آفات و بیماریهای گیاهی
جلد ۶۸، شمّاره ۱ و ۲، بهمن ۱۳۷۹

# اثرات متقابل نماتد مولد غده ریشه *Meloidogyne incognita* (Race 1) و قارچ عامل پژمردگی *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* در ارقام‌نخود

**Interaction of root-knot nematode, *Meloidogyne incognta* (race 1), and wilt fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*, on chick-pea cultivars.**

**سید عباس حسینی نژاد و محمد واجد خان**
موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی-تهران ، دانشگاه اسلامی علیگر-هندوستان

## چکیده

اثرات متقابل نماتد مولد غده ریشه *Meloidogyne incognita* (race 1) و قارچ عامل پژمردگی *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* تحت شرایط گلخانه‌ای در دو رقم Pusa-212 (مقاوم به قارچ) و Pusa-244 (نسبتاً حساس به قارچ) در گلدان هایی حاوی خاک استریل و با مقدار ماده تلقیح ۲۰۰۰ لارو سن دو نماتد و ۲ گرم قارچ (میسیلیوم خرد شده) در هر گلدان تحت تیمارهای شاهد، قارچ تنها، نماتد تنها، قارچ و نماتد بطور همزمان و نماتد سه هفته قبل از قارچ (تناوبی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. اثرات متقابل این دو پاتوژن در کاهش رشد گیاه (طول ساقه و ریشه، وزن تازه و خشک ساقه و ریشه و تعداد گره‌های رایزوبیومی) هر دو نوع تلقیح (همزمان و تناوبی) به صورت افزایشی (Synergestic) بوده و خسارات وارده بر گیاه بیشتر از مجموع خساراتی که هریک از این عوامل بیماریزا بطور جداگانه بر گیاه وارد میسازند بوده است. حضور نماتد باعث سریع‌تر ظاهر شدن و تشدید علائم پژمردگی در گیاه گردید و علائم پژمردگی در تلقیح تناوبی بیشتر مشهود بود. نماتد باعث شکسته شدن مقاومت رقم Pusa-212 به قارچ عامل پژمردگی گردید.

**واژه‌های کلیدی**: اثرات متقابل، نماتد مولد غده ریشه، قارچ عامل پژمردگی، نخود ایرانی

## مقدمه

نظر به اینکه نخود (*Cicer arietimum* L.) گیاهی است مقاوم به شوری خاک و نیاز کمی به آب دارد و از طرفی دارای قدرت تثبیت ازت هوا در خاک است که این امر سبب حاصلخیزی خاک می‌گردد، کشت این گیاه در شرایط غیر مساعد زراعی برای سایر محصولات کشاورزی شایان توجه می‌باشد. در بین عوامل بیماریزای خاکزی، قارچ عامل پژمردگی *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* (Westerlund *et al* 1974;Mani & Sethi 1985;Kotasthane *et al.* 1980, Mani 1985) & Sethi, و نماتد مولد غده ریشه *Meloidogne incognita* از مهمترین پاتوژن‌های بازدارنده رشد نخود میباشند (Nath *et al,* 1979; Mani & Sethi, 1984; Khan & Hosseini Nejad, 1991). محققان متعددی اثرات متقابل این دو میکروارگانیزم را به صورت افزایش ضریب خسارت و تشدید کاهش رشد نخود اعلام کرده‌اند (Kumar *et al.* 1988; Patel *et al.* 1987). یکی از اثرات قابل توجه اثرات متقابل قارچ و نماتد در محصولات کشاورزی، شکسته شدن مقاومت گیاه به یک قارچ خاص توسط نماتد مولد غده ریشه می‌باشد (Prot, 1993 ; Mai & Abawi, 1987) در این تحقیق اثرات متقابل *F. oxysporum* f. sp. *ciceri* و *M. incognita* (race 1) در دو رقم نخود با واکنش‌های مختلف نسبت به قارچ عامل پژمردگی مورد بررسی قرار گرفت تا تعیین گردد آیا حضور نماتد می‌تواند مقاومت کمی و کیفی این ارقام را تحت الشعاع خود قرار دهد.

## روش بررسی

پس از استریلیزه کردن بذور نخود توسط کلرور جیوه (۰/۱ درصد) به مدت دو دقیقه، کشت آنها در گلدان‌هایی به ارتفاع ۳۰ سانتیمتر حاوی خاک، شن و کود حیوانی پوسیده استریل به ترتیب به میزان ۱:۱:۲ انجام پذیرفت. پانزده روز پس از جوانه زدن، گیاهان اضافی تنک گردید تا در هر گلدان یک گیاه باقی بماند. سه هفته پس از جوانه زنی اقدام به تلقیح گیاهان توسط قارچ و یا نماتد، بر حسب تیمار، گردید.

طی بازدیدهای مکرر از مزارع تحت کشت نخود از گیاهان مشکوک به آلودگی نماتد نمونه برداری و برای استخراج نماتد ماده و تهیه برش از انتهای بدن آن جهت شناسایی گونه (Eisenback *et al.*, 1981) به آزمایشگاه منتقل و تعیین نژاد آن توسط تلقیح میزبانان افتراقی (Taylor & Sasser, 1978) انجام پذیرفت. پس از شناسایی، تکثیر نماتد توسط تلقیح میزبان با تک توده تخم نماتد انجام شد تا در آزمایشات مورد استفاده قرار گیرند. در طی آزمایش، تلقیح گیاهان

توسط لارو سن دو نماتد ($J_2$) تازه تفریخ شده انجام گرفت. جهت تهیه مقدار ماده تلقیح لازم، کشت قارچ در محیط کشت مایع زیپاکس (Czapek's liquid medium) انجام گرفت و در درجه حرارت ۲۳-۲۵ سانتیگراد نگهداری شد.

پس از گذشت یک هفته از زمان تلقیح، محیط کشت توسط فیلتر شماره یک واتمن (Whatman filter paper No. 1) صاف گردیده و سپس ریشه قارچ (جهت جداسازی آثار محیط کشت) توسط آب مقطر استریل شستشو و بین دو لایه کاغذ خشک کن استریل فشرده شد تا آب اضافی ریسه خارج گردد. جهت تهیه سوسپانسیون یکنواخت قارچ، ۱۰ گرم از آن در ۹۰ میلی لیتر آب مقطر استریل به مدت ۳۰ ثانیه در مخلوط کن قرار داده شد.

سه هفته پس از جوانه زنی، تلقیح گیاهان توسط ۲۰۰۰ لارو سن دو نماتد و یا ۲ گرم قارچ در هر گلدان (برحسب تیمار) انجام پذیرفت. جهت تلقیح، خاک اطراف ریشه به دقت کنار زده شد. تیمارها شامل: شاهد، قارچ تنها، نماتد تنها، قارچ و نماتد بطور همزمان و نماتد سه هفته قبل بود. گیاهان مرتباً آبیاری و جهت رویت علائم پژمردگی (زردی) مورد بازدید قرار گرفتند و علائم پژمردگی ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از تلقیح قارچ یادداشت و طبق جدول Sidhu & Webster (1978) که در آن صفر = عدم ظهور علائم، ۱= ظهور کم علائم، ۲= ظهور متوسط علائم ۳= ظهور شدید علائم و ۴= ظهور علائم بسیار شدید پژمردگی (مرگ گیاه) درجه بندی گردیدند. پس از گذشت ۶۰ روز از تلقیح، گیاهان از خاک خارج گردیده و پس از شستشو تعداد گره‌ها و توده‌های تخم نماتد شمارش و طبق جدول Taylor & Sasser (1978) درجه بندی گردیدند. طول ساقه و ریشه، وزن تازه و خشک ساقه و ریشه اندازه‌گیری و تعداد گره‌های رایزوبیومی (فعال، غیرفعال) شمارش گردید.

**نتیجه و بحث**

اثرات متقابل این دو عامل بیماریزا در کاهش طول ساقه گیاه به صورت افزایشی بوده و کاهش معنی دار قابل توجه طول گیاه در تقلیح تناوبی عوامل مشاهده گردید. قارچ به تنهایی قابلیت کاهش معنی دار در طول ساقه را نداشته در صورتیکه این قابلیت در نماتد مشاهده گردید. در تقلیح تناوبی عوامل، کاهش طول ساقه در رقم Pusa-212 (۳۷/۶ درصد) و در رقم به صورت افزایشی و بیشترین کاهش در تلقیح تناوبی مشاهده گردید. نماتد به تنهایی باعث کاهش معنی دار طول ریشه گردید و در مقایسه با تلقیح همزمان، این کاهش معنی دار نبود. قارچ به تنهایی باعث کاهش معنی دار طول

ریشه نگردید. تلقیح تناوبی عوامل باعث ۴۹٪ کاهش رشد ریشه در رقم Pusa-212 و ۲۴/۵٪ در رقم Pusa-244 گردید (جدول شماره ۱).

اثرات متقابل این دو میکروارگانیزم در کاهش وزن تازه و خشک ساقه نیز بطور افزایشی بوده و بیشترین کاهش در تلقیح تناوبی عوامل مشاهده گردید. نماتد به تنهایی باعث کاهش وزن تازه و خشک ساقه گردید ولی این کاهش کمتر از کاهش وزن در اثر تلقیح تناوبی یا همزمان عوامل بوده است. قارچ عامل پژمردگی باعث کاهش این پارامترها در رقم Pusa-244 گردید و کاهش معنی‌دار در وزن تازه و خشک ریشه در اثر تلقیح گیاهان به قارچ صرفاً در رقم Pusa-244 مشاهده گردید و رقم Pusa-212 در مقابل این عامل بیماریزا از خود مقاومت نشان داد.

در حضور عوامل بیماریزا، کاهش وزن تازه و خشک ریشه در مقایسه با شاهد معنی دار و قابل ملاحظه بود و بیشترین کاهش در تلقیح تناوبی عوامل بیماریزا و در رقم Pusa-212 مشاهده گردید (جدول شماره ۱).

هریک از عوامل بیماریزا به تنهایی مانع از تشکیل گره‌های رایزوبیومی در ریشه هر دو رقم گردیدند. کاهش در تلقیح هر دو عامل بیماریزا بیشتر و این کاهش نسبتاً در تلقیح تناوبی بیشتر از تلقیح همزمان عوامل بود. حداکثر کاهش تعداد گره‌های رایزوبیومی فعال نیز در تلقیح تناوبی پاتوژن‌ها مشاهده گردید (جدول شماره ۲).

هر دو رقم مورد آزمایش نسبت به نماتد مولد غده ریشه حساس بوده و در رقم Pusa-212 تعداد غددهای تشکیل شده بیشتر از رقم Pusa-244 ثبت گردیدند. در تلقیح تناوبی، تعداد گره‌ها و توده تخم نماتد متشکله بیشتر از تلقیح همزمان عوامل بیماریزا بود، هرچند تفاوت آنها معنی دار نبود (جدول شماره ۳). در مقایسه با تلقیح قارچ تنها، علائم پژمردگی بیشتر در گیاهانی که بطور تناوبی و یا همزمان مورد تلقیح عوامل بیماریزا قرار گرفته بودند مشاهده گردید. پس از گذشت ۱۵ روز از زمان تلقیح، علائم پژمردگی صرفاً در رقم Pusa-244 و در تلقیح تناوبی عوامل مشاهده گردید در صورتیکه در تلقیح قارچ تنها حتی پس از گذشت ۳۰ روز از تلقیح، علائم پژمردگی ظاهر نگردید. رقم Pusa-212 در تلقیح قارچ علائم پژمردگی از خود نشان نداده و از ریشه گیاه نیز جداسازی نگردید. این رقم در مقابل قارچ مقاومت کامل داشت (جدول شماره ۴).

نماتد مولد غده ریشه نماتدی است داخلی و غیر مهاجر که باعث تغییرات ساختمانی، فیزیولوژیک، بیوشیمیایی، بروز اختلالات در گیاه میزبان و نتیجتاً کاهش رشد آن میشود. لارو سن

جدول ۱- تأثیر اثرات متقابل *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* و *Meloidogyne incognita* در پارامترهای رشد ارقام نخود.

Table 1- Interactive effect of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* on growth parameters of chick-pea cultivars.

| Treatments | shoot length | | M.M | Root length (cm) | | M.M | Shoot fresh weight | | M.M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pusa212 | Pusa244 | | Pusa212 | Pua244 | | Pusa212 | Pusa244 | |
| T1 | 27.6 | 27.8 | 27.70 | 20.8 | 20.4 | 20.60 | 8.7 | 8.5 | 8.60 |
| T2 | 27.4 | 26.6 | 27.0 | 20.7 | 20.0 | 20.35 | 8.6 | 8.0 | 8.30 |
| | (0.72) | (4.32) | | (0.48) | (1.96) | | (1.15) | (5.88) | 7.25 |
| T3 | 24.2 | 25.0 | 24.60 | 18.0 | 18.9 | 18.45 | 7.3 | 7.2 | 6.70 |
| | (12.32) | (10.07) | | (13.46) | (7.35) | | (16.09) | (15.29) | |
| T4 | 220 | 21.8 | 21.90 | 17.6 | 18.1 | 17.55 | 6.8 | 6.6 | 4.75 |
| | (20.29) | (21.58) | 18.40 | (15.34) | (11.27) | | (21.84) | (22.35) | |
| T5 | 17.2 | 19.6 | | 10.6 | 15.4 | 13.00 | 4.7 | 4.8 | |
| | (37.68) | (29.50) | | (49.00) | (24.50) | | (45.98) | (43.53) | |
| M.M | 23.68 | 24.16 | | 17.54 | 18.56 | | 7.22 | 7.02 | |
| CvsCD | | N.S | | | 0.69 | | | 0.08 | |
| Treats CD | | 1.19 | | | 1.09 | | | 0.12 | |
| CVsCDX Treats CD | | 1.68 | | | 1.54 | | | 0.17 | |

(ادامه جدول ۱)

| Treatments | Root fresh weight | | M.M | Shoot dry weight | | M.M | Shoot fresh weight | | M.M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pusa212 | Pusa244 | | Pusa212 | Pua244 | | Pusa212 | Pusa244 | |
| T1 | 7.5 | 7.5 | 7.50 | 2.3 | 2.2 | 2.25 | 2.0 | 1.8 | 1.99 |
| T2 | 7.4 | 7.0 | 7.20 | 22 | 1.8 | 2.00 | 1.9 | 1.5 | 1.70 |
| | (1.33) | (6.66) | | (4.35) | (18.18) | | (5.00) | (16.67) | |
| T3 | 6.2 | 6.3 | 6.25 | 1.7 | 1.7 | 1.70 | 1.6 | 1.5 | 1.55 |
| | (17.33) | (16.00) | | (26.09) | (22.72) | | (20.00) | (16.67) | |
| T4 | 6.0 | 6.0 | 6.00 | 1.6 | 1.5 | 1.55 | 1.4 | 1.4 | 1.40 |
| | (20.00) | (20.00) | | (30.43) | (31.82) | | (30.00) | (22.22) | |
| T5 | 3.9 | 4.6 | 4.25 | 1.0 | 1.1 | 1.05 | 0.9 | 1.0 | 0.95 |
| | (48.00) | (38.66) | | (56.52) | (50.00) | | (55.00) | (44.44) | |
| M.M | 6.20 | 6.28 | | 1.76 | 1.66 | | 1.56 | 1.44 | |
| CvsCD | | 0.67 | | | 0.06 | | | 0.06 | |
| Treats CD | | 0.10 | | | 0.01 | | | 0.01 | |
| CVsCDX Treats CD | | 0.15 | | | 0.14 | | | 0.14 | |

T1= شاهد، T2= قارچ (۲ گرم در هر گلدان)، T3= *M. incognita* (۲۰۰۰ لارو سن دو در هر گلدان)، T4= نماتد + قارچ (تلقیح همزمان)، T5= نماتد قبل از قارچ (تناوبی)، ارقام میانگین ۵ تکرار می‌باشند، ارقام داخل پرانتز درصد تغییرات در مقایسه با شاهد میباشند، M.M= میانگین میانگین‌ها، .Cvs= ارقام، .Treats= تیمارها، CD= تفاوت بحرانی (P= 000)

T1= Control, T2= Fungus (2g/pot), T3= Nematode (2000 J2/pot), T4= N+F (nematode+Fungus-Conocomitant inoculation) and T5= N->F (Nematode followed by fungus-sequential inoculation), Each value is mean of five replicates; Values in brackets are percent change in comparison to controls, M.M.= Mean of Means, Cvs= Cultivas; Treats.= Treatments; CD= Critical Difference (P=0.05)

دو پس از ورود به ریشه به حرکت میان و بین سلولی ادامه میدهد تا به منطقه آوندی ریشه برسد. با بوجود آوردن ناهنجاری در بافت چوبی، تشکیل سلول‌های عظیم الجثه (Giant cell)، کوتاه و کلفت شدن ریشه و نتیجتاً برهم زدن موازنه بین ریشه و ساقه و کاهش جذب آب و مواد غذایی و کاهش فتوسنتز در گیاه میگردند. علاوه بر کاهش رشد، نماتد باعث کاهش تعداد گره‌های رایزوبیومی در سطح ریشه گردیده و بدین ترتیب از حاصلخیزی خاک نیز میکاهد.

بیماریزایی قارچ پژمردگی نخود توسط محققان به اثبات رسیده است. (Kotasthne *et al*,1980 ; Alvarez and Bringer, 1987) در این تحقیق واکنش ارقام به این قارچ متفاوت بوده و رقم Pusa-212 نسبت به این قارچ کاملاً مقاوم تشخیص داده شد. تشکیل درپوش‌های ژلاتینی (Gel plugs)، تایلوز (Tyloses)، ایجاد لایه دیوار اضافی و القاء این مواد با فنول‌ها و سایر مواد حاصله از سوخت و ساز که باعث مسدود شدن آوندها و نتیجتاً محصور ساختن قارچ در منطقه فعالیت است میتواند مکانیزم دفاعی این واریته به قارچ باشد.

مکانیزم کاهش تعداد گره‌های رایزوبیومی توسط قارچ مشخص نمی‌باشد. تغییرات فیزیولوژیک و ساختمانی ریشه که توسط قارچ به گیاه تحمیل می‌شود و همچنین رقابت برای مواد غذایی بین قارچ و باکتری *Rhizobium* می‌تواند از عوامل کاهش تعداد گره‌های رایزوبیومی محسوب گردند.

اثرات متقابل نماتد مولد غده ریشه و قارچ عامل پژمردگی در بقولات مورد مطالعه و روابط این عوامل را در کاهش پارامترهای رشد گیاه افزایشی تشخیص و بیشترین کاهش را در تلقیح تناوبی پاتوژن‌ها گزارش کرده‌اند (Mani and Sethi, 1987; Upadhay and Dwivedi, 1987). نماتد مولد غده ریشه باعث تغییراتی در موارد مترشحه که محل تجمع آن نوک ریشه می‌باشد می‌گردد که این امر باعث جذب قارچ عامل پژمردگی و دفع انتاگونیست‌ها از ناحیه ریزوسفر گیاه می‌گردد. مواد مترشحه از ریشه آلوده به نماتد حاوی غلظت بیشتری از مواد معدنی مانند کلسیم، منگنز، سدیم، پتاسیم، آهن و مس هستند و از بین مواد آلی ئیدرو کربورها بیشترین غلظت را تا ۱۴ روز پس از شروع تهاجم به خود اختصاص داده و پس از گذشت این دوره ترکیبات نیتروژنی جایگزین آن می‌گردند (Van Gundy *et al.*, 1977). اثرات متقابل نماتد مولد غده ریشه و قارچ عامل پژمردگی پیچیده بوده و شامل تغییرات فیزیولوژیک در گیاه میزبان می‌باشد (Powell, 1971). اساس اثرات متقابل این دو عامل خسارت‌زا معمولاً وابسته به مواد غذایی تشخیص داده شده است. سلول‌های عظیم الجثه که معمولاً ۳ تا ۴ هفته پس از تهاجم نماتد به میزبان تشکیل می‌شوند، از نظر متابولویک

جدول ۲- تأثیر اثرات متقابل *Fusarium oxysporum* f. sp.*ciceri* و *Meloidogyne incognita* در تشکیل گره‌های رایزوبیومی ارقام نخود

Table 2- Interactive effect of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* on growth parametrs of chick-pea cultivars.

| Treatments | Total nodules/Root | | M.M | Functional nodules/Root | | M.M | Non-functional nodules/Root | | M.M |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pusa212 | Pusa244 | | Pusa212 | Pua244 | | Pusa212 | Pusa244 | |
| T1 | 179 | 148 | 163.50 | 172.4 | 142.4 | 157.40 | 6.6 | 5.6 | 6.10 |
| T2 | 153 | 46 | 99.50 | 145.6 | 25.0 | 58.30 | 7.4 | 21.0 | 14.20 |
| | (14.52) | (68.92) | | (15.55) | (82.44) | | (+12.12) | (+275.0) | 27.40 |
| T3 | 75 | 51 | 63.00 | 46 | 25.2 | 35.60 | 29 | 25.8 | 34.40 |
| | (58.10) | (65.54) | | (73.31) | (82.30) | | (+339.39) | (+360.71) | |
| T4 | 65 | 41 | 53.00 | 22.60 | 14.60 | 18.60 | 42.4 | 26.4 | 29.10 |
| | (63.68) | (72.30) | | (86.89) | (89.75) | | (+542.42) | (+371.43) | |
| T5 | 57 | 32 | 44.50 | 18.8 | 11.8 | 15.30 | 38.2 | 20.2 | |
| | (68.15) | (78.38) | | (89.09) | (91.71) | | (+478.78) | (+260.71) | |
| M.M | 105.80 | 63.00 | | 81.08 | 43.80 | | 24.72 | 19.80 | |
| CvsCD | | 4.69 | | | 5.25 | | | 1.50 | |
| Treats CD | | 7.80 | | | 8.30 | | | 2.40 | |
| CVsCDXT TreatsCD | | 11.09 | | | 11.73 | | | 3.39 | |

T1= شاهد، T2= قارچ (۲ گرم در هر گلدان)، T3= *M. incognita* (۲۰۰۰ لارو سن دو در هر گلدان)، T4= نماتد + قارچ (تلقیح همزمان)، T5= نماتد قبل از قارچ (تناوبی)، ارقام میانگین ۵ تکرار می‌باشند، ارقام داخل پرانتز درصد تغییرات در مقایسه با شاهد میباشند، M.M= میانگین میانگین‌ها، .Cvs= ارقام، .Treats= تیمارها، CD= تفاوت بحرانی (P= 000)

T1= Control, T2= Fungus (2g/pot), T3= Nematode (2000 J2/pot), T4= N+F (nematode+Fungus-Conocomitant inoculation) and T5= N->F (Nematode followed by fungus-Sequential inoculation), Each value is mean of five replicates; Values in brackets are percent change in comparison to controls, M.M.= Mean of Means, Cvs= Cultivas; Treats.= Treatments; CD= Critical Difference (P=0.05)

جدول ۳- تأثیر اثرات متقابل *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* و *Meloidogyyne incognita* در تشکیل گره و توده تخم در ارقام نخود.

Table 3- Interactive effect of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* on growth parametrs of chick-pea cultivars.

| Treatments | Galls/Root | | M.M. | Egg masses/Root | | M.M. | Gall index | | M.M. | Egg mass index | | M.M. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pusa-212 | Pusa-244 | | Pusa212 | Pusa-244 | | Pusa212 | Pusa244 | | Pusa212 | Pusa244 | |
| T1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| T2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| T3 | 98 | 117 | 107.50 | 65 | 58 | 61.50 | 4 | 5 | 4.50 | 4 | 4 | 4.0 |
| T4 | 87 | 109 | 98.00 | 59.8 | 78.2 | 69.00 | 4 | 5 | 4.50 | 4 | 4 | 4.0 |
| | (11.22) | (6.83) | | (8.00) | (+34.82) | | (0.0) | (0.0) | | (0.0) | (0.0) | |
| T5 | 106 | 115 | 110.50 | 75 | 73 | 74.00 | 5 | 5 | 5.00 | 4 | 4 | 4.0 |
| | (+8.16) | (1.70) | | (+15.38) | (+25.86) | | (+25.0) | (0.0) | | (0.0) | (0.0) | |
| M.M. | 58.20 | 68.20 | | 39.96 | 41.84 | | 260 | 3.0 | | 2.40 | 2.40 | |
| CvsCD | | 10.05 | | | N.S. | | | N.S. | | | N.S. | |
| Treats CD | | 15.90 | | | 11.29 | | | 0.39 | | | 0.20 | |
| CvsCDxTreatsCD | | N.S. | | | N.S. | | | N.S. | | | 0.28 | |

T1= شاهد، T2= قارچ (۲ گرم در هر گلدان)، T3= *M. incognita* (۲۰۰۰ لارو سن دو در هر گلدان)، T4= نماتد + قارچ (تلقیح همزمان)، T5= نماتد قبل از قارچ (تناوبی)، ارقام میانگین ۵ تکرار می‌باشند، ارقام داخل پرانتز درصد تغییرات در مقایسه با شاهد میباشند، M.M= میانگین میانگین‌ها، .Cvs= ارقام، .Treats= تیمارها، CD= تفاوت بحرانی (P= 000)

T1= Control, T2= Fungus (2g/pot), T3= Nematode (2000 J2/pot), T4= N+F (nematode+Fungus-Conocomitant inoculation) and T5= N->F (Nematode followed by fungus-sequential inoculation), Each value is mean of five replicates; Values in brackets are percent change in comparison to controls, M.M.= Mean of Means, Cvs= Cultivas; Treats.= Treatments; CD= Critical Difference (P=0.05)

جدول ۴- تأثیر اثرات متقابل *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* و *Meloidogyyne incognita* در اندیکس پژمردگی ارقام نخود.

Table 4- Interactive effect of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* on growth parametrs of chick-pea cultivars.

| Treatments | 15 days | | M.M. | 30 days | | M.M. | 45 days | | M.M. | 60 days | | M.M. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pusa-212 | Pusa-244 | | Pusa212 | Pusa-244 | | Pusa212 | Pusa244 | | Pusa212 | Pusa244 | |
| T1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| T2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | 2.0 | 1.00 |
| T3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| T4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 1.50 | 2.0 | 3.0 | 2.50 |
| T5 | 0.0 | 1.0 | 0.50 | 1.0 | 2.0 | 1.50 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| M.M. | 0.0 | 0.2 | | 0.40 | 0.60 | | 0.6 | 1.0 | | 1.00 | 1.60 | |
| CvsCD | | 0.09 | | | 0.13 | | | 0.16 | | | 0.29 | |
| Treats CD | | 0.14 | | | 0.20 | | | 0.25 | | | 0.45 | |
| CvsCDxTreatsCD | | 0.20 | | | 0.29 | | | 0.39 | | | 0.64 | |

T1= شاهد، T2= قارچ (۲ گرم در هر گلدان)، T3= *M. incognita* (۲۰۰۰ لارو سن دو در هر گلدان)، T4= نماتد + قارچ (تلقیح همزمان)، T5= نماتد قبل از قارچ (تناوبی)، ارقام میانگین ۵ تکرار می‌باشند، ارقام داخل پرانتز درصد تغییرات در مقایسه با شاهد میباشند، M.M= میانگین میانگین‌ها، .Cvs= ارقام، .Treats= تیمارها، CD= تفاوت بحرانی (P= 000)

T1= Control, T2= Fungus (2g/pot), T3= Nematode (2000 J2/pot), T4= N+F (nematode+Fungus-Conocomitant inoculation) and T5= N->F (Nematode followed by fungus-Sequential inoculation), Each value is mean of five replicates; Values in brackets are percent change in comparison to controls, M.M.= Mean of Means, Cvs= Cultivas; Treats.= Treatments; CD= Critical Difference (P=0.05)

بسیار فعال و حاوی حداکثر غلظت DNA و مواد حاصله از فتوسنتز می‌باشند. حداکثر توانایی نماتد مولد غده ریشه جهت آماده سازی گیاه میزبان برای تهاجم قارچ و تشکیل همکاری افزایشی در این مقطع گزارش گردیده است (Bird, A.R, 1972 ; Wang, L. H, 1973; Khan, M.W 1993; Nogurea, G.R., 1980) بنا به این دلایل، تشدید علائم پژمردگی و جلوگیری از رشد گیاه در تلقیح تناوبی پاتوژن‌ها مشاهده گردیده است. در حین تشکیل سلول‌های عظیم الجثه، مقادیر سلولز و لیگنین در ریشه آلوده کاهش و غلظت اسیدهای آمینه، سلولزها، لیپیدها، مواد معدنی، اسیدهای آلی، پروتئین‌ها، DNA و RNA به میزان قابل توجهی در این سلول‌ها افزایش می‌یابد و این تغییرا بیوشیمیایی باعث غنی شدن سلول‌های عظیم الجثه و افزایش کلونی‌های قارچ در سلول‌های مذکور گردیده که این امر سبب افزایش غلظت توکسین پژمردگی گردیده و موجب تسریع و تشدید علائم پژمردگی در گیاه میزبان می‌شود. علیرغم تحقیقات بیشمار، (Mai and Adawi, 1987) مکانیزم اثرات زخم توسط نماتد که دلیل اصلی این مکانیزم برای ایجاد ارتباط و همکاری این دو . عامل مطرح بوده دقیقاً نفی گردیده است (Khan, M.W 1993). در حین مطالعات قدرت بیماریزایی قارچ عامل پژمردگی در نخود مشاهده گردید که وجود زخم ریشه یکی از عوامل مهم برای نفوذ قارچ به نسج ریشه بوده و در این تحقیق نیز احتمال بوجود آوردن زخم در سطح ریشه توسط نماتد می‌تواند یکی دیگر از عوامل آماده سازی گیاه برای بهتر پذیرا شدن قارچ باشد.

اثرات متقابل این عوامل باعث تقلیل تعداد گره‌های رایزوبیومی در سطح ریشه گردید که دلیل آن می‌تواند رقابت میکرو اورگانیزم‌ها برای اشغال فضای ریشه و مواد غذایی موجود در ریشه باشد. تهاجم به گره‌های رایزوبیومی توسط نماتد و بوجود آوردن تغییرات ساختمانی در این نسوج یا تقلیل مواد غذایی در گیاه میزبان می‌تواند دلایل کاهش تعداد گره‌های فعال در ریشه باشند.

یکی از مهمترین نتایج حاصله از اثرات متقابل این دو میکرو ارگانیزم، در کشاورزی، شکستن مقاومت و آماده سازی گیاهان به عوامل بیماری‌زا خاکزی می‌باشد. نماتد مولد غده ریشه باعث اختلال در مکانیزم دفاعی رقم Pusa-212 در مقابل قارچ عامل پژمردگی گردیده است. مکانیزم‌های دفاعی مختلفی در ایجاد مقاومت گیاه در مقابل عوامل بیماریزا فعال می‌باشند و نماتد مولد غده که ریشه با بوجود آوردن اختلال در این مکانیزم‌ها باعث بروز علائم پژمردگی در رقم مقاوم Pusa-212 به قارچ تشخیص داده شد و قارچ عامل پژمردگی از نسوج ریشه جدا سازی گردید. تقلیل و از بین رفتن قدرت مقاومت گیاهان زراعی به عوامل بیماریزا در حضور نماتد، توسط محققان بیشماری به اثبات رسیده است (Mai and Abawi, 1987 ; Hassan, 1993 ; Prot, 1993 ; Carter, 1978).

نشانی نگارندگان: دکتر سید عباس حسینی نژاد، بخش تحقیقات نماتدشناسی، موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران - ۱۹۳۹۵.