فصلنامه تحقیقات بیماری‌های گیاهی
سال اول، شماره اول، بهار ۱۳۹۲
صص ۵۲-۴۳

اثر تنش خشکی بر شاخص‌های رشدی نهال‌های چای آلوده به نماتد مولد زخم ریشه (*Pratylenchus loosi*) و مقدار جمعیت نماتد

مینا محجوبی نیا*[۱]، زهرا تنها معافی[۲]، علی سراجی[۳]، سعید رضائی[٤]

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۲۱

چکیده

نماتد مولد زخم ریشه (*Pratylenchus loosi*)، مهم‌ترین عامل خسارت‌زای چای در ایران است که باعث ایجاد خسارت کیفی و کمی به محصول چای می‌شود، با توجه به اینکه درصد بالایی از کشت چای در ایران به‌صورت دیم است، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر دوره‌های گوناگون آبیاری و متعاقب آن تنش خشکی بر فاکتورهای رشدی نهال‌های چای در دو نوع خاک با بافت لومی- شنی و لومی-رسی آلوده به *P. loosi* و مقدار جمعیت نماتد انجام گرفت. نهال‌های چای از کلون امیدبخش ۱۰۰ در گلدان‌هایی با حجم ٦۰۰۰ سانتی‌مترمکعب حاوی خاک آلوده با تراکم جمعیت یک نماتد در گرم خاک کاشته شدند دوره‌های آبیاری به‌صورت ۷، ۱٤،۲۱ و ۲۸ روز و بدون آبیاری اعمال شدند. تیمارها در فضای باز ایستگاه تحقیقات چای شهید افتخاری فومن (فشالم) به مدت هشت ماه نگهداری شدند و مراقبت‌های معمول زراعی انجام شد. پس از این مدت نهال‌ها برداشت شدند و در هر واحد آزمایشی شاخص‌های رشدی از قبیل ارتفاع، وزن کل، وزن تر ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی و حجم ریشه اندازه‌گیری شد. شاخص‌های مربوط به نماتد، شامل مقدار جمعیت در خاک و ریشه نیز تعیین شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارها در شاخص‌های اندازه گیری شده با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری داشتند. *Pratylenchus loosi* در نهال‌های چای با دور آبیاری مطلوب ۷ و ۱٤ روز نسبت به دورهای آبیاری ۲۱، ۲۸ روز و بدون آبیاری تکثیر یافت جمعیت نماتد در ریشه با مقدار حجم ریشه و وزن ریشه در دوره‌های گوناگون آبیاری نسبت کاملاً مستقیم نشان داد. نتایج این بررسی نشان داد که علیرغم وجود جمعیت بالای نماتد در دورهای آبیاری ۷ و ۱٤روز نهال‌های چای آبیاری شده با این دوره‌های آبیاری نسبت به تیمارهای بدون آبیاری و ۲۱ و ۲۸ روز توانایی بیش‌تری در تحمل آلودگی و خسارت *P. loosi* داشتند، به‌گونه‌ی که تیمارهای ۲۱ و ۲۸ روز آبیاری با وجود دارا بودن کمترین مقدار جمعیت نماتد در ریشه، بیش‌ترین کاهش شاخص‌های رشدی را نشان دادند که می‌تواند بیانگر تاثیر نماتد حتی در جمعیت کم روی رشد نهال چای در شرایط تنش خشکی باشد که با کاهش رطوبت خاک تشدید می‌شود. در بافت لومی- شنی، مقدار جمعیت نماتد در ریشه و خاک نسبت به بافت لومی-رسی بیش-تر بود. این بررسی مشخص کرد که در دورهای آبیاری ۷ و ۱٤ روز که تقریباً نیاز آبی گیاه چای فراهم می‌شود، نهال‌ها خسارت کمتری را نسبت به تیمارهایی که آب کمتری دریافت می‌کنند، متحمل می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: چای، نماتد مولد زخم ریشه، بافت خاک، تنش خشکی، شاخص‌های رشدی، دور آبیاری، *Pratylenchus loosi*.

---

[۱]- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[۲]- دانشیار، بخش تحقیقات نماتد شناسی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران، ایران.
[۳]- استادیار، مرکز تحقیقات چای کشور، لاهیجان، ایران
[٤]- استادیار،گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
*- نویسنده مسئول مقاله: radin_mani@yahoo.com

مقدمه

چای به واسطه ارزش غذایی و اثرات آن در بدن انسان اهمیت ویژه‌ای داشته و به علت ارزش‌های کمی و کیفی آن در امر تغذیه انسان، جزء یکی از پرطرفدارترین نوشابه‌های آرام بخش شناخته شده است (سراجی، ۲۰۰۷). شناخت و مدیریت بیماری‌های چای، بخشی از نیازهای تحقیقاتی مربوط به تولید این محصول صنعتی مهم است. در سال‌های اخیر در کشور ما، نماتد مولد زخم ریشه (*Pratylenchus loosi* Loof, 1960)، به عنوان آفت کلیدی و خسارت‌زای چای به حساب آمده و باعث ایجاد خسارت شدید به بوته‌های چای شده، به‌گونه‌ی‌که مقدار رشد گیاهان آلوده شدیداً کاهش یافته و مقدار محصول افت شدید داشته است (Tanha Maafi and Mirhoseini Moghadam, 2001). از ۳۲ هزار هکتار باغات چای کشور تنها ۳۰۰۰ هکتار، آن در ماه‌های گرم سال آبیاری می‌شود (Seraji, 2007) و با عنایت به عدم توزیع یکنواخت بارندگی در ماه‌های گرم سال در استان گیلان، باغات چای در معرض تنش خشکی بوده و ابتلا به نماتد مولد زخم ریشه ممکن است در این شرایط موجب ایجاد خسارت بیش‌تر در باغات آلوده شود. در این پژوهش تأثیر دوره‌های گوناگون آبیاری و عدم آبیاری و متعاقب آن تنش خشکی بر فاکتورهای رشدی نهال‌های چای در دو نوع خاک با بافت لومی- شنی و لومی-رسی آلوده به *P. loosi* و هم‌چنین این تاثیر روی مقدار جمعیت نماتد بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری، استخراج نماتد و تعیین جمعیت

بمنظور انتخاب خاک آزمایشی، از پنج باغ چای منطقه فومن با بافت خاک لومی- شنی و لومی-رسی با سابقه آلودگی، نمونه‌های خاک و ریشه جمع‌آوری و جمعیت *P. loosi* برآورد شد. نماتدهای نمونه‌های خاک با روش سینی (Whitehead and Hemming, 1965) استخراج و بررسی شدند. مقدار ۵ گرم از نمونه‌های ریشه نیز پس از شستشو، خرد و مدت ٤٨ ساعت انکوبه شدند. مقدار جمعیت نماتد با شمارش جمعیت به دست آمده در زیر میکروسکپ تعیین شد. پس از تعیین آلودگی، دو باغ چای که آلودگی آنها در حد یک نماتد در گرم خاک (حد آستانه خسارت *P. loosi* در چای) بود انتخاب و از خاک آنها برای این بررسی استفاده شد، پس از برآورد مقدار آلودگی ریشه‌ها، جهت تکمیل و رساندن مقدار آلودگی خاک به سطح مورد نظر، وزن معینی از ریشه‌ها نیز با در نظر گرفتن مقدار آلودگی با خاک مخلوط شدند (Seraji, 2007).

تعیین بافت خاک

برای اندازه‌گیری درصد نسبی ذرات خاک از روش هیدرومتری استفاده شد و درصد سیلت، رس و شن با استفاده از فرمول‌های مربوطه محاسبه شد. با توجه به نتیجه آزمایش بافت خاک و پایین بودن درصد رس در باغ دارای بافت رسی لومی، خاک رس تهیه شده از منطقه سفیدرود بعد از هوادهی و خشک کردن با نسبت یک به چهار با خاک آلوده مخلوط گردید.

تهیه نهال و کاشت آنها

نهال‌های ۱۸-۱۲ ماهه چای کلون امید بخش ۱۰۰، از ایستگاه تحقیقات چای فشالم فومن تهیه شد و در گلدان‌های ٦ لیتری که با یکی از دو بافت شنی- لومی و رسی- لومی آلوده به نماتد پر شده بودند، کاشته شدند. با نمونه‌برداری تصادفی از خاک و ریشه تعدادی از نهال‌ها قبل از انجام آزمایش. از سالم بودن نهال‌ها اطمینان حاصل شد. قبل از کاشت، دو شاخص مرفولوژیکی شامل وزن کل نهال و ارتفاع آن اندازه‌گیری شد. پس از کاشت نهال‌ها، به مدت یک ماه بمنظور اطمینان از تثبیت کامل آنها، در صورت ضعیف شدن و یا از بین رفتن یکی از نهال‌ها، نهال مناسب دیگری از گلدان‌های اضافی جایگزین می‌شد.

پیاده کردن آزمایش و جامعه آماری

طرح پایه در قالب کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور دوره‌های آبیاری و نوع بافت خاک بود. زمان آبیاری به‌صورت بدون آبیاری، ۷، ۱٤، ۲۱ و ۲۸ روزه انجام شد. با توجه به تفاوت بافت خاک و متفاوت بودن مقدار آب مورد نیاز در دو نوع بافت، با توجه به مقدار نفوذ پذیری دو نوع خاک، مقدار آبی که در هر زمان آبیاری باید مصرف شود در آزمایشگاه خاک شناسی محاسبه شد که برای خاک لومی رسی ۱/۸ لیتر و برای خاک لومی شنی ۱/۵ لیتر برای هر وعده آبیاری تعیین گردید. با توجه به دو فاکتور آزمایش، تعداد ۱۰ ترکیب تیماری و یک تیمار شاهد مثبت مشخص شد و برای هر تیمار چهار تکرار گلدان‌ها در فضای باز ایستگاه تحقیقات چای شهید افتخاری فومن (فشالم) به مدت هشت ماه نگه‌داری شدند و مراقبت‌های معمول از قبیل وجین علف‌های هرز و کودپاشی بر اساس توصیهٔ بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات چای کشور انجام شد و دما و رطوبت نسبی روزانه یادداشت برداری گردید

برداشت آزمایش، تعیین شاخص‌های رشدی گیاه، جمعیت نماتد و تجزیه آماری

هشت ماه پس از از پیاده کردن آزمایش، برداشت انجام شد. در هر یک از واحدهای آزمایشی نهال چای از گلدان خارج شد. دقت شد که بوته به‌گونه کامل همراه با ریشه از گلدان خارج شود تا خطای محاسبه وزن و حجم ریشه به حداقل برسد. شاخص‌ها حجم و وزن ریشه، ارتفاع نهال، وزن کل نهال و وزن تر و خشک اندام هوایی اندازه‌گیری شد. خاک هر گلدان (٦۰۰۰ سانتی‌متر مکعب) کاملاً با هم مخلوط و یک زیر نمونه ۱۰۰ سانتی‌متر مکعبی از آن برداشته و با استفاده از روش سینی وایت‌هد (Whitehead and Hemming, 1965) به مدت ٤۸ ساعت در شرایط آزمایشگاه انکوبه شد. از هر یک از ریشه نهال‌ها به‌گونه تصادفی مقدار ۵ گرم ریشه جدا و برای استخراج نماتدهای درون ریشه به مدت ٤۸ ساعت انکوبه گردید. تجزیهٔ آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS، (IBM SPSS Statistics 19.0) صورت گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون دانکن (Duncan's multiple range test) انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه کامل خاک در دو باغ انتخابی که براساس آن نوع بافت خاک برای آزمایش انتخاب شد، در جدول (۱) آورده شده است که درصد سیلت، رس و شن و هم‌چنین سایر خواص فیزیکو شیمیایی خاک مورد استفاده را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در شاخص‌های اندازه‌گیری شده تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری دارند. شاخص وزن نهال در دوره‌های گوناگون آبیاری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد در حالی‌که ارتفاع نهال، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی هم در بافت خاک و هم در دوره‌های آبیاری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. حجم ریشه در بافت خاک در سطح یک در صد اختلاف معنی‌دار و در دوره آبیاری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت. جمعیت نماتد در ریشه و خاک نیز در دوره آبیاری و بافت خاک به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده نیز در مقایسه با شاهد تفاوت معنی-داری را در سطح پنج و یک در صد نشان دادند و اکثراً در گروه‌های گوناگون آماری قرار گرفتند (جدول ۳ و ٤).

جدول ۱- نتایج تجزیه کامل خاک استفاده شده در طرح آزمایشی.

مشخصات نمونه	نمونه A لومی-شنی آلوده	نمونهB لومی- رسی آلوده
اسیدیته خاک pH	۵/۱	۵/۸
درصداشباع خاک (%SP)	۳۷/۸	٦۰
هدایت الکتریکی (ds/m)	۰/۲۲۹	۰/٤۲
کربن آلی 0.C%	۲/٦۳	۲/٤۱
نیتروژن کل %N	۰/۲۸٦	۰/۱٤۷
فسفر (ppm) P(ava)	۳٤۵	۳۰۳
پتاسیم (ppm) K(ava)	۳۰۱	۲٤٤
درصد رس	۱۷	۲۵
درصد سیلت	۱٦/٦	۲٦/٦
درصد شن	٦٦/٤	۸٤/٤
بافت	**S.L**	**S.C.L**

نهال‌هایی که هر هفت روز یکبار آبیاری می‌شدند دارای بیش‌ترین مقدار شاخص‌های رشدی بودند. در حالی‌که در تیمارهای با دوره‌های آبیاری ۱٤ ، ۲۱ و ۲۸ روز به ترتیب مقدار جمعیت نماتدها در خاک و ریشه و هم‌چنین شاخص‌های رشدی نهال‌ها کاهش داشت (جدول ۳). مقدار جمعیت نماتد در ریشه در دورهای آبیاری ۲۱ و ۲۸ روز تفاوت معنی‌داری را با تیمار بدون آبیاری نشان نداد، گرچه تیمار ۱٤روز نیز تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ذکر شده نداشت. این موضوع نشان می‌دهد که آبیاری نکردن چای و آبیاری با فواصل ۲۱ و ۲۸ روز در ماه‌های گرم سال دارای تاثیر یکسان بر مقدار جمعیت نماتد است. جمعیت نماتد در ریشه با مقدار حجم ریشه در دورهای گوناگون آبیاری نسبت کاملاً مستقیم نشان داد، بدین ترتیب که با کاهش حجم ریشه در دورهای آبیاری ۲۱ و ۲۸ روز و هم‌چنین در تیمار بدون آبیاری، جمعیت نماتد در ریشه نیز کاهش می‌یابد. در ارتباط با شاخص وزن ریشه نیز این موضوع صادق است بدین ترتیب که در تیمار بدون آبیاری و فاصله ۲۸ روز آبیاری، نهال‌ها دارای کمترین وزن ریشه و کمترین مقدار جمعیت نماتد هستند. مقدار جمعیت نماتد در خاک با مقدار جمعیت نماتد در ریشه کاملاً مطابقت دارند، به‌گونه‌ای‌که با کاهش مقدار جمعیت نماتد در خاک، جمعیت نماتد در ریشه نیز کاهش نشان داده است. این نتایج تاثیر تنش خشکی روی تراکم جمعیت *P. loosi* را در خاک نشان می‌دهد. در واقع در تیمار بدون آبیاری و تیمارهای ۲۱ و ۲۸ روز، با وجود دارا بودن کمترین مقدار جمعیت نماتد در ریشه، بیش‌ترین کاهش شاخص‌های رشدی مشاهده می‌شود. این موضوع می‌تواند بیانگر تاثیر نماتد، روی رشد نهال چای در شرایط تنش خشکی، حتی در جمعیت کم باشد که با کاهش رطوبت خاک همراهی و تشدید می‌شود.

در خاک لومی-رسی تفاوت معنی‌داری در وزن کل نهال بین تیمارهای بدون آبیاری، ۲۱ روز، ۲۸ روز با تیمارهای شاهد، ۷ روز و ۱٤ روز وجود دارد. در واقع تیمار بدون آبیاری بجز آلودگی به نماتد شرایط تقریباً یکسانی را با تیمار شاهد داشته است، ولی از نظر وزن نهال و هم‌چنین وزن ریشه در گروه جداگانه آماری قرار گرفته است، در حالی که در تیمارهای ۷ و ۱٤ روز که رطوبت کافی داشته‌اند این تفاوت معنی‌دار در این فاکتورها مشاهده نمی‌شود (جدول ٤). این موضوع می‌تواند نشان دهنده تاثیر بیش‌تر نماتد در شرایط خشک باشد، هر چند که در شرایط خشک و آبیاری کم، تراکم جمعیت نماتد در

ریشه تفاوت معنی‌داری با شرایط مطلوب آبیاری ۷ روزه دارد و نشان می‌دهد گرچه جمعیت نماتد در ریشه کاهش دارد، ولی همین جمعیت کم می‌تواند همراه با تنش آبی ایجاد شده باعث کاهش فاکتورهای رشدی شود.

در بافت لومی- شنی نیز تقریباً تمامی شاخص‌های رشدی در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری با تیمار آلوده بدون آبیاری نشان دادند، هم‌چنین تفاوت معنی‌داری نیز بین تیمار آلوده بدون آبیاری با سایر تیمارهای آبیاری وجود داشت. تیمار دور آبیاری ۷ روز و هم‌چنین ۱٤روز بعد از شاهد بیش‌ترین شاخص‌های رشدی را داشتند (جدول ٤). مقدار جمعیت نماتد در ریشه و خاک نیز در این تیمارها که آبیاری خوبی دریافت کرده‌اند و خاک در تمام مدت آزمایش رطوبت کافی داشت، تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نشان دادند و دارای بیش‌ترین مقدار بودند. در واقع با وجود داشتن جمعیت بالائی از نماتد، مقدار خسارت ناشی از آن در مقایسه با تیمارهای با دور آبیاری با فاصله، کمتر بود. این موضوع در آزمایش‌های گوناگونی که با دو گونه از نماتدهای مولد زخم ریشه *P. thornei* و *P. neglectus* روی گندم انجام شده است، نیز مطابقت دارد. در آزمایشی در ارتباط با تاثیر *P. thornei* روی محصول گندم در مکزیک نشان داده شد که در آبیاری مطلوب، نماتد تاثیری روی مقدار محصول گندم نداشت. ولی با آبیاری محدود، زمانی که گیاهان تحت استرس قرار گرفتند، در مقایسه با شاهد مقدار محصول ۲۹٪ کاهش پیدا کرد (Nicol and Ortiz-Monasterio, 2004). در شرایط آبیاری کامل، تصور می‌شود که گیاه قادر است نماتد را تحمل کند و خسارت نماتد به استرس آبی محدود می‌شود. ما نیز در آزمایشات انجام شده نتایج مشابهی را به دست آوردیم. بدین ترتیب که در دور آبیاری ۷ و ١٤ روز که تقریباً نیاز آبی گیاه چای فراهم شده است، مشاهده شد که به نسبت تیمارهائی که آب کمتری دریافت کردند، خسارت کمتری را نشان دادند. در آبیاری محدود، به دلیل استرسی که به گیاه وارد می شود، واکنش آن نسبت به نماتد به‌صورت غیر متحمل بروز می‌کند، در مورد گندم در نواحی نیمه خشک حتی تراکم جمعیت کم نماتد می‌تواند خسارتزا شود (Nicol *et al.,* 1999; Orion *et al.,* 1984).

جدول ۲- تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی بر مبنای میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری.

صفات اندازه گیری منابع تغییرات	بلوک	بافت خاک	دور آبیاری	بافت*دور آبیاری	خطا	کل
درجه آزادی (df)	۲	۱	۴	۴	۱۸	۳۰
وزن کل نهال (گرم)	۲۶۹۸/۶۵**	۱۲۵/۲۹^{ns}	۵۷۴۷/۶**	۱۳۲/۴۴^{ns}	۳۴۶/۲۲	۴۱۰۵/۴۱
ارتفاع کل نهال (سانتی متر)	۲/۵۵^{ns}	۴۱۰/۷**	۲۰۶/۷۸**	۲۵/۳۱^{ns}	۲۸/۶۸	۱۸۶/۷
وزن تر اندام های هوایی (گرم)	۷۵۹/۶۹**	۲۳۱/۵۲^{ns}	۱۹۳۸/۴۵**	۱۴۷/۶۷^{ns}	۱۶۳/۷۸	۱۳۹۱/۷۲
وزن خشک اندام های هوایی(گرم)	۸۴/۱۴**	۰/۸۴۷^{ns}	۱۱۸/۱۶**	۷/۸۱^{ns}	۸/۵۸	۲۰۴/۵۴
وزن ریشه (گرم)	۷۵۹/۶۹*	۲۳۱/۵۲^{ns}	۱۹۳۸/۴۵**	۱۴۷/۶۷^{ns}	۱۶۳/۷۸	۳۰۲۷/۶۹
حجم ریشه (سانتی متر مکعب)	۵۰۷/۶۷^{ns}	۱۶۴۲/۸**	۵۶۶/۲۱*	۱۷/۳۸^{ns}	۱۶۹/۶۲	۳۲۲۷/۵۵
جمعیت نماتد در ۵گرم ریشه	۳۴۹۹/۶۲^{ns}	۶۰۶۹۳/۳۱**	۲۱۳۹۷/۰۲*	۷۰۴۴/۷۳^{ns}	۶۲۶۱/۴	۱۹۲۷۵/۴۳
جمعیت نماتد در ۱۰۰گرم خاک	۹۶/۸۱^{ns}	۳۸۷۳/۰۸**	۱۵۹۹/۶۵*	۸۵۷/۸۷^{ns}	۳۶۸/۸۸	۱۰۴۴/۰۷
نماتد(کل)	۳۱۸۰۷۷/۸۴^{ns}	۵۲۳۳۸۵۲/۹۴*	۲۵۴۱۹۳۹/۸۹*	۱۶۴۳۹۵۲۱/۷۴^{ns}	۶۳۹۹۱۹۰/۷۲	۱۶۶۸۳۱۳/۹

ns، * و ** بی معنی و معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ در صد و ۱ در صد

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در دورهای گوناگون آبیاری با روش دانکن

	بدون آبیاری	۷ روز	۱۴ روز	۲۱ روز	۲۸ روز
وزن کل نهال(گرم)	۱۸/۰۱d	۹۸/۳۱a	۶۷/۹۵b	۵۱/۶۵bc	۳۴/۶۹cd
ارتفاع کل نهال (سانتی متر)	۳/۶۲d	۱۸/۵a	۱۵/۱۲ab	۱۰/۷۹bc	۷/۷۹cd
وزن تر اندام های هوایی (گرم)	۲۰/۵۴d	۵۱/۱۶a	۳۹/۹۷b	۳۴/۷۵bc	۲۷/۴۵cd
وزن خشک اندام های هوایی(گرم)	۷/۸۶d	۱۹/۶a	۱۵b	۱۳/۳۱bc	۱۰/۷۲cd
وزن ریشه (گرم)	۲۹/۱۸d	۷۹/۵۵a	۵۶/۶۵b	۵۲/۵۶bc	۳۹/۶۵cd
حجم ریشه (سانتیمتر مکعب)	۴۴/۱۶b	۷۰a	۵۵/۳۳ab	۵۳/۳۳b	۴۹/۱۶b
جمعیت نماتد در ۵گرم ریشه	۵۲/۲۷b	۱۹۷a	۱۰۷/۶۷ab	۷۰/۱b	۵۸/۶۱b
جمعیت نماتد در ۱۰۰گرم خاک	۷/۰۹b	۴۷/۳۴a	۱۷/۰۲b	۱۳/۹۴b	۹/۴b
جمعیت نماتد(کل)	۹۵۳/۲۵b	۵۶۶۷/۰۸a	۲۰۳۲/۱۲b	۱۴۵۴/۹۰b	۱۱۶۶/۳۸b

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در دو بافت لومی- شنی و لومی- رسی.

بافت خاک	بافت لومی - شنی	بافت لومی - رسی
وزن کل نهال (گرم)	۵۲/۰۸^{b*}	۵٦/۱٦^{a}
ارتفاع کل نهال(سانتی متر)	۷/٤٦^{b}	۱٤/۸٦^{a}
وزن تر اندام های هوایی(گرم)	۳٤/۱۵^{b}	۳۵/٤^{a}
وزن خشک اندام های هوایی(گرم)	۱۳/٤۷^{a}	۱۳/۱۳^{b}
وزن ریشه (گرم)	۵۳/٦۹^{a}	٤۸/۱٤^{b}
حجم ریشه (سانتی متر مکعب)	٦۱/۸^{a}	٤۷^{b}
جمعیت نماتد در۵ گرم ریشه	۱٤۲/۲۹^{a}	۵۲/۳۳^{b}
جمعیت نماتد در۱۰۰گرم خاک	۳۰/۳۲^{a}	۷/۵۹^{b}
جمعیت نماتد (کل)	۳٦۲۳/۷۲^{a}	۹۸٤/۵۷^{b}

*میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

طبق نظر *اسمایلی و همکاران* (Smiley *et al*., 2004)، کاهش محصول ناشی از خسارت نماتد در ریشه به عوامل زیادی از جمله گونه نماتد، تعداد نماتد در ریشه، رقم گیاه میزبان، مرحله رشدی گیاه، مدیریت محصول، درجه حرارت، رطوبت و بافت خاک بستگی دارد. این محققین معتقدند آستانه خسارت اقتصادی در محصولاتی که در شرایط دیم رشد می‌یابند، کمتر از محصولاتی است که در شرایط آبیاری کامل و یا در مناطقی که دارای توزیع مناسب بارندگی در فصل تابستان هستند، کشت به این دلیل که خسارت ناشی از عوامل استرس‌زای زنده در اوایل دوره رشدی گیاه، بدون شک گیاهان را برای خسارت بیش‌تر که به‌وسیله عوامل غیر زنده و در مراحل بعدی و دیرتر فصل رشد اتفاق می‌افتد، مستعد می‌سازند. در مقایسه با گیاهان دارای ریشه‌های سالم، رشد گیاهان آسیب دیده به مراتب با سهولت بیش‌تری در خاک خشک متوقف می‌شود. نتایج به دست آمده از این پژوهش نیز تاییدی بر نظرات *اسمایلی و همکاران* (۲۰۰٤) است که به نظر می‌رسد مقدار جمعیت یک نماتد در گرم خاک *P. loosi* که به‌وسیله *سراجی و همکاران* (۲۰۰۸) به عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته شده است، ممکن است در شرایط دیم باغات چای شمال کشور کمتر از این مقدار باشد. البته این موضوع نیاز به بررسی بیش‌تری دارد تا به‌طور قطع بتوان راجع به آن اظهار نظر کرد. در پژوهش‌های مشابهی ثابت شده است گیاهانی که در اثر آلودگی به نماتدهای مولد زخم ریشه انشعابات ریشه آنها آسیب دیده و ناحیه کورتیکال آنها از بین رفته، دارای قابلیت کمتری در به دست آوردن آب و مواد غذائی از خاک و محصول دهی در مقایسه با گیاهان سالم هستند (Trudgill, 1991; Smiley *et al*., 2005; Thompson *et al*., 1995).

اثر بافت خاک در شاخص‌های رشدی و هم‌چنین جمعیت نماتد در خاک و ریشه در جدول ٤ مشاهده می‌شود. این شاخص‌ها در هر یک از دو بافت خاک در گروه جداگانه‌ای قرار گرفته‌اند و تقریباً شاخص‌های گیاه در بافت لومی- شنی از وضعیت بهتری برخوردار هستند. تراکم *P. loosi* در بافت لومی- شنی در خاک و ریشه بیش‌تر است، مشخص شده است که جمعیت نماتدهای انگل گیاهی در خاک‌های شنی و سبک نسبت به خاک‌های رسی و سنگین بیش‌تر است (Dropkin, 1980). فراوانی و ساختار جمعیتی نماتدها در خاک تحت تاثیر پوشش گیاهی، خصوصیات خاک، دمای خاک، رطوبت، تغییرات فصلی و عناصر قابل جذب قرار می‌گیرد (Goralczyk, 1998; Boag *et al*., 1998). در تحقیقات *اودبرت و همکاران* (Audebert *et al*., 2000) مشخص شد که *Heterodera sacchari* در خاک‌های شنی به گیاه برنج خسارت می‌زند نه در خاک‌های رسی، هم‌چنین در خاک‌های شنی، عملکرد دانه و رشد گیاه برنج در اثر افزایش جمعیت نماتد کاهش می‌یابد. در

طی پژوهشی که بمنظور بررسی ارتباط جمعیت اولیه نماتدهای مولد زخم ریشه *P. neglectus* و *P. thornei* با اجزای بافت خاک در ۵۶ مزرعه مرودشت صورت گرفته است، مشخص شد که جمعیت این دو گونه به‌گونه معنی‌داری با مقدار شن خاک همبستگی مثبت (r=۰/۴۳) و با مقدار رس خاک همبستگی منفی (r=-۰/۴۱) دارد (Ghaderi and Karegar Bideh, 2011).

جمعیت بعضی از گونه‌های *Pratylenchus* در خاک‌های شنی سبک‌تر با مقادیر بالای اکسیژن، نسبت به خاک‌های سنگین‌تر بیش‌تر است (Wallace, 1973). مشخص شده است که تفاوت در توزیع گونه‌های *Pratylenchus* با تفاوت در نوع خاک مرتبط است. به‌گونه‌ی که *P. crenatus* معمولاً در خاک‌های لومی و لومی سیلتی و گونه *P. penetrans* اکثراً در خاک‌های شنی یافت می‌گردد (Florini *et al*., 1987). مطالعات انجام شده بمنظور بررسی اثر بافت خاک روی شدت بیماری‌زایی *P. neglectus*، نشان داده است که در خاک‌های لومی سیلتی ریز، تولید مثل و شدت بیماری‌زایی نماتد نسبت به خاک‌های لومی ریز کم‌تر است (Griffin, 1996).

سپاسگزاری

از همکاران ایستگاه تحقیقات چای شهید افتخاری فومن (فشالم) که در طول مدت اجرای این پروژه نهایت همکاری را مبذول داشته‌اند، صمیمانه تشکر می‌شود. از زحمات بی‌شائبه آقای مهندس کوروش فلک‌رو محقق مرکز تحقیقات چای کشور در تجزیه آماری داده‌ها قدردانی می‌گردد.

References

1. Audebert A, Coyne DL, Dingkuhn M, Plowright RA. 2000. The influence of cyst nematodes (*Heterodera sacchari*) and drought on water relation and growth of upland rice in Côte d'Ivoire. Plant and Soil 220: 235–242
2. Boag B, Hebden PM, Neilson R and Rodger SJ. 1998. Observations on the effect of different management regimes of set-aside land on nematode community structure. Applied Soil Ecology 9: 339–343.
3. Dropkin VH. 1989. Introduction to plant Nematology. 2nd ed. New York: John Willey and Sons, Inc. 304 p.
4. Florini DA, Loria R and Kotcon JB. 1987. Influence of edaphic factors and previous crop on *Pratylenchus* spp. population densities in potato. Journal of Nematology 19: 85–92.
5. Ghaderi R and Karegar bideh A. 2011. Impact of drought stress on persistence of root lesion nematode *P .neglectus* and *P. thornei* in *in vivo*, greenhouse conditions and *in vitro*. Iranian Journal of Plant Pathology 47:165–177.
6. Gnanapragasam NC and Sivapalan P. 1991. Influence of soil types and storage conditions on the recovery of *Pratylenchus loosi* from soil samples. Afro–Asian Journal of Nematology 1: 150–153.
7. Goralczyk K. 1998. Nematode in a costal dunce succession: Indicators of soil properties? Applied Soil Ecology 9: 465–469.
8. Griffin GD 1996. Importance of soil texture to the pathogenicity of plant parasitic nematodes on rangeland grasses. Nematropica 26: 27–37.
9. Nicol JM, Davies, KA, Hancock, TW and Fisher JM. 1999. Yield loss caused by *Pratylenchus thornei* on wheat in South Australia. Journal of Nematology 31: 367–376.

10. Nicol JM and Oritz-Monasterio I. 2004. Effects of the root-lesion nematode, *Pratylenchus thornei,* on wheat yields in Mexico. Nematology 6: 485–493.
11. Orion D, Amir J and Krikun J. 1984. Field observations on *Pratylenchus thornei* and its effects on wheat under arid conditions. Revue de Nématologie 7: 341–345.
12. Seraji A, Pourjam E, Safaei N and Tanha Maafi Z. 2008. Biology and population dynamics of tea root lesion nematode (*Pratylenchus loosi*) in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 43: 98–115.
13. Seraji A. 2007. Study on biology, population dynamics of root lesion nematode, *Pratylenchus loosi*, in Iran and the possibility of damage evaluation by using epidemiological models [PhD]. [Tehran, Iran]: Tarbiat Modares University.
14. Smiley RW, Merrifield K, Patterson LM, Whittaker R G, Gourlie JA and Easley SA. 2004. Nematodes in dry land field crops in the semiarid Pacific Northwest USA. Journal of Nematology 36: 54–68.
15. Tanha Maafi Z and Mirhoseini Moghadam A. 2001. Influence of phosphorus nematicides on root lesion nematode (*Pratylenchus loosi*) in tea plantation of Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 37: 29–38.
16. Thompson JP, Mackenzie J and Amos R. 1995. Root-lesion nematode (*Pratylenchus thornei*) limits response of wheat but not barley to stored soil moisture in the Hermitage long-term tillage experiment. Australian Journal of Experimental Agriculture 35:1049–1055.
17. Trudgill DL. 1991. Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes of plants. Annual Review of Phytopathology 29: 167–192.
18. Wallace, HR. 1973. Nematode Ecology and Plant Disease. London: Edward Arnold. 228 p.
19. Whitehead AG and Hemming JR. 1965. Comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. Annals of Applied Biology 55: 25–38.