تعیین فنوتیپ‌های جهش‌یافته نیت مقاوم به کلرات و بررسی فراوانی آن‌ها در قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami* عامل بیماری پژمردگی و زردی کنجد در استان فارس

صدیقه محمدی[1*]، سعید رضایی[2]، محمد رضوی[3]، رسول زارع[4] و حمید رضا زمانی‌زاده[2]

چکیده

به منظور تعیین فنوتیپ‌های جهش‌یافته نیت مقاوم به کلرات و بررسی فراوانی آن‌ها در جمعیت قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami* عامل بیماری زردی و پژمردگی کنجد در استان فارس، در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ اقدام به جداسازی بیمارگر از بوته‌های آلوده کنجد در شهرستان‌های داراب، فسا، نورآباد، کازرون، نی‌ریز، استهبان و زرقان گردید. در این تحقیق در مجموع ۳۲ جدایه بیماری‌زا با منشاء جغرافیایی متنوع انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. سکتورها و جهش یافته‌های نیت مقاوم به کلرات این جدایه‌ها با استفاده از محیط کشت‌های MMC و PDC به‌دست آمد. فراوانی جهش یافته‌های نیت در محیط MMC از مجموع ۳۵۶ سکتور، ۷۹/۵ درصد و در محیط PDC از مجموع ۴۱۵ سکتور، ۷۴/۱۶ درصد بود. سایر سکتورها جهش یافته‌های Crn بودند که در محیط کشت، حداقل رشد سویه وحشی را از خود نشان دادند. کلاس فنوتیپی جهش یافته‌های مقاوم به کلرات با استفاده از محیط کشت‌های حاوی نیترات، نیتریت و هیپوزانتین به عنوان تنها منبع تأمین‌کننده نیتروژن تعیین شد. این جهش یافته‌ها در سه فنوتیپ *nit1*، *nit3* و nitM گروه‌بندی شدند. در محیط PDC، ۶۳/۹۴ درصد از جهش‌یافته‌ها *nit1* و در محیط MMC، ۳۷/۱۲ و ۱۴/۴ درصد از جهش‌یافته‌ها به ترتیب *nit3* و nitM بودند.

واژه‌های کلیدی: جهش، نیت مقاوم به کلرات، گروه‌های سازگار رویشی، پژمردگی و زردی کنجد، فارس.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۱۱

۱، ۲ و ۵- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار گروه بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور.

۴- استاد بخش تحقیقات رستنی‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور.

*. مسئول مکاتبات: Mohammadi.pp@gmail.com

مقدمه

کنجد *Sesamum indicum* گیاهی از تیره *Pedaliaceae* بوده و محصول مهم و اقتصادی در آسیا و خاورمیانه محسوب می‌شود (Banihashemi, 1981). یکی از عوامل محدود کننده کشت این گیاه در مناطق مختلف دنیا، بیماری زردی و پژمردگی است که تقریباً ٦٠ درصد محصول را کاهش می‌دهد (Abdou, *et al*., 2001). کاستلانی (Castellani, 1950) در ایتالیا عامل بیماری پژمردگی و زردی در کنجد را قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *sesami* (Zapron) Castell. (FOS) اعلام نمود. علایم عمده این بیماری شامل زردی، پژمردگی و نکروز یک طرفه ساقه است (Banihashemi, 1981). این بیماری در طی سال‌های ۱۹٦۱ و ۱۹٦٤ در امریکا همه‌گیر شد (Hillocks and Woller, 1997). این بیماری، نخستین بار در ایران در سال ۱۳۵۹ توسط بنی‌هاشمی، در یکی از روستاهای بوشهر مشاهده و گزارش گردید (Banihashemi, 1981).

آزمایش‌های بیماری‌زایی، یک ویژگی مهم و مفید برای تمایز فرم‌های تخصص یافته از قارچ *F. oxysporum* می‌باشد. با این وجود، در این نوع آزمایش‌ها فقط از صفت بیماری‌زایی جدایه‌ها استفاده می‌شود که تحت تأثیر عوامل متعددی از قبیل دما، سن میزبان، روش مایه‌زنی و دامنه میزبانی قرار می‌گیرد (Correl *et al*., 1987) . بنابراین، نتیجه حاصله همیشه از ثبات و یکنواختی لازم برخوردار نیست. این امر تشخیص جدایه‌های مختلف قارچ را با مشکل مواجه می‌سازد. از طرف دیگر، مدیریت بیماری و معرفی ارقام مقاوم نیاز به شناخت کافی از ژنتیک بیمارگر دارد. به دلیل اشکالات فوق در امر شناسایی این قبیل فرم‌های تخصص یافته، محققین استفاده از گروه‌های سازگاری رویشی را به عنوان شاخصی برای طبقه‌بندی جدایه‌های مختلف و بررسی میزان تنوع ژنتیکی بیمارگر مفید دانسته‌اند (Kistler, 1997).

پوهالا (Puhalla, 1985) با بهره‌گیری از روش‌های ژنتیکی و مولکولی سعی در تشخیص و طبقه‌بندی سویه‌های *F. oxysporum* نمود. روش‌هایی که ایشان به کار برد، نسبت به روش‌های مبنی بر مورفولوژی و یا وابسته به دامنه میزبانی، نتایج دقیق‌تری به همراه داشت. وی با ایجاد جهش‌یافته‌هایی موسوم به جهش‌یافته‌های *nit* که قادر به استفاده از نیترات به عنوان منبع نیتروژنی نبودند، گروه‌های سازگار رویشی[1] را در بین جدایه‌های *F. oxysporum* تعیین نمود. این جهش‌یافته‌ها در سه فنوتیپ *nit1*، *nit3* و NitM جای داشتند. اساس این تقسیم‌بندی تفاوت در توانایی استفاده از منابع نیتروژنی متفاوت بود. پوهالا از دو محیط MMC[2] و PDC[3] با میزان ۱/۵ درصد کلرات جهت به‌دست آوردن جهش‌یافته‌های نیت استفاده کرد. روی این محیط‌ها، رشد سویه وحشی محدود شده و سکتورهای سریع‌الرشد و مقاوم به کلرات به صورت نازک و بدون میسیلیوم هوایی رشد می‌کنند. جهش یافته‌های *nit1*، *nit3* و NitM به ترتیب به علت وقوع جهش در مکان‌های ژنی آنزیم احیا کننده نیترات، مسیر مصرف نیترات و کوفاکتورهای مورد نیاز جهت فعالیت نیترات ردکتاز به ترتیب قادر به استفاده از نیترات، نیترات و نیتریت و نیترات و هیپوزانتین نمی‌باشند.

جهش‌یافته‌های نیت توانایی یکسانی جهت تشکیل هتروکاریون ندارند. در کلاس‌های فنوتیپی *nit1* و *nit3* جهش در یک لوکوس اتفاق افتاده است. بنابراین، تشکیل هتروکاریون در این کلاس‌ها نادر است. در کلاس فنوتیپی nitM جهش در چند مکان ژنی صورت گرفته و تعداد آن از دو جهش‌یافته دیگر کمتر است. این جهش‌یافته توانایی خوبی در ایجاد هتروکاریون با دو جهش‌یافته دیگر دارد (Katan and Katan, 1999).

بر اساس تحقیق کورل و همکاران (Correl *et al*., 1987) بیشترین تعداد جهش‌یافته‌های نیت به‌دست آمده از محیط‌های PDC و MMC، *nit1* بودند. در حالی که تعداد جهش‌یافته‌های *nit3* و NitM در محیط MMC بیشتر از مقدار این جهش‌یافته‌ها در محیط PDC بود. پاسکوالی و همکاران (Pasquali, *et al*., 2005) نیز جهت به‌دست آوردن جهش‌یافته‌های نیت در قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* از محیط MMC استفاده کردند. جهش یافته‌های نیت در قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* با استفاده از محیط‌های KSP[4] و KMM[5] با ۱/۵ تا ٤/۵ درصد کلرات به دست آمد (Lori *et al*., 2004).

---

[1]. Vegetative Compatibility Groups (VCGs)
[2]. Minimal Medium Chlorate
[3]. Potato Dextrose Chlorate
[4]. Potato-Sucrose Chlorate
[5]. Minimal Chlorate Medium

اگـر جهـش‌یافتـه‌هـای نیـت از دو جدایـه بـرای تـشکیل هتروکاریون سویه وحشی آناستوموز کنند و روی محیط حداقل نیترات[1] جفت شوند، در یـک گـروه سـازگاری رویـشی قـرار می‌گیرند. عدم تشکیل هتروکاریون بین جهش یافته‌های نیت که از والد مشابهی به‌دسـت آمـده‌انـد، دلیلـی بـر خودناسـازگاری رویشی است. در حالی که عدم ایجاد هتروکاریون بـین جهـش یافته‌های نیت که از والد متفاوتی به‌دست آمده‌اند دلیل بر عـدم سازگاری رویشی است (Vakalounakis, and Fragkiadakis, 1999).

هدف از این تحقیـق، بررسـی قابلیـت محـیط‌هـای کـشت کلرات‌دار در تولید سکتورها و جهش‌یافته‌های نیت و هم‌چنـین یافتن مناسب‌ترین محیط برای تولید جهش‌یافته nitM به عنوان مؤثرترین جهـش‌یافتـه در بررسـی‌هـای گـروه‌هـای سـازگاری رویشی بود.

مواد و روش‌ها

جداسازی عامل بیماری

جداسـازی قـارچ عامـل بیمـاری از گیاهـان دارای علایـم پژمردگی، زردی، ضعف عمومی و نکروز یـک طرفـه سـاقه در مراحل قبل و بعد از گل‌دهی و کپسول‌دهی از مناطق زیر کشت کنجد در استان فارس شامل شهرسـتان‌هـای نورآبـاد، نـی‌ریـز، اسـتهبان، فـسا، داراب، زرقـان و کـازرون انجـام گرفـت. خالص‌سازی جدایه‌ها در محیط کشت آب آگار و با روش تک اسـپور کـردن و نـوک ریـسه انجـام گردیـد. شناسـایی گونـه *Fusarium oxysporum* بـر اسـاس مورفولـوژی پرگنـه و مشخصات اندام‌های زایـشی شـامل فیالیـدها، مـاکرو و میکـرو کنیدیوم‌ها و کلامیدوسـپورها انجـام گرفـت (Nelson *et al.*, 1983). نگهداری کوتاه مدت جدایـه‌هـا روی شـیب PDA و نگهداری‌های بلند مدت آن‌هـا در ماسـه سـترون و در دمـای ٤ درجه سلسیوس انجام گرفت (Banihashemi, 1981).

اثبات بیماری زایی

به منظور اثبات بیماری‌زایی و تعیین فـرم تخصـصی عامـل بیماری از گیاه کنجد رقم داراب ١٤ استفاده گردید. ده عدد بذر کنجد، در خاک سترون در هر گلدان کشت گردید. گلدان‌ها در محفظه رشد با چرخه نوری و دمایی ١٦ ساعت نـور بـا دمـای ۲۹ درجه سلسیوس و ۸ سـاعت تـاریکی بـا دمـای ۲۵ درجـه سلسیوس نگهداری شـدند. پـس از دو هفتـه بـه منظـور تهیـه سوسپانسیون اسپور، از هـر جدایـه یـک بلـوک بـه ابعـاد یـک سانتی‌متر مربع به ۵۰ میلـی لیتـر محـیط PDB[2] اضـافه و روی دستگاه تکان‌دهنده با ٦٠ دور در دقیقه به مدت سـه شـبانه روز تکان داده شد. سپس با استفاده از سانتریفیوژ اسپورهـای قـارچ از محیط مغذی جـدا گردیـد و ۲۰ میلـی‌لیتـر از سوسپانـسیون حاصل بـا غلظـت 1×10^{6} CFU/ml بـه هـر گلـدان اضـافه شـد. تعدادی گلدان نیز به عنوان شاهد با آب استریل مایه‌زنـی شـد (Banihashemi, 1981). ظهور علایم و پیشرفت بیمـاری بـه مدت یک ماه از زمان مایه زنی بررسی شده و پـس از اطمینـان از وجود علایم بیماری، از قسمت‌های هوایی گیـاه مجـدداً بـه جداسازی عامل بیماری اقدام گردید.

تهیه جهش‌یافته‌های نیت

بـه منظـور تهیـه جهـش‌یافتـه‌هـای نیـت بـه روش پوهـالا (Puhalla, 1985) ابتـدا از هـر جدایـه بلـوکی بـه قطـر ۰/۵ سانتی‌متر از حاشیه پرگنه قارچ عامـل بیمـاری روی بـر محـیط کشت MM قرار داده شد و به مـدت چهـار روز در دمـای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. از پرگنه به‌دسـت آمـده، بلـوکی به قطر ۰/۵ سانتی‌متر روی محیط‌هـای کـشت PDC و MMC حاوی ۳۰ گرم کلرات در لیتر با چهار تکرار کشت و بـه مـدت ۱۵ روز در دمای ۲۵ درجه سیلسیوس نگهداری شـدند. سـپس قطعه‌ای از میسیلیوم حاشیه خارجی سکتورها، جدا و به محـیط MM منتقل گردید. پس از چهار روز از پرگنه‌های حاصـل کـه دارای رشد نازک و فاقد میسیلیوم هـوایی بودنـد، بلـوک‌هـایی برداشـته شـده و روی محـیط MM کـشت شـدند. ایـن جهش‌یافته‌ها، قادر به استفاده از نیترات محیط کشت بـه عنـوان تنها منبع نیتروژنی محیط نبودند.

تعیین کلاس فنوتیپی جهش یافته های نیت

در ایـن مرحلـه نیـز از روش پوهـالا (Puhalla, 1985) استفاده شد. ابتدا هر کدام از جهش یافته‌هـای نیـت حاصـل از محیط‌های کشت PDC و MMC، روی محیط‌های کشت پایـه حاوی یکی از منـابع نیتروژنـی نیتـرات، نیتریـت و هیپـوزانتین کشت گردید. تشتک‌های پتری به مدت چهار روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهـداری شـدند. تعیـین کـلاس فنـوتیپی بـر

[1]. Minimal Medium (MM)

[2]. Potato Dextrose Broth

اساس نحوه رشد پرگنه به صورت رشد سویه وحشی یا رشد ظریف بدون ریسه هوایی روی این محیط‌ها، انجام گرفت. این جهش یافته‌ها در کلاس‌های فنوتیپی *nit1*، *nit3* و NitM قرار داده شدند.

نتایج و بحث

از نمونه‌برداری‌های انجام شده از مناطق زیر کشت کنجد در استان فارس، ٦٥ جدایه *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami* به دست آمد (جدول۱). از این تعداد جدایه، ۳۲ جدایه از شهرستان‌های مختلف جهت تهیه جهش یافته‌های نیت مورد استفاده قرار گرفت که از همگی، جهش یافته‌های مقاوم به کلرات بر روی محیط‌های کشت MMC و PDC به‌دست آمد. فراوانی سکتوردهی در جدایه‌های مختلف بسیار متفاوت بود. رشد بلوک‌های قارچی روی محیط‌های حاوی کلرات محدود شده و از قسمتی از پرگنه سکتورهای سریع‌الرشد خارج شدند. رشد این سکتورها روی محیط MM به صورت میسیلیومی نازک و گسترده بود. این حالت رشد به خاطر عدم توانایی این جهش یافته‌ها در استفاده از نیترات موجود در محیط کشت به عنوان تنها منبع نیتروژنی محیط بود و به عنوان جهش یافته نیت در نظر گرفته شد.

از سکتورهای مقاوم به کلرات به‌دست آمده از محیط‌های کشت MMC و PDC به ترتیب ۷۹/۵ و ۷٤/۱٦ درصد از سکتورها جهش‌یافته نیت بود. بر اساس نحوه رشد جهش یافته‌های نیت روی محیط‌های حاوی نیترات، نیتریت، هیپوزانتین، اسید اوریک و آمونیوم کلاس فنوتیپی آن‌ها تعیین شد. جهش یافته‌های نیت در سه کلاس فنوتیپی *nit1*، *nit3* و nitM قرار گرفتند.

از ۲٦٤ عدد جهش یافته نیت به‌دست آمده از محیط کشت MMC، ٤۸/٤۸ درصد از جهش یافته‌ها *nit1*، ۳۷/۱۲ درصد *nit3* و ۱٤/٤ درصد nitM بود. از ۳۳۰ جهش‌یافته نیت به‌دست آمده از محیط کشت PDC مقدار جهش‌یافته‌های *nit1* به میزان ٦۳/۹٤ درصد رسید. جهش‌یافته *nit3*، ۲٤/۸٥ و nitM، ۱۱/۲۱ درصد از جهش‌یافته‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول۲). به نظر می‌رسد محیط کشت MMC توانایی بیشتری در تولید جهش‌یافته nitM داشته باشد.

در تعیین کلاس فنوتیپی جهش‌یافته‌های نیت، از ۳۲ جدایه بیمارگر مربوط به مناطق جغرافیایی مختلف در استان فارس استفاده شد. این جهش یافته‌ها دارای رشد میسیلیومی نازک در مقایسه با سویه وحشی بودند. این ویژگی رشد جهش‌یافته‌های نیت به‌دلیل وقوع جهش در جایگاه ژنی مربوط به آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و نیتریت ردوکتاز می‌باشد. در این تحقیق، جهش یافته‌های مقاوم به کلرات بر روی محیط‌های کشت MMC و PDC حاوی سه درصد کلرات به‌دست آمد. سکتورهای مقاوم به کلرات به‌دست آمده از محیط کشت PDC بیش از سکتورهای به‌دست آمده از محیط کشت MMC بود. این مسأله نشان می‌دهد محیط PDC از نظر توقف رشد سویه وحشی، تولید سکتورهای سریع الرشد و تولید جهش یافته نیت از محیط MMC موفق تر است. پاسکوالی و همکاران (Pasquali *et al*., 2005) نیز جهت به‌دست آوردن جهش یافته‌های نیت قارچ *F. o.* f.sp. *lactucae* از محیط کشت‌های MMC و PDC استفاده کردند. در تحقیق آنان نیز فراوانی جهش یافته‌های نیت در محیط کشت PDC بیشتر بود. محیط کشت‌های KMM و KSP نیز توسط لوری و همکاران (Lori *et al*., 2004) جهت تولید جهش یافته‌های نیت مورد استفاده قرار گرفت.

بر اساس مشاهدات پوهالا (Puhalla, 1985) رشد قارچ روی محیط کشت MMC نسبت به PDC با شدت بیشتری محدود می‌شود. سکتورهای مقاوم به کلرات در این محیط کشت معمولاً ۱٥-۱۰ روز پس از کشت ظاهر می‌شود در حالی‌که رشد قارچ روی محیط کشت PDC با سرعت بیشتری همراه بوده و معمولاً ۷-٦ روز پس از کشت سکتورها ظاهر می‌شوند. در مجموع تعداد سکتورهای به‌دست آمده در این محیط بیش از محیط MMC است. نتایج مشابهی نیز در تحقیق حاضر حاصل گردید.

در تحقیق حاضر فراوانی جهش یافته‌های Crn که در محیط کشت MM رشد سویه وحشی را از خود نشان دادند، در محیط کشت MMC بیش از محیط کشت PDC بود. در تحقیقی دیگر فراوانی این سکتورها در قارچ *F. oxysporum*. f. sp. *sesami*، ۹/٥ درصد گزارش شد (Basirnia, and Banihashemi, 2005).

سکتوردهی تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند دما، میزان تغذیه، فشار انتخابی مانند رشد روی محیط سمی و یا میزبان

مقاوم قرار می‌گیرد. منبع اولیه مایه پرگنه مثل ماکروکنیدیوم، میکروکنیدیوم یا میسلیوم نیز راندمان سکتوردهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sarpeleh, and Banihashemi, 2000).

در این تحقیق نشان داده شد تمام جدایه‌های بیمارگر مورد بررسی جهش یافته نیت را تولید کردند. جهش یافته‌های نیت به‌دست آمده بر اساس مورفولوژی پرگنه روی محیط‌های دارای یکی از منابع نیتروژن مانند نیترات، نیتریت، هیپوزانتین، اسید اوریک و آمونیوم در سه کلاس فنوتیپی *nit1*، *nit3* و nitM قرار گرفتند.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد فراوانی جهش یافته *nit1* در محیط کشت PDC بیش از محیط کشت MMC می‌باشد. در مقابل فراوانی جهش یافته‌های *nit3* و nitM در محیط کشت MMC بیشتر می‌باشد. نتایج مشابهی نیز از تحقیق کورل و همکاران (Correl *et al*., 1987) به‌دست آمده است. در تحقیق آن‌ها بیشترین تعداد جهش یافته‌های نیت به‌دست آمده از محیط‌های کشت PDC و MMC، *nit1* بود، ولی جهش یافته‌های *nit3* و nitM در محیط MMC بیشتر از مقدار این جهش یافته‌ها در محیط کشت PDC بود.

به نظر می‌رسد محیط کشت MMC توانایی بیشتری در تولید جهش یافته nitM داشته باشد. تعداد جهش یافته nitM به‌دلیل وقوع جهش در چند لوکوس از دو جهش یافته دیگر کمتر است. این جهش یافته توانایی خوبی در ایجاد هتروکاریون با دو جهش یافته دیگر دارد (Katan, and Katan, 1999).

کاو (Cove, 1976) ثابت کرد منبع نیتروژن مورد استفاده در محیط کلرات دار فراوانی نسبی جهش یافته‌های نیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استفاده از ترئونین در محیط کشت کلرات‌دار باعث باززایی بیشتر جهش یافته‌های نیت می‌شود (Pasquali, *et al*., 2005). محیط‌های کشت KMM و KSP که توسط لوری و همکاران (Lori *et al*., 2004) جهت به دست آوردن جهش‌یافته‌های نیت قارچ *F.* oxysporum f.sp. *lactucae* مورد استفاده قرار گرفته بود، توانایی خوبی در تولید هر سه نوع جهش یافته داشته است. بنابراین عامل اصلی که فراوانی تولید جهش یافته‌های نیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، نوع منبع نیتروژنی است که در محیط کلرات دار به‌کار می‌رود.

شناخت تأثیر انواع محیط کشت حاوی کلرات در ایجاد جهش یافته nitM که اساسی‌ترین جهش یافته در تعیین گروه‌های سازگاری رویشی است می‌تواند به موفقیت هرچه بیشتر در تعیین گروه‌های سازگاری رویشی به عنوان ابزای توانمند در مدیریت بیماری و ایجاد ارقام مقاوم، منجر شود.

تولید جهش یافته نیت مهمترین مرحله در بررسی گروه‌های سازگاری رویشی است. بنابراین تعیین کارآمدترین محیط کشت در تولید جهش یافته‌های نیت قدمی مهم در تعیین گروه‌های سازگاری رویشی به عنوان شاخص مهم میزان تنوع ژنتیکی محسوب می‌شود. توانمندترین جهش یافته در بررسی‌های سازگاری رویشی جهش یافته nitM است. نتایج این تحقیق نشان داد توانایی تولید جهش یافته نیت توسط محیط کشت PDC بیش از محیط کشت MMC بوده است، اما فراوانی جهش یافته nitM در محیط کشت MMC بیشتر بود. در این محیط کشت فراوانی جهش یافته *nit3* نیز بیش از محیط کشت PDC بود. این تحقیق کاربرد محیط کشت MMC را در بررسی‌های گروه‌های سازگاری رویشی پیشنهاد می‌کند.

سپاسگزاری

نگارندگان از جناب آقای دکتر بنی‌هاشمی و خانم مهندس بصیرنیا به‌خاطر در اختیار قرار دادن تعدادی از جدایه‌های بیمارگر قدردانی می‌نمایند.

جدول ۱– جدایه‌های بیمارگر به دست آمده از مناطق مختلف استان فارس

Table1. Pathogen isolates from different regions of Fars province

محل جداسازی Location	جدایه Isolate
Darab داراب	Fo1-Fo4
Fasa فسا	Fo15-Fo23
Estahban استهبان	Fo24-Fo38
Neyriz نی‌ریز	Fo39-Fo46
Noor Abad نورآباد	Fo47-Fo60
Kazeroon کازرون	Fo61
Razghan رزقان	Fo62-Fo65

جدول ۲- فراوانی انواع فنوتیپ‌های جهش یافته نیت در محیط کشت‌های کلرات دار

Table2. Frequency of different phenotypes of nit mutants in mediums containing chlorate

محیط کشت‌های کلرات‌دار	کل سکتورها	Nit	Crn	*Nit1*	*Nit3*	nitM
MMC	356	264	92	128	98	38
PDC	415	330	85	211	82	37
مجموع	771	594	177	339	180	75

References منابع

Abdou E, Abd-Ala HM, Galal AA (2001) Survey of sesame root rot/wilt disease in Minia and their possible control by ascorbic and salicylic acids (abstr). Journal of Agricultural Science 32: 135-152.

Banihashemi Z (1968) The biology and ecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in soil and root zones of host and nonhost plants. Ph.D. Thesis, Michigan State University. 114 pp.

Banihashemi Z (1981) *Fusarium* wilt of sesame in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 17: 75-79. [In Persian with English Abstract].

Basirnia T, Banihashemi Z (2005) Vegetative compatibility grouping in *Fusarium oxysporum* f. sp. *sesami,* the causal agent of sesame yellows and wilt in Fars province. Iranian Journal of Plant Pathology 41:117-123. [In Persian with English Abstract].

Castellani E (1950) L vizzimento del sesamo. Olearia 4:20-31 (Review of Applied Mycology 30: 78-95).

Correl JC, Kittich CJR, Leslile JF (1987) Nitrate nonutilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegatative tests. Phytopathology 77: 1640-1646.

Cove DJ (1976) Chlorate toxicity in *Aspergillus nidulans*: the selection and characterization of chlorate resistant mutant. Heredity 36: 191-203.

Hillocks RJ, Woller JM (1997) Soilborn diseases of tropical crops. CAB. International. 452 pp.

Kistler HC (1997) Genetic diversity in the plant – pathogenic fungus, *Fusarium oxysporum*. Phytopathology 87: 474 - 479.

Katan T, Katan J (1999) Vegetative compatibility grouping in *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis- lycopersici* from the UK, the Netherland, Belgium and France. Plant Pathology 48:541-594.

Klittich CJR, Leslie JF (1988) Nitrate reduction mutants of *Fusarium moniliforme* (*Gibberella fujikuroi*). Genetics 118: 417-423.

Lori G, Edel-Herman V, Gautheron N, Alabouvette C (2004) Genetic diversity of pathogenic and nonpathogenic populations of *Fusarium oxysporum* isolated from carnation field in Argenyina. Phytopathology 94: 661-668.

Nelson PE, Toussoum TA, Marasas WFO (1983) *Fusarium* spesies, a manual for identification. The Pennsylvania State University Press, 193 pp.

Pasquali M, Dematheis F, Gilardi G, Gallino ML, Garibaldi A (2005) Vegetative compatibility groups of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* from lettuce. Plant Disease 89: 237-240.

Puhalla JE (1985) Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. Canadian Journal of Botany 63: 179-183.

Sarpeleh A, Banihashemi Z (2000) Vegetative compatibility groups within races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* in Iran and *Fusarium oxysporum* isolates from weeds in Maharloo region, Fars province. Iranian Journal of Plant Pathology 36:31-46. [In Persian with English Abstract].

Vakalounakis DJ, Fragkiadakis GA (1999) Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* isolates from cucumber: differentiation by pathogenicity, vegetative compatibility and RAPD fingerprinting. Phytopathology 89: 161-168.