فصلنامه گیاه‌پزشکی
(دانشگاه آزاد اسلامی شیراز)
جلد ۶، شماره ۳، سال ۱۳۹۳ (۳۰۸-۲۹۷)

اثر متقابل تغذیه گیاه و بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار ناشی از *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*

پروین یونسی*[۱]، حسن رضا اعتباریان[۱]، علی محمد روستایی[۲]

۱- گروه گیاه پزشکی،دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، تهران، ایران

۲- گروه کشاورزی، واحد شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر ری، ایران

چکیده

بیماری پژمردگی فوزاریومی (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) یکی از مهم ترین بیماری های خیار می باشد. شدت بیماری با مدیریت تغذیه گیاه به خصوص میزان نیتروژن می‌تواند کاهش یابد. در این بررسی اثرات منابع نیتروژن از جمله نیترات پتاسیم و نیترات آمونیوم روی سطح رشدی قارچ *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* در محیط PDA و اثر متقابل تغذیه گیاهی نیتروژن و بیماری پژمردگی فوزاریومی در برخی ارقام خیار به صورت کشت هیدروپونیک در گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. اثرات سطوح مختلف منابع نیتروژن از جمله نیترات پتاسیم و نیترات آمونیوم روی سطح رشدی قارچ *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* در محیط PDA در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار مطالعه شد. تجزیه واریانس سطح رشدی قارچ اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف عناصر مورد استفاده نشان داد، بالاترین سطح رشدی قارچ در تیمار ۰/۱ گرم در لیتر نیترات پتاسیم بدست آمد. نیترات آمونیوم به طور معنی‌داری باعث کاهش رشد میسلیوم نسبت به شاهد شد. سطوح مختلف نیتروژن روی دو رقم خیار گلخانه ای سلطان و اکسترم در حضور قارچ عامل بیماری مطالعه شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که افزایش میزان نیتروژن (۲۰ میلی اکی والانت در لیتر NO_3^-) نسبت به شاهد آلوده (آب مقطر + قارچ عامل بیماری) باعث کاهش شدت بیماری گردید. نتایج به روشنی نشان داد که تغذیه خیار به وسیله عنصر غذایی نیتروژن روی بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار اثر دارد و اهمیت مدیریت تغذیه گیاه جهت کاهش شدت بیماری مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: خیار، بیماری پژمردگی فوزاریومی، تغذیه گیاه، نیتروژن

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: parvin_younesi@alumni.ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۳

مقدمه

خیار[1] از سبزیجات مهم و محبوب در سراسر جهان است که می تواند به شدت توسط *Fusarium oxysporum* Schlechten. Fr. f. sp. *cucumerinum* Owen آلوده شود. (Qiu *et al.*, 2012). پژمردگی فوزاریومی یک بیماری آوندی مهم و جدی در سراسر جهان است و یک عامل محدودکننده عملکرد در تولید خیار است که در تمام مراحل رشدی خیار اتفاق می افتد (Zhou & Wu, 2009). معمولا اختصاصی خیار است و خربزه[2] و هندوانه[3] نیز حساسیت کمی نسبت به آن دارند (Gerlagh & Blok, 1988 ; Owen,1956 ; Parker,1997).

زمانی که گیاه خیار مورد حمله فوزاریوم پژمردگی آوندی قرار می گیرد، قارچ وارد ریشه ها شده و به بافت های آوندی محدود می شود (Parry, 1990; Vakalounakis, 1996) سپس برگ های گیاهان آلوده یا قسمتی از آن ها شادابی خود را از دست داده و به رنگ سبز روشن تا سبز مایل به زرد تغییر رنگ داده، افتاده و سرانجام پژمرده می شوند و در نهایت زرد و قهوه‌ای شده و می میرند. مشخصه اصلی تمام بیماری های پژمردگی آوندی کلنیزه شدن و قهوه ای شدن بافت های آوندی می باشد که در اثر فاکتورها و عوامل بیماریزای متعددی از جمله میسلیوم ها، اسپورها، پلی ساکاریدها و توکسین های عوامل بیماریزا، انسداد مسیر آوندهای چوبی و استرس کمبود آب در اثر عوامل مختلف به وقوع می پیوندند (Parry, 1990).

مدیریت این بیماری شامل استفاده از ارقام مقاوم، استفاده از پیوندهای رویشی سالم، تناوب زراعی، تعویض خاک و ضدعفونی خاک با قارچکش های تدخینی است (Qiu *et al.*, 2012). نظر به این که مبارزه شیمیایی مستلزم هزینه زیاد و مصرف سموم شیمیایی مختلف سبب مشکلات بهداشتی و زیست محیطی می شود؛ علاوه بر این ارقام مقاوم نسبت به این بیماری در ایران بدست نیامده است و از سوی دیگر کشت گلخانه ای این محصول در منطقه رواج یافته است، لازم است کلیه مواردی که در کاهش این بیماری موثر هستند از جمله تغذیه گیاه با نیتروژن روی توسعه این بیماری بررسی شوند.

تغذیه از عوامل مهم در مدیریت بیماری های گیاهی می باشد. کاربرد عناصر غذایی در خاک به طور مستقیم یا غیر مستقیم روی عوامل بیماری‌زا تأثیر می گذارد. تغذیه روی قدرت رشد گیاه و مشخصات سلولی و ساختمانی مانند ضخامت کوتیکول و اپیدرم، سیلیسی شدن و لیگنینی شدن تأثیر می‌گذارد. فاکتورهای دیگر میزبان مانند قدرت و سرعت رشد که تعیین کننده فرار از بیماری می باشد و یا سرعت ضخیم شدن بافت در گیاه نیز تحت تأثیر تغذیه می باشد (Roustaee, 2002).

[1] *Cucumis sativus* L.
[2] *Cucumis melo* L.
[3] *Citrullus vulgans* Edd.&Zeyh

نقش عناصر غذایی در متابولیسم گیاه و روی ترشحات گیاهی و تأثیر آن ها در ایجاد ترکیبات با وزن مولکولی بالا روی شدت بیماری تأثیر می گذارد (Huber, 1980). کاربرد متعادل عناصر غذایی در گندم باعث کاهش شدت بیماری لکه برگی ناشی از *Cochliobolus sativus* به میزان ۲۲ درصد شده است (Pramod *et al.*, 2006). تغذیه گیاهی در فلفل تأثیر مثبتی در تحمل گیاه به Begomovirus داشته است (Borges-Gómez *et al.*, 2012). آمونیوم هیدروکسید (NH_4OH) به میزان ۴۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم از خاک، باعث کاهش پژمردگی فوزاریومی و ورتیسلیومی گوجه فرنگی می شود و عملکرد را افزایش می دهد (Bashour *et al.*, 2010).

در این تحقیق نقش منابع غذایی نیترات پتاسیم و نیترات آمونیوم روی توسعه میسلیوم قارچ *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* در آزمایشگاه بررسی می شود و برای دسترسی به برنامه مدیریت تغذیه خیار در جهت ایجاد مقاومت بیشتر به بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار نقش عنصر غذایی نیتروژن (N) در شرایط گلخانه به صورت کشت هیدروپونیک مورد بررسی قرار می گیرد. هدف اساسی در این طرح تعیین نقش تغذیه گیاهی نیتروژن در مدیریت بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار است.

مواد و روش ها

بررسی آزمایشگاهی

بررسی تأثیر تغذیه نیتروژن روی رشد میسلیوم قارچ

نیترات آمونیوم، نیترات پتاسیم به عنوان منابع غذایی نیتروژن در این بررسی انتخاب شدند. طرح به صورت کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل غلظت های مختلف از ترکیبات فوق الذکر (۰/۱، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ گرم در لیتر) و تیمار شاهد بود. تیمار شاهد با اضافه کردن یک میلی لیتر آب مقطر به محیط کشت PDA تهیه شد و بقیه تیمارها نیز از طریق اضافه کردن غلظت های ذکر شده به یک لیتر محیط کشت PDA تهیه شدند

(Roustaee & Mohammadian, 2005). پس از تهیه تیمارهای مختلف یک پلاک به قطر یک سانتی متر از کشت خالص قارچ در مرکز پتری قرار داده شد و در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگه داری شدند. به صورت یک روز در میان قطر رشد کلنی قارچ در چهار جهت به صورت عمود بر هم اندازه گیری شد. میانگین قطرها محاسبه و مساحت کلنی از طریق مساحت دایره به دست آورده شد. پس از هشت روز که سطح اولین پتری ها به وسیله قارچ پر شد آزمایش به اتمام رسید و تجزیه واریانس مساحت کلنی قارچ با استفاده از نرم افزار SAS 9.0 انجام گرفت. میانگین ها با استفاده از روش دانکن مقایسه شدند.

بررسی های گلخانه ای

روش کاشت جهت اجتناب از اثرات کمپلکس خاک روی میزان عناصر غذایی و جذب و تثبیت آن ها به صورت کشت هیدروپونیک با سوبسترا صورت گرفت. در کشت هیدروپونیک سوبسترا نباید نقش تغذیه ای مستقیم داشته باشد و نباید pH محیط را تغییر دهد. هم‌چنین دارای خلل و فرج مناسب برای تأمین تعادل خوب بین هوا و آب باشد و نیز بتواند خواص خود را تا حدامکان در مدت طولانی نگهدارد. از سوبسترا فقط به عنوان تکیه گاه استفاده می شود. سوبستراهای معدنی عموماً از این نظر بسیار خوب می باشند و در اکثر نقاط فراوان هستند و قیمت خرید آن ها کم است (Roustaee, 2005). در این طرح از ماسه بادی و خاک اره استریل شده به نسبت ۲:۱ استفاده گردید.

بذور مورد استفاده در این بررسی ارقام هیبرید سلطان و اکسترم شرکت Petoseed بودند که از شرکت فلات ایران تهیه شدند. بذرهای خیار به طور جداگانه به وسیله هیپوکلریت ۲٪ به مدت سه دقیقه ضدعفونی سطحی شده و سه مرتبه با آب مقطر استریل شستشو داده شدند، سپس یک عدد کاغذ صافی مرطوب استریل در پتری دیش های استریل قرار داده شد و بذور توسط پنس استریل در زیر هود درون هر پتری دیش قرار داده شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰°C در داخل انکوباتور قرار داده شدند تا جوانه برنند (Qiu *et al.*, 2012). بذور جوانه زده شده سالم انتخاب و در هر گلدان سه عدد بذر کاشته شد.

آلوده سازی بستر کشت قبل از کشت بذور با سوسپانسیون اسپور انجام گرفت بدین صورت که کنیدی ها از روی کشت یک هفته ای قارچ روی محیط کشت PDA در محیطی کاملا استریل برداشته شد و غلظت سوسپانسیون روی $۱۰^۶$ اسپور در میلی لیتر تنظیم شد (Marlatt *et al.*, 1996). سپس ۵۰ میلی لیتر از سوسپانسیون اسپور به هر یک از گلدان ها با قطر دهانه ۱۵cm اضافه و با سوبسترا مخلوط گردید (Kubota & Abiko, 2001).

در کشت هیدروپونیک ریشه گیاه به وسیله یک محیط مایع معدنی به نام محلول غذایی تغذیه

می شود. این محلول غذایی آب و اکسیژن محلول و عناصر معدنی ضروری را به صورت یون های حاصل از نمک های محلول و یا تحت فرم کلات های آهن در اختیار گیاهان قرار می دهد (Roustaee, 2002).

محلول های غذایی از حل شدن نمک های معدنی حاوی عناصر میکرو و ماکرو در آب مقطر تهیه شدند. در این طرح از محلول غذایی استاندارد مورارد (Morard, 1973) به عنوان محلول غذایی استاندارد و کامل استفاده گردید که با اعمال برخی تغییرات روی آن سطوح مختلف عناصر غذایی از آن تهیه شد (Roustaee, 2005). جهت تهیه محلول های غذایی ابتدا

محلول های غذایی مادر با غلظت زیاد تهیه و سپس جهت تغذیه گیاه با درجات رقت مختلف استفاده شدند.

محلول های غذایی که برای عنصر غذایی نیتروژن در این طرح استفاده شد عبارتند از:

۱-محلول غذایی استاندارد موارد (Morard, 1973) شامل محلول های غذایی مادر A ، B ، C و کلات آهن

۲- محلول غذایی بیش بودی به نیتروژن حاوی ۲۰ میلی‌اکی‌والانت در لیتر یون نیترات(NO_3^-)

۳- محلول غذایی کمبودی به نیتروژن حاوی ۱۲ میلی‌اکی‌والانت در لیتر یون نیترات

۴- محلول غذایی کمبودی به نیتروژن حاوی ۱۰ میلی‌اکی‌والانت در لیتر یون نیترات

۵- آب مقطر

جهت تهیه محلول های غذایی بیش بودی و کمبودی به عنصر غذایی نیتروژن از روش (Roustaee, 2005) استفاده گردید.

آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. محلول غذایی نیتروژن شامل شش تیمار از جمله N_1 (محلول غذایی استاندارد)، N_2 (محلول غذایی بیش‌بودی به نیتروژن)، N_3 (محلول غذایی کمبودی به نیتروژن)، N_4 (محلول غذایی کمبودی به نیتروژن)، N_5 (آب مقطر و آلوده سازی با قارچ) و N_6 (آب مقطر و بدون آلوده سازی با قارچ) بود. پس از کاشت بذور در گلدان ها به هریک ۲۰۰ میلی لیتر محلول غذایی مربوط به تیمار موردنظر داده شد و به تیمار های N_5 و N_6 مقدار ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر داده شد. آبیاری به وسیله محلول های غذایی به صورت یک روز در میان انجام شد.

هفت هفته بعد از آلوده سازی و ظهور کامل علائم، شاخص شدت بیماری طبق روش (Liu *et al*., 1995) مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). برای بررسی توزیع نرمال داده ها قبل از تجزیه واریانس از نرم افزار MINITAB 14 استفاده شد. داده ها با نرم‌افزار SAS 9.0 تجزیه واریانس شده و میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند.

جدول ۱- شاخص شدت بیماری قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* روی خیار (Liu *et al*., 1995).

Table 1. Disease severity index of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum on cucumber*

Grade	Symptoms
0	No symptoms
1	Plants with < 25 % of leaves with symptoms
2	Plants with 25 to 50 % of leaves with symptoms
3	Plants with 50 to 75 % of leaves with symptoms
4	Plants with 76 to 100% of leaves with symptoms
5	Plants with complete death

نتایج و بحث

نتایج آزمایشگاهی

بررسی نقش ترکیبات نیترات آمونیوم، نیترات پتاسیم به عنوان منابع غذایی نیتروژن روی سطح رشد قارچ عامل بیماری نشان داد که اختلاف معنی داری در سطح ۰/۰۱ بین تیمارهای مختلف نیترات آمونیوم و نیترات پتاسیم وجود دارد (جدول ۲).

مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن(جدول ۳) نشان داد که بیشترین سطح رشد قارچ در بین تیمارهای مختلف نیترات پتاسیم مربوط به تیمار ۰/۱ گرم در لیتر(۵۹/۲۷ سانتی متر مربع) می باشد. این نتیجه با مطالعات Desaid *et al.*, (1994) روی قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *cicero*، Selvaraj (1971) روی قارچ *F. oxysporum* f.sp. *niveum* ، Agrawal (1958) روی قارچ *Fusarium udum* و Moore (1924) روی قارچ *Fusarium coeruleum* مطابقت دارد.

در بین تیمارهای مختلف نیترات آمونیوم بیشترین سطح رشد قارچ در تیمار شاهد مشاهده شد و کمترین سطح رشد قارچ مربوط به ۰/۱ گرم در لیتر نیترات آمونیوم (۴۴/۷۵ سانتی متر مربع) می باشد که این نتیجه با مطالعات Gurjar *et al.*, (2011) روی قارچ *F. oxysporum* عامل پژمردگی خربزه و Dhobe *et al.*, (2008) روی قارچ *F. solani* مطابقت دارد.

از نتایج این دو بررسی چنین استنباط می شود که وجود یون آمونیوم اثر منفی در رشد میسلیوم قارچ داشته و وجود آنیون نیترات (NO_3^-) و کاتیون پتاسیم (K^+) در کنار یکدیگر موجب تأثیر روی رشد و توسعه میسلیوم قارچ عامل بیماری می گردد. بدین مفهوم که در کنار هم بودن عناصر N و K در کاهش و یا افزایش توسعه میسلیوم قارچ عامل بیماری دخیل هستند.

نتایج گلخانه ای

کاربرد عناصر غذایی روی مشخصات ساختمانی و سلولی گیاه از جمله ضخامت کوتیکول و اپیدرم، سیلیسی شدن، لیگنینی شدن و غیره اثر می گذارد. فاکتورهای دیگر میزبان مانند قدرت و سرعت رشد گیاه که سبب فرار از بیماری می شوند نیز تحت تأثیر تغذیه گیاه قرار دارند، لذا عناصر غذایی روی وقوع و توسعه بیماری های گیاهی تأثیر می گذارند (Roustaee, 2002). حساسیت گوجه فرنگی های مقاوم به قارچ *Verticillium dahlia* در اثر کمبود عناصر غذایی از جمله در اثر کمبود آهن قبلاً گزارش شده است (Richard *et al.*, 1991).

بررسی تجزیه واریانس اثر متقابل نیتروژن و بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار (جدول۴) نشان داد که بین تیمارهای محلول غذایی اختلاف معنی دار وجود دارد. مقایسه میانگین ها

(جدول ۵) نشان داد که در هر دو رقم سلطان و اکسترم، بین کاربرد محلول غذایی استاندارد N_1 و هر دو محلول غذایی کمبودی به نیتروژن N_3 (۱۲ میلی اکی والانت در لیتر یون نیترات) و N_4 (۱۰ میلی اکی والانت در لیتر یون نیترات) تفاوت معناداری وجود ندارد و تأثیرگذاری این سطوح غذایی بر روی شدت بیماری به یک اندازه بوده است. کاربرد محلول غذایی بیش بودی به نیتروژن N_2 (۲۰ میلی اکی والانت در لیتر یون نیترات) باعث کاهش شدت بیماری شده است. شایان ذکر است که کاربرد محلول غذایی شاهد (آب مقطر+ آلوده سازی با قارچ) بیشترین شدت بیماری را در بین سطوح مختلف محلول غذایی نیتروژن نشان داده است که این امر به دلیل کمبود تمامی عناصر غذایی بطور همزمان می باشد. Sarhan *et al.*,(1982) نقش نیتروژن به صورت نیترات (NO_3^-) را روی توسعه پژمردگی گوجه فرنگی (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* R1) بررسی کردند و مشاهده کردند که با افزایش سطوح نیتروژن (420, 630 and 1050 µg/ml) بیماری کاهش می یابد. Qureshi *et al.*,(1982) نشان دادند که میزان بالای نیتروژن باعث کاهش شدت بیماری پژمردگی فوزاریومی هندوانه (*F. oxysporum* f.sp. *niveum*) می شود. مطالعات Hoffland *et al.*, (1999) نشان داد که حساسیت گیاهان گوجه فرنگی نسبت به بیماری کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) در شرایط کمبود نیتروژن افزایش می یابد. Sayed (1961) نشان داد که با با کاربرد میزان بالایی از نیتروژن وقوع بیماری بوته میری ناشی از قارچ های *Pythium ultimum* و *Rhizoctonia solani* در نخود و لوبیا به طور معنی داری کاهش می یابد.

عموماً استفاده از نیترات (NO_3^-) در مقایسه با آمونیوم (NH_4^+) شیوع و شدت بیماری ها را کاهش می دهد. هم‌چنین گزارش شده است که کاربرد میزان بالایی از NO_3^- شدت بیماری ها را کاهش می دهد (Hoffland *et al.*, 2000).

گاهی نیتروژن در حالت بیش‌بودی بیماری را کاهش داده است ولی زمانی که کاربرد نیتروژن زیاد است فعالیت بعضی آنزیم های کلیدی متابولیسم فنل مختل می شود. افزایش نیتروژن هم‌چنین ممکن است باعث کاهش لیگنین شود و در نتیجه شدت بیماری را افزایش دهد (Roustaee & Baghdadi , 2007). به نظر می رسد که در برخی بیماری ها افزایش نیتروژن سبب تشدید بیماری به خصوص در بیماری‌هایی که دیواره سلولی نقش زیادی در توسعه آن ها دارد خواهد شد. در برخی دیگر افزایش آن سبب کاهش بیماری احتمالاً از طریق رشد رویشی زیاد و جبران نارسایی های ایجاد شده از طریق عامل بیماری خواهد شد. و نیز امکان دارد نتیجه بدست آمده از مصرف نیتروژن روی بیماری، مربوط به اثر نوع نیتروژن باشد که در دسترس میزبان یا بیمارگر قرار گرفته است و این موجب مقاومت گیاه به بیماری شده است. اثر نوع نیتروژن به نظر می رسد مربوط به تأثیر آن روی pH خاک باشد (Agrios,2005). با کاربرد نیتروژن به صورت نیترات در این بررسی، یون های NO_3^- جذب ریشه شده و با یون

های OH^- مبادله می شوند. با رها شدن یون های OH^- به محیط اطراف ریشه pH خاک افزایش می یابد و شرایطی نامناسب برای فعالیت قارچ بیمارگر ایجاد نموده است.

تعاملات بین تغذیه گیاه و بیماری گیاهی پیچیده است و نتیجه این تعامل بستگی به عوامل بسیاری از جمله گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه، نوع پاتوژن و اثرات زیستی و غیرزیستی محیط به روی وضعیت فیزیولوژیکی گیاه و قارچ دارد. تغذیه گیاه توسط عناصر غذایی به طور مستقیم روی رشد و توسعه گیاه ، مکانیسم های مقاومت گیاه و پاتوژن تأثیرگذار است در نتیجه می تواند موجب افزایش و یا کاهش بیماری شود (Walters & Bingham, 2007).

به عنوان نتیجه گیری کلی از این تحقیق می توان گفت که محلول غذایی بیش بودی به نیتروژن (۲۰ میلی‌اکی والانت در لیتر یون نیترات) نقش اساسی روی کاهش شدت بیماری دارد در نتیجه مدیریت تغذیه گیاه می تواند یکی از ارکان اصلی در مدیریت بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تغذیه قارچ (نیترات پتاسیم و نیترات آمونیوم) بر رشد میسلیوم *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* در محیط کشت

Table 2. Variance analysis of the effects of fungal nutritions (KNO_3 & NH_4NO_3) on the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* at the medium culture

Source	Df	MS	F
KNO_3	3	36.749**	9.12
Error	12	4.029	
NH_4NO_3	3	38.343**	8.83
Error	12	4.343	

** دارای اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱

** Significantly different at p<0.01

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت های مختلف نیترات پتاسیم و نیترات آمونیوم روی رشد قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* در محیط کشت PDA

Table 3. Mean comparison of The effect of KNO_3 and NH_4NO_3 on growth of the *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum* on PDA medium

Treatments	Colony area means (cm^2)	
	KNO_3	**NH_4NO_3**
0.1 g/l	59.27±1.54 a	44.75±0.60 c
0.01 g/l	54.98±0.69 b	49.24±1.81 ab
0.001 g/l	53.93±1.07 b	47.54±0.82 bc
control	52.14±0.13 b	52.14±0.13 a

- در هر ستون میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند با آزمون دانکن، با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند ($P\leq0.05$).

- Within columns, means with the different letters are significantly different at p<0.05

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر متقابل تغذیه گیاهی نیتروژن و بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار در شرایط گلخانه

Table 4. Variance analysis of interaction between plant nutrition (N) and cucumber *Fusarium* wilt disease in the greenhouse conditions

Source	Df	MS	F
Treat1	5	3.765**	32.94
Error	18	0.114	
Treat2	5	3.309**	
Error	18	0.038	85.64

** دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد

** Significantly different at p<0.01

Treat1: Different level of plant nutrition (N) in soltan cv. (6 levels)
Treat2: Different level of plant nutrition (N) in extrm cv. (6 levels)

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تغذیه گیاهی نیتروژن و بیماری پژمردگی فوزاریومی خیار در شرایط گلخانه

Table 5. Mean comparison of interaction between plant nutrition (N) and cucumber *Fusarium* wilt disease in the greenhouse conditions

Levels of the Nutrition solution	cultivar	Mean disease severity
N_1	C1	1.83±0.09 b
	C2	1.57±0.08 b
N_2	C1	1.08±0.08 c
	C2	1.16±0.09 c
N_3	C1	1.83±0.09 b
	C2	1.58±0.16 b
N_4	C1	1.83±0.34 b
	C2	1.57±0.08 b
N_5	C1	2.91±0.16 a
	C2	2.83 ±0.09 a
N_6	C1	0.00 d
	C2	0.00 d

درهر ستون میانگین هایی که با حروف مختلف نشان داده شده اند با آزمون دانکن، با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند ($P\leq0.05$)

- Within columns, means with the different letters are significantly different at p<0.05

N_1: محلول غذایی استاندارد

N_1: Standard food solution

N_2: محلول غذایی بیش بودی به نیتروژن (۲۰ میلی اکی والانت در لیتر یون نیترات)

N_2: N excess food solution (20 mEq lit^{-1} Nitrication)

N_3: محلول غذایی کمبودی به نیتروژن (۱۲ میلی اکی والانت در لیتر یون نیترات)

N_3: N deficiency food solution (12 mEq lit^{-1} Nitrication)

N_4: محلول غذایی کمبودی به نیتروژن (۱۰ میلی اکی والانت در لیتر یون نیترات)

N_4: N deficiency food solution (10 mEq lit^{-1} Nitrication)

N_5: شاهد (آب مقطر + آلوده سازی)

N_5: Control (Water+Pathogen)

N_6: شاهد (آب مقطر + بدون آلوده سازی)

N_6: Control (Water withot Pathogen)

C1: رقم سلطان

C_1: Soltan variety

C2: رقم اکسترم

C_2: Exterm varity

منابع

Agarwal, G. P. 1958. Utilization of different sources for *Fusarium udum. Phyton*, 11 : 143 – 151.

Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology, 5th ed.* San Diego: Academic Press.

Bashour, A. l., Saad, A., Nimah, M., Sidahmed, M., Gilkes, R.J. & Prakongkep, N. 2010. Effect of NH_4OH on nematode, fusarium and verticillium wilt infections in tomato. *19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Australia, 1 – 6 August 2010*, p. 5-7

Borges-Gómez, L. C., Chale, C. V., Canul, G. D., Tun, S. J., Reyes, O. V., Ruiz, S. E., Urrestarazu, G. M., Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I. & Rodríguez-Mendoza, M. N. 2012. Influence of mineral nutrition on the tolerance to *Begomovirus* on 'Habanero' peppers plants (*Capsicum chinense* Jacq.). *International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, Acta Horticulturae*, 947: 329-335.

Desaid, S., Nene, N. L., & Ramachandra Reddy, A. G. 1994. Races of *Fusarium oxysporum* causing wilt in chickpea. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*. 24 : 120 – 127.

Dhobe, S. G., Solanki, K. U., Hajare, A. R. & Shinde, B. B. 2008. Effect of various nitrogen sources on the growth and sporulation of *Fusarium solani*. *Journal of Soils and Crops*, 18: 390-391.

Gerlagh, M., & Blok, W.J. 1988. *Fusarium oxysporum* f.sp. *cucurbitacearum* n. f. embracing all formae specialis of *F. oxysporum* attacking cucurbitaceous crops. *Netherland Journal of Plant Pathology*, 94:17-31.

Gurjar, M. S., Shekhawat, K. S. & Bag, T. K. 2011. Effect of C and N_2 sources on growth and sporulation of *Fusarium oxysporum* causing wilt of muskmelon. *Annals of Plant Protection Sciences*, 19: 254-255.

Hoffland E., van Beusichem M.L. & Jeger M.J. 1999. Nitrogen availability and susceptibility of tomato leaves to Botrytis cinerea. *Plant and Soil*, 210: 263–272.

Hoffland E., Jeger M.J. & van Beusichem M.L. 2000. Effect of nitrogen supply rate on disease resistance in tomato depends on the pathogen. *Plant and Soil*, 218: 239–247.

Huber, D.M. & Watson, R.D. 1974. Nitrogen form and plant disease. *Annuual Review of Phytopathology*, 12: 139-165.

Kubota M. & Abiko, K.2001. Induced Resistance in Cucumbers against Fusarium oxysporum f. sp. Cucumerinum and Rhizoctonia solani AG2±2 by Infection of the Cotyledons. *Journal of Phytopathology* , 149(5): 297-300.

Liu, L., Kloepper, J.W. & Tuzun, S. 1995. Induction of systemic resistance in cucumber against Fusarium wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology*, 85:695-698.

Marlatt, M.L., Correll, J.C., Kaufmann P., & Cooper, P.E. 1996. Tow genetically distinct populations of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* race 3 in the United States. *Plant Disease*,80:1336-1342.

Morard, P. 1973. *Contribution a l´ edude de la nutrition potassique du sorgho grain*. These doctorat es sciences, Universite Paul Sabatier. Toulouse.

Moore, E. S. 1924. The physiology of *Fusarium coeruleum*. *Annals of Botany,* 149 : 137 – 161.

Owen, J.H. 1956. Cucumber wilt, caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* n.f. *Phytopathology*, 46: 153-157.

Parker, M. 1997. *Fusarium root and stem rot of greenhouse cucumbers in British Columbia- host range, epidemiology and disease control*. M.Sc. Thesis, Department of Biological Sciences. Simon Fraser University.

Parry, D. 1990. *Plant Pathology in Agriculture*. University Press, Cambridge. 385 p.

Pramod, S., Etienne, D. & Sharma, R. C. 2006. Effect of mineral nutrients on spot blotch severity in wheat, and associated increases in grain yield. *Elsevier, Amsterdam, Netherlands, Field Crops Research*, 95: 426-430.

Qiu,M., Zhang,R., Xue,C., Zhang,S., Li,S., Zhang,N. & Shen,Q. 2012. Application of bio-organic fertilizer can control Fusarium wilt of cucumber plants by regulating microbial community of rhizosphere soil. *Biology* and *Fertility* of *Soils*, 48:807–816.

Qureshi, S. H. & Yildiz, M. 1982. A study of the prevalence, pathogenicity and physiological races of Fusarium wilt of watermelon and the effect of macroelements nutrition of host on disease development in relation to the production of pectolytic enzymes. *Journal of Turkish Phytopathology*, 11:15-32.

Richard, E., Mathre, D.E. & Olsen, A. 1991. Interaction between iron nutrition and *Verticillium* wilt resistance in tomato. *Plant and Soil*, 134:281-286.

Roustaee, A. 2002. *Plant disease management*. Jahad daneshgahi publications, Tehran, Iran. (In persian)

Roustaee, A. 2005. *Les cultures vegetales hors sol*. Jahad daneshgahi publications, Tehran, Iran.(In persian)

Roustaee, A., Mohammadian, M. 2005. Study of interaction between plant nutrition (N,P,K and Ca) and cucurbit wilt disease (*Phytophthora drechsleri* Tucker) in some cucumber cultivars. *Journal of Seed and Plant*, 21:461-470.

Roustaee, A. & Baghdadi A. 2007. Study of interaction between plant nutrition (N,P,K and Ca) and verticillios wilt disease (Verticillium dahliae) in cucumber. *Communications in Agricultural* and *Applied Biological Sciences*.

Sayed, M.Q. 1961. The effect of nutrition, pH and nematodes on damping-off disease of pea, tomato and cucumber. *Dissertation Abstracts,* 21: 1701-2.

Sarhan, A. R. T., Barna, B. and Kiraly, Z. 1982. Effect of nitrogen nutrition on *Fusarium* wilt of tomato plants. *Annals of Applied Biology*, 101: 245–250.

Selvaraj, T. C. 1971. Morphological and physiological studies on isolates of *Verticillium dahlia*. *Indian Phytopathology*, 24:471– 480.

Walters, D.R. & Bingham, I.J. 2007. Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control. *Annals of Applied Biology,* 151 : 307–324.

Zhou, X.G. &Wu, F.Z. 2009. Differentially expressed transcripts from cucumber (Cucumis sativus L.) root upon inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen. *Physiological and Molecular Plant Pathology,* 74:142-150.