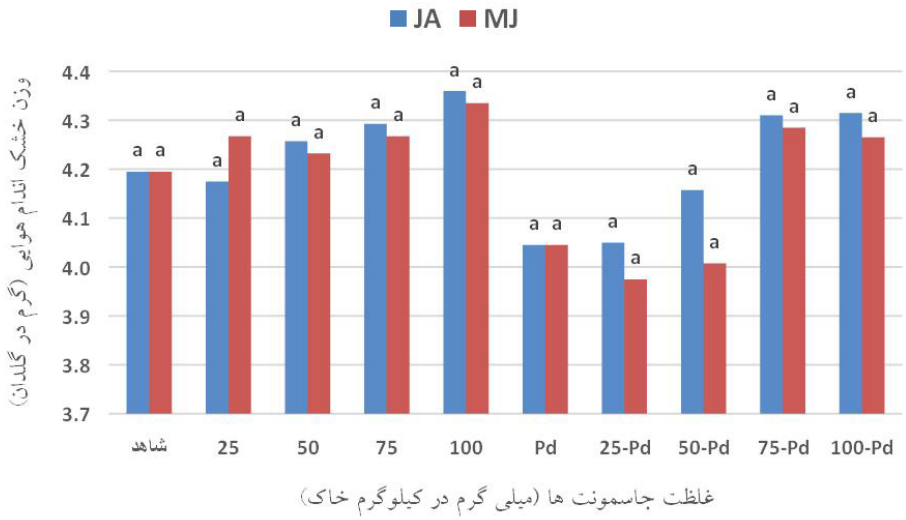
اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌ها

فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) در نمونه‌ها با استفاده از روش Aebi در سال ۱۹۸۴ و بر اساس سرعت تخریب H2O2 اندازه گیری شد (Aebi et al., 1984). همچنین برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم گوایکول پراکسیداز (GPX) از روش Polle و همکاران در سال ۱۹۹۴ استفاده گردید (Polle et al., 1994). برای فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) استفاده از روش Zheng در سال ۲۰۰۵ به کار گرفته شد (Zheng et al., 2005).

نتایج

وزن خشک اندام هوایی

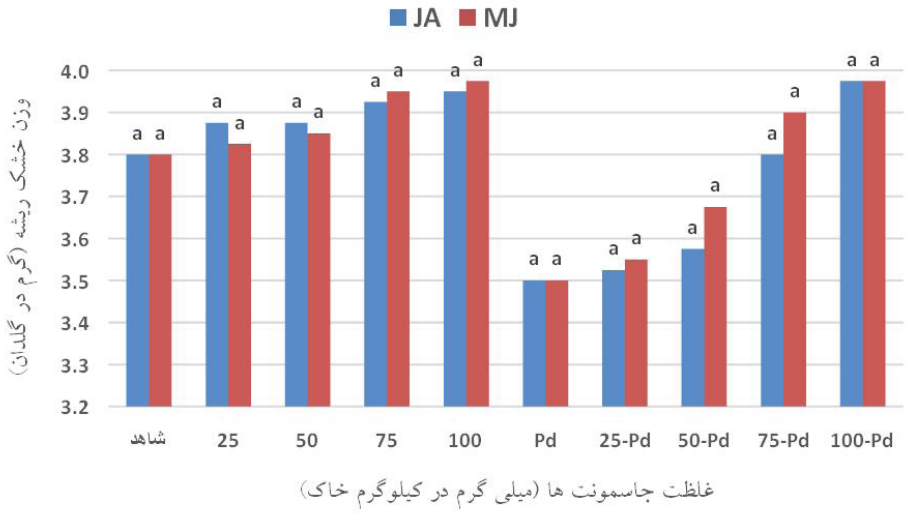
با افزایش غلظت جاسمونیک اسید (JA) وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری نشان نداد (شکل ۱). مایه زنی (Pd) *P. drechsleri* نیز نتوانست موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با شاهد شود. در تیمارهای برهمکنش JA و Pd نیز وزن خشک اندام هوایی در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با Pd افزایش نشان داد اما این افزایش در سطح ۱ درصد معنی‌دار نبود. همین روند در غلظت‌های مختلف متیل جاسمونت (MJ) و برهمکنش آن با Pd مشاهده گردید.



شکل ۱- تاثیر غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید (JA) و متیل جاسمونت (MJ) و برهمکنش آن‌ها با *Phytophthora drechsleri* (Pd) بر وزن خشک اندام هوایی نهال‌های پسته بادامی زرند.

وزن خشک ریشه

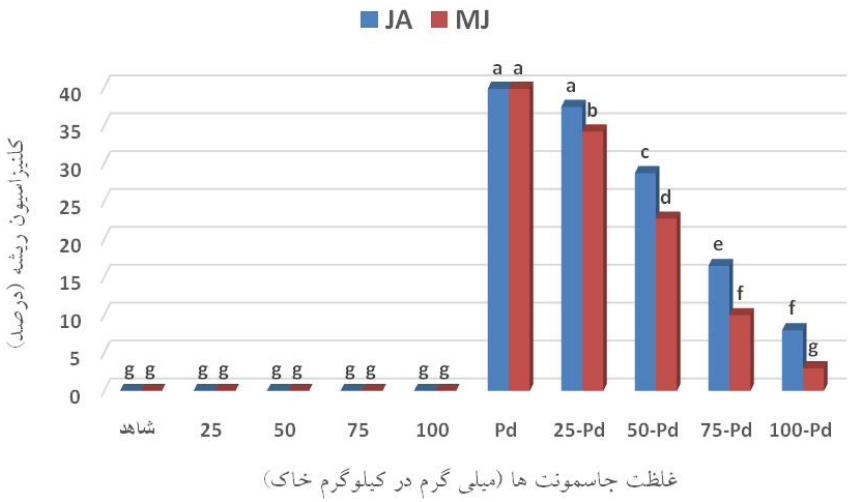
نتایج این تحقیق نشان داد که، با افزایش غلظت JA و MJ وزن خشک ریشه در مقایسه با شاهد اختلاف معنی داری را نشان نداد. همچنین مایه زنی Pd نیز نتوانست موجب کاهش معنی دار وزن خشک ریشه شود. در تیمارهای برهمکنش JA و MJ با Pd نیز وزن خشک ریشه گرچه در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با Pd به تنهایی افزایش نشان داد (شکل ۲).



شکل۲- تاثیر غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید (JA) و متیل جاسمونت (MJ) و برهمکنش آن‌ها با *Phytophthora drechsleri* (Pd) بر وزن خشک ریشه نهال‌های پسته بادامی زرند.

میزان کلنیزاسیون بیمارگر در ریشه نهال‌های پسته

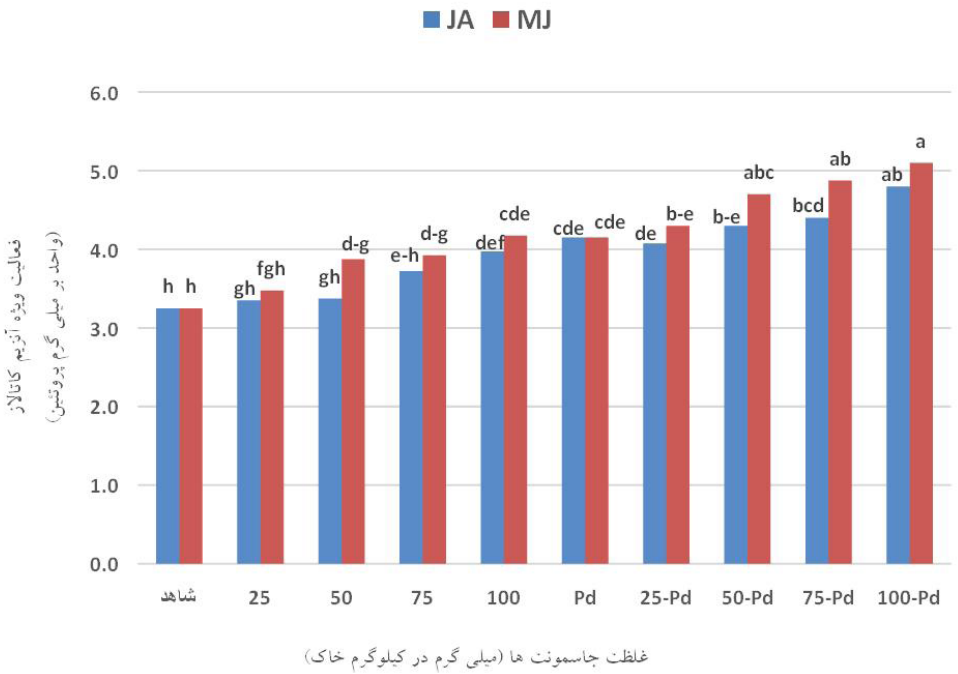
بر اساس نتایج در تیمارهای برهمکنش JA و Pd با افزایش غلظت JA میزان کلنیزاسیون بیمارگر در ریشه نهال‌های پسته بادامی زرند روند کاهشی نشان داد که این کاهش در غلظت‌های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم JA در کیلوگرم خاک دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد با تیمار مایه زنی با Pd به تنهایی بود. کمترین میزان کلنیزاسیون ریشه در تیمار ۱۰۰ میلی گرم بادامی زرند به طور معنی داری در مقایسه با تیمار مایه زنی با Pd به تنهایی کاهش یافت که در غلظت ۱۰۰ میلی گرم MJ در کیلوگرم خاک، کمترین درصد کلنیزاسیون ریشه مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۳- درصد کلنیزاسیون ریشه به وسیله بیمارگر در تیمار برهمکنش غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید (JA) و متیل جاسمونت (MJ) با *Phytophthora drechsleri* (Pd)

فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز

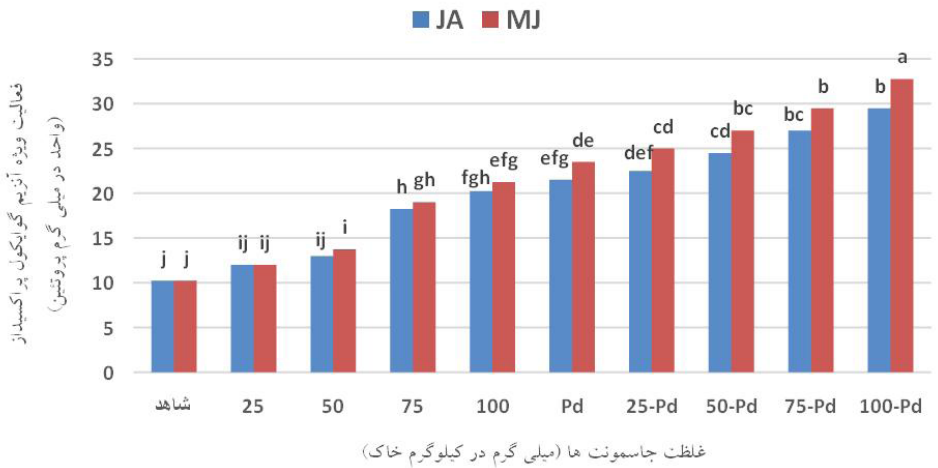
نتایج نشان داد که، با افزایش غلظت JA فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز (CAT) در مقایسه با شاهد افزایش یافت اما این افزایش تنها در غلظت ۱۰۰ میلی گرم JA در کیلوگرم خاک دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد با شاهد بود. مایه زنی Pd نیز فعالیت ویژه این آنزیم را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داد. در تیمارهای برهمکنش JA و Pd نیز فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز در مقایسه با تیمار مایه زنی با Pd افزایش یافت که این افزایش تنها در غلظت ۱۰۰ میلی گرم JA در کیلوگرم خاک اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد نشان داد. فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز در تیمارهای برهمکنش JA با Pd در مقایسه با تیمارهای JA به تنهایی به طور معنی داری بالاتر بود (شکل ۴). مایه زنی نهال‌های پسته بادامی زرند با غلظت‌های مختلف MJ موجب افزایش فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز گردید که این افزایش فعالیت در غلظت های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم MJ در کیلوگرم خاک دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد در سطح ۱ درصد بود فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز در تیمار مایه‌زنی با Pd نیز به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد بالاتر بود. در تیمارهای برهمکنش غلظت‌های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم MJ در کیلوگرم خاک نیز فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با Pd به تنهایی به طور معنی‌داری بالاتر بود. همچنین فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز در تیمارهای برهمکنش MJ و Pd به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای مایه زنی با MJ به تنهایی بالاتر بود که این موضوع تاثیر مایه زنی بیمارگر بر فعالیت این آنزیم را نشان می‌هد (شکل ۴).



شکل ۴- تاثیر غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید (JA) و متیل جاسمونت (MJ) و برهمکنش آن‌ها با *Phytophthora drechsleri* (Pd) بر فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز در اندام هوایی نهال‌های پسته بادامی زرند.

فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز

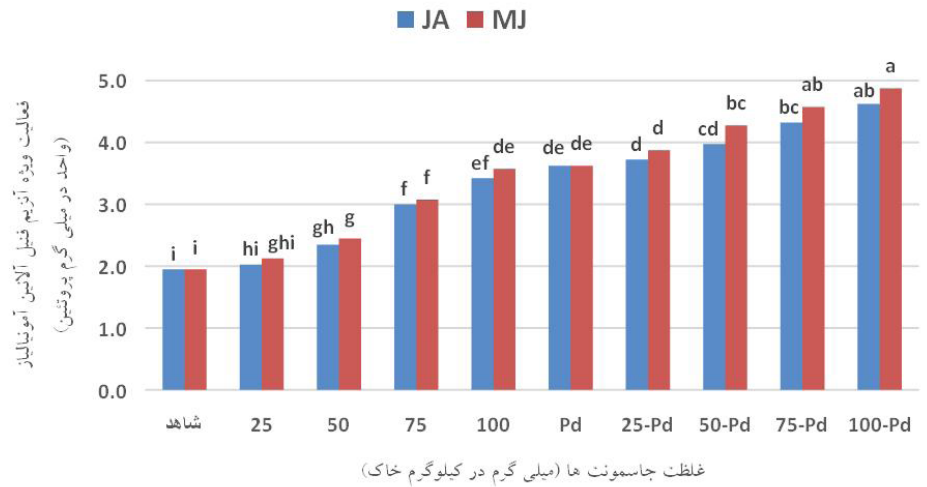
بر اساس نتایج، با افزایش غلظت JA فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز (POD) نیز افزایش یافت که این افزایش در غلظت های ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم JA در کیلوگرم خاک دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد با شاهد بود (شکل ۵). مایه زنی Pd نیز موجب افزایش معنی‌دار فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز در مقایسه با شاهد گردید. در تیمارهای برهمکنش غلظت‌های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم JA و Pd نیز فعالیت ویژه این آنزیم در مقایسه با تیمار مایه‌زنی با Pd به تنهایی به طور معنی داری بالاتر بود. همچنین فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز در تیمارهای برهمکنش JA و Pd در مقایسه با تیمارهای مایه زنی با JA به تنهایی به طور معنی داری بالاتر بوده و اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان داد (شکل ۵). افزایش غلظت MJ نیز فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز را افزایش داد که این افزایش در غلظت‌های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم MJ در کیلوگرم خاک دارای اختلاف معنی‌دار با شاهد بود. مایه زنی Pd نیز فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داد. همچنین با افزایش غلظت MJ، فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز در تیمارهای برهمکنش MJ و Pd در مقایسه با تیمار مایه زنی با Pd به تنهایی افزایش یافت علاوه بر اینکه فعالیت ویژه این آنزیم در تیمارهای برهمکنش MJ و Pd به طور معنی‌داری در مقایسه با تیمارهای مایه‌زنی با MJ به تنهایی بالاتر بود (شکل ۵).



شکل ۵-تاثیر غلظت های مختلف جاسمونیک اسید (JA) و متیل جاسمونت (MJ) و برهمکنش آن‌ها با *Phytophthora drechsleri* (Pd) بر فعالیت ویژه آنزیم گوایکول پراکسیداز در اندام هوایی نهال های پسته بادامی زرند.

فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز

نتایج پژوهش نشان داد که، با افزایش غلظت JA فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت. در تیمار مایه زنی با Pd نیز فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در مقایسه با شاهد افزایش یافت (شکل ۶). روند افزایش فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در تیمارهای برهمکنش JA و Pd نیز مشاهده شد که در این تیمارها فعالیت ویژه آنزیم در غلظت های ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم JA در کیلوگرم خاک دارای اختلاف معنی دار با تیمار مایه زنی با Pd بود. همچنین مقایسه تیمارهای برهمکنش JA و Pd با تیمارهای مایه زنی با JA به تنهایی نشان داد که فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در تیمارهای برهمکنش JA و Pd به طور معنی داری بالاتر می باشد (شکل ۶). تیمارهای مختلف MJ نیز موجب افزایش فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز گردید که این افزایش در غلظت های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم MJ در کیلوگرم خاک به طور معنی دار بیشتر از شاهد بود (شکل ۶). مایه‌زنی Pd نیز فعالیت ویژه این آنزیم را در مقایسه با شاهد به طور معنی داری افزایش داد. در تیمارهای برهمکنش غلظت های ۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم MJ در کیلوگرم خاک و Pd فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز به طور معنی داری بالاتر از تیمار مایه زنی با Pd به تنهایی بود و بیشترین میزان فعالیت ویژه این آنزیم در غلظت های ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم MJ در کیلوگرم خاک مشاهده گردید. در تیمارهای MJ نیز فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در تیمارهای برهمکنش MJ و Pd به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای مایه زنی با MJ به تنهایی بود (شکل ۶).



شکل ۶- تاثیر غلظت‌های مختلف جاسمونیک اسید (JA) و متیل جاسمونت (MJ) و برهمکنش آن‌ها با *Phytophthora drechsleri* (Pd) بر فعالیت ویژه آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در اندام هوایی نهال‌های پسته بادامی زرند.

بحث و نتیجه‌گیری

برخی ترکیبات فنلی از جمله جاسمونیک اسید علاوه بر نقش مستقیم در القای مقاومت، نقش ایجاد سینگال در مقاومت سیستمیک و نقش محرک در بروز مقاومت به ویژه القای پروتئین مرتبط با بیماری‌زایی و افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز را ایفا می‌کند. در بررسی‌ها عنوان شده است که کاربرد متیل جاسمونات می‌تواند با القای واکنش‌های دفاعی و افزایش ترکیبات فنلی و آنزیم‌های دفاعی نظیر پروکسیداز و لیپوکسیژناز مقاومت گیاه گندم را برابر بیماری‌های خاکزی از جمله پوسیدگی طوقه و ریشه *Fusarium culmorum* افزایش دهد. این مساله به این دلیل است که متیل جاسمونات می‌تواند ژن‌ها یا پروتئین‌های دخیل در سنتز فنل‌ها را تنظیم کند (motallebi et al., 2015). در تحقیقات خانپور اردستانی و همکاران در بررسی اثر متیل جاسمونات برفعالیت‌های آنزیم‌های آنتی اکسیدان نشان داد که تغییرات فعالیت آنزیم کاتالاز در کشت سلولی از روز هفتم به بعد در نمونه‌های تیمار شده رو به افزایش است. در تحقیق حاضر اثر متیل جاسمونات و فعالیت آنزیم کاتالاز نشان داد که در گیاهان تیمار مایه زنی شده با Pd تنها در غلظت ۱۰۰ میلی گرم متیل جاسمونات برکیلوگرم خاک افزایش معنی‌داری دارد، که با نتایج محققین مطابقت دارد (khanporardestani et al., 2013). در مطالعه شریفی و همکاران روی بررسی نقش ترکیبات فرار از جمله متیل جاسمونات به عنوان یک هورمون در بررسی القاء مقاومت علیه *Botrytis cinerea* در آرابیدوسیس عنوان کردند که اثر ترکیبات فرار در رشد میسیلیوم *B. cinerea* در تیمارهای متیل جاسمونات و متیل سالیسیلات مشاهده شد که باعث افزایش تحریک رشد قارچ شده اند. هر دو این ترکیبات از هورمون‌های کلاسیک معروف در فعال‌سازی مسیرهای مقاومت گیاهان هستند. در حالیکه همین ترکیب متیل جاسمونات بیشترین اثر را روی افزایش مقاومت علیه *B. cinerea* نشان دادند. گزارشات متعددی وجود دارد که این ترکیب به عنوان سیگنال میزبان برای القاء ISR می باشد و نقش آن به عنوان مولکول سیگنال به اثبات رسیده است. در مجموع دوز پایین برخی ترکیبات فرار خاص می‌تواند به عنوان مولکول سیگنال روی فنولوژی و بیماری‌زایی قارچ از یک طرف و دفاع گیاه میزبان از طرف دیگر اثر داشته باشد. با توجه به متحمل بودن دوزهای پایین در

طبیعت به نظر می رسد مکانیسم اصلی بازدارندگی بیمارگر به وسیله ترکیبات فرار به علت ماهیت سیگنالی این ترکیبات در القا مقاومت سیستمیک باشد تا بازداری مستقیم از رشد قارچ بیمارگر.(Sharifi et al., 2013). نتایج بانشی و همکاران در بررسی القای مقاومت گندم به بیماری پاخوره با کاربرد متیل جاسمونات و چند گونه قارچ مایکوریز نشان داد که غلظت ۱/۵ میلی مولار متیل جاسمونات در القای مقاومت بیشترین تاثیر را داشته است (Banshi and Mohamadi, 2017). نتایج پژوهش‌های مطلبی و همکاران نشان داد که کاربرد متیل جاسمونات میزان فنل کل و آنزیم‌های دفاعی نظیر کاتالاز و پروکسیداز را در گیاه گندم رقم فلات و پیشتاز آلوده به *F. culmorrum* افزایش داده است (Motallebi et al., 2015). که با نتایج تحقیق حاضر در کاربرد متیل جاسمونات و اسید جاسمونیک در افزایش آنزیم‌های مقاومت در بعضی از غلظت‌ها روی بیمارگر خاکزی فیتوفترا مطابقت دارد. بنابراین محرک اسید جاسمونیک و متیل جاسمونات باعث افزایش آنزیم‌های مقاومت می شوند. بنابراین می‌توان استفاده از آن‌ها را در کنترل بیولوژیک بیمارگرهای خاکزی پیشنهاد کرد تا از مصرف بی رویه سموم و مقاومت به قارچ‌کش‌ها و تخریب محیط زیست تا حدودی جلوگیری شود.

منابع

1. Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods in Enzymology, 105: 121-126.
2. Ahmad, P., Rasool, S., Gul, A., Sheikh, S.A., Akram, N.A., Ashraf, M., and Gucel, S. 2016. Jasmonates: multifunctional roles in stress tolerance. Frontiers in plant science, 7: 813.
3. Baneshi, A. and Mohammadi, S. 2017. Induced resistance in take-all infected wheat using methyl jasmonate and Glomus. Agroecology Journal, 12(4): 39-47. (In Persian).
4. Banihashemi, Z. 1994. Identification of *Phytophthora* species associated with pistachio gummosis in southern Iran. Acta Horticulturae (ISHS), 419: 349-352.
5. Banihashemi, Z. 2004. A method of monitor the activity of *Phytophthora* spp. in the root zone of *Pistacia* spp. Phytopathologia Mediterranea, 43: 411-414.
6. Edreva, A. 2004. A novel strategy for plant protection: Induced resistance. Journal of Cell and Molecular Biology, 3: 61-69.
7. Garmendia, I., Goicoechea, N. and Aguirreolea, J. 2004. Effectiveness of three Glomus species in protecting pepper (*Capsicum annuum* L.) against verticillium wilt. Biological control, 31(3): 296-305.
8. Hashemi, M and Mirdehghan, S.H. 2014. Effect of salicylic acid, Methyl jasmonat and some essential oils on quality and vase-life of carnation cut flower' cano cultivar' in different temperatures. Journal Plant Production Research, 21 (3). (In Persian).
9. Khanpour-Ardestani, N., Sharifi, M. and Behmanesh, M. 2013. Effect of methyl jasmonat on antioxidant enzyme activities, phenolic and flavonoid compounds in Scrophularia striata cell culture. Journal of Plant Research, 27(5). (In Persian).
10. Konan, Y.K.F., Kouassi, K.M., Kouakou, K.L., Koffi, E., Kouassi, K.N., Sekou, D. and Kouakou, T.H. 2014. Effect of Methyl jasmonate on phytoalexins biosynthesis and induced disease resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). International Journal of Agronomy, 14: 66- 77.
11. Meir, S.H., Droby, S., Davidson, H., Alsevia, S.H., Cohen, L., Horev, B., and Hadas, S. 1998. Suppression of Botrytis rot in cut rose flowers by postharvest application of methyl jasmonate. Postharvest Biol. Technol, 13: 235-243.
12. Mirabolfathy, M., Cooke, D.E., Duncan, J.M., Williams, N.A., Ershad, D. and Alizadeh, A. 2001. *Phytophthora pistaciae* sp. nov. and *P. melonis*: the principal causes of pistachio

gummosis in Iran. Mycological Research, 105: 1166-1175
13. Moradi, M. 2015. Assessment of application of systemic and protective fungicides for long-term control of pistachio crown and root rot. Final Report of Iranian Pistachio Research Institute 2-06-06- 88008. (In Persian). ACIST Register Number, 47569
14. Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R., Cooke, D.E. and Banihashemi, Z. 2008. *Phytophthora parsiana* sp. nov., a new high-temperature tolerant species. Mycological Research, 112: 783-794.
15. Motallebi, P., Niknam, V., Ebrahimzadeh, H., Enferadi, S.T. and Hashemi, M. 2015. The effect of methyl jasmonate on enzyme activities in wheat genotypes infected by the crown and root rot pathogen *Fusarium culmorum*. Acta physiologiae plantarum, 37(11): 237.
16. Polle, A., Otter, T. and Seifert, F. 1994. Apoplasticpeoxidases and lignifications in needles of Norway Spruce Piceaabies L. Plant Physiology, 106: 53-60.
17. Reyes-Díaz, M., Lobos, T., Cardemil, L., Nunes-Nesi, A., Retamales, J., Jaakola, L. and Ribera-Fonseca, A. 2016. Methyl jasmonate: An alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits. Molecules, 21(6): 567.
18. Sharifi, R., Ahmadzadeh, M., Behboudi , K. and Ryu, Ch.M. 2013. Role of *Bacillus subtilis* Volatiles in Induction of Systemic Resistance in Arabidopsis. Iranian Journal of Plant Protection Science, 44 (1). (In Persian)
19. Sticher, L., MauchMani, B. and Metraux, J.P. 1997. Systemic acquired resistance. Annual Review of Phytopathology, 35: 235-270.
20. Zhang, S., Reddy, M.S., Kokalis-Burelle, N., Wells, L.W., Nightengale, S.P. and Kloepper, J.W. 2005. Lack of induced systemic resistance in peanut to late leaf spot disease by plant growth promoting rhizobacteria and chemical elicitors. Plant disease, 85: 879-884.

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

Minerals and organic substances in pistachio skin and waste (*Pistacia vera*)

Hamid reza yazdanpanah*

Assistant Professor, Department of Agriculture, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran.

*Corresponding author: h_yazdan.panah@yahoo.com

Receive: 2024/7/27 Accepted: 2024/8/1

Abstract

Pistachios are one of the most important agricultural products in Iran and play an important role in the country's exports. Agricultural by-products are destroyed in different stages without being processed, and transformation industries in Iran do not take full advantage of all the components of an agricultural product. Chemical and mineral compounds are compounds that are either produced in the organs of different plants or absorbed by the plant from the environment. Pistachio shell is the main part of pistachio by-products. The presence of these compounds in pistachio leaves and skins can be used as a source for human use in industry and agriculture. In this research, the detection and measurement of organic and mineral substances in pistachio soft skins, which are produced in pistachio collection centers along with pistachio processing, and it was concluded that these substances are mostly considered as waste and waste, they can be used The identification of these substances was done with the help of usual laboratory methods and also with GC-MS method. The primary organic materials in pistachio skin include various types, about fifty percent of these materials are structural organic materials such as cellulose and pectin. Types of proteins and amino acids that are nitrogen-containing molecules. They make up about 11-15% of the volume of available materials. The share of fats is between 5 and 7 percent, and raw ash, which contains various elements, constitutes 10 percent.

Key words: mineral and organic compounds, pistachios, waste

پژوهش های کاربردی در خشک میوه ها
Journal of Applied Researches in

مواد معدنی و آلی موجود در پوست و پسماند پسته (*Pistacia vera*)

حمیدرضا یزدانپناه*

استادیار گروه کشاورزی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران.

*نویسنده مسئول: h_yazdan.panah@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۱۱

چکیده

پسته یکی از محصولات مهم کشاورزی در ایران است و نقش مهمی در صادرات کشور دارد. محصولات فرعی کشاورزی بدون اینکه فراوری شوند، در مراحل مختلف از بین می روند و صنایع تبدیلی در ایران از تمامی اجزاء یک محصول کشاورزی بهره مناسب و کامل را نمی برد. ترکیبات شیمیایی و معدنی ترکیباتی هستند که یا در اندام های گیاهان مختلف تولید گردیده و یا بوسیله گیاه از محیط جذب می‌گردند. پوست پسته عمده ترین بخش محصولات فرعی پسته را تشکیل می‌دهد. وجود این ترکیبات در برگ و پوست پسته می‌تواند به عنوان یک منبع مورد استفاده انسان در صنعت و کشاورزی قرار گیرد. در این تحقیق به تشخیص و اندازه گیری مواد آلی و معدنی موجود در پوست نرم پسته که در مراکز ضبط پسته در کنار فراوری پسته تولید می‌گردند پرداخته و نتیجه گیری شد که این مواد اکثرا به عنوان پسماند و دور ریز در نظر گرفته می‌شوند، می‌توانند مورد استفاده صنایع و کشاورزی قرار گیرند. شناسایی این مواد با کمک روش‌های آزمایشگاهی معمول و همچنین با روش GC-MS صورت پذیرفت. مواد آلی اولیه موجود در پوست پسته شامل انواع گوناگونی می‌باشد، حدود پنجاه درصد از این مواد را مواد آلی ساختمانی مانند سلولز و پکتین تشکیل می دهند. انواع پروتئین و اسید آمینه که مولکول های دارای ازت می‌باشند. حدود ۱۱تا۱۵ درصد حجم مواد موجود را تشکیل می‌دهند. سهم چربی ها بین ۵ تا۷ درصد می باشد و خاکستر خام که شامل عناصر مختلف است، ۱۰ درصد را تشکیل می دهد.

واژه های کلیدی: ترکیبات معدنی و آلی، پسته، پسماند

مقدمه

درخت پسته اهلی *Pistacia vera* L. گیاهی نیمه‌گرمسیری وابسته به تیره سماق Anacardiaceae یا تیره پسته است. جنس *Pistacia* دارای ۱۱ گونه است. این گونه‌ها عبارتند از: *P. vera*، *P. atlantica, P. khinjuk, P. mutica, P. palestina P. chinensis, P. texana, P. lentiscus, P. mexicana, P. integerrima* و *P. terebintus*. گیاهان این

تیره دارای ۷۵ جنس و ۶۰۰ گونه است که بیشتر در مناطق بین استوا تا معتدله پراکنده هستند (Mehranjad, 2002). در ایران سه گونه ۱ – خونجوک ۲ – ورا ۳ – چاتلانقوش یا بنه وجود دارد، که در اکثر نقاط ایران به صورت منفرد و یا مخلوط با درختان بادام کوهی و بلوط دیده می‌شود. کلمه پسته یک واژه ایرانی و برگرفته از گویش مردم سرزمین خراسان در دوران باستان است (Abrishami, 2000). پسته گیاهی است که از دیر باز در نقاط مختلف ایران کشت شده است و جنگل های وحشی و خودروی پسته در نواحی شمال شرق و شرق موجود بوده و قدمتی حدود ۳تا ۴ هزار ساله در ایران دارد. نام پسته با ایران در آمیخته و تولید آن به صورت اقتصادی سابقه تاریخی و طولانی دارد. پسته از حدود ۷۰ سال قبل با شروع صادرات ارزش اقتصادی و تجاری پیدا کرد و ایران به عنوان اولین و مهم ترین تولید کننده و صادر کننده پسته دنیا شهرت یافت (Panahi et al., 2002). بر اساس آمار نامه کشاورزی ایران در سال ۱۳۸۷سطح کل محصولات باغی در این سال۲/۶ملیون هکتار می‌باشد در این سال کرمان با ۱۸/۸درصد سهم در سطح محصولات باغی کشور در رتبه اول و در بین محصولات باغی پسته با ۴۳۱هزار هکتار رتبه اول است.

پسته گیاهی است که نقش مهمی را در تغذیه و اقتصاد کشورهای نیمه خشک و خشک چون ایران، ترکیه و سوریه دارد (Ozden et al., 2006)

میزان محصول پسته خشک طی سال‌های اخیر بین ۱۸۵ تا ۳۰۰ هزار تن نوسان داشته است، که این نوسان می‌تواند مربوط به سال آوری پسته و عوامل دیگر باشد. چنان‌چه به‌طور متوسط میزان محصول پسته خشک ۲۴۰ هزار تن در سال می‌باشد. مقدار پس‌مانده تازه حدود ۳۸۴ هزار تن در سال تخمین زده میشود. با توجه به این‌که بقایای پسته پاک کنی دارای ۳۳ درصد ماده خشک می باشند هر ساله رقمی معادل ۱۳۷ هزار تن پسمانده خشک از محصول پسته ایران به دست می آید (Ahmadi and Mirdehghan, 2013). مهم‌ترین محصولات فرعی پسته محصولات حاصل از پوست گیری میوه تازه پسته می باشد. تحقیقات نشان داده است که سالانه حدود چهارصد هزار تن محصولات فرعی پسته در کشور تولید می شود. در حال حاضر مصرف خاصی برای این فرآورده های فرعی وجود ندارد و حجم انبوه در فصل برداشت و رطوبت بالای این محصولات باعث آلودگی محیط زیست و باغ های پسته می شود. عمده ترین بخش فرآورده های فرعی پسته مربوط به پوست سبز آن می باشد (Mohammadi Moghadam et al., 2009).

پسته یکی از محصولات مهم کشاورزی ایران است که با توجه به سطح زیر کشت آن بررسی ضایعات این محصول اهمیت خاصی می‌یابد. ضایعات محصول پسته در مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت و پس از آن ایجاد می‌شوند که باعث افزایش هزینه‌های کشاورز و در نتیجه کاهش کارآیی می‌گردد. بطور کلی بیشترین حجم ضایعات پسته مربوط به پس از برداشت و در مرحله فرآوری می‌باشد. به همین جهت ضایعات پسته به مجموعهٔ موادی گفته می‌شود که هنگام پوست گیری از پسته تازه در دستگاه (یا چرخ) پوستگیری پس از جدا شدن دانه پسته باقی می‌ماند و ترکیبی از پوسته نرم و رنگین روی پسته (اپیکارپ)، خوشه هایی که دانه‌های پسته به آنها متصل بوده‌اند و برگ درخت می باشد. این مجموعه از مواد را همچنین به نام‌های پسمانده‌های فرآیند پوست‌گیری پسته تازه، ضایعات پسته و فرآورده‌های جنبی درخت پسته نیز نامیده‌اند (Aminian and Shakrardkani, 2008).

مواد و روش ها

به منظور بررسی و شناسایی مواد شیمیایی موجود در ضایعات پسته این مواد به دو دسته تقسیم گردید:

۱ – مواد آلی موجود در پوست پسته: این مواد خود به دو دسته تقسیم می‌گردند، دسته اول شامل مواد متابولیکی اولیه می‌باشند که به عنوان منبع انرژی و یا ساختمان و بافت مورد استفاده قرار می‌گیرند و شامل پروتیین‌ها، هیدرات‌های کربن، چربی‌ها و غیره می‌باشند. دسته دوم شامل مواد متابولیکی ثانویه می‌باشند، این مواد نقش انرژی زایی و یا ساختمانی نداشته و عمل آن‌ها در گیاه نامشخص می‌باشد، اما گیاه به میزان زیادی تولید و ذخیره می‌نماید از این دسته مواد می‌توان به اسانس‌ها، آلکالوییدها، تانن‌ها، گلیکوزیدها و غیره اشاره نمود. مواد متابولیکی ثانویه را با استفاده از روش‌های شیمیایی و یا کروماتوگرافی گازی شناسایی می‌نمایند. به این منظور از برگ و پوست پسته از باغات پسته شهرستان رفسنجان نمونه هایی تهیه گردید. برای تشخیص ترکیبات موجود در عصاره و اسانس پسته عصاره گیری و اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه اسانس‌گیر شیشه ای و روش تقطیر با آب استفاده گردید، سپس اسانس بدست آمده پس از جمع‌آوری و به حجم رساندن اسانس استخراج شده ۱۰میکرولیتر به دستگاه GM – MS تزریق گردید. سپس شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس با مقایسه زمان بازداری و اندیس بازداری آن ها با داده‌های استاندارد و مراجع معتبر صورت گرفت. کروماتوگرافی گازی بهترین روش برای جداسازی اجزای سازنده مخلوط‌های پیچیده مانند روغن‌های فرار و نیز برای اندازه گیری کمی آن ها محسوب می‌شود. در دستگاهGC مولکول‌ها با الکترون‌ها بمباران می‌شود که مولکول‌ها در این راستا به شکل خاصی متلاشی شده و هر قسمت یا قطعه واجد بار الکتریکی می‌شود. سپس دستگاه سرعت قطعات را از طریق یک فرکانس مغناطیسی الکتریکی یا رادیویی افزایش داده و به سمت آشکار ساز می‌فرستد. تغییر میدان فقط به قطعات یک وزن خاص اجازه عبور از آشکارساز را در یک زمان می‌دهد (Zand et al., 2014). به‌منظور شناسایی ترکیبات از شاخص کواتس استفاده می گردد، این شاخص را دانشمندی به نام کواتس بدست آورد و بر اساس وجود رابطه خطی بین لگاریتم شاخص بازداری وعدد کربن استوار است. بازداری نسبی به عنوان ضریب بازداری بیان می‌شود، و از آلکان‌های نرمال به عنوان شاهد استفاده میگردد. پیک ترکیب مورد نظر با پیک دو آلکان متوالی مقایسه گردیده ضریب بازداری که به یک الکان منسوب است صد برابر عدد کربن است، سپس با استفاده از فرمول‌های مربوطه زمان بازداری که در تشخیص نوع ترکیبات موثر است به‌دست می‌آید. (Sandra and Bicchi ,1987)

۲ – مواد معدنی: این ترکیبات شامل عناصری است که توسط این گیاه از سطح و عمق خاک جذب اندام‌های گیاه می گردد. روش‌های شیمیایی که برای تعیین عناصر شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند، معمولا مشخص می‌باشد و در تمام آزمایشگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتایج و بحث

محصولات فرعی فرآوری پسته خام شامل پوست نرم خارجی پسته، خوشه، برگ و مقدار کمی مغز و پوسته چوبی پسته می باشند، که پوست سبز پسته عمده ترین (بیش از ۶۰ درصد) بخش محصولات فرعی پسته را تشکیل مـی دهـد. براساس

آمارهای موجود در ایران تقریباً نیمی از محصولات کشاورزی بدون اینکه به مصرف برسد در مراحل مختلف از بین می روند و صنایع تبدیلی موجود در ایران به آن حد از رشد نرسیده که بتواند از تمامی اجزاء یک محصول کشاورزی بهره مناسب و کامل را ببرد. درمورد پسته سالانه حدود ۱۳۵ هزار تن ضایعات داریم که بیشتر آنها مربوط به ضایعات پوست گیری می باشد. در صورت داشتن برنامه ای مدون، کسب فناوری های نداشته و ساماندهی داشته ها می توان از این مواد که در اکثر مواقع نیز مسایل زیست محیطی حادی را هم به دنبال دارد در جهت استفاده بهینه و تبدیل آن ها به مواد با ارزش گام برداشت (Mohammadi Moghadam et al., 2009).

مواد آلی اولیه موجود در پوست پسته شامل انواع گوناگونی می‌باشد، حدود پنجاه درصد از این مواد را مواد آلی ساختمانی مانند سلولز و پکتین تشکیل می دهند. انواع پروتئین و اسید آمینه که مولکول های دارای ازت می‌باشند. حدود ۱۱تا۱۵ درصد حجم مواد موجود را تشکیل می‌دهند. سهم چربی ها بین ۵ تا۷ درصد می باشد و خاکستر خام که شامل عناصر مختلف است، ۱۰ درصد را تشکیل می دهد.

مواد متابولیکی ثانویه: نتایج به‌دست آمده از تجزیه شیمیایی اسانس و عصاره پسته در جداول یک و دو در ذیل مشخص گردیده است. وجود ترکیبات متعدد در اسانس و عصاره نشان‌دهنده غنی بودن اسانس و عصاره پسته می باشد. این آنالیز همچنین تفاوت قابل ملاحظه‌ای در نوع ترکیبات موجود در پوست سبز و رسیده پسته نشان می‌دهد و امکان استفاده بیشتر از این ترکیبات را در آینده نشان می‌دهد (Lekha and Sharma, 2005). متاسفانه تحقیقات اندکی در مورد تشخیص نوع ترکیبات پوست و برگ پسته نشان می‌دهد که باید تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت پذیرد. اما نتایج همین تحقیق وجود الفا پینن ،بتا پینن،لیمونن،کارن را نشان می‌دهد که دارای استفاده های صنعتی فراوانی می‌باشند. به همین دلیل منابعی که تحقیق جامعی در این زمینه صورت داده باشد دیده نشده است. Ahmadi and Mirdehghan (2013) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که الفا پینین و ترپینولن بیشترین میزان اسانس را در پوست سبز پسته به خود اختصاص دادند و به عنوان ماده آنتی اکسیدانت شناسایی شده که می‌توانند از اکسیداسیون چربی ها جلوگیری کنند.

پوست سبز پسته حاوی مقدار قابل توجهی از ترکیبات فنولی می باشد که مقدار آن در مقایسه با منابع دیگر قابل توجه است. به دلیل تولید انبوه پوست پسته در ایران و با توجه به وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی در پوست پسته امکان تولید صنعتی آنتی اکسیدان‌های طبیعی حاصل از آن امکان‌پذیر است (Mortazavi et al., 2014). نتایج به دست آمده از تحقیق Azadeh Dell et al. (2017) نشان داد که پوست پسته می تواند به عنوان یک منبع ارزان و قابل دسترس ترکیبات فعال زیستی استفاده شود.

جدول ۱ – نتایج GCپوست سبز پسته نمونه از منطقه رفسنجان

KI	درصد	زمان بازداری	نام ماده شیمیایی
۹۳۹	۳/۳۷	۸/۲۲۹	الفا – پینن
۹۹۱	۲/۱۹	۱۰/۳۷۱	بتا- میرسن
۹۹۶	۰/۳۲	۱۰/۶۴۹	۲-کارن
۱۰۰۶	۳/۳۹	۱۰/۹۷۹	۳-کارن
۱۰۱۷	۰/۴۸	۱۱/۲۱۸	الفا ترپینن
۱۰۳۰	۶۸/۶۴	۱۱/۷۳۵	دی – ال – لیمونن
۱۰۵۰	۰/۶۷	۱۲/۳۶۹	ترانس بتا اوسیمن
۱۰۸۹	۱۶/۷۹	۱۳/۶۹۵	الفا ترپینولن
۱۱۳۷	۰/۴۸	۱۵/۳۲۵	منتا ۱-۴-۸ تری ان
۱۱۷۴	۱/۶۱	۱۶/۵	۱و۸ منتا دی ان
۱۲۸۹	۰/۵۹	۱۹/۷۰۵	برونیلاکتاک

جدول ۲ – نتایج GCپوست رسیده پسته نمونه از منطقه رفسنجان

KI	درصد	زمان بازداری	نام ماده شیمیایی
۹۳۰	۰/۹۴	۷/۹۵۳	الفا توژن
۹۳۹	۴/۴۱	۸۰/۷۴	الفا پینن
۹۵۴	۰/۷۹	۸/۶۹۶	کامفن
۹۹۱	۲/۳۳	۱۰/۳۳۷	بتا میرسن
۱۰۱۷	۰/۴۲	۱۰/۶۱۲	الفا ترپینن
۱۰۰۳	۰/۳	۱۰/۷۵۱	الفا فلاندرن
۱۰۰۶	۵/۱۷	۱۰/۹۵۴	۳- کارن
۱۰۲۵	۰/۷۸	۱۱/۴۹۱	پی سیمن
۱۰۲۹	۷۳/۷۵	۱۱/۷۷	دی ال لیمونن
۱۰۵۰	۰/۴۲	۱۲/۳۵۱	ترانس بتا اوسیمن
۱۰۶۰	۰/۶۵	۱۲/۶۷۴	گلما ترپینن
۱۰۸۹	۸/۲۵	۱۳/۶۷۳	الفا ترپینولن
۱۲۸۹	۰/۸۱	۱۹/۶۷۴	برونیلاکتاک

مواد معدنی: مواد معدنی موجود در این پسماند فراوان و از ازت که معمولا در پسماندها وجود دارد تا انواع عناصر سنگین متغیر بود اندازه گیری این مواد هدف این طرح نبود ولی عناصر تشخیص داده شده به شرح زیر بود:

۱ – ازت ۲ – فسفر ۳ – پتاسیم ۴ – گوگرد ۵ – کلسیم ۶ – منیزیم ۷- روی ۸- مس ۹- آهن از انواع دیگر عناصری که قابل تشخیص بود عنصر ارسنیک که عنصری سنگین و البته مضر می‌باشد بود وجود این عنصر در منطقه رفسنجان دور از انتظار نبود ولی مقادیر آن بسیار اندک تشخیص داده شد.

نتیجه گیری

پوست و پسماند پسته که در طی فراوری و عمل خشک کردن در باغات و کارگاه‌های پسته تولید و در نهایت دور ریخته می گردد منبع متنوعی از مواد معدنی و آلی می‌باشد. انواع صمغ‌ها و رزین‌ها که در این ضایعات موجود است می‌تواند در صنعت مورد استفاده قرار گیرد ضایعات پوست گیری پسته شامل موادی می باشند که هنگام پوست گیری از پسته تازه در کنار چرخ پوست گیری پس از جدا شدن دانه پسته باقی می‌ماند. می‌توان ضایعات پسته را به سه دسته تقسیم نمود ۱ – پوست سبز پسته ۲ – پوست پسته های رسیده که معمولا در هنگام پوست گیری در کنار چرخ پسته پاک کنی باقی می ماند، و خود شامل: پوست پسته های رسیده و خوشه های پسته و برگ می‌باشد ۳ – پوست سخت پسته : از پوست سخت پسته برای تولید کربن فعال استفاده می‌کنند (Sharma, 2002). ولی از پوست‌های سبز و رسیده (قرمز) پسته تا کنون استفاده بهینه ای صورت نگرفته است با توجه به حجم بالای این مواد و حضور مواد شیمیایی گوناگون در این مواد می‌توان به اهمیت تحقیقات در این زمینه پی برد. بنابراین پیشنهاد می شود تحقیقات گسترده ای در زمینه فراوری محصولات فرعی و ضایعات پسته انجام شود چون کاربرد زیادی در بخش های مختلف از جمله صنایع غذایی، آرایشی، دارویی، دامی و...دارد.

منابع

1. Abrishami, M.H. 2000. Pistachio of Iran (historical knowledge). University Publishing Center of Tehran. (In Persian)
2. Ahmadi, Z. and Mirdehghan, S.H. 2013. Secondary compounds of pistachio green skin and its beneficial effects. Olive, 226: 62-67. (In Persian)
3. Aminian, A. and Shakrardkani, A. 2008. Pistachio waste and its applications. Pistachio Research Institute of Publications. (In Persian)
4. Azadeh Dell, S., Hanachi, P. and Saboora, O. 2017. Evaluation of antioxidant properties in pistachio hull. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 30 (40). (In Persian)
5. Iran's agricultural statistics letter, 1994. Ministry of Agriculture.
6. Lekha, C. and Sharma K.R. 2005. Borehole method of oleoresin tapping in chirpine (*Pinus roxburghii* Sargent). Forest Chemical Review, 115(3): 11-17.
7. Mehranjad, M.R. 2002. Pistachio psyllium and other important psylliums of Iran. Publications of Tehran Agricultural Research and Training Organization. (In Persian)
8. Mohammadi Moghadam, T., Razavi, S.M.A., Malekzadegan, F. and Shaker, A. 2009. Investigating the physico-chemical and sensory properties of pistachio green skin marmalade, Journal of Food Science and Industry, 6(4): 1-10. (In Persian)
9. Mortazavi, S.H., Azadmard, D., Sadif, S., Mahmoud, M., Razaqh Safaiyan, F. and Moradi, S. 2014. Antimicrobial effects of ethanolic extract of hull and kernels of wild pistachio fruit. Quarterly Journal of Food Science and Technology, 4: 88-81. (In Persian)
10. Ozden, K. and Alayurt, F.N. 2006. The determination of some physical properties of *Pistacia vera* L. Pakistan Journal of Biological Science. 9(14): 2612–2617.

11. Panahi, B., Ismail Pour, A., Farbood, F., Mouzen Poorkeramani, M. and Faryvar Rmayin, H. 2002. Pistachio guide (planting, gardening, harvesting). Agricultural Publishing, 2: 149-160. (In Persian)
12. Sandra, P. and Bicchi, C. 1987. Capillary gas chromatography in essential oil analysis. Hüthig, Heidelberg, Basel, New York, 435 p.
13. Sharma, O.P. 2002. Efficient resin tapping and its processing in Himachal Pradesh: An overview. Indian Forester, 128(4): 371-378.
14. Zand, I., Mahdavi Damghani, M., Kamkar, B., Sharifi, H.R., Abbasi, F. and Kafi, M. 2014. Physiology and plant development, Academic Jihad Publications, Mashhad branch, 732 p. (In Persian)