



مجله بزرهش‌های تولید گیاهی

جلد نوزدهم، شماره سوم، ۱۳۹۱

<http://jopp.gau.ac.ir>

## اثر نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne javanica*) بر روی توزیع برخی از عناصر غذایی در درختان پسته رقم اوحدی

\*عبداللطیف فاضلی سلمانی<sup>۱</sup>، علی تهرانی فر<sup>۲</sup>، غلامحسین داوری نژاد<sup>۲</sup>، عصمت مهدیخانی مقدم<sup>۳</sup> و حمید رضا ذبیحی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۳</sup> استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۴</sup> استادیار مرکز تحقیقات طرق

### چکیده

نماتد مولد غده ریشه *Meloidogyne spp.* یکی از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای پسته در جهان می‌باشد که باعث ایجاد مشکلات فراوانی از جمله برهم‌زدن توزیع عناصر غذایی در گیاه می‌شود که این خود می‌تواند باعث کاهش عملکرد و مشاهده علائم خاصی در قسمت‌های هوایی درختان آلوده گردد. به‌منظور شناسایی و بررسی اثر این نماتد بر روی توزیع عناصر غذایی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل ۲×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار بر روی رقم اوحدی در منطقه فیض‌آباد مه ولات انجام شد. عامل اول، درختان فاقد علائم بیماری (سالم) و درختان آلوده و عامل دوم شامل ریشه، شاخه و برگ بود. اندام‌های مختلف گیاه جمع‌آوری و مقدار هر یک از عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne javanica*) باعث تجمع عناصر غذایی مثل پتاسیم و روی در ریشه و کاهش این عناصر غذایی در شاخه و برگ می‌شود. به‌خصوص در مورد پتاسیم، که باعث می‌شود گیاه علائم کمبود پتاسیم و حاشیه سوختگی برگ‌ها را نشان دهد. عناصر نیتروژن، فسفر، منیزیم و آهن در شاخه، برگ و ریشه چندان تحت تاثیر قرار نگرفته و میزان کلسیم در اندام‌های درختان آلوده در مقایسه با درختان سالم کم‌تر بود.

**واژه‌های کلیدی:** پسته، حاشیه سوختگی برگ، عناصر غذایی، نماتد مولد غده ریشه

\*مسئول مکاتبه : [fazelisalmanni@gmail.com](mailto:fazelisalmanni@gmail.com)

## مقدمه

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی کشور است که از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی اهمیت فراوانی دارد. ارزش تولید این محصول گرانبها و بی‌نظیر حدود ۱۰ درصد از درآمدهای غیرنفتی کشور و ۶۹ درصد از صادرات محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داده است. این محصول مورد حمله آفات و بیماری‌های گوناگونی قرار می‌گیرد، حداقل ۳۰ بیماری مهم پسته در جهان گزارش شده است که از میان آن‌ها بیماری‌های خاک‌زاد خصوصا گموز، پژمردگی ورتیسیلیومی و غده‌ای شدن ریشه درختان بر اثر نماتدهای *Meloidogyne spp.* از مهم‌ترین بیماری‌های پسته در جهان می‌باشند (کریمی‌پور فرد و دامادزاده، ۲۰۰۸). از لحاظ میزان خسارت گونه‌های مختلف جنس *Meloidogyne* در سطح جهان مهم‌ترین جنس در بین نماتدهای گیاهی هستند و یکی از پنج عامل درجه اول بیماری‌زا در گیاهان به شمار می‌آیند (تنها معافی و مهدویان، ۱۹۹۷؛ بیچوا و همکاران، ۲۰۰۲). در درختان پسته نیز با توجه به میزان جمعیت و نوع خسارت، نماتدهای مولد غده ریشه از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (باروتی و حسینی‌نژاد، ۲۰۰۶). این نماتد اولین بار توسط صامت در سال ۱۳۴۵ در پسته‌کاری‌های رفسنجان گزارش گردیده است. حدود ۸۰ گونه از نماتد مولد غده ریشه شرح داده شده است، که چهار گونه *M. hapla*، *M. arenaria*، *M. javanica* و *M. incognita* از لحاظ اقتصادی اهمیت ویژه‌ای دارند و ۹۵ درصد از نماتدهای مولد غده ریشه مشاهده شده در خاک‌های کشاورزی را تشکیل می‌دهند (هوگال و همکاران، ۱۹۹۹). این نماتدها به‌عنوان یک عامل تنش، حتی در سطوح کم بعد از آلودگی، عمل کرده و مانع جذب و انتقال آب و مواد غذایی می‌شوند. علاوه بر این از طریق فراهم کردن محلی برای ورود قارچ‌ها و اکثری‌های بیماری‌زا باعث شیوع بیشتر بیماری می‌گردند (شایوکات و همکاران، ۲۰۰۹). اثرات نماتدها بر روی جذب و توزیع عناصر غذایی در گیاهان متفاوت است. در گیاهانی که آلوده به گونه‌های *Meloidogyne* هستند، توزیع عناصر غذایی در گیاه تغییر می‌کند. آلودگی یک گیاه، روابط آبی و غذایی را که برای رشد گیاه لازم است به‌طور مستقیم تحت تاثیر قرار می‌دهد (هیوسی و ویلیام سون، ۱۹۹۶). برخی از این اثرات باعث کاهش غلظت عناصر غذایی در بافت‌های گیاهی می‌شود (سیجمونس و همکاران، ۱۹۹۱). شدت صدمه گیاه وابسته به تعداد نماتدهای تغذیه کننده بر روی ریشه‌هاست، سرانجام آلودگی نماتد، فرآیندهای فیزیولوژیکی را به کلی در گیاه از هم می‌پاشد و به‌صورت کمبود یا بیش‌بود عناصر غذایی، پژمردگی و کاهش عملکرد آشکار می‌گردد. گزارش

بافت‌شناسی نشان داده که ریشه‌های آلوده با *Meloidogyne* در آوندهای چوبی مانع ایجاد کرده و همچنین باعث تشکیل عناصر غیرعادی در مناطق مجاور گال‌ها و سلولهای غول‌آسا می‌شود (دارهوت و همکاران، ۱۹۹۱). بنابراین انتقال مواد غذایی به‌وسیله کاهش انتقال آب تحت تاثیر قرار می‌گیرد. وقتی که سطوح تغذیه‌ای در گیاهان آلوده به نماتد تحت تاثیر قرار گیرد، فرآیندهای فیزیولوژیکی مثل فتوسنتز، تنفس و تعرق در سرتاسر گیاه دچار اختلال می‌شود. از آنجایی که استان خراسان رضوی یکی از مناطق مهم تولید پسته می‌باشد و با توجه به اهمیت این گیاه به عنوان یک محصول صادراتی و به منظور بهره‌وری هر چه بیشتر لازم است پژوهش‌های گسترده‌ای در ابعاد مختلف مانند انواع بیماری‌ها، آفات و هر عامل دیگری که تولید این گیاه را به خطر می‌اندازد صورت پذیرد. هدف از این پژوهش، مطالعه اثر نماتد مولد غده ریشه بر روی توزیع عناصر غذایی در درختان پسته رقم اوحدی است تا اهمیت حضور نماتد و نقش آن در چگونگی توزیع عناصر غذایی مورد بررسی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۹ در منطقه فیض‌آباد مه‌ولات، یکی از مناطق عمده پسته‌خیز استان خراسان رضوی بر روی درختان پسته رقم اوحدی انجام گردید. برای این منظور در تیرماه از محل سایه‌انداز درختان آلوده و سالم که دارای جنس یکسان بود، به‌صورت تصادفی نمونه ریشه به همراه خاک اطراف آن برداشت شد. نمونه‌ها به‌طور جداگانه در کیسه پلاستیکی بسته‌بندی و علامت‌گذاری شده و تا شروع کار آزمایشگاهی در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. علاوه بر نمونه ریشه، نمونه برگ و شاخه جمع‌آوری و جهت تجزیه شیمیایی عناصر غذایی به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید و عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن و روی در نمونه‌های ریشه، برگ و شاخه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عناصر از روش کج‌لدال (ازت)، اسپکتروفتومتر (فسفر)، فلیم فتومتر (سدیم و پتاسیم)، جذب اتمی (روی، آهن و منیزیم) بهره‌گیری شد (احیایی، ۱۹۹۸).

**شناسایی و میزان آلودگی گونه نماتد مولد غده ریشه:** برای شناسایی گونه‌های *Meloidogyne* ابتدا نمونه‌های ریشه آلوده را به‌خوبی شسته و سپس نماتد ماده از نسوج ریشه استخراج و پس از تهیه برش از شبکه کوتیکولی انتهای بدن نماتد ماده، شناسایی گونه انجام شد. همچنین از خصوصیات مرفولوژیکی و مرفومتريکی لارو سن دو و ماده نیز برای شناسایی استفاده گردید. میزان آلودگی

درختان آلوده از طریق شمارش تعداد تخم در هر توده تخم، تعداد توده تخم و میزان گال در ۵ گرم ریشه به طور میانگین مشخص شد (جدول ۱). این آزمایش به صورت فاکتوریل ۲×۳ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار بر روی رقم اوحدی انجام شد. عامل اول، سالم یا آلوده بودن و عامل دوم اندام‌های مختلف گیاه بود. مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم‌افزار SAS انجام پذیرفت.

### نتایج و بحث

**شناسایی گونه:** براساس برش‌های شبکه کوتیکولی انتهای بدن نماتدهای ماده، مشخصات مرفولوژیک و مرفومتريک ماده و لارو سن دو، گونه نماتد *M. javanica* تشخیص داده شد. شکل شبکه کوتیکولی انتهای بدن نماتدهای ماده بالغ این گونه گرد تا بیضوی، کمان پشتی گرد و پهن، شیارهای شبکه کوتیکولی انتهای بدن صاف تا کمی موج‌دار، ممتد یا شکسته، ظریف تا ضخیم و نزدیک یا فاصله‌دار از هم بوده، انتهای دم مشخص، سطوح جانبی بدن با دو خط کاملاً مشخص که این دو خط، خطوط شبکه کوتیکولی انتهای بدن را قطع کرده و آن را به دو بخش پشتی و شکمی تقسیم می‌کنند. فازمیدها نیز به صورت ته سنجاقی و بین خطوط سطوح جانبی قرار دارند.

**میزان آلودگی:** میزان آلودگی تیمار آلوده بصورت جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱- میزان آلودگی در تیمار آلوده.

میانگین تعداد گال در ۵ گرم ریشه	میانگین تعداد توده تخم در ۵ گرم ریشه	میانگین تعداد تخم در هر توده تخم
۳۹۹/۷۵	۲۴۳	۶۵۶/۴

**میزان عنصر نیتروژن در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده:** نتایج به دست آمده از این آزمایش مشخص نمود که میانگین عنصر نیتروژن در درختان سالم در مقایسه با درختان آلوده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند ولی در بین اندام‌های مختلف در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۲). به طوری که میزان عنصر نیتروژن در برگ درختان سالم و آلوده بیشتر از شاخه و ریشه بود (شکل ۱-الف). ولی شدت آلودگی با میزان نیتروژن ارتباط معنی‌دار نداشت.

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس عناصر غذایی موجود در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده.

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیترژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)	سدیم (%)	آهن (ppm)	روی (ppm)
شدت آلودگی	۱	۰/۰۳۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۰۳۷ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۶۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۳۴*	۰/۰۰۸۸ <sup>NS</sup>	۰/۲۷۷**	۹۸۰۱/۰۴ <sup>NS</sup>	۲۸/۱۶ <sup>NS</sup>
اندام	۲	۸/۹۱**	۰/۰۰۵**	۰/۰۷*	۴/۰۴**	۰/۲۱**	۱/۹۴**	۱۶۷۲۸۶۷/۵**	۳۶۵/۰۴**
شدت آلودگی × اندام	۲	۰/۰۳۲ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۳۵ <sup>NS</sup>	۰/۱۵**	۰/۰۳۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۴۳ <sup>NS</sup>	۰/۱۲۹*	۷۱۳۰/۵ <sup>NS</sup>	۲۵۰/۷۹**
خطا	۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۳۵	۰/۰۲۴	۰/۰۵۵	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳۰	۴۳۶۳۰	۲۴/۱۱

ns = فاقد اختلاف معنی‌دار؛ \* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد؛ \*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین عناصر غذایی اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده.

اندام‌ها	نیترژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)	سدیم (%)	آهن (ppm)	روی (ppm)
برگ	۳/۱۴ <sup>a</sup>	۰/۱۶ <sup>a</sup>	۰/۷۷ <sup>b</sup>	۱/۱۸ <sup>b</sup>	۰/۴۸ <sup>a</sup>	۰/۱۷ <sup>b</sup>	۱۵۸/۱ <sup>b</sup>	۱۵/۳۷ <sup>b</sup>
شاخه	۱/۲۸ <sup>b</sup>	۰/۱۱ <sup>b</sup>	۰/۹۲ <sup>ab</sup>	۱/۲۷ <sup>b</sup>	۰/۱۶ <sup>c</sup>	۰/۱۱ <sup>b</sup>	۱۰۰ <sup>b</sup>	۲۷/۳۷ <sup>a</sup>
ریشه	۱/۳۵ <sup>b</sup>	۰/۱۲ <sup>b</sup>	۰/۹۴ <sup>a</sup>	۲/۴۵ <sup>a</sup>	۰/۳۵ <sup>b</sup>	۰/۹۹ <sup>a</sup>	۹۱۹/۵ <sup>a</sup>	۱۶ <sup>b</sup>

میانگین‌های که در هر ستون دارای حروف مشترکی می‌باشند، مطابق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

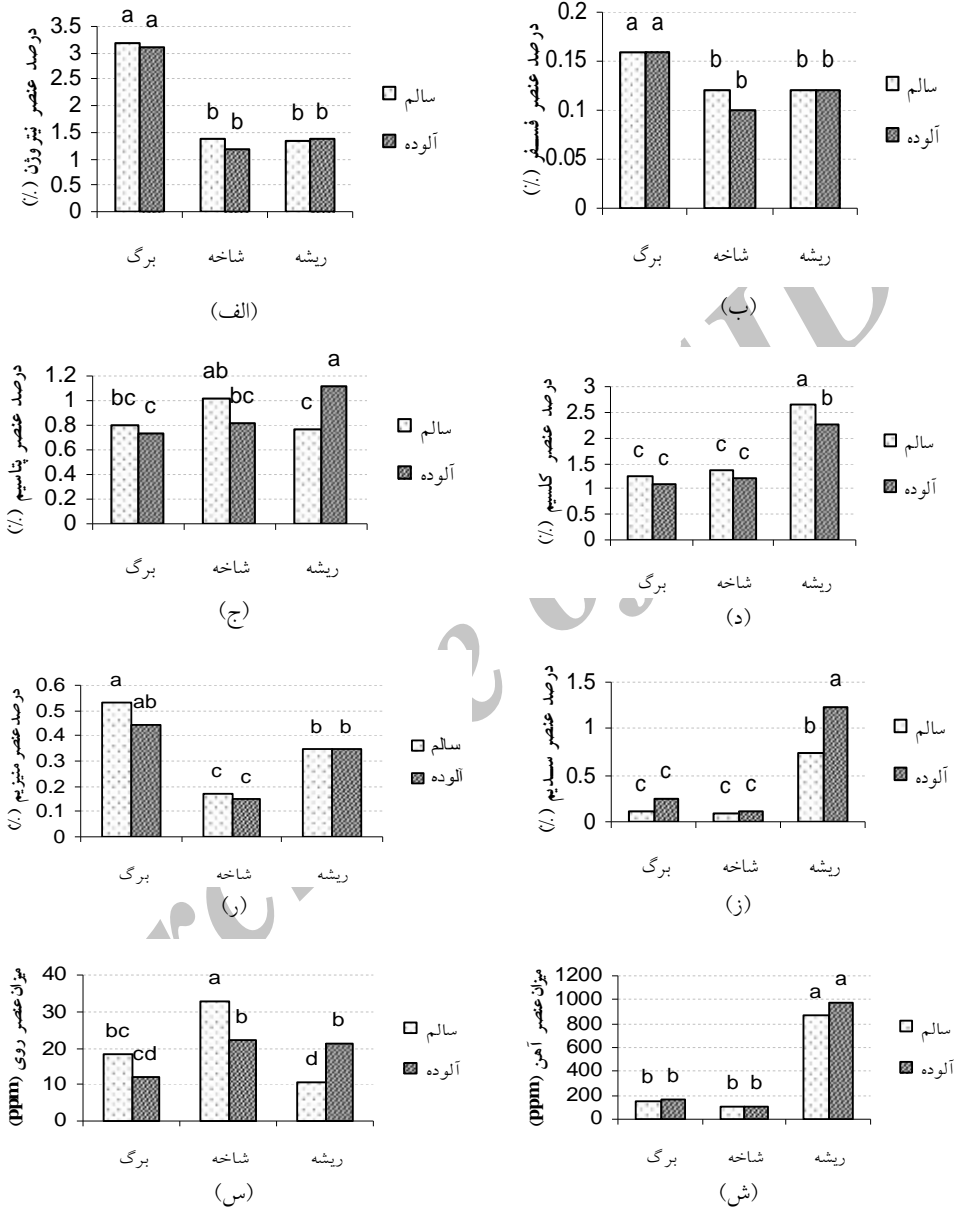
نتایج به‌دست آمده نشان داد که اگرچه میزان عنصر نیترژن بین تیمارها معنی‌دار نبود، اما میزان آن در شاخه و برگ درختان آلوده نسبت به درختان سالم کمتر بوده است (شکل ۱- الف). کاهش میزان نیترژن برگ در درختان قهوه آلوده به *M. exigua* نسبت به درختان قهوه سالم توسط سانتوس و همکاران (۱۹۸۱) گزارش شده است. برگسون (۱۹۶۶) با استفاده از روش تقسیم ریشه در گیاهان گوجه‌فرنگی آلوده به *M. incognita* نشان داد که نیترژن بیش‌تری در بافت‌های دارای گال نسبت به بافت‌های بدون گال وجود دارد. در این روش نیترژن به مقدار زیادی از ریشه‌های حاصل‌خیز غیر آلوده به ریشه‌های آلوده و محروم از عناصر غذایی حرکت می‌کند.

میزان عنصر فسفر در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص کرد که میانگین عنصر فسفر در درختان سالم در مقایسه با درختان آلوده و همچنین اثرات متقابل اندام‌ها × شدت آلودگی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند. اما میزان عنصر فسفر در اندام‌های مختلف با یکدیگر معنی‌دار بوده (جدول ۳)، به‌طوری‌که میزان عنصر فسفر در برگ درختان

سالم و آلوده بیش‌تر از شاخه و ریشه بود (شکل ۱-ب). نتایج نشان می‌دهد که عنصر فسفر تحت تاثیر نماتد مولد غده ریشه (*M. javanica*) قرار نگرفته است. سانتوس و همکاران، (۱۹۸۱) گزارش کرده‌اند که در درختان قهوه آلوده به *M. exigua* فسفر در برگ‌ها تحت تاثیر قرار نگرفته است. که این گزارشات با نتایج این آزمایش بر روی درختان پسته رقم اوحدی، مطابقت دارد.

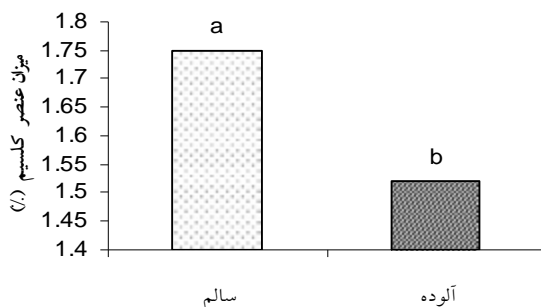
**میزان عنصر پتاسیم در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده:** برای میزان عنصر پتاسیم اثر اصلی اندام‌ها و اثرات متقابل اندام‌ها با شدت آلودگی در سطح ادرصد معنی‌دار است (جدول ۲). در مقایسه اندام‌ها، میزان عنصر پتاسیم در ریشه درختان آلوده بیش‌تر از شاخه و برگ بود (شکل ۱-ج). نتایج اثرات متقابل مشخص کرد که میانگین عنصر پتاسیم برگ و شاخه در درختان آلوده در مقایسه با درختان سالم به ترتیب معادل ۷/۵درصد و ۱۸/۸درصد کم‌تر و مقدار عنصر پتاسیم ریشه در تیمار آلوده معادل ۳۱درصد نسبت به تیمار سالم بیش‌تر بود (شکل ۱-ج). بنابراین آلودگی به نماتد باعث تجمع پتاسیم در ریشه و کاهش میزان این عنصر در شاخه و برگ می‌شود.

ناصر و همکاران (۱۹۸۰) افزایش میزان عنصر پتاسیم را در ریشه پایه‌های هلو و بادام آلوده به *M. incognita* گزارش نمودند. گان‌سالوس و همکاران (۱۹۹۵) نیز بیان نمودند که آلودگی درختان قهوه به *M. incognita* نژاد ۱ باعث افزایش عنصر پتاسیم در ریشه در مقایسه با شاهد می‌شود. بیش‌تر پژوهش‌های پیشین بر روی گیاهان مختلف آلوده به نماتد مولد غده ریشه بیانگر افزایش میزان عنصر پتاسیم در ریشه و کاهش میزان این عنصر در شاخه و برگ می‌باشد که این با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. از آنجایی که حاشیه سوختگی برگ درختان پسته یکی از مشکلات عمده در پسته‌کاری‌های خراسان رضوی می‌باشد می‌توان چنین بیان کرد که نماتد مولد غده ریشه *M. javanica* جذب و توزیع عناصر غذایی به‌خصوص پتاسیم را در گیاه تحت تاثیر قرار می‌دهد و باعث تجمع پتاسیم در ریشه و کاهش این عنصر در شاخه و برگ می‌شود در نتیجه گیاه علائم کمبود پتاسیم و حاشیه سوختگی برگ‌ها را نشان می‌دهد. همچنین آلودگی به نماتد مولد غده ریشه باعث حرکت مواد غذایی از شاخه و برگ به ریشه‌ها شده (برگسون، ۱۹۶۶) که باعث کاهش بیش‌تر عناصر غذایی در شاخه و برگ و تجمع بیش‌تر مواد غذایی به‌خصوص پتاسیم در ریشه می‌شود که همه این عوامل می‌توانند در گسترش علائم حاشیه سوختگی برگ‌ها نقش داشته باشند.



شکل ۱- روند تغییرات عناصر غذایی در ریشه، شاخه و برگ درختان سالم و آلوده

میزان عنصر کلسیم در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده: تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که میزان عنصر کلسیم تنها در اثرات اصلی شدت آلودگی و اندام‌ها معنی‌دار است (جدول ۲). در مقایسه درختان آلوده با سالم، میانگین عنصر کلسیم در درختان آلوده معادل ۱۳/۱ درصد نسبت به درختان سالم کم‌تر بود (شکل ۲) و در بین اندام‌های مختلف میزان عنصر کلسیم درختان آلوده و سالم در ریشه بیش‌تر از شاخه و برگ بود (جدول ۳).



شکل ۲- درصد عنصر کلسیم در درختان سالم و آلوده.

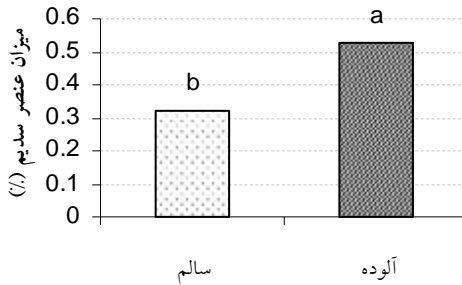
در درختان قهوه آلوده به *M. exigua* میزان کلسیم در قهوه آلوده نسبت به گیاهان سالم پایین‌تر بود (سانتوس و همکاران، ۱۹۸۱). دنیس و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی گیاهان قهوه آلوده به *M. konaensis* نشان دادند که درصد کلسیم در برگ‌ها کاهش می‌یابد. که در آزمایش حاضر نیز میزان کلسیم در اندام‌های مختلف درختان آلوده نسبت به درختان سالم کم‌تر بود (شکل ۱-د).

میزان عنصر منیزیم در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده: نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که تنها اثر اصلی اندام‌ها برای میزان عنصر منیزیم معنی‌دار است (جدول ۲). به طوری که میزان عنصر منیزیم در برگ درختان سالم و آلوده بیش‌تر از شاخه و ریشه بود (جدول ۳). سانتوس و همکاران (۱۹۸۱) بیان کردند که در برگ‌های قهوه آلوده به *M. exigua* عنصر منیزیم تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. دنیس و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که درصد منیزیم در برگ‌های قهوه آلوده به *M. konaensis* کاهش یافت.

میزان عنصر سدیم در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) این آزمایش مشخص نمود که اثرات اصلی و متقابل شدت آلودگی و اندام برای میزان عنصر سدیم



معنی‌دار است. از نظر میزان عنصر سدیم درختان آلوده در مقایسه با درختان سالم تجمع بیشتری را دارند (شکل ۳) و در اندام‌های مختلف، در ریشه درختان آلوده و سالم بیش‌تر از شاخه و برگ می‌باشد (جدول ۳).



شکل ۳- درصد عنصر سدیم در درختان سالم و آلوده.

میانگین عنصر سدیم برگ و شاخه درختان سالم در مقایسه با درختان آلوده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند اما میزان عنصر سدیم ریشه در درختان آلوده معادل  $40/3\%$  درصد نسبت به درختان سالم بیشتر بود (شکل ۱-ز).

شافعی و جنکینس (۱۹۶۳) با بررسی میزان عنصر سدیم در شاخه و ریشه‌های فلفل آلوده به *M. incognita acrita* افزایش میزان عنصر سدیم و عدم تاثیر آن را در شاخه گزارش نمودند. میزان عنصر آهن در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده: در این پژوهش اثر اصلی شدت آلودگی و اثرات متقابل شدت آلودگی با اندام بر میزان عنصر آهن تاثیر معنی‌داری نشان ندادند. اما اثرات اندام‌های مختلف بر مقدار این عنصر در سطح درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین اندام‌ها، ریشه درختان سالم و آلوده میزان عنصر آهن بیشتری را نسبت به شاخه و برگ دارا بود (شکل ۱-ش). هانتز (۱۹۵۸) بیان کرد که میزان عنصر آهن در شاخه و برگ گوجه‌فرنگی آلوده به *M. incognita* با تغییر همراه نیست. ناصر و همکاران (۱۹۸۰) افزایش میزان آهن را در شاخه پایه‌های هلو و بادام آلوده به *M. incognita* گزارش نمودند. گان‌سالوس و همکاران (۱۹۹۵) کاهش میزان آهن را در ریشه قهوه آلوده به *M. incognita* نژاد ۱ نشان دادند.

میزان عنصر روی در اندام‌های مختلف درختان سالم و آلوده: تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تنها اثر اصلی اندام و اثرات متقابل شدت آلودگی با اندام برای میزان عنصر روی معنی‌دار است (جدول ۲).

در بین اندام‌های مختلف گیاه، میزان عنصر روی در شاخه درختان آلوده و سالم بیش‌تر از ریشه و برگ بود (جدول ۳). نتایج اثرات متقابل اندام‌ها با شدت آلودگی نشان داد که میزان عنصر روی برگ و شاخه در درختان آلوده معادل ۳۳/۷ درصد و ۳۲/۸ درصد نسبت به درختان سالم کم‌تر و میزان عنصر روی ریشه معادل ۴۹/۴ درصد بیش‌تر بود (شکل ۱- س).

نتایج ماسدو و همکاران (۱۹۷۴) نشان داد که میزان عنصر روی برگ‌ها در گیاهان قهوه آلوده به *M. exigua* تحت تاثیر قرار می‌گیرد. بونتی و همکاران (۱۹۸۲) نیز گزارش نمودند که آلودگی با *M. exigua* جذب روی را در برگ‌های قهوه کاهش می‌دهد. گان سالوس و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند که در گیاهان قهوه آلوده با *M. incognita* نژاد ۱ میزان روی در ریشه افزایش می‌یابد. نتایج حاضر نیز نشان داد که میزان روی در شاخه و برگ کاهش و در ریشه افزایش می‌یابد.

نتایج به‌دست‌آمده این مطالعه نشان داد که نماتد مولد غده ریشه (*M. javanica*) باعث تجمع عناصر غذایی مثل پتاسیم و روی در ریشه و کاهش این عناصر غذایی در شاخه و برگ می‌شود. خصوصاً در مورد پتاسیم، که باعث می‌شود گیاه علائم کمبود پتاسیم، حاشیه سوختگی برگ‌ها، را نشان دهد. عناصر نیتروژن، فسفر، منیزیم و آهن در شاخه، برگ و ریشه چندان تحت تاثیر قرار نگرفته و میزان کلسیم در درختان آلوده کم‌تر بود. کارنیرو و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند که به‌طور کلی مواد غذایی در ریشه‌های گیاهان آلوده افزایش می‌یابد و این روند کاهشی را در شاخه‌ها با افزایش سطح آلودگی به همراه دارد و کمبود مواد غذایی را یک نشانه عمومی در گیاهان مورد حمله با نماتدهای ریشه‌گرهی گزارش کردند.

تجمع مواد غذایی در ریشه‌های گیاهان آلوده به‌وسیله عواملی همچون افزایش جذب توسط ریشه، تخریب انتقال به شاخ و برگ، حرکت مواد غذایی از شاخه‌ها به ریشه‌ها ایجاد می‌گردد (برگسون، ۱۹۶۶). کارنیرو و همکاران (۲۰۰۲) نیز تولید ریشه‌های ثانویه جدید (افزایش سطح جذب)، انسداد آوندهای چوبی و عمل نماتدها به‌عنوان یک حفره غذایی را به عنوان دلایلی برای تجمع مواد غذایی در ریشه‌ها بیان نمودند.

1. Ahyai, M. 1998. Plant analysis. Institute of soil and water press. (In Persian)
2. Baicheva, O., Salkova, D. and Palazova, G. 2002. Root-knot nematodes (*Meloidogyne*) Species composition, pathogenicity, some problems for investigation. *Exp Pathol. Parasit.* 10: 21-24.
3. Bergeson, G.B. 1966. Mobilization of minerals to the infection site of root-knot nematodes. *Phytopathol.* 56: 1287-1289.
4. Barouti, Sh. and Hossieni Nezhad, S. 2006. Identification of plant nematods in some gardens of Kerman province. *Proceedings of 16<sup>th</sup> Iranian congress of plant protection.* P 377.
5. Bonnetti, J.I.S., Ferraz, S. Brage, J.M. and de Oliveira, L.M. 1982. Influnecia do parasitismo de *Meloidogyne exigua* sobre a absorcao de micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn, e B) e sobre o vigor de mudas de cafeeiro. *Fitopatol. Brasil.* 7: 197-207.
6. Carneiro, G., Mazzafera, P. Carlos, L. Ferraz, C.B. Muraoka, T. and Trivelin, P.C.O. 2002. Uptake and translocation of nitrogen, phosphorus and calcium in soybean infected with *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne javanica*. *Fitopatol. Brasil.* 27: 141-150.
7. Denise, H., Schmitt, D.P. Hue, N.V. and Sipes, B.S. 2004. Plant nutrient partitioning in Coffee infected with *Meloidogyne konaensis*. *J. Nematol.* 36: 76-84.
8. Dorhout, R., Gommers, F.J. and Kolloffel, C. 1991. Water transport through tomato roots infected with *Meloidogyne incognita*. *Phytopathol.* 81:379-385.
9. Goncalves, W., Mazzafera, P.L.C. Ferraz, C.B., Silvarolla, M.B. and de.Lima, M.M.A. 1995. Biochemical basis of coffee tree resistance to *Meloidogyne incognita*. *Plantations, Recherche, Development,* 2: 54-58.
10. Hugall, A., Stanton, J. and Moritz, C. 1999. Reticulate evolution and origins of ribosomal internal transcribed spacer diversity in apomitic *Meloidogyne*. *Mol. Biol. Evol.* 16: 157-164.
11. Hunter, A.H. 1958. Nutrient absorption and translocation of phosphorus as influenced by the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita acrita*). *Soil Sci.* 86: 245-250.
12. Hussey, R.S., and Williamson, V.M. 1996. Physiological and molecular aspects of nematode parasitism. Pp. 87-108 *In:* K.R. Barker, G.A. Pederson, and G. L. Windham, eds. *Plant and nematode interactions.* Madison, WI: American Society of Agronomy.
13. Karimipour fard, H., and Damadzadeh, M. 2008. Effect of *Pasteuria penetrans* in control of *Meloidogyne spp.* of pistachio in greenhouse situation. *J. Res. Agric. Hort.* 79:53-63.
14. Macedo, M.C.M., Hagg, H.P. and Lordello, L.G.E. 1974. Influencia do nematoide *Meloidogyne exigua* na absorcao de nutrientes em plantas jovens de

- cafeeiro –resultados preliminares. Anais Escuela Superior de Agricultura. Luiz de O. ueiroz, 31: 91-104.
15. Naser, T.A., Ibrahim, I.K.A. El-Azed, E.M. and Hassan, M.W.A. 1980. Effect of root-knot nematodes on the mineral, amino acid and carbohydrate concentration of almond and peach root-stocks. Nematol. 26: 133-138. (In Persian)
16. Santos, J.M., Ferraz, S. and de Oliveira, L.M. 1981. Efeitos do parasitismo de *Meloidogyne exigua* sobre a absorcao e translocacao de nutrientes em mudas de cafeeiros. Fitopatol Brasil. 6: 333-340.
17. Shafiee, M.F., and Jenkins, W.R. 1963. Host-parasite relationships of *Capsicum frutescens* and *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne incognita acrita*, and *M. Hapla*. Phytopathol. 53:325-328.
18. Shaukat, S. S., Moazzam, A.K. Ahmed, W., and Shahina, F. 2009. Eeffect of *Meloidogyne javanica* and moisture stress on growth and physiological response of brinjal. Pak. J. Nematol. 27: 281-296.
19. Sijmons, P.C., Grundler, F.M.W. von Mende, N. Burrows, P.R., and Wyss, U. 1991. *Arabidopsis thaliana* as a new model host for plant parasite nematodes. The Plant Journal. 1: 245-254.
20. Tanhamaafi, Z., and Mahdavian, S.I. 1997. Identification of spices and races of root-knot nematode (*Meloidogyne spp.*) on kiwi and effect of *M. incognita* on kiwi seedling. J. Pest. Plant Dis. 65: 1-11.



## Effect of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on distribution of nutrients in Pistachio Trees

\*A. Fazeli Salmani<sup>1</sup>, A. Tehranifar<sup>2</sup>, Gh.H. Davarynejad<sup>2</sup>,  
E. Mahdikhani Moghaddam<sup>3</sup> and H.R. Zabihi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. student of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad, <sup>2</sup>Associate Prof. of Horticulture, Ferdowsi University of Mashhad, <sup>3</sup>Assistant Prof. of Plant protection, Ferdowsi University of Mashhad, <sup>4</sup>Assistant Prof. of Torogh Resource Center

### Abstract

Root-knot nematode is an important disease of pistachio in the world that cause too many problems such as failure in nutrient distribution in plant. Imbalanced distribution of nutrients results in reduction of yield and observes symptoms in air parts of the plant. Experiment was conducted to determine of root-knot nematode and its influence on distribution of nutrients of Pistachio Trees. The experiment was designed in 2×3 factorial experiment in a completely randomized design (CRD) with 4 replications on Ohadi cultivar in Mahvelat region of Iran. Healthy and contaminated trees were as a first factor and plant organs as a second factor. Samples from different organs were collected and analyzed for N, P, K, Ca, Mg, Fe, and Zn. The results indicated that *M. javanica* caused to accumulation of nutrients such as K and Zn in root and decreased those nutrients in branch and leaf. In particular about K it resulted in K deficiency and leaf necrosis. P, N, Mg, Fe concentrations in branch, leaf, and root were not significantly influenced by root-knot nematode. Calcium concentration in contaminated tree was low.

**Keywords:** Pistachio; Leaf necrotic; Nutrients; Root-knot nematode

---

\*Corresponding author; Email: fazelisalmani@gmail.com