

بررسی تغییرات کمی ترکیبات فنلی در ارقام خربزه گرمسار و سوسکی در خلال رشد قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* و نماتد مولد غده ریشه *Meloidogne javanica*

ابراهیم شکوهی^۱، حسن رضا اعتباریان^۲، احمد خیری^۳ و علی روستایی^۴
۳، دانشجوی دوره دکتری و استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴، استاد و استادیار، مجتمع آموزش عالی ابوریحان دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۷/۸

خلاصه

ارقام خربزه محلی گرمسار و سوسکی در مرحله ۲-۳ برگی با جمعیت‌های مختلف نماتد (۲۰۰۰، ۵۰۰۰، ۴۰۰۰، ۳۰۰۰) اسپور در میلی‌لیتر قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی مایه زنی شدند. میزان ترکیبات فنلی در مراحل ۳۰، ۲۰، ۱۰ روز پس از مایه زنی قارچ مورد بررسی قرار گرفت. ده روز پس از مایه‌زنی تنها در رقم گرمسار میزان ترکیبات فنلی در تیمار قارچ+نماتد (جمعیت ۵۰۰۰) تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان داد ($p \leq 0.05$). در ۲۰ و ۳۰ روز پس از مایه زنی قارچ میزان ترکیبات فنلی در تیمار قارچ+نماتد جمعیت ۵۰۰۰ با شاهد در رقم گرمسار و سوسکی در سطح ۰.۵٪ تفاوت معنی‌داری و نسبت به شاهد بیشتر بود.

واژه های کلیدی: ترکیبات فنلی، اثر متقابل، پژمردگی فوزاریومی، نماتد مولدغده، خربزه

مقدمه

فنل‌ها ترکیباتی با وزن مولکولی پایین می‌باشند که پس از حمله عوامل بیماریزا میزان آنها در گیاه افزایش پیدا می‌کند. نقش ترکیبات فنلی از سالها قبل در مقاومت گیاهان به عوامل بیماریزای گیاهی مورد توجه قرار گرفته است. برخی از محققین ارتباطی بین مقاومت گیاهان به عوامل بیمارگر و ترکیبات فنلی پیدا نکرده‌اند. به عنوان مثال مانداویا و همکاران (۱۹۹۷) چند رقم لوبیا چشم بلبلی مقاوم و حساس را با عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی (Padwick) Sen Gupta (*Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*) Chattohadhyay and مایه زنی نموده و میزان کل مواد فنلی تولید شده در برگ، ریشه و ساقه در زمان‌های مختلف پس از مایه زنی اندازه گیری

و متوجه شدند که در نهایت هیچ ارتباطی بین مقاومت به قارچ عامل بیماری و ترکیبات فنلی وجود ندارد.

بررسی تغییرات کمی ترکیبات فنلی روی ارقام مقاوم کاهو (مگنونیت^۱ و محلی مراغه) و رقم حساس آل بیر^۲ در ۳، ۶، ۱۰ و ۲۰ روز بعد از مایه‌زنی نشان داد که در سه روز بعد از مایه‌زنی مقدار کل فنل در بافت آلوده (بر حسب میلی گرم در یک گرم بافت تازه ریشه) در رقم مقاوم نسبت به رقم حساس افزایش معنی‌دار دارد ($p \leq 0.05$). در صورتیکه در سایر مراحل مقدار کل فنل در بافتهای رقم حساس یک روند افزایشی شدیدی در مقایسه با ارقام مقاوم دارد (۲).

هونگ و رده (۱۹۷۳) میزان اسید کلروزنیک را در رابطه با مقاومت ارقام گوجه فرنگی مقایسه کردند و به این نتیجه

دیویس و همکاران (۱۹۵۳) به این نتیجه رسیدند که فنل موجود در شیره آوندی بوته‌های آلوده به فوزاریوم بیشتر از بوته‌های سالم است و شیره آوندی بوته‌های بیمار بعد از افزایش پلی فنل اکسیداز قهوه‌ای می‌شود. نتایج محققین متعددی نشان می‌دهد که به طور آشکار تغییرات متابولیسم فنل در بوته‌های آلوده به فوزاریوم باعث تغییر رنگ آوندی می‌شود. گومرز و دراپکین (۱۹۷۷) نشان دادند که بین درجه مقاومت و سطح فنل در گیاهان همبستگی وجود دارد.

در پاسخ به آلودگی قارچی بوسیله قارچ میزان کل فنل در ریشه و ساقه ارقام حساس و مقاوم افزایش پیدا می‌کند ولی در برگ ارقام مقاوم میزان فنل کل کاهش می‌یابد (۱۷). نمک (۱۹۷۶) و موخری و کوندو (۱۹۷۳) گزارش کردند که اسید سالیسیلیک بر روی پاتوژن‌های مختلفی چون *Rhizoctonia solani* و *Helminthosporium oryzae* Breda de Haan اثر آنتاگونیستی دارد.

کلارک و همکاران (۱۹۵۹) گزارش کردند که اسید کلروژنیک و اسید کافئیک و شش آمینو اسید موجود در پوست سیب زمینی برای قارچ *Helminthosporium carbonum* بسیار سمی می‌باشد. ارتوسکینون^۳ به میزان زیادی از فعالیت آنزیم‌های خارج سلولی تولید شده توسط قارچها جلوگیری می‌کند و هم در آزمایشگاه و هم در مزرعه از رشد قارچ جلوگیری می‌کند (۱۵، ۳).

دیویس و دایموند (۱۹۵۴) علت قهوه‌ای شدن ناحیه آوندی را دخالت ترکیبات فنلی مختلف، بخصوص اورتودی هیدروکسی فنل‌ها در جریان تنفس بیان کرده‌اند.

میس و همکاران (۱۹۷۰) فنل را در سلولهای پارانشیمی آوند چوبی قهوه‌ای شده در اثر آلودگی به قارچ (Sacc.) W.C. *Fusarium oxysporum* f.sp. Snyder & H.N.Hans *lycopersici* ردیابی کردند.

در این بررسی روند تغییرات ترکیبات فنلی تولید شده قابل حل در متانول در خلال رشد قارچ عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی خربزه و نماتد مولد غده ریشه در زمان‌های مختلف

رسیدند که رقم گوجه فرنگی مقاوم به *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood میزان بالایی از اسید کلروژنیک در ریشه‌ها نسبت به ارقام حساس دارد.

بروسک و دراپ کین (۱۹۷۳) و والاس (۱۹۶۱) گزارش کردند که اسید کلروژنیک، اسید ایزوکلروژنیک و ۱-دی هیدروکسی فنل ممکن است باعث مقاومت یا وجود نکروز در گیاهان آلوده به *M. incognita* و *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz) Steiner شود.

فلدمن وهنکس (۱۹۷۱) نشان دادند که مقاومت گیاهان حساس به نماتد *Rhadopholus similis* (Cobb) Thorne با میزان ترکیبات فنلی در بافتهای این گیاهان ارتباط دارد. اسید کلروژنیک روی نماتد مؤثر بوده و توانایی دفعی آن و همچنین تنفس آن را مختل نموده و کاهش می‌دهد و اینکه ممکن است یک همبستگی میان درجه مقاومت و سطح فنل در گیاهان وجود داشته باشد (۲).

ژبیل (۱۹۸۲) نشان داد اغلب ترکیبات فنلی در بافتهای گیاهی در یک فرم باند شده بعنوان گلیکوزید با فعالیت فیزیولوژیکی پائین ایجاد می‌شود. آزاد شدن فنل‌های باند شده از گلیکوزیدها در مقاومت به نماتدها نقش دارد.

هنگ و رده (۱۹۷۳) گزارش کرده‌اند که حمله به ریشه‌های گوجه فرنگی توسط *Pratylenchus penetrans* (Cobb) *Chitwood & Oteifa* می‌تواند باعث تجمع اسید کلروژنیک شود که مرتباً بوسیله فعالیت پلی فنل اکسیداز، اکسیده می‌شود که نتیجه آن تشکیل ملانین‌های قهوه‌ای رنگ در نواحی صدمه دیده است. ضمناً پژوهشگران فوق نشان دادند که اسید کلروژنیک در پیریدرم غده‌های سیب‌زمینی نقش مهمی در مقاومت به بیماری اسکب^۱ و مکانیسم محافظت علیه خسارت عامل بیماری ایفا می‌کند.

تمرکز کاتکین^۲ در هیپوکوتیل گیاهچه‌های پنبه با مقاومت آنها به قارچ *Rhizoctonia solani* Kuhn مرتبط است (۱۵). هاول و همکاران (۱۹۷۶) گزارش کردند که پلی فنل‌ها در بخشهای مختلف گیاه پنبه (*Gossypium* spp.) وجود دارد.

1. scab
2. catechin

مقدار کل مواد فنلی موجود در عصاره ریشه‌ها بوسیله معرف فولین^۴ اندازه‌گیری گردید (۱). نیم میلی لیتر عصاره با ۷ میلی‌لیتر آب مقطر در یک لوله آزمایش ریخته و محتوی لوله خوب مخلوط گردید. آنگاه نیم میلی‌لیتر معرف فوق به لوله اضافه و سپس لوله کاملاً تکان داده شد و سپس سه دقیقه بعد یک میلی‌لیتر کرینات سدیم اشباع به محتوی لوله اضافه و مجدداً خوب مخلوط گردید. پس از یک ساعت مقدار جذب رنگ با طول موج ۷۲۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل اسپکترونیک ۵۰۱^۵ خوانده شد. همچنین لوله بلانک با معرف تنها استفاده گردید و برای هر نمونه عصاره، میانگین سه قرائت در محاسبات منظور گردید.

بدین منظور اسید کافئیک^۶ به عنوان معیار مقایسه مورد استفاده قرار گرفت (۱). برای تهیه محلول فنل ذخیره^۷ ۱۰۰ میلی گرم اسید کافئیک در متانول ۸۰ درصد حل گردید و این محلول به ۵۰۰ میلی لیتر رسانده شد. برای تهیه محلول استاندارد مقدار ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ میلی لیتر محلول فنل ذخیره به داخل ۷ بالن ژوژه ۵۰ میلی لیتری ریخته و حجم نهایی با آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد و در نتیجه نیم میلی لیتر از محلول بالن‌های فوق به ترتیب ۰، ۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ میکروگرم اسید کافئیک در برداشت. منحنی استاندارد برای جذب رنگ و مقدار اسید کافئیک بر حسب میکروگرم تهیه گردید. بین مقدار اسید کافئیک و جذب رنگ یک ارتباط خطی وجود دارد که معادله رگرسیونی آن برای سهولت در محاسبات بدست آمد. چون ۱۶ میلی لیتر از متانول ۸۰ درصد برای استخراج یک گرم ریشه تازه مورد استفاده قرار

پس از مایه‌زنی در ریشه دو رقم خربزه گرمسار و سوسکی اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی ارقام محلی خربزه گرمسار و خربزه سوسکی استفاده شد. بذور خربزه با محلول هیپو کلریت سدیم ۵٪ تجارتي به مدت ۳ دقیقه ضد عفونی شدند و در گلدان‌های با ارتفاع ۲۰ سانتیمتر و قطر ۱۵ سانتیمتر کاشته شدند. نماتد مولد غده ریشه از منطقه ایوانکی و گرمسار جمع‌آوری شد. با استفاده از روش single egg mass نماتد بر روی گیاه میزبان گوجه فرنگی حساس رقم روتگرز^۱ تکثیر شد. با استفاده از الگوی اثر انگشتی انتهای بدن ماده^۲ مبادرت به شناسایی گونه نماتد شد (۱۶). نژاد ۱ جدایه قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی خربزه *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* W.C.Snyder&H.N.Hans از آقای دکتر بنی‌هاشمی (دانشگاه شیراز) تهیه و بر روی محیط محلول ریچارد^۳ تکثیر شد (۲۴). پس از سبز شدن بذور ارقام خربزه در مرحله ۲ تا ۳ برگی نماتد مولد غده به تعداد ۵۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰، ۲۰۰۰ تخم در یک کیلوگرم خاک استریل شده گلدان تلقیح شدند. دو هفته بعد قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی (جمعیت ۱۰^۵×۲ میکروکنیدی در هر میلی متر) تلقیح شد.

یک گرم ریشه تازه با ۱۰ سانتی متر مکعب متانول ۸۰٪ در هاون کوبیده و سپس از پارچه ملامل دو لایه عبور داده شد. ریشه‌های کوبیده شده روی پارچه ملامل مجدداً دو دفعه هر دفعه با ۳ میلی متر متانول ۸۰٪ شسته شدند. عصاره صاف شده و محلولی که از شستشو بدست آمد با هم مخلوط و برای مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید و محلول قسمت فوقانی لوله برای اندازه‌گیری مقدار کل مواد فنلی مورد استفاده قرار گرفت.

4. Folin-ciocalteus reagent
5. Spectronic-501
6. caffeic acid
7. stock

1. Rutgers
2. Preneal pattern
3. Richard solution

فوزاریومی در هر دو رقم گرمسار و سوسکی تیمار قارچ+نماتد (جمعیت ۵۰۰۰ تخم) با شاهد در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری نشان داد. سایر تیمارها تفاوت معنی داری را با شاهد نشان ندادند.

جدول ۱- مقایسه میانگین میزان کل فنل (میلی گرم فنل در یک گرم بافت تازه ریشه) در ارقام خربزه گرمسار و سوسکی در مراحل مختلف زمانی پس از مایه زنی قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی خربزه

تیمارها	روز پس از مایه زنی	روز پس از مایه زنی	روز پس از مایه زنی
قارچ+نماتد رقم گرمسار	۰.۴۶۷ab	۰.۷۲۰bc	۰.۷۱۸ bc
شاهد گرمسار	۰.۲۰۹b	۰.۴۳۳c	۰.۴۴۳c
قارچ+نماتد(۲) گرمسار	۰.۴۵۳ ab	۰.۶۷۱ bc	۰.۶۸۸ bc
نماتد(۲) گرمسار	۰.۳۱۶ ab	۰.۶۲۸ bc	۰.۶۳۳ bc
قارچ+نماتد(۳) گرمسار	۰.۵۰۷ ab	۰.۸۳۸ bc	۰.۸۴۸ bc
نماتد(۳) گرمسار	۰.۳۳۹ ab	۰.۶۱۲ bc	۰.۶۲۲ bc
قارچ+نماتد(۴) گرمسار	۰.۵۱۴ ab	۰.۷۰۶ bc	۰.۷۰۵bc
نماتد(۴) گرمسار	۰.۳۸۴ ab	۰.۶۲۳ bc	۰.۶۳۳ bc
قارچ+نماتد(۵) گرمسار	۰.۷۹۴a	۰.۷۶۳a	۰.۷۶۶a
نماتد(۵) گرمسار	۰.۴۲۸ ab	۰.۶۵۸ bc	۰.۶۶۴ bc
قارچ+نماتد(۲) سوسکی	۰.۴۵۹ ab	۰.۷۱۲ bc	۰.۷۲۲ bc
شاهد سوسکی	۰.۲۹۰ ab	۰.۴۴۷c	۰.۴۵۷c
قارچ+نماتد(۲) سوسکی	۰.۴۴۴ ab	۰.۶۵۷ bc	۰.۶۶۶ bc
نماتد(۲) سوسکی	۰.۳۱۴ ab	۰.۶۶۰ bc	۰.۶۷۲ bc
قارچ+نماتد(۳) سوسکی	۰.۴۹۳ ab	۰.۷۷۷ bc	۰.۷۸۳ bc
نماتد(۳) سوسکی	۰.۳۲۷ ab	۰.۵۷۴ bc	۰.۵۸۵ bc
قارچ+نماتد(۴) سوسکی	۰.۴۸۹ ab	۰.۷۰۱bc	۰.۷۰۱bc
نماتد(۴) سوسکی	۰.۳۴۱ ab	۰.۷۲۰ bc	۰.۷۳۳ bc
قارچ+نماتد(۵) سوسکی	۰.۶۲۸ ab	۰.۷۱۲ ab	۰.۷۱۵ab
نماتد(۵) سوسکی	۰.۴۲۱ ab	۰.۶۵۵ bc	۰.۶۶۹ bc

میانگین ها دارای حروف مشابه در آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری نشان نمی دهند

۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب جمعیت ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ تخم نماتد در یک کیلوگرم خاک استریل شده می باشد.

گرفته بود و ضمناً نیم میلی لیتر عصاره ریشه و نیم میلی لیتر از محلول استاندارد برای اندازه گیری به کار رفته بود. فرمول زیر برای محاسبه جمع کل مقدار فنل موجود در یک گرم ریشه تازه بدست آمده است.

$$W=32b(x-x')$$

W = میزان اسید کافئیک در هر گرم ریشه تازه

b=ضریب رگرسیون مابین جذب و محلول استاندارد

X = جذب رنگ در نمونه

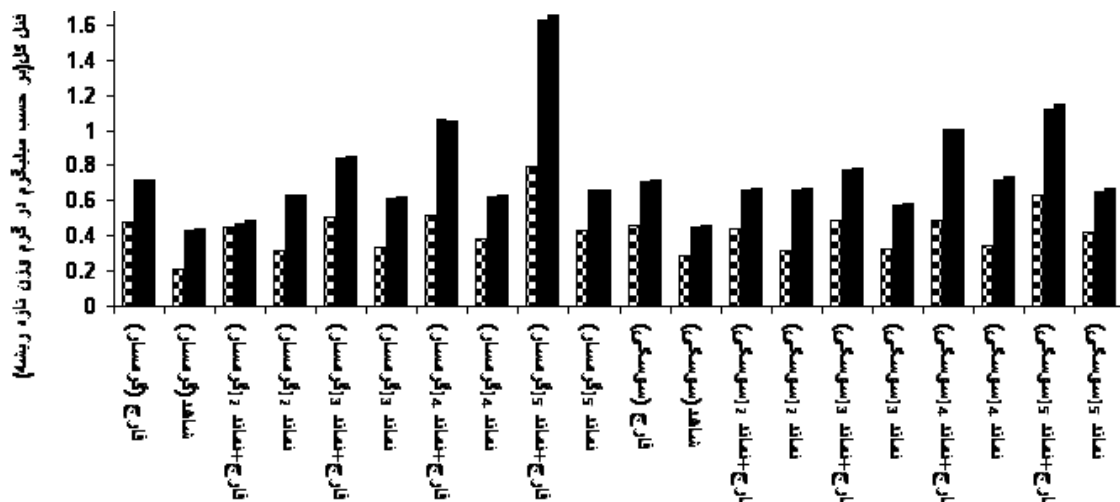
X' = جذب رنگ در شاهد

در مراحل زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از مایه زنی قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی خربزه میزان کل فنل در ریشه محاسبه و اندازه گیری شد.

برای محاسبات آماری آزمایشات فوق از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۲۰ تیمار و ۳ تکرار، رقم در ۲ سطح (گرمسار و سوسکی)، جمعیت نماتد در ۵ سطح (۰، ۲، ۳، ۴، ۵ هزار تخم نماتد) و قارچ در ۲ سطح (اعمال و عدم اعمال قارچ) استفاده شد و برای مقایسه میانگین ها از روش دانکن استفاده گردید.

نتیجه

با توجه به نتایج حاصله و تجزیه واریانس اعداد بدست آمده در مورد اندازه گیری فنل چنین نتیجه گیری می شود که به احتمال ۹۵ درصد اختلاف معنی داری بین دو رقم خربزه گرمسار و سوسکی از نظر مقادیر ترکیبات فنلی وجود ندارد و هر دو رقم واکنش تقریباً یکسانی را در این مورد نشان دادند. مقایسه میانگین مقادیر فنل کل در جدول ۱ نشان داده شده است. ده روز پس از مایه زنی قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی در رقم گرمسار تیمار قارچ+نماتد (جمعیت ۵۰۰۰ تخم) با تیمار شاهد تفاوت معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان داد. سایر تیمارها با وجود اینکه میزان فنل اندازه گیری شده در آنها نسبت به شاهد بیشتر بود، اما هیچ تفاوت معنی داری را با شاهد نشان ندادند. ۲۰ و ۳۰ روز پس از مایه زنی قارچ عامل پژمردگی



شکل ۱- نمودار مقدار کل فنل در مراحل زمانی مختلف (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) پس از مایه‌زنی قارچ در بررسی اثر متقابل جمعیت‌های مختلف نماتد مولد غده ریشه و قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی در خربزه گرمسار و سوسکی ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب جمعیت‌های ۲۰۰، ۳۰۰۰، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ تخم نماتد در یک کیلوگرم خاک اتوکلاو شده می‌باشد.

■ ۳۰ روز پس از مایه زنی قارچ ■ ۲۰ روز پس از مایه زنی قارچ ■ ۱۰ روز پس از مایه زنی قارچ

بحث

بافت‌های سالم تلقیح نشده (شاهد) در هر دو رقم می‌باشد. طبیعت تولید ترکیبات فنلی در گیاه آلوده به عامل بیماری در جهت دفاع و مقاومت میزبانی است، اما در مورد نتایج حاصل از تولید یا افزایش میزان این ترکیبات در گیاه میزبان آلوده نتایج متفاوتی از تحقیقات بدست آمد.

نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده با گزارش دهقانی و همکاران (۱۳۷۹) مطابقت دارد آنها هم ۶، ۱۰ و ۲۰ روز پس از مایه زنی ارقام مختلف کاهو با قارچ *Fusarium oxysporum* رقم حساس یک روند افزایشی شدیدی در مقایسه با ارقام مقاوم دارد.

مانداویا و همکاران (۱۹۹۷) همچنین نشان دادند که در ریشه وارپته مقاوم لوبیا چشم بلبلی (JG-62) به قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cicari* پس از مایه زنی قارچ میزان فنل کل (اسید سالسیلیک) در رقم مقاوم بیشترین میزان بود.

دیویس و همکاران (۱۹۵۳) به این نتیجه رسیدند که فنل موجود در شیره آوندی بوته‌های آلوده به فوزاریوم بیشتر از بوته‌های سالم است و شیره آوندی بوته‌های بیمار بعد از افزایش پلی فنل اکسیداز قهوه‌ای می‌شوند. نتایج محققین متعدد نشان

یکی از جنبه‌های مهم دفاعی گیاه میزبان در برابر عوامل بیماریزا، دفاع بیوشیمیایی و واکنش‌های پیچیده مربوط به آن است (۲۳). در این پژوهش، مقدار کل فنل در اثر متقابل قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* و نماتد مولد غده ریشه *Chitwood* (Treub) *Meloidogyne javanica* از طریق اسپکتروفوتومتری اندازه‌گیری شد.

در نتایج مطالعه انجام شده در این خصوص، افزایش مقدار کل فنل در ارقام مزبور در خلال رشد قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد مولد غده ریشه مشاهده شد. در هر دو رقم در همه مراحل نمونه برداری، تیمار قارچ به اضافه نماتد (۵۰۰۰) نسبت به شاهد در هر دو رقم تفاوت معنی‌دار نشان داد و میزان فنل نسبت به شاهد بیشتر بود. با این تفاوت که افزایش مقدار کل فنل در رقم گرمسار نسبت به سوسکی بیشتر بود. در سایر تیمارها نیز هنگامیکه گیاه با نماتد، قارچ یا قارچ+نماتد مایه زنی شدند میزان کل فنل نسبت به شاهد بیشتر بود اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد. نتیجه اصلی اینکه مقدار کل فنل بر حسب میلی‌گرم در یک گرم وزن تازه ریشه، در بافت‌های آلوده به هر دو پاتوژن (به تنهایی و با هم) به مراتب بیشتر از

از طرفی نقش این ترکیبات در غیر فعال کردن آنزیمهای لایتیک، به صورت ترکیبات پلی مریزه نظیر ملانین روشن می گردد که با بالا رفتن این ترکیبات شرایطی پدید می آید که منتهی به گسترش یا عدم گسترش بیماری می گردد.

در ارتباط با افزایش مواد فنلی در اثر حمله عوامل بیماریزا، نتایج مطالعات ماتا و همکاران (۱۹۶۹) نشان داد که مایه زنی فرمهای غیر بیماریزا *F. oxysporum* موجب افزایش ناگهانی ترکیبات فنلی و افزایش تنفس و در نهایت تحریک حفاظت گیاه ترپچه و بروز پدیده ناسازگاری گردید.

نماتد مولد غده سبب گسترش بیشتر آلودگی قارچی و در نتیجه متابولیتهای آن که در جریان شیره آوندی وارد شده می شود و تغییراتی در بافت آوندی در قسمتهای جلوتر از ناحیه مورد حمله قارچ عامل بیماری بر جای می گذارد و در نتیجه وسعت تحریک و سطح فعال تولید کننده و مدت زمان تولید بر همکنش فعال در راستای دفاع سلولی منجر به افزایش تولید ترکیبات فنلی در گیاه می شود.

میدهد بطور آشکار تغییرات متابولیسم فنل در بوته های آلوده به فوزاریوم باعث تغییر رنگ آوندی میشود.

بیکنم و همکاران (۱۹۷۴) معتقدند که روند بیماریزایی، عمدتاً بواسطه زمان و مدت وقوع واکنشها تعیین می شود. از جمله واکنشهای مهم گیاهی در برابر عامل بیماریزا، تولید و افزایش مواد فنلی میباشد. صدمه سریع به سلولها می تواند به آزاد شدن سریع و فعالیت این ترکیبات فنلی که تمرکز یافته اند منجر شده و باعث جلوگیری موثر از نفوذ عامل بیماری شود. از طرفی اگر صدمه دیدن سلولها و آزاد شدن ترکیبات فنلی بصورت تدریجی و فعالیت این ترکیبات با تانی همراه باشد، گسترش بیشتر پاتوزن و نهایتاً توسعه علائم را بدنبال دارد.

در بررسی انجام شده نیز همزمان با گسترش عامل بیماری و افزایش نفوذ پاتوزن به گیاه، میزان ترکیبات فنلی تولید شده در اثر حمله این عوامل افزایش یافته و این ترکیبات نقشی را در مقاومت گیاه به عامل بیماریزا ایفا نمی کند. بکنم و تالبوی (۱۹۸۱) نشان دادند که با توجه به اثر گیاهسوزی ترکیبات فنلی و حساسیت بالای گیاه به این ترکیبات یا مقدار این ترکیبات و

REFERENCES

منابع مورد استفاده

۱. اعتباریان، ح. ۱۳۶۷. بررسی تغییرات کمی ترکیبات فنلی در ارقام مختلف جو در خلال رشد قارچ *Puccinia hordei* و ارتباط آنها بامقاومت این ارقام نسبت به بیماری زنگ قهوه‌ای جو. بیماریهای گیاهی. (۲۴) ۶۹-۶۱.
۲. دهقانی، ع. ح. اعتباریان و ع. علیزاده. ۱۳۷۹. بررسی هیستولوژیکی و تغییر ترکیبات فنلی در ارقام مقاوم و حساس کاهو در خلال رشد قارچ عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی. مجموعه مقالات چهاردهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ص ۱۰۰.
3. Beckman, C.H., Muller, W.C. & Mace, M.E. 1974. Effect of phenolic compound of extracellular enzymes of fungus. *Phytopathology* 64: 1214-1219.
4. Beckman, C. H. & P. W. Talboys. 1981. Anatomy of resistans. pp.487-521. In: Fungal wilt Disease of plant. Mace, M.E., A. A. Bell, & C. H. Beckman. (eds), Academic Press. New York, U.S.A.
5. Brueske, C.H. & V. H. Dropkin. 1973. Free phenols and root necrosis in Nematex tomato infected with the root-knot nematodes. *Phytopathology* 63: 329.
6. Clark, R. S., J. Kuc, R. E. Henz, & F. W. Quacenbach. 1959. Effect of phenolic compound on *Helminthosporium carborum* in patato. *Phytopathology*. 45: 626.
7. Davis, D. & A. E. Dimond. 1954. Source and role of phenols in Fusarium wilt symptoms. *Phytopathology* 44: 485-486.
8. Davis, D., P. E. Waggoner, & A. E. Dimond. 1953. Conjugated phenolic in the fusarium wilt syndrom. *Nature* 172: 959.
9. Feldman, A. W. & R. W. Hanks. 1971. Attempts to increase of tolerance of grapefruit seedling to the burrowing nematode (*Radopholus similis*) by application of phenolics. *Phytochemistry* 10: 701.
10. Giebel, J. 1982. Mechanism of resistance to plant nematodes. *Annu. Rev. Phytopathology*. 20: 275.

11. Gommers, F. J. & V. H. Dropkin. 1977. Quantitative histochemistry of nematode-induced transfer cells. *Phytopathology* 67: 869.
12. Gothoskar, S. S., R. P. Scheffer, J. C. Walker, & M. A. Stahmann. 1955. The role of enzymes in the development of Fusarium wilt of tomato. *Phytopathology* 45: 381- 387.
13. Howell, C. R., A. A. Bell, & R. D. Stipanovic . 1976. Effect of aging on flavonoid content and resistance of cotton leaves to Verticillium wilt. *Physiol. Plant pathol.* 8: 81-188.
14. Hung, C.L. & R. A. Rohde. 1973. Phenol accumulation related to resistance in tomato to infection by root-knot and lesion nematode. *J. Nematol* 5: 253.
15. Hunter, R. E. 1978. Effect of catechin in culture and in cotton seedlings on the growth and polygalacturonase activity of *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 68: 1032-1036.
16. Jepson, S. B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). C.A.B. International 265pp.
17. Mace, M. E., J. A. Veech, & F. Hammerschlag. 1970. Fusarium wilt of susceptible and resistant tomato isolines: spore transport . *Phytopathology*. 61: 627-630.
18. Mandavia, M.K., C. Patel,, G. V. Maravia, & M. Parameswaran. 1997. Role of phenolic compounds in resistance of fusarium wilt in chickpea. *Indian. J. Agric. Biochem.* 10: 3-11.
19. Matta, A., I. Gentile, & I. Ciai. 1969. Accumulation of phenols in tomato plants infected by different forms of *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology*. 59: 512-513.
20. McHardy, W.E. & C. H. Beekman. 1981. Vascular wilt Fusarium infection and pathogenesis. In: *Fusarium: Disease, Biology and taxonomy*. Nelson, P.E., Tousson, T.A. and Cook, R. J. (eds). Pennsylvania State University Press, U. S.A.
21. Mukherjee, N., & B. Kundu. 1973. Antifungal activities of some phenolic and related compound to disease resistance. *Phytopathologische Zeitschrift*. 78: 89-92.
22. Nemeč, S. 1976. Response of three root rot fungi to strawberry phenolic and the relation of phenolic to disease resistance. *Mycopathologia*, 59: 37.
23. Steiner, U. & F. Schonbeck. 1995. Induced disease resistance in monocots. pp. 86-103. In: *Induced resistance to disease in plants*. Hammerschmidt, R. and Kuc, J. (eds). Kluwer Academic Publishers. London. England.
24. Thies, J. A. 1999. Reactions of Regional sweet potato Breeding clones and standard check cultivars to southern root-knot nematode race 3 and fusarium wilt. *Biological and cultural test*, 15: 194.
25. Wallace, H. R. 1961. The nature of resistance in chrysanthemum varieties to *Aphelenchoides ritzemabosi*. *Nematologica* 6: 49.