ارزیابی مقاومت و ارتباط اجزای میکرو-مرفولوژیکی ریشه ارقام دیم گندم نان به نماتد سیستی غلات *Heterodera filipjevi*

مرضیه معتمدی[۱]، عیدی بازگیر[*۲]، مهدی نصر اصفهانی[۳] و مصطفی درویش نیا[۲]

۱-دانشجوی دکتری، گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

۲-گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

۳-بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکزتحقیقات و آموزش کشاورزی ومنابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

نماتد سیستی غلات از مهم‌ترین نماتدهای خسارت‌زای گندم و جو در جهان می‌باشند.گونه *Heterodera filipjevi* دارای پراکنش وسیعی در مزارع غلات کشور است. در این مطالعه، تأثیر گونه فوق روی ۱۳ رقم گندم دیم کشوری و نیز اجزای میکرو- مورفولوژیکی ریشه در گلخانه و مزرعه بررسی شد. مطالعات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی و هم‌چنین، مشخصات مولکولی شناسایی گونه *H. filipjevi* را تأیید نمود. شاخص‌های تعداد سیست، تخم و لارو سن دوم، فاکتور تولیدمثل و اجزای آناتومیکی ریشه ارقام گندم مبنای تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شرایط گلخانه، کمترین میزان سیست شیری در هر گیاه مربوط به رقم زاگرس با میانگین ۱/۷۵ عدد و کمترین میزان تخم و لارو و فاکتور تولید مثل مربوط به رقم کوهدشت با میانگین ۱/۳۲ و ۰/۲۶ عدد در گرم خاک بود. نتایج حاصله، ارقام مربوطه را بر اساس میزان حساسیت و مقاومت به نماتد سیستی، در دوطیف، مقاوم و حساس قرار داد. در شرایط مزرعه، کمترین میزان سیست، مربوط به رقم زاگرس با میانگین ۱۸۵/۳۳ عدد در ۲۰۰ گرم خاک بود. کمترین میزان تخم و لارو و فاکتور تولید مثل مربوط به رقم کوهدشت با میانگین عدد ۳/۷۶ و ۰/۶۸ درگرم خاک بود. در رابطه با مطالعه اجزای ریشه، بیشترین ضخامت کوتیکول، پریدرم و پارانشیم به ترتیب مربوط به رقم رصد با میانگین ۱۲، رقم کریم ۳۳ و رقم رصد ۴۱/۳۳ میکرومتر وکمترین آن، به ترتیب مربوط به رقم کریم ۶/۶۷، ریژاو ۱۹/۳۳ و رقم آفتاب ۲۳ میکرومتر بود. تجزیه‌ی خوشه‌ای نیز ارقام موردآزمون را دررابطه با صفات مورد بررسی،کماکان به دو دسته متفاوت گروه‌بندی نمودکه با نتایج آزمون دانکن نیز تشابه نزدیکی داشته و هم‌خوانی قابل توجه‌ی نشان داد.

واژه های کلیدی:آناتومی ریشه، ارقام، گندم، مقاومت، نماتد سیستی غلات، *Heterodera filipjevi*

[*] نگارنده مسئول: *bazgire14@gmail.com* تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۱

مقدمه

غلات مهم‌ترین منبع غذایی انسان در جهان هستند در بین آن‌هاگندم، *Triticum aestivum L.*، مهم‌ترین گیاه زراعی به شمار می‌آید. تقریباً ۶ میلیون هکتاراززمین‌های زراعی کشور زیرکشت گندم است(Amini, 2015).

تاکنون، نماتدهای انگل زیادی از گندم و جو گزارش شده است. نماتدهای سیستی غلات که به اختصار به آن‌ها CCN (Cereal Cyst Nematode) گفته می‌شود، دارای حداقل ۱۲ گونه شناخته شده اند. این نماتدها از عوامل تهدید کننده تولید گندم در جهان، مخصوصاً در شرایط دیم و تنش‌های ناشی از خشکی و خشک‌سالی به شمار می‌آیند (Braun *etal*., 2009). گونه *H. filipjevi* (Madzidov, 1981) یکی از مهمترین گونه‌های خسارت‌زا است که ازکشورهای اروپایی و استرالیا و شمال آمریکا و کشورهای شمال آفریقا و غرب آسیا شامل مراکش، تونس، لیبی، پاکستان، عربستان، ترکیه و ایران گزارش شده است (Fateh, 2017; Dababat *et al*., 2016).گزارش این گونه از شمال آمریکا و گزارش‌های اخیر آن از شمال اروپا و اقلیم‌های مدیترانه‌ای مناطق مرکزی و شرق آسیا و هم‌چنین، خاورمیانه نشان دهنده گسترش زیاد آن در این مناطق است (Smiley and Nicol, 2009). نماتد سیستی غلات در کشور چین نیز وجود داشته و بیشترین خسارت آن بیش از ۱۵-۲۰ درصد گزارش شده است (Peng *et al.,* 2015). خسارت گندم در عربستان ۷۷ -۱۷درصد، در استرالیا روی جو ۲۰ درصد و روی گندم ۲۳-۵۰ درصد گزارش شده است (Maqbool, 1988; Khaled *et al.*, 2015).

از گروه نماتدهای سیستی غلات در ایران، این گونه از نظر پراکنش و اقتصادی، اهمیت بیشتری بر روی گندم دارد (Tanha maafi *et al*.,2007). نماتد سیستی غلات، از مزارع استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اصفهان، سیستان و بلوچستان، کردستان، کرمانشاه، کهکیلویه و بویراحمد، خوزستان، همدان، مازندران، گلستان، زنجان، لرستان، یزد و مرکزی گزارش کردند (Tanha Maafi *et al*., 2003 and 2007; Hajihassani *et al*., 2010; Ahmadi and Tanha Maafi, 2014). دراستان اصفهان، نماتدهای گروه avenae برای اولین بار توسط طلاچیان و همکارانش درسال ۱۹۷۶ گزارش گردید. در مطالعه دیگری که توسط دامادزاده و انصاریپور درسال ۲۰۰۱ صورت پذیرفت، گونه نماتد سیستی از مزارع گندم و جو مناطق مختلف استان اصفهان، *H. filipjevi* تعیین شد. در بررسی‌های مقدماتی صورت گرفته، پیرامون شناسایی و پراکنش نماتدهای سیستی غلات مزارع گندم و جو استان اصفهان، آلودگی به گونه *H. filipjevi* در ۵۱/۷ درصد نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از مزارع مذکور بامیانگین جمعیت ۸/۲ تخم و لارو سن دوم در گرم خاک بوده است (*Karimipour Fard and Tanha Maafi, 2015*). اولین گزارش گونه *H. filipjevi* از استان کهگیلویه و بویر احمد توسط عبداللهی بود. در این بررسی نمونه‌های

جمع‌آوری شده از نظر مورفولوژی و مورفومتریک مورد ارزیابی قرار گرفتند که با توجه به مشخصات لارو سن دوم و مخروط انتهایی گونه *H. filipjevi* شناسایی شد (*Abdollahi, 2008*).

دبابت و همکاران (۲۰۱۶) ۱۲۶ لاین گندم بهاره پیشرفته سازگار با شرایط نیمه خشک، برای شناسایی جایگاه مربوط به ژن مقاوم به نماتد *Heterodera avenae*، را با استفاده از نشانگرهای مرتبط با *DART* مورد ارزیابی قرار دادند. در نهایت ۱۱ نشانگر مرتبط با مقاومت به نماتد سیستی را گزارش کردند (*Dababat et al., 2016*).

در سوریه، پراکنش نماتد سیستی غلات مورد ارزیابی قرار گرفت. این مطالعه نشان دادکه ۶۲ درصد از مزارع با سه گونه: *H. latipons* (۷۶ درصد)، *H. avenae* (۳۱ درصد) و*H. filipjevi* (۹ درصد) آلوده بودند. ژن اکتین-۱ برای تشخیص گونه *H. latipons*؛ و زیر واحد سیتوکروم اکسیداز ۱ میتوکندری ژن (*COI*) برای شناسایی گونه های *H. avenae* و*H. Filipjevi* استفاده شده‌اند (*Fateh, 2017*). اسمیلی و مارشال (۲۰۱۶)، ۳۹ کولتیوار گندم بهاره را از نظر مقاومت و تحمل در برابر *H. avenae*، در مقایسه با کاربرد آلدیکارب مورد ارزیابی قرار دادند. در نوارهای تیمار شده با آلدیکارب میانگین تعداد سیست شیری تا ۹۹ درصد، روی کولتیوار حساس جلی (*Glee*) کاهش یافت و میانگین تولید دانه در کولتیوار کاتالدو (*Cataldo*) با حداقل تحمل تا ۷۷ درصد افزایش داشت. در این تحقیق، برای اولین بار کولتیوارهای گندم بهاره با ویژگی مضاعف مقاوم و متحمل به *H. avenae* گزارش شد (*Smiley and Marshall, 2016*).

در چین واکنش تعدادی از لاین‌های گندم در برابر نماتد سیستی غلات *H. avenae* مورد ارزیابی قرار گرفتند که ۶۸ درصد لاین‌ها فوق حساس و ۲۰ درصد نمونه‌ها مقاومت نشان دادند (*Jiang – Kuan et al., 2015*). در یک بررسی مقایسه‌ای بین بیماری‌زایی *H. avenae* و *H.filipjevi*، روی ۶ کولیتوار گندم بهاره مشخص گردید که کولتیوار اویان (*Ouyen*) به نماتد *H. avenae* مقاوم، اما در برابر *H. filipjevi* حساس است. هم‌چنین، کولتیوار سانمز(*Sönmez*) برعکس قبلی در برابر *H. filipjevi* مقاوم و در برابر گونه دیگر حساس بود (*Smiley and Yan., 2015*).

کاربرد ارقام مقاوم در مدیریت نماتدهای مورد نظر، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست است. ازاینرو، ۲۱۷ لاین گندم زمستانه در سوریه برای بررسی مقاومت در برابر *H. filipjevi* دراتاقک رشد مورد ارزیابی قرارگرفتند. لاین‌های مشابه با استفاده از نشانگر*AFLP* مشخص شدند. نتایج نشان داد که برخی ازلاین‌ها به دلیل تعداد کم سیست، امید بخش بوده که این لاین‌ها مقاوم و نسبتاً مقاوم در نظرگرفته شدند (*Fateh, 2017*). جمعیت‌های مختلف ۹ گونه مربوط به گروه *H. avenae* در استان خراسان از نظر مورفومتری و ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفت. از نظر مورفولوژیکی دوگونه *H. filipjevi* و *H. mani* شناسایی شدند، ولی *PCR-RFLP* و آنالیز

فیلوژنتیکی فقط وجود گونه *H. filipjevi* راتأیید نمود (*Mokrem Hesar et al., 2012*).

در یک جمع‌بندی از نتایج این مطالعات مشخص می‌گردد که هم اکنون نماتد سیستی غلات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. چرا که وضعیت تعداد سیست و تعداد تخم و لارو نشان دادکه نماتد مربوطه وجود داشته و از جمعیت بالایی نیز برخوردار می‌باشد. هم‌چنین، با توجه به اهمیت نماتد سیستی غلات در کشور و این که هم اکنون تغییرات اقلیمی موجب تشدید این نماتد در اکثر نقاط کشور در مزارع گندم کاری بویژه دیم گردیده است، لازم است تحقیقات مدیریتی در این امر اتخاذ گردد. لذا، به منظور ارزیابی واکنش ارقام دیم گندم نان نسبت به نماتد سیستی، ۱۳ رقم گندم دیم مورد کشت در کشور (آذر ۲، اوحدی، هما، ریژاو، رصد، آفتاب، کریم، قابوس، کوهدشت، باران، تک آب، سرداری، زاگرس)، از بخش غلات موسسه تحقیقات دیم مراغه دریافت و در دو سطح مزرعه و گلخانه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

شناسایی گونه نماتد: جهت‌شناسایی‌نماتد سیستی غلات، مزرعه‌ای با سابقه‌کشت گندم و آلودگی به این نماتد در منطقه کبوترآباد اصفهان انتخاب گردید. نماتدهای سیستی‌جمع‌آوری گردیدند و پس از جداسازی از خاک و ریشه‌گندم، از هر نمونه حاوی سیست، مخروط انتهایی سه سیست برش داده شد. پس از قرار دادن آن‌ها در گلیسرین ژل، مطالعات ریخت‌شناسی و ریخت‌سنجی روی آن‌ها صورت پذیرفت. لاروهای سن دوم مربوط به هر سیست نیز جداگانه تثبیت و پس از انتقال به‌گلسیرین خالص، از آن‌ها اسلایدهای میکروسکوپی دایمی تهیه گردید و با استفاده از کلیدهای موجود شناسایی شدند (*Handoo, 2002*). به منظور شناسایی تکمیلی از روش مولکولی توصیه شده توسط اسمیلی و همکاران (۲۰۱۶) استفاده شد (*Smiley and Marshall, 2016*).

جهت استخراج *DNA*، از کیت *Iraizol Old Extraction DNA Kits* (شرکت رنا زیست فناوران ایران) استفاده شد. سپس با استفاده از جفت پرایمرهای اختصاصی *H. avenae* و *H. filipjevi* *HaITS-F6 (5'-ATGCCCCCGTCT GCTGA-3') HaITS-R4(5'-GAGCGTGCTCGTCCAAC-3')* و *HfITS-F1(5'-CCCGTCTGCTGTTGAGA-3') HfITS-R1(5'-ACCTCAGGCTTTTATTATCAC-3'* واکنش زنجیره‌ای پلیمراز انجام گردید (*Smiley and Yan, 2015*). در نهایت، محصول*PCR* بر روی ژل آگارز ۱ درصد برده شد و با استفاده از ماده *safeview* رنگ آمیزی گردید و با دستگاه *gel documentation* تصویر برداری شد.

مطالعات گلخانه‌ای: این بررسی‌ها درگلخانه‌های بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام گرفت. در این آزمایش، از لیوان‌های سترون با حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر، حاوی خاک سترون با ترکیب خاک و ماسه به میزان ۱:۱ در پنج تکرار برای هر رقم و پنج تکرار به عنوان شاهد در قالب طرح کامل تصادفی استفاده گردید. دمای گلخانه ۱۸- ۱۶

درجه سانتی‌گراد و روشنایی ۱۶ ساعت بود. در هر لیوان تنها یک بوته نگه‌داری شد. به منظور تهیه زادمایه نماتد، مزرعه‌ای با سابقه‌کشت گندم و آلودگی به نماتد سیستی از همان مزرعه قبل استفاده گردید. سپس، ۱۰ زیرنمونه با حرکت به صورت زیگزاگ برداشت و نمونه‌ها با هم مخلوط و به عنوان یک نمونه کلی در نظرگرفته شد. مقداری از خاک نمونه‌ها در هوای معمولی خشک و با استفاده از روش فنویک و الک ۶۰ مش (۲۵۰ میکرون) شسته و سیست‌های موجود در آن با استفاده از نوارهای کاغذی مخصوص و الک جدا گردید (*Fenwick, 1940*).

جهت تهیه لارو نماتد، سیست‌ها با استفاده از سیست خردکن خرد گردید و به هر یک از گیاهچه‌های سه هفته‌ای گندم تعداد ۱۰۰۰ عدد لاور سن دوم فعال نماتد مایه‌زنی شد. دو ماه پس از آخرین مایه‌زنی، تعداد سیست‌های تشکیل شده روی ریشه مورد شمارش قرار گرفتند. سپس، دو هفته بعد سیست‌های داخل خاک لیوان‌ها نیز شمارش شدند. از هر نمونه به صورت جداگانه به میزان ۲۰۰ گرم خاک برداشته و سیست‌های آن به روش فنویک استخراج شد. سیست‌ها توسط سیست خردکن خرد شده و تخم و لارو آن‌ها آزاد گردید. پس از آن، حجم سوسپانسیون را به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده و شمارش جمعیت نهایی لارو و تخم نماتد توسط اسلاید شمارش در گرم خاک هر لیوان در پنج تکرار محاسبه شد (*Jaabari et al.,2015*).

گروه بندی ارقام براساس تعداد سیست شیری در ریشه هر گیاه انجام شد:

بسیار مقاوم(۱ ≤)، مقاوم (۳- ۱/۱)، نسبتاً مقاوم (۶-۳/۱)، نسبتاً حساس (۱۲-۶/۱)، حساس (۲۵-۱۲/۱)، بسیار حساس(۲۵<) (*Dababat et al., 2014; Smiley and Marshall, 2016; Fateh, 2017*). همچنین، به منظور ارتباط بین تعداد سیست و تخم و لارو با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون (فرمول زیر) میزان همبستگی آن‌ها محاسبه گ دید.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}}$$

در این فرمول r ضریب همبستکی بین متغیرهای x و y است. xi میزان سیست نماتد در هر نمونه، $\bar{x}$ میانگین جمعیت سیست نماتد، yi میزان جمعیت تخم و لارو نماتد، $\bar{y}$ میانگین جمعیت تخم و لارو نماتد می‌باشد.

مطالعات مزرعه‌ای: در این بخش از بررسی، از همان مزرعه آلوده استفاده گردید. به منظور تعیین جمعیت اولیه‌ی (*Pi*) نماتد سیستی گندم در خاک، ابتدا در زمین انتخابی و قبل از اعمال تیمارها، نمونه‌هایی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و پس از مخلوط کردن آن‌ها، یک نمونه‌ی مرکب دوکیلوگرمی تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس، ۲۰۰ گرم از خاک هر نمونه در هوای معمولی خشک وسیست‌های موجود درآن، با روش فنویک استخراج گردید (*Fenwick, 1940*). کلیه‌ی سیست‌های پر (حاوی تخم و لارو سن دوم) با بررسی زیر استریومیکروسکوپ جدا و پس از خرد کردن آن‌ها با سیست خردکن، جمعیت اولیه‌ی تخم و لارو سن دوم موجود در هر نمونه ۲۰۰ گرم خاک

و در نهایت در یک گرم خاک، به طور میانگین ۵/۵ عدد محاسبه شد. جهت بررسی میزان حساسیت و مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم به نماتد سیستی، ژنوتیپ‌های مورد نظر درخاک آلوده مزرعه به صورت خطی در نیمه دوم آبان ماه ۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار و هر تکرار با چهار خط کشت شدند. رقم سرداری، به عنوان شاهد حساس در مقایسه با سایر ارقام در نظر گرفته شد (*Hajihassani et al, 2010*). زمین مورد آزمون به ۵۲ خط تقسیم شد که طول هر خط دو و نیم متر و فاصله هر رقم با رقم بعدی نیم متر بود. عملیات برداشت در اردیبهشت ماه ۱۳۹۵ صورت پذیرفت. برای تعیین سیست شیری، نمونه برداری از ۳۰ ریشه گیاه گندم از هر تکرار نیز برداشت و جهت مشاهده ماده‌های بالغ با استفاده از استریومیکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند (*Abbassi et al., 2015; Ahmadi et al., 2013*).

برای ارزیابی ریشه‌های گیاه از هر رقم گندم مورد آزمون براساس روش ذیل طبقه‌بندی گردید (مطیعیان و همکاران، ۱۳۹۵):

در شاهد حساس اگر متوسط تعداد سیست کمتر از ۴۰ باشد آزمایش ادامه نمی‌یابد.

اگر بین ۸۰-۴۰ باشد، کیفیت اجرای آزمایش متوسط و آزمایش ادامه می‌یابد. گیاهان با تعداد سیست کمتر از ۸-۴ مقاوم در نظر گرفته می‌شوند.

اگر بیش از ۸۰ تا ۱۰۰ سیست باشد کیفیت اجرای آزمایش خوب و آزمایش ادامه می‌یابد. گیاهان با تعداد سیست کمتر از ۱۰تا ۱۵ مقاوم در نظر گرفته می شوند.

اگر بیش از ۱۲۰ سیست باشد کیفیت اجرای آزمایش عالی وآزمایش ادامه می‌یابد. گیاهان با تعداد سیست کمتر از ۲۵ تا ۳۰ مقاوم در نظر گرفته می شوند.

به‌علت ریزش سیست‌های شیری در خاک موفق به شمارش آنها نشدیم.

جهت تعیین جمعیت نهایی در اواخر خرداد ماه برحسب تعداد رقم و تکرار آن‌ها، پس از خارج کردن گیاهان گندم از زمین، مقدار ۲۰۰ گرم از خاک اطراف هر بوته برداشته شد و پس از مخلوط کردن به صورت یک نمونه واحد برای هر تکرار به‌آزمایشگاه منتقل گردید. از هر نمونه به صورت جداگانه مقدار ۲۰۰ گرم خاک برداشته و سیست‌های پر آن به روش فنویک استخراج و شمارش شدند. سیست‌ها توسط سیست خردکن خرد شدند و تخم و لاروها آن‌ها آزاد گردیدند. سپس، حجم سوسپانسیون به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسید و شمارش تخم و لارو در سه تکرار صورت گرفت. در نهایت جمعیت نهایی لارو و تخم موجود در هر گرم خاک مزرعه مربوطه محاسبه شد (Abbassi *et al*., 2015; Ahmadi *et al*., 2013).

جهت سهولت و نتیجه قاطع‌تر، تعداد تخم و لارو نیز شمارش و طبق جدول ۱ ارقام طیف‌بندی گردیدند. طبق فرمول ارائه شده توسط استنبرینک (۱۹۶۶)، محاسبه فاکتور تولیدمثل برای هر یک از تیمارها براساس فرمول R=Pf//Pi صورت گرفت که درآن Pi جمعیت اولیه (Initial population)

و Pf جمعیت نهایی (Final population) می‌باشد. درصد کاهش و یا ازدیاد جمعیت، بر اساس میانگین جمعیت نهایی و اولیه هر تیمار بر اساس فرمول ذیل محاسبه و بر اساس آن، درصد کاهش و یا افزایش جمعیت نماتد سیستی غلات، در هر تیمار نسبت به جمعیت اولیه‌ی همان تیمار مشخص شد (Boopathi *et al*., 2015; Hu and Qi, 2010).

$$\text{Corrected (\%)} = 1-\left[\frac{Ta-Cb}{Tb-Ca}\right]\times 100$$

Ta = تعداد تخم و لارو قبل از اجرای آزمایش

Tb: تعداد تخم و لارو پس از اجرای آزمایش

Ca = تعداد تخم و لارو در شاهد قبل از اجرای آزمایش

Cb = تعداد تخم و لارو در شاهد پس از اجرای آزمایش.

جدول۱ : ارزیابی مقاومت بر اساس شاخص تعداد تخم و لارو(مطیعیان و همکاران، ۱۳۹۵)

درجه مقاومت	تعداد تخم و لارو در گرم خاک
مقاوم	۰-۵
نسبتاً مقاوم	۵-۱۰
متحمل	۱۰-۲۵
نسبتاً حساس	۲۵ -۵۰
حساس	بیشتر از ۵۰

مطالعه‌ی ساختمان آناتومیکی: همچنین، به منظور بررسی خصوصیات آناتومیکی ریشه، ۱۳ رقم مورد بررسی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار بدون مایه‌زنی نماتد در خاک استریل در لیوان کشت شدند. از هر یک از ارقام گندم موردآزمون تعداد ۵ عدد ریشه سالم انتخاب و ریشه‌های هر رقم پس از قطع شدن با تیغ‌های سترون توسط الکل و شعله، در شیشه‌های مجزا حاوی آب و الکل به نسبت ۱:۱، جهت سخت شدن بافت‌ها قرار گرفتند. شیشه‌ها به مدت یک هفته در آزمایشگاه، نگه‌داری شدند تا بافت، استحکام لازم را جهت مقطع گیری حاصل نماید. سپس جهت تهیه مقطع عرضی ریشه، چندین ریشه‌ی همسان از هرگیاه انتخاب و توسط تیغ تیزی برش‌های عرضی نازک تهیه گردید. این برش‌ها درون شیشه ساعت حاوی آب مقطر قرار داده و نازک‌ترین و سالم‌ترین مقاطع، جهت انجام مراحل رنگ آمیزی مضاعف انتخاب شد. پس از انجام رنگ آمیزی، صفات آناتومیکی شامل ضخامت کوتیکول، پریدرم و ضخامت پارانشیم پوست، با استفاده از میکروسکوپ نوری به تفکیک اندازه‌گیری و درج گردیدند (سید مظفری، ۱۳۸۶).

تجزیه‌وتحلیل آماری: برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از بررسی‌های گلخانه و مزرعه، ابتدا جهت یکنواخت سازی، داده‌ها با رابطه Asin$\sqrt{x+}$ ۰/۵ تبدیل داده صورت گرفت. سپس، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزارSAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. برای دسته‌بندی ارقام بر اساس تعداد سیست و تخم و لارو به روش تجزیه خوشه‌ای و هم‌چنین همبستگی بین تعداد سیست و تخم و لارو با اجزا آناتومیکی ریشه از نرم افزارSPSS استفاده شد (SAS Institute, 2004).

نتایج

سیست‌های جدا شده براساس شاخص‌های ریخت شناسی و مولکولی، فقط سیست‌های *H.filipjevi* بودند. مشخصات گونه *H.filipjevi* پاتوتیپ اصفهان به شرح ذیل اندازه‌گیری و مشخصات ریخت‌سنجی تعیین شد.

مشخصات سیست و مشخصات مخروط انتهایی(Vulval cone region):

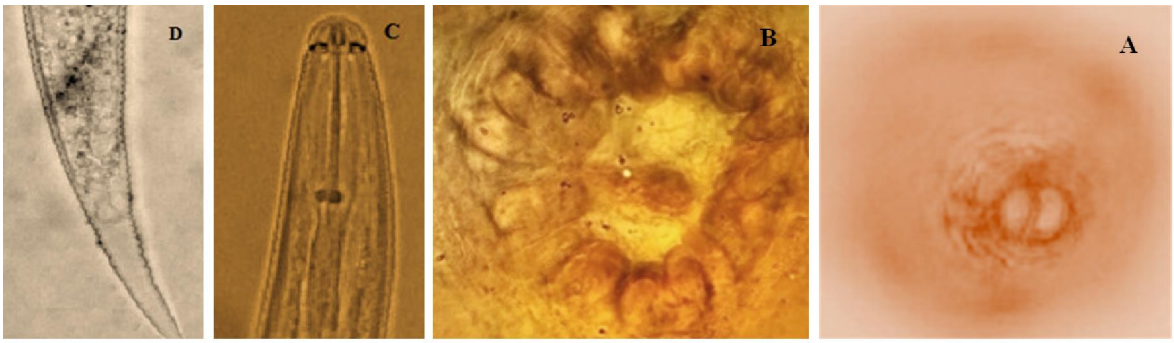
- طول سیست: (۶۸۰-۴۹۰) ۶۶۰ میکرومتر
- عرض سیست: (۴۸۰-۳۳۰) ۴۱۰ میکرومتر
- طول شکاف فرج (۱۲-۹) ۱۰/۸ میکرومتر
- طول پنجره خروجی لارو: (۵۰-۴۳) ۴۶ میکرومتر
- عرض پنجره خروجی لارو: (۲۶-۲۱)۲۴ میکرومتر
- ماهیچه‌های نگهدارنده واژن (Under bridge): (۷۸-۷۴) ۷۹/۱ میکرومتر

مشخصات لاروسن دوم (J2):

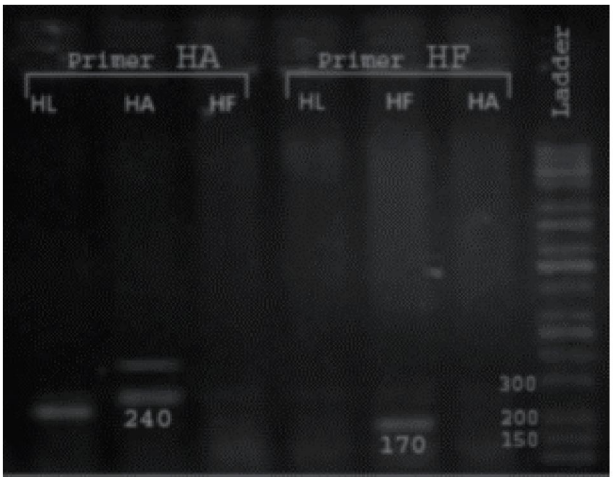
- طول بدن: (۶۰۰-۵۲۰) ۵۶۰ میکرومتر
- طول به عرض بدن (a): (۲۶/۲-۲۳/۵) ۲۴ میکرومتر
- نسبت طول بدن به طول مری تا محل اتصال به روده(b): (۵/۸-۳/۲)۴/۴ میکرومتر
- نسبت طول بدن به طول کل مری (Overlap) (b): (۴/۷-۳/۵) ۳/۶ میکرومتر
- طول دم: (۵۸-۴۹) ۵۱ میکرومتر
- طول بخش شفاف انتهای دم: (۳۶-۳۰) ۳۴/۲ میکرومتر

نتایج حاصل از PCR با استفاده از جفت آغازگرهای اختصاصی، قطعه ۱۷۰ جفت بازی برای نماتد *H.filipjevi* و قطعه ۲۴۰ جفت بازی برای نماتد *H.avenae* تولید نمود. گونه *H. latipons* با پرایمر اختصاصی *H.filipjevi* هیچ باندی نداد اما با پرایمر اختصاصی *H.avenae* باند در حدود ۲۰۰ جفت باز تولید نمود.

واکنش ارقام: نتایج حاصله، نشان داد که در بین ارقام مورد آزمون در دو شرایط مختلف مزرعه و گلخانه اختلاف معنی‌دار وجود دارد (*P=0.01*). تجزیه خوشه‌ای، ارقام مورد آزمون را نسبت به نماتد سیستی غلات، در رابطه با صفت مورد بررسی، به دو دسته متفاوت گروه بندی نمودکه با نتایج آزمون دانکن نیز تشابه نزدیکی داشت.



شکل ۱: A . پنجره خروجی لاروB. ماهیچه‌های نگهدارنده واژن مخروط انتهایی *Heterodera filipjevi*، C .سر و ناحیه استایلت لارو سن دوم D. ناحیه دم لارو سن دوم

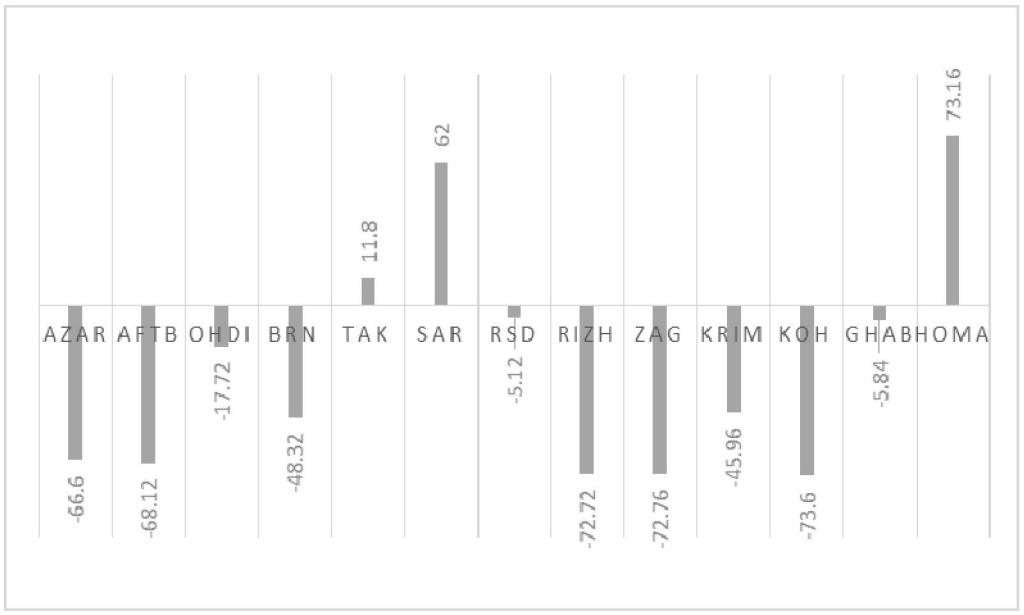


شکل ۲: باند حاصل از الکتروفورز واکنش زنجیره‌ای با استفاده از پرایمرهای اختصاصی دو گونه *Heterodera filipjevi* (HF)، *H. avenae* (HA) و *H. latipons* (HL)

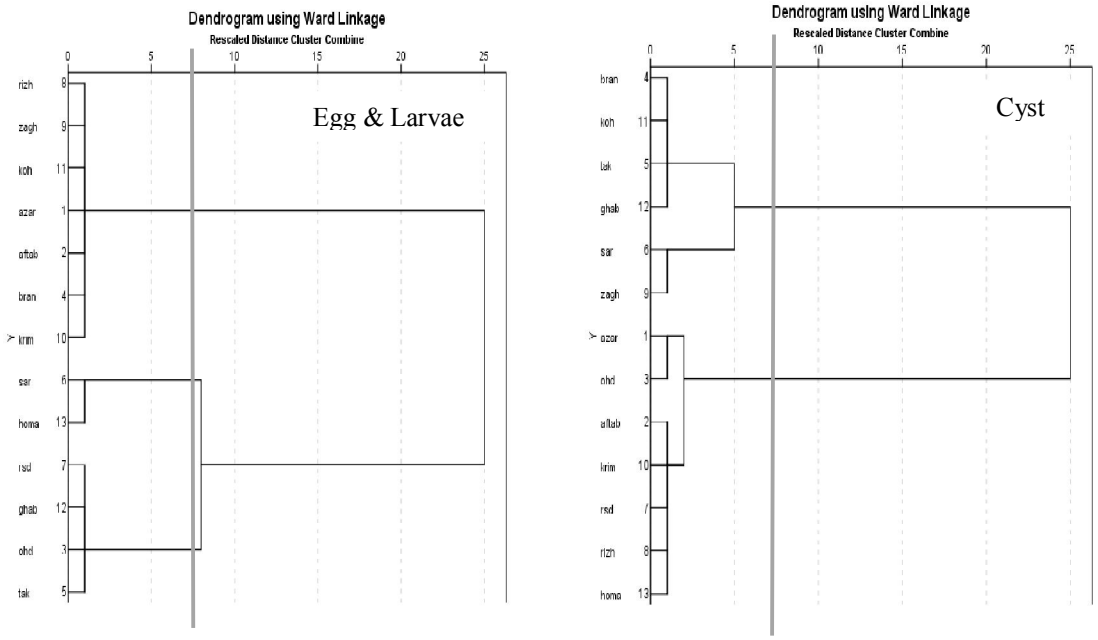
جدول۲: تجزیه واریانس شاخص‌های مورد بررسی نماتد *H.filipjevi* روی ارقام گندم در شرایط گلخانه و مزرعه

منابع تغییرات	درجه آزادی df		تعداد سیست		تعداد تخم و لارو		فاکتور تولیدمثل		درصد افزایش یا کاهش جمعیت	
S.O.V	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه
تکرار	۴	۲	۱/۴۸	۴۲۸/۴۱	۰/۰۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۰۱	۱/۵۵	۲۸/۶۲
تیمار	۱۲	۱۲	۳۶/۳۶**	۱۷۸۲۳/۷۸**	۳۲/۱۵**	۴۷/۵۳**	۱/۳**	۱/۵۷**	۱۲۸۰/۵۸**	۱۷۱۳۷/۹۱**
خطا	۴۸	۲۴	۰/۷۴	۳۶۰/۷۷	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۱۳/۱۹	۲۷/۷۳
ضریب تغییرات	–	–	۷/۱۶	۵/۶۴	۵/۰۴	۳/۸۹	۵/۰۴	۳/۸۹	۲۴	۲۹/۴

ns و * * به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد



شکل ۳: درصد کاهش یا افزایش جمعیت نماتد روی ارقام در گلخانه



شکل۴ : خوشه‌بندی ارقام مقاوم و حساس گندم به نماتد *H.filipjevi* براساس میانگین سیست، تخم و لارو در شرایط گلخانه

(۱.آذر ۲. آفتاب ۳. اوحدی ۴. باران ۵. تک آب ۶. سرداری ۷. رصد ۸. ریژاو ۹. زاگراس ۱۰. کریم ۱۱. کوهدشت ۱۲. قابوس ۱۳. هما)

نتایج گلخانه‌ای

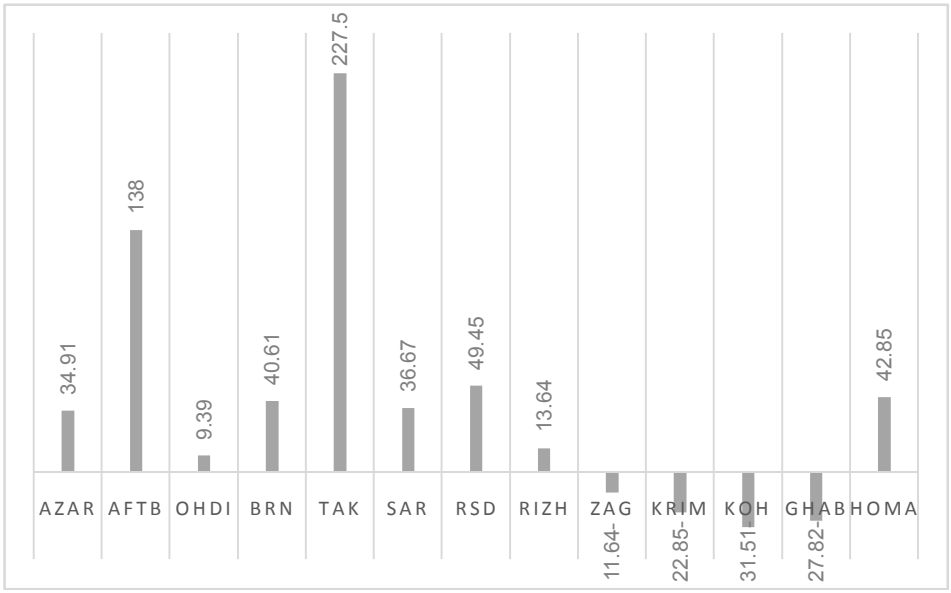
نتایج حاصله از داده‌های گلخانه در خصوص میانگین تعداد سیست روی ارقام مختلف، نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین‌آن‌ها وجود دارد ($P < 0.01$) (جدول ۲). نتیجه آزمون دانکن ارقام را از نظر تعداد سیت شیری در هفت گروه طیف

بندی کرد. در این خصوص رقم آذر ۲ با بیشترین تعداد سیست شیری یعنی ۳/۸۵ عدد در هرگیاه در راس قرار گرفت و نسبت به سایر رقم‌ها اثر معنی‌داری نشان داد. سپس، رقم اوحدی با میانگین ۳/۷۵ عدد سیست در هرگیاه در گروه آماری دیگر قرار گرفت. هم‌چنین، رقم زاگرس با میانگین ۱/۷۵ عدد سیست در هرگیاه، کمترین تعداد سیست را داشت. نتایج حاصل از گلخانه نشان داد که بیشترین تعداد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل مربوط به رقم هما با ۸/۶۶ و ۱/۷۳ عدد در گرم خاک بود. هم‌چنین، کمترین میزان تخم و لارو و فاکتور تولید مثل مربوط به رقم کوهدشت با ۱/۳۲ و ۰/۲۶ عدد در گرم خاک بود و پس از آن رقم ریژاو با ۱/۳۶ و ۰/۲۷ در گرم خاک در گروه آماری بعد قرار گرفت (جدول ۳) ($P < 0.01$). بیشترین درصد افزایش جمعیت نماتد مربوط به رقم هما و کمترین درصد هم مربوط به رقم زاگرس بود (جدول ۳)(شکل ۳).

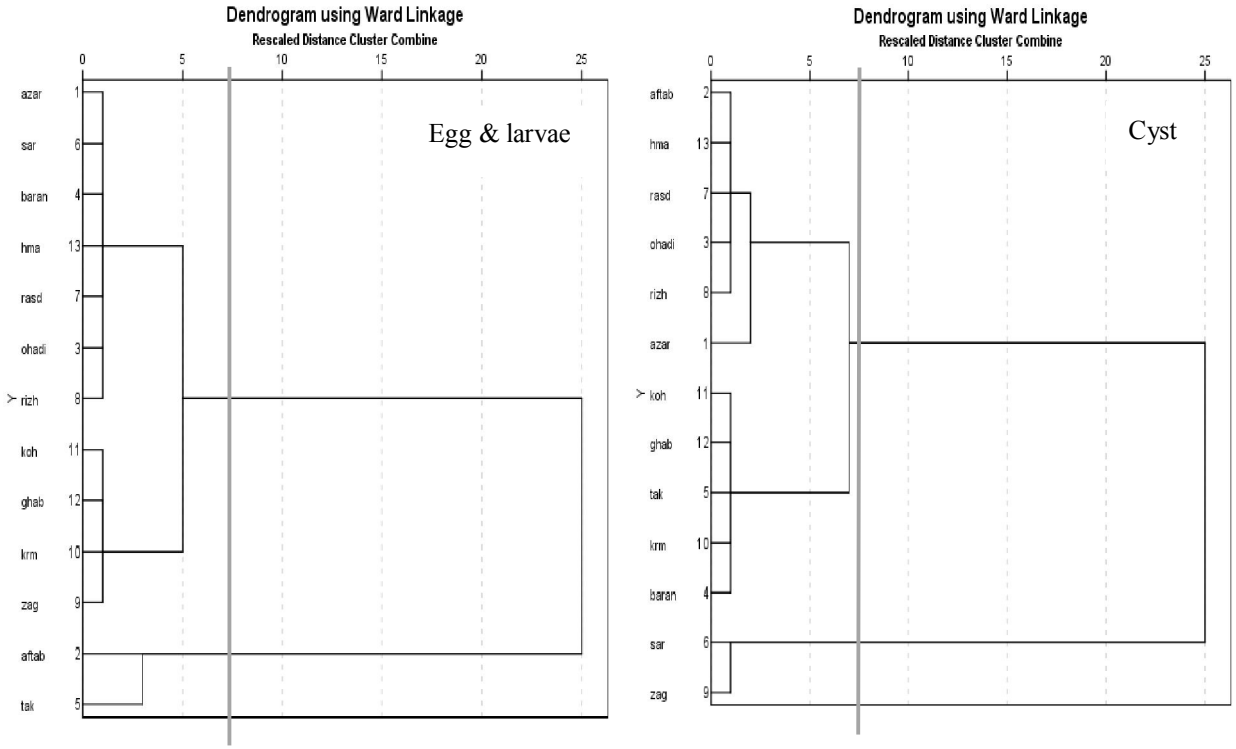
تجزیه خوشه‌ای، ارقام گندم را از نظر تعداد سیست به دوگروه و از نظر تعداد تخم و لارو در سه گروه متمایز تقسیم نمود (شکل۴). ضریب همبستگی بین تعداد سیست و تخم و لارو در گلخانه معادل ۰/۰۱ بود که رابطه ضعیفی را نشان داد (جدول۴).

نتایج مزرعه

داده‌های مزرعه در خصوص میانگین تعداد سیست نشان داد که تفاوت معنی‌داری در بین ارقام وجود دارد. نتیجه آزمون دانکن ارقام را از نظر تعداد تخم و لارو در هفت گروه طیف بندی کرد. در این خصوص، رقم آذر ۲ با بیشترین تعداد سیست در ۲۰۰ گرم خاک یعنی ۴۴۷/۶۷ عدد در راس قرار گرفت که در یک گروه مجزا و با اثر معنی‌دار واقع شد. سپس، رقم ریژاو با ۴۰۵/۳۳ عدد درگروه بعدی قرار گرفت. هم-چنین، رقم زاگرس با ۱۸۵/۳۳ عددکمترین تعداد سیست را داشت. در این ارزیابی از لحاظ تعداد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل، رقم تک‌آب با بیشترین مقدار تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل یعنی ۱۸/۰۲ و ۳/۲۷ عدد در راس قرار گرفت. سپس رقم آفتاب با ۱۳/۰۹ و ۲/۳۸ عدد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل در ردیف دوم واقع شد. رقم کوهدشت با ۳/۷۶ و ۰/۶۸ عددکمترین تعداد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل را در این بررسی داشت. سپس، رقم قابوس با ۳/۷۹ و ۰/۷۲ عدد تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل با رقم کوهدشت در یک گروه آماری قرار گرفتند (جداول ۲ و ۳) ($P = 0.01$). بیشترین درصد افزایش جمعیت نماتد در مزرعه نیز مربوط به رقم تک‌آب و کمترین درصد مربوط به رقم کوهدشت بود (جدول۳) (شکل ۵). در تجزیه خوشه‌ای، ارقام در دو گروه مقاوم و حساس قرار گرفتند (شکل۶). میزان همبستگی بین تعداد سیست و تخم و لارو در مزرعه معادل ۰/۱۹ بود که حاکی از رابطه ضعیف این دو فاکتور با هم می‌باشد (جدول۴).



شکل ۵: درصد کاهش یا افزایش جمعیت نماتد روی ارقام در مزرعه



شکل ۶ : خوشه‌بندی ارقام مقاوم و حساس گندم به نماتد *H.filipjevi* براساس میانگین سیست و تخم و لارو در شرایط مزرعه (۱.آذر ۲. آفتاب ۳. اوحدی ۴. باران ۵. تک آب ۶. سرداری ۷. رصد ۸. ریژاو ۹. زاگراس ۱۰. کریم ۱۱. کوهدشت ۱۲. قابوس ۱۳. هما)

جدول ۳: میانگین تعداد سیست، تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل نماتد *H.filipjevi* روی ارقام در شرایط مزرعه و گلخانه

ردیف	ارقام	تعداد سیست قهوه ای (در ۲۰۰ گرم خاک)		تعداد تخم و لارو (در گرم خاک)		فاکتور تولیدمثل		درصد افزایش یا کاهش جمعیت	
		گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه
۱	آذر ۲	۳/۸۵± ۰/۶a	a۲۳/۴۸± ۴۴۷/۶۷	g۰/۰۹± ۱/۶۷	d۰/۱۷ ± ۷/۴۲	g۰/۰۲ ±۰/۳۳	d۰/۰۳ ± ۱/۳۵	g۱/۸۳±-۶۶/۶۶	d۳/۱±۳۴/۹
۲	اوحدی	۳/۷۵± ۰/۴۵ a	b۲/۸۹±۳۹۵	e۰/۰۳ ± ۴/۱۱	e۰/۱۷± ۶/۰۶	e۰ ±۰/۸۲	e۰± ۱/۰۹	e۰/۵۷±-۱۷/۷۲	e۰/۳±۹/۴
۳	هما	۳/۵ ± ۰/۴۵b	b۳/۷۸± ۳۸۳	a۰/۰۹±۸/۶۶	c۰/۲۳± ۷/۸۶	a۰/۰۲ ±۱/۷۳	c۰/۰۴ ± ۱/۴۳	a۱/۸۵ ± ۷۳/۱۶	c۴/۲۱±۴۲/۸۵
۴	ریزاو	b۰/۳۷±۳/۴۵	a۳/۷۱±۴۰۵/۳۳	i۰/۰۹ ±۱/۳	e۰/۰۳± ۶/۲۵	h۰/۰۲ ±۰/۲۷	e۰ ± ۱/۱۴	h۱/۸۵±-۷۲/۷۲	e۰/۵۲±۱۳/۶۴
۵	رصد	b۰/۳۷±۳/۴۵	c۱۷/۸۳±۳۶۲/۳۳	d۰/۰۹±۴/۷۴	c۰/۰۷ ± ۸/۲۲	d۰/۰۲± ۰/۹۵	c۰/۰۱± ۱/۴۹	d۱/۹±-۵/۱۲	c۱/۲۶±۴۵/۴۹
۶	آفتاب	c ۰/۲۴± ۳/۴	b ۹/۵±۳۸۰	g۰/۰۷ ± ۱/۵۹	b۰/۰۹± ۱۳/۰۹	g۰/۰۱ ±۰/۳۲	b۰/۰۲± ۲/۳۸	g۱/۳۴±-۶۸/۱۲	b۱/۶۸±۱۳۸
۷	کریم	c ۰/۵۱± ۳/۳۵	e ۱۰/۹۷±۳۳۵	f۰/۰۹±۲/۷	g۰/۱۴± ۴/۲۴	f۰/۰۲ ±۰/۵۴	g۰/۰۳ ± ۰/۷۷	f۱/۸۵±-۴۵/۸۶	f۲/۶۳±-۲۲/۸۵
۸	قابوس	d ۰/۲± ۲/۹۵	f۹/۴۹± ۳۲۱/۳۳	d۰/۰۸ ± ۴/۷۱	g۰/۰۲± ۳/۹۷	d۰/۰۲ ±۰/۹۴	g۰± ۰/۷۲	d۱/۶±-۵/۸۴	f۰/۳۸±-۲۷/۸۲
۹	کوهدشت	e ۰/۲۴± ۲/۶۵	f۶/۷۶± ۳۲۴/۶۷	i۰/۰۷ ± ۱/۳۲	g۰/۱۱± ۳/۷۶	i۰/۰۱ ±۰/۲۶	g۰/۰۲± ۰/۶۸	h۱/۴۸±-۷۳/۶	f۱/۹۴±-۳۱/۵۱
۱۰	باران	e ۰/۲۴± ۲/۶۵	g ۳/۸۴±۲۹۹/۶۷	f۰/۱ ± ۲/۵۸	c۰/۱۲± ۷/۷۳	f ۰/۰۲±۰/۵۱	c۰/۰۲ ± ۱/۴۱	f۱/۹۸±-۴۸/۳۲	c۲/۱۸±۴۰/۶۱
۱۱	تک آب	f ۰/۶± ۲/۳۵	d۱۳/۸۹± ۳۴۷	c۰/۱ ± ۵/۵۹	a۰/۴± ۱۸/۰۲	c ۰/۰۲ ±۱/۱۲	a۰/۰۷± ۳/۲۷	c۲/۱۳±۱۱/۸	a۷/۷۵±۲۲۷/۵۷
۱۲	سرداری	g ۰/۳۲± ۲	h ۶/۴۴±۱۹۰/۳۳	b۰/۰۴ ± ۸/۱	d۰/۲± ۷/۵۲	b۰ ±۱/۶۲	d۰/۰۷ ± ۱/۳۷	b۰/۷۷ ±۶۲	d۳/۶۲±۳۶/۶۷
۱۳	زاگرس	g۰/۳۲±۱/۷۵	h۹/۱۷± ۱۸۵/۳۳	h۰/۰۵ ± ۱/۳۶	f۰/۱۳± ۴/۸۶	h ۰/۰۱ ±۰/۲۷	f۰/۰۲± ۰/۸۸	h۱/۰۸±-۷۲/۷۶	f۲/۳۶±-۱۱/۶۴

اعداد با حروف مشابه در هر ستون فاقد اثر معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند.

(گروه‌بندی ارقام براساس منابع مطیعیان و همکاران ۱۳۹۵ و Fateh, 2017 انجام شد)

جدول ۴: همبستگی صفات مورد بررسی واکنش ارقام گندم به نماتد سیستی در گلخانه و مزرعه

صفات	ژنوتیپ		تعداد سیست		تعداد تخم و لارو		فاکتور تولید مثل	
	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه	گلخانه	مزرعه
ژنوتیپ	۱.۰۰	۱.۰۰						
تعداد سیست	۰/۲۰*	۰/۲۷*	۱.۰۰	۱.۰۰				
تعداد تخم و لارو	۰/۲۶*	۰/۱۵*	۰/۰۱*	۰/۱۹*	۱.۰۰	۱.۰۰		
فاکتور تولیدمثل	۰/۲۶*	۰/۱۵*	۰/۰۱*	۰/۱۹*	۰/۰۱*	۰/۱۹*	۱.۰۰	۱.۰۰

ns و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار ومعنی دار در سطح احتمال پنج درصد

جدول ۵: تجزیه واریانس ضخامت کوتیکول، پریدرم و ضخامت پارانشیم پوست در ارقام گندم

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ضخامت کوتیکول	ضخامت پریدرم	ضخامت پارانشیم پوست
تکرار	۲	۰/۳۳	۳/۴۱	۰/۰۸
تیمار	۱۲	۷/۸۳**	۶۲/۱۷**	۷۲/۸۳**
خطا	۲۴	۰/۸۳	۱/۶۰	۱/۳۳
ضریب تغییرات	–	۹/۵۵	۴/۹۸	۳/۷۱

ns و **به‌ترتیب غیرمعنی‌دار ومعنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۶: میانگین ضخامت کوتیکول، پریدرم و پارانشیم پوست ریشه ارقام مورد آزمون

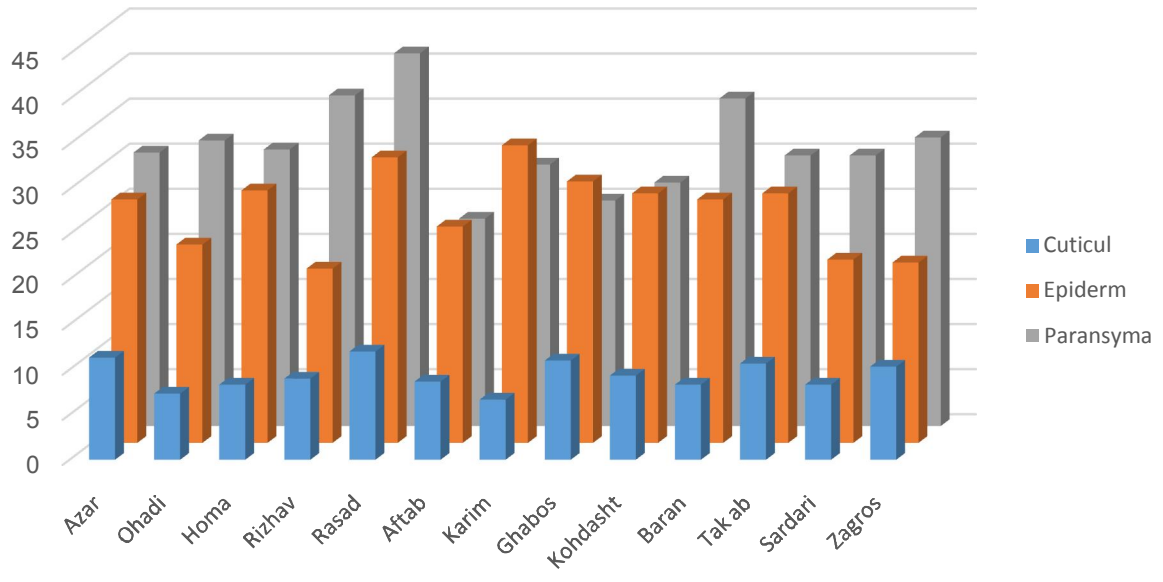
ردیف	ارقام	ضخامت کوتیکول	ضخامت پریدرم	ضخامت پارانشیم
۱	رصد	۱۲ ± ۰ a	۳۱/۶۷ ±۰/۸۸ a	۴۱/۳۳ ±۰/۸۸ a
۲	آذر ۲	۱۱/۳۳ ± ۰/۶۷ a	۲۷ ±۰/۵۷ c	۳۰/۳۳ ±۰/۳۳ d
۳	قابوس	۱۱ ± ۰/۵۷ a	۲۹ ±۰/۵۷ b	۲۵ ±۰/۵۷ f
۴	تک آب	۱۰/۶۷ ± ۰/۳۳ b	۲۱/۳۳ ±۰/۸۸ f	۳۰ ±۰/۵۷ d
۵	زاگرس	۱۰/۳۳± ۰/۶۷ b	۲۰ ±۰/۵۷ f	۳۲ ±۰/۵۷ c
۶	کوهدشت	۹/۳۳ ± ۰/۳۳ c	۲۷/۶۷ ±۰/۸۸ c	۲۷ ±۰/۵۷e f
۷	ریژاو	۹ ± ۰/۵۸ c	۱۹/۳۳ ±۰/۸۸ f	۳۶/۶۷ ±۰/۸۸ b
۸	آفتاب	۸/۶۷ ± ۰/۶۷ d	۲۴ ±۰/۵۷ e	۲۳ ±۰/۵۷ g
۹	سرداری	۸/۳۳ ± ۰/۶۷ d	۲۰/۳۳ ±۰/۸۸ f	۳۰ ±۰/۵۷ d
۱۰	باران	۸/۳۳ ± ۰/۶۷ d	۲۷ ±۰/۵۷ c	۳۶/۳۳ ±۰/۸۸ b
۱۱	هما	۸/۳۳ ± ۰/۳۳ d	۲۸ ±۱/۱۵ c	۳۰/۶۷ ±۰/۶۷ d
۱۲	اوحدی	۷/۳۳ ± ۰/۳ e	۲۲ ±۰/۵۷ f	۳۱/۶۷ ±۰/۳۳ c
۱۳	کریم	۶/۶۷ ± ۰/۳۳ f	۳۳ ±۰/۵۷ a	۲۹ ±۰/۵۷ e

اعداد با حروف مشابه در هر ستون فاقد اثر معنی دار در سطح یک درصد می‌باشند

نتایج مطالعه آناتومیکی

جمع بندی نتایج حاصل از تجزیه واریانس و میانگین مربوط به ضخامت کوتیکول، پریدرم و پارانشیم پوست ریشه نشان داد که بین ارقام مورد آزمون گندم از نظر این صفات ریشه تفاوت معنی‌دار وجود دارد و ارقام در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند (جداول ۵ و ۶)($P = 0.01$).

بررسی اجزای آناتومیکی ریشه‌های گندم در این تحقیق در جهت مطالعه‌ی نقش آن‌ها در واکنش به آلودگی نماتد سیستی غلات انجام شد. اختلاف قابل توجهی در این رابطه در بین ارقام مورد بررسی وجود داشته و یک رابطه ضعیفی بین ضخامت ریشه آن‌ها و مقاومت و یا حساس بودن ارقام نسبت به نماتد سیستی گندم وجود داشته است. نتایج نشان داد که ضخامت کوتیکول با فاکتورهای تشکیل تعداد سیست و تخم و لارو رابطه ضعیف و مستقیم دارد و میزان همبستگی آن با تعداد سیست و تخم و لارو به ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۱۹ بود. در خصوص لایه‌ی پریدرم و ضخامت آن باز رابطه ضعیف اما مستقیم مشاهده گردید و میزان همبستگی آن با شدت آلودگی به ترتیب ۰/۳ و ۰/۰۸ بود. هم‌چنین، در خصوص ضخامت پارانشیم پوست نیز به همان گونه محاسبه شد و همبستگی آن با تعداد سیست و تخم و لارو به ترتیب ۰/۰۴ و ۰/۰۶- بوده که نمایانگر عدم تأثیر آن‌ها در ایجاد آلودگی نماتد سیستی گندم روی این ارقام می‌باشد(جدول ۷). بعنوان مثال، در رقم آذر ۲ که بیشترین تعداد سیست را داشته ضخامت کوتیکول، پریدرم و پارانشیم به ترتیب ۱۱/۳۳، ۲۷ و ۳۰/۳۳ میکرومتر بوده که از ارقام با ضخامت بالا است (شکل ۷).



شکل ۷: مقایسه میانگین، ضخامت کوتیکول، اپیدرم وضخامت پارانشیم پوست ریشه ارقام گندم

جدول ۷: همبستگی بین فاکتورهای آلودگی به نماتد سیستی غلات و اجزا ریشه ارقام گندم

صفات	ژنوتیپ	تعداد سیست	تعدادتخم ولارو
ژنوتیپ	۱.۰۰		
تعداد سیست	۰/۲۰*	۱.۰۰	
تعداد تخم و لارو	۰/۲۶*	۰/۰۱*	۱.۰۰
ضخامت کوتیکول	۰/۱۰*	۰/۰۷*	۰/۱۹*
ضخامت پریدرم	۰/۳۱*	۰/۳*	۰/۰۸*
ضخامت پارانشیم	۰/۱۶*	۰/۰۴*	-۰/۶۲*

ns و * به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

بحث

بررسی‌های انجام شده در خصوص مقاومت ارقام گندم موردآزمون در این آزمایشات، نشان داد که ارقام مربوطه از واکنش قابل توجه و متفاوتی نسبت به یکدیگر برخوردار بوده‌اند. در این راستا، بررسی تعداد سیست، تخم و لارو و فاکتور تولیدمثل به وضوح این تفاوت‌ها را در جداول مربوطه، به نمایش گذاشته است. بررسی تعداد سیست در این آزمایش‌ها روی ارقام گندم مورد آزمون نتایج متفاوتی نشان داد و آن‌ها را برحسب تعداد سیست تفکیک و متمایز نمود.

در خصوص تعداد سیست نماتد سیستی غلات در مزرعه، مشخص گردید که تفاوت بین کمترین و بیشترین تعداد سیست روی ارقام موجود حدود دو برابر بوده که در اینجا، به ترتیب، رقم آذر ۲ و زاگرس می‌باشد. سایرین نیز کماکان با اختلاف قابل توجه و متمایز از یکدیگر در خصوص تعداد سیست تولیدی متفاوت بوده‌اند که این واکنش نشان دهنده‌ی تفاوت ژنتیکی ارقام مورد بررسی در این تحقیق نسبت به نماتد سیستی غلات (CCN) بوده است. در این رابطه، توکتای و همکاران (۲۰۱۲) نیز کماکان به این نتایج دست یافته‌اند. آن‌ها مشخص نمودندکه در بین لاین‌ها، ژنوتیپ گندم با میانگین ۴۳ عدد سیست مقاوم‌ترین لاین به نماتد سیستی غلات است. در این بررسی‌ها، مبنای تعیین مقاومت ژنوتیپ‌ها به نماتد سیستی غلات *H. filipjevi* در شرایط مزرعه، از روش ارائه شده توسط دبابت استفاده گردید که مبنای ارزیابی تعداد سیست بوده است که در اینجا هم‌خوانی و هماهنگی داشته است (Toktay *et al.*, 2012).

در بررسی دیگر جهت دست‌یابی به ارقام مقاوم، ۴۲ لاین آبی و دیم گندم بهاره را مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از واکنش‌های متفاوتی برخوردار بودند. به طوری که در این بین، ۵ لاین ازآن‌ها، مقاوم به نماتد *H. filipjevi* می‌باشند و تعداد ۹ لاین نیز مقاومت نسبی نشان داده اند (Dababat *et al.*, 2014).

نتایج این تحقیق نشان داد که رابطه‌ی چندان مستقیمی بین تعداد سیست با تعداد تخم و لارو سن دوم وجود ندارد. چراکه، نتایج تفکیکی گلخانه و مزرعه به طور جداگانه نشان داد که

رقم آذر ۲ بیشترین تعداد سیست را در گلخانه و مزرعه به ترتیب ۳/۸۵ و ۴۴۷/۶۷ عدد در ۲۰۰ گرم خاک داشته در صورتی که از نظر تعداد تخم و لارو رقم هما و تک آب با میانگین ۸/۶۶ و ۱۸/۰۲ عدد در گرم خاک بیشترین بوده‌اند. هم‌چنین، ضریب همبستگی تعداد سیست و تخم و لارو در مزرعه ۰/۱۹ و در گلخانه ۰/۰۱ بود که رابطه بسیار ضعیفی را نشان می‌دهد. لذا، با توجه به اهمیت این موضوع در این که ممکن است تعداد تخم و لارو برحسب تراکنش بین ژنوتیپ‌های مورد آزمون گندم و نماتد سیستی غلات (CCN) تولید نسل تحت تأثیر قرار گیرد. علاوه بر بررسی تعداد سیست، تعداد تخم و لارو نیز در این تحقیق ارزیابی شد تا به عنوان یک فاکتور تکمیلی، برای مشخص نمودن وجه تمایز ارقام مد نظر قرار داده شود. در این‌جا، همان گونه که مشخص گردید، تعداد تخم و لارو در گرم خاک در رقم زاگرس با کمترین میزان سیست درگلخانه و مزرعه یعنی ۱/۷۵ و ۱۸۵/۶۷ عدد که دارای میانگین ۱/۳۶ عدد تخم و لار و در گرم خاک بوده، در صورتی که رقم هما با ۲۴۲ عدد و تک آب با ۳۴۷ عدد سیست به ترتیب دارای ۸/۶۶ و ۱۸/۰۲ عدد تخم و لارو در گرم خاک بوده است که بیشترین تخم و لارو را دارا می‌باشد. یعنی این که در این‌جا، بین تعداد سیست با تعداد تخم و لارو هم‌خوانی و رابطه‌ی مستقیمی مشاهده نمی‌گردد. کمترین میزان تخم و لارو درگرم خاک نیز متعلق به رقم کوهدشت در گلخانه و مزرعه با تعداد ۱/۳۲ و ۳/۷۶ عدد بوده است. لذا، این‌طور به نظر می‌رسد که در خصوص بررسی مقاومت به نماتد سیستی گندم، این فاکتور مهم را باید در نظر داشت. چرا که مکانیزم‌های بیماری‌زایی و توسعه‌ی نماتد و تکثیر آن، نقش اساسی و مهمی در روند رشدی گیاه در برخواهد داشت. هم‌چنین، به نظر می‌رسد که فاکتور تولیدمثل که در واقع همان تعداد تخم و لارو تولیدی در سیست‌های ایجاد شده روی ارقام بوده‌اند. لذا، اینطور به نظر می‌رسدکه علاوه بر تعداد سیست تولیدی روی ریشه و محور آن که حائز اهمیت است، بایستی تعداد تخم و لارو را نیز در نظرگرفت. چراکه واکنش‌های گیاه و نماتد می‌تواند در ایجاد سیست و باروری آن نقش اساسی ایفا نماید و اثر به سزایی در کاهش و یا ازدیاد جمعیت نماتد در نسل‌های بعدی داشته باشد.

در مطالعه‌ای که پیرامون تأثیر و خسارت گونه *H.filipjevi* این نتایج کماکان با نتایج عباسی و همکاران در سال ۹۲ در این‌که تعداد سیست و تخم و لارو نماتد را در ارزیابی ارقام مقاوم ملاک قرار دادند مطابقت دارد. آن‌ها براین اساس ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی را در چهار گروه مقاوم، نسبتاً مقاوم، نسبتاً حساس و حساس گروه‌بندی، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کرده‌اند و ژنوتیپ‌های M-90-7 را با کمترین تعداد سیست و رقم پارسی با کمترین تعداد تخم و لارو معرفی نمودند (Abbassi *et al.*, 2015). در گندم دیم رقم سرداری در شرایط میکرو پلات در ایران طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۷ آزمایشی صورت پذیرفته و مشخص شده که میزان خسارت و کاهش محصول در پایین‌ترین جمعیت یعنی ۲/۵ عدد

تخم و لارو سن دوم در گرم خاک مشهود بوده و حداکثر کاهش محصول به میزان ۴۰ درصد با جمعیت اولیه ۲۰ تخم و لارو سن دوم اندازه گیری گردیده است و این رقم جز ارقام حساس معرفی شده که با نتایج بدست آمده مطابقت ندارد (Smiley and Nicol, 2009; Hajihassani *et al.*, 2010).

در بررسی‌هایی که در اصفهان در سال ۱۳۹۲ روی سه رقم پارسی، الوند و بک کراس روشن انجام شد، کاهش محصول گندم به طور میانگین ۲۲ درصد برآورد گردید. هم‌چنین، مشخص گردید که در بین ارقام اختلاف قابل توجهی در واکنش به این نماتد مهلک وجود دارد که یک موضوع امیدوار کننده‌ای برای دست‌یابی به ارقام و یا لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مقاوم می‌باشد (Abbassi *et al.*, 2015). در بررسی های انجام شده اخیر، واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گندم به نماتد سیستی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این ارزیابی ملاک اصلی برای تعیین مقاومت تعداد سیست شیری در هر گیاه بوده است (Dababat *etal.*, 2014; Smiley *et al.*, 2016; Fateh, 2017). در این تحقیق نیز در شرایط گلخانه از همین طیف بندی استفاده شد، ولی در شرایط مزرعه با توجه به این‌که سیست‌های شیری در خاک ریخته بودند از تعداد تخم و لارو سن دوم در گرم خاک استفاده شد.

با توجه نتایج بدست آمده از روش‌های ریخت‌شناسی و مطالعات مولکولی، نماتد سیستی در استان اصفهان، *H. filipjevi* تشخیص داده شد که با نتایج اسمیلی و یان (۲۰۱۵) مطابقت داشت. در مطالعات قبلی *H. filipjevi* به عنوان تنها گونه نماتد سیستی غلات در استان گزارش شده است (Karimipour Fard *et al.*, 2016; Damadzade and Ansaripour, 2001). بررسی آناتومیکی ریشه در این تحقیق نشان داد که ارقام دارای مقاومت به نماتد سیستی از ضخامت قابل توجه برخوردار نبودند، بنابراین بایستی، ممانعت‌های بیوشیمیایی را در نظر داشت. چرا که وجود مقاومت در گیاه به دو صورت ممکن است ظاهر شود، یکی به صورت فیزیکی مثل وجود لایه‌ی موم با ضخامت قابل توجه، پارانشیم ریشه با ضخامت بالا و یا پرز از نظر تعداد، اندازه و سایر موارد، دوم این‌که به صورت ممانعت‌های بیوشیمیایی مثل فیتوالکسین‌ها شامل ریشیتین، مدیکاگین، پیساتین، زیالکسین، کالاکسین که شامل پروتین‌های حلال در اسید بوده که در ۱۷ خانواده‌ی گیاهی گزارش شده است (Ahuja *et al.*, 2011). البته، در رابطه با این موضوع در خصوص گندم در منابع بررسی شده، گزارشی مشاهده نشده است. ولی در سایر گیاهان، مثل برنج در خصوص ضخامت اپیدرم توسط (Dan Deng *et al.*, 2010)، پیاز (Niks and Rubiales, 2002) تعداد لایه پارانشیم (Dehdari *et al.*, 2007) و هم‌چنین، آندودرم (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۲) می‌توان اشاره نمود.

باتوجه به اینکه انتقال ژن یا ژن‌های مقاوم در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گندم باعث افزایش وسعت ژنتیکی و مقاومت به این نماتد می‌گردد، لذا به نظر می‌رسد ارزیابی اولیه به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های جدید اصلاحی

الزامی است که از لحاظ مقاومت به نماتد و صفات زراعی دارای برتری باشند (Marshall *et al.*, 2016).

منابع مقاومت به این نماتد در سراسر جهان از طریق تلاقی گندم با خویشاوندان وحشی آن به گندم نان منتقل می‌شود. مقاومت به نماتد سیستی اولین بار در جو گزارش شد و چهار دهه بعد در گندم نان شناسایی شد (Nielsen, 1966). گزارش شده که ۹ ژن مقاومت برای کنترل نماتد سیستی غلات در گندم نان منتقل شده اند که با عنوان ژن‌های Cre معرفی می‌شوند. هر کدام از این ژن‌ها در برابر یکی از پاتوتیپ‌های نماتد مقاومت ایجاد می‌کنند (Ogbonnaya *et al.*, 2009). در سال ۲۰۰۹ مجموعه ژنی در لوکوس Cre3 مورد بررسی قرار گرفت که در بازوی بلند کروموزم D2 گندم نقشه برداری شدند و بعنوان مقاومت به نماتد جدا شدند. بنابراین، Cre1، Cre3 و دیگر ژن‌های مقاومت Cre در حال حاضر در برنامه انتخاب به کمک نشانگر (MAS) برای شناسایی گندم مقاوم در برابر نماتد سیستی استفاده می‌شود (Evans *et al.*, 2009).

در حال حاضر استفاده از ارقام مقاوم و متحمل گندم نسبت به نماتد مهم‌ترین روش مقابله با نماتد سیستی در دنیا می‌باشد که در بسیاری از کشورهای اروپایی مانند انگلستان، دانمارک، فرانسه، سوئد و استرالیا در سطح وسیع به کار می‌رود (Nicol and Rivoal, 2010). بنابراین، شناسایی و تشخیص ژن مقاوم در ارقام مورد مطالعه، راه را برای تولید گیاهان تراریخته فراهم می‌سازد که می‌توان آن‌ها را به ارقام تجاری ولی حساس انتقال نمود و ژنوتیپ‌های مناسب کشور را فراهم ساخت.

نهایتاً آن‌چه در این تحقیق می‌توان به آن اشاره کرد دستیابی به ارقامی است که به نماتد سیستی مقاومت نشان دادند که در این‌جا رقم زاگرس بعنوان رقم مقاوم شناسایی شد. از این ارقام مقاوم در برنامه مدیریت نماتد سیستی غلات و ردیابی و انتقال ژن‌های مقاومت به ارقام زراعی مطلوب می‌توان استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی اصفهان به خاطر همکاری در این تحقیق تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

مطیعیان لیلا، نصر اصفهانی مهدی، اولیاء مجید. ۱۳۹۵. ارزیابی مقاومت ژنوتیپ های مختلف چغندرقند نسبت به نماتد سیست چغندرقند. مجله چغندرقند، ۳۲ (۲): ۹۹- ۱۱۳.

سید مظفری فریده‌دخت.۱۳۸۶. آزمایشگاه ریخت شناسی و تشریح گیاهی. مرکز نشر دانشگاه پیام نور. ۲۹۸ صفحه.

ربیعی م، جلیلی ع، قمری زارع ع. ۱۳۸۲. مطالعه سطح پلوئیدی پنج گونه درمنه (Artemisia) در شمال ایران. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران ۴ : ۴۲۹-۴۴۱.

Abbassi N, Nasr Esfahani M, Mossavi MR. 2015. Genetical diversity for resistant in promising wheat lines to *Heteroder filipjevi*. 11th International Nematologists Symposium RSN. Cheboksary, 6-10 pp.

Abdollahi M. 2008. Morphology and Morphometrics of *Heteroder filipjevi* from Kohgiluyeh and Boyer- Ahmad province, Iran. Pakistan Journal of Biological Science 11(14): 1864-1867.

Ahmadi AR, Tanha Maafi Z. 2014. Incidence of cereal cyst nematodes (*Heterodera avenae* type B and *H. filipjevi*) in southwestern Iran. Journal of Crop Protection 3(1): 75-88.

Ahmadi, AR., TanhaMaafi Z, Abeyat T. 2013. Reaction of some wheat, barley and triticale cultivars to cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi* under field conditions in Khuzestan province. Plant Protection Journal (Islamic Azad University, Shiraz Branch) 6(2): 123-132.

Ahuja I, Kissen R, Bones AM. 2011 .Phytoalexins in defense against pathogens.Trends in Plant Science 17(2): 73-90.

Amini M. 2015. The importance of wheat, bread and pasta in nutrition. Iran. 158 p.

Boopathi T, Karuppuchamy P, Singh SB, Kalyanasundaram M , Mohankumar S., Ravi M. 2015. Microbial control of the invasive spiraling whitefly on cassava with entomopathogenic fungi. Brazilian Journal of Microbiology 46 (4): 1077-1085.

Braun HS, Burak M, Yahyaoui A. 2009. Foreword, pp. III-IV. In: I. T. Riley, J. M. Nicol, A. A. Dababat. (Eds). Cereal Cyst Nematodes: Status, Research And Outlook. Cimmyt: Ankara, Turkey.

Dababat A, Hugo-Ferney GB, Erginbas-Orakci G, Dreisigacker S, Imren M, Toktay H, Elekcioglu H, Mekete T, Nicol J, Ansari O, Ogbonnaya F. 2016. Association analysis of resistance to cereal cyst nematodes (*Heterodera avenae*) and root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*) in CIMMYT advanced spring wheat lines for semi-arid conditions. Breeding Science 66: 692-702.

Dababat A, Imren M, Erginbas-Orakci G, Ashrafi S, Yavuzaslanoglu E, Toktay H, Pariyar S, Elekcioglu H, Morgounov A, Mekete T. 2014. The importance and management strategies of cereal cyst nematodes, Heterodera spp., in Turkey. Euphytica 202:173–188.

Damadzadeh M, Ansaripour B. 2001. Identification and distribution of *Heterodera filipjevi* in the Esfahan province of Iran. Russian Journal of Nematology 9: 57-58.

Dan-Deng AB, Sheng-Chun Wu B, Fu-Yong-Wu B, Hong Deng AC, Ming-Hung Wong B. 2010. Effects of root anatomy and Fe plaque on arsenic uptake by rice seedlings grown in solution culture . Environmental Pollution 158 (8):2589-95.

Dehdari A, Rezaei A, Mobli A, Arzani A. 2007. Cytological variability's of Iranian domestic onion genotypes. Horticulture Science Congress. Shiraz University 34-35.

Evans SL, Odile M, Rudi A. 2009. Map-based cloning of a gene sequence encoding a nucleotide-binding domain and a leucine-rich region at the Cre3 nematode resistance locus of wheat, Genome, 40: 659-665.

Fenwick DW. 1940. Methods for recovery and counting of *H. schachtii* from soil. Journal of Helminthology 18: 155-177.

Fateh T. 2017. Cereal cyst nematodes : molecular identification and quantification, and screening for resistance in wheat. Biology and Life Sciences. 230 p.

Hajihassani A, Tanha Maafi Z, Nicol JM, Rezaee S. 2010. Effect of the cereal cyst nematode,*Heterodera filipjevi*, on wheat in microplot trials. Nematology 12(3): 357-363.

Handoo ZA. 2002. A key and compendium to species of the *Heterodera avenae* group (Nematoda: Heteroderidae). Journal of Nematology 34: 250-262.

Hu C, Qi YC. 2010. Abundance and diversity of soil nematodes as influenced by different types of organic manure. Helminthologia 47:58–66.

Jaabari AM, Abded AA, Dababat A, Al-Banna L. 2015. Response of barley, oat and wheat to the mediterranean cereal cyst nematode *Heterodera latipons*. Nematodes of Small Grain Cereals. Current status and research. (AA Dababat, H Muminjanov and RW Smiley) 185-192 pp.

Jiang-Kuan C, Wen-Kun H, Huan P, Yan L, Ling-An K, Hui-Xia L, Shu-Jie L, Yan W, De-Liang P. 2015. Efficacy Evaluation of Seed-Coating Compounds Against Cereal Cyst Nematodes and Root Lesion Nematodes on Wheat. Plant Disease 101(3): 428-433.

Karimipour Fard H, Pourjam E, Tanha Maafi Z, Safaie N. 2016. Distribution of cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi* , in wheat fields of Isfahan province based on interpolation and relationship of climatic factors with its population densities. Iranian Journal of Plant Pathology 52(3): 399-413.

Karimipour Fard H, Pourjam E, Tanha Maafi Z. 2015. Assessment of grain yield reduction caused by *Heterodera filipjevi* in wheat cultivars under normal irrigation and drought stress in natural field conditions. In 'Nematodes of Small Grain Cereals: current status and research.' (AA Dababat, H Muminjanov and RW Smiley) 115-120 pp.

Khaled AM, Abdullah AA, Mohamed IM, Solaiman A, Ahmed AM, Ahmed LM, Suloiman MR, Ahmad SH. 2015. Selection of spring bread wheat genotypes for resistance to cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* Woll.) based on field performance and molecular markers.Plant Omics Journal 8(5): 392-397.

Madzidov AR. 1981. New species *Bidera filipjevi* sp. nov. (Heteroderina:Tylenchida) from Tadzhikistan. Izuestiya Akad. Nauk Tadzhikskoi SSR, Biolog. Nauki, 83: 40-44.

Maqbool MA. 1988. Present status of research on plant parasitic nematodes in Pakistan. In Saxena MC, Sikora RA & Srivastava, J.P.(eds.). Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions. Aleppo, Syria, ICARDA, 173-180 pp.

Mokrem Hesar A, Moghadam EM, Tanha Maafi Z, Karimi J. 2012. Comparative morphological and molecular study of Iranian populations of Heterodera filipjevi (Madzhidov, 1981) Stelter, 1984 and other members of 'H. avenae group'. Journal Nematode Morphology and Systematic, 15 (1): 1-11.

Nicol JM, Rivoal R. 2010. An update: Current global status of cereal cyst nematode (Heterodera spp.) research on wheat- opportunities and future needs. Cereal cyst nematode biology and management workshop, Austria (A day post workshop congress from the 30 th international European society of nematologist meeting), 223 pp.

Nielsen CH. 1966. Studies on the inheritance of resistance to cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in wheat. Nematologica 12: 575-578.

Niks SRE, Rubiales D. 2002. Potentially durable resistance mechanisms in plant to specialized fungal pathogens. Euphytica 124 (2): 201-216.

Ogbonnaya FC, Eastwood RF, Lagudah E. 2009. Identification and utilisation of genes for cereal cyst nematode resistance (*Heterodera avenae*) resistance in wheat: the Australian experience. Cereal cyst nematodes: status, research and outlook. 166-171 pp.

Peng D, Peng H, Huang W. 2015. Occurrence, Distribution and integreated management of the Cereal cyst nematodes (*Heterodera avenae*&*H. filipjevi*) in China. Nematodes of small grain cereals current status and reseach. 17-24 pp.

SAS Institute. 2004. The SAS system for Windows. Release 8.2. SAS Inst., Cary, NC.

Smiley RW, Nicol JM. 2009. Nematodes which challenge global wheat production. In: Carver BF, ditor. Wheat Science and Trade. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 171–187 pp.

Smiley RW, Marshall JM. 2016. Detection of dual Heterodera avenae resistance plus tolerance traits in spring wheat. Plant Disease 100:1-23.

Smiley RW, Yan GP. 2015. Discovery of *Heterodera filipjevi* in Washington and comparative virulence with *H. avenae* on wheat. Plant Disease 99: 376-386.

Smiley RW, Marshall JM. 2016. Resistance and tolerance of spring barley to Heterodera avenae. Plant Disease 100: 396–407.

Tanha Maafi Z, Sturhan D, Kheiri A, Geraert E. 2007. Species of the *Heterodera avanae* group (Nematoda: Heteroderidae) from Iran. Russian Journal of Nematology 15: 49-58.

Tanha Maafi Z, Subbotin SA, Moens M. 2003. Molecular identification of cyst forming nematodes (Heteroderidae) from Iran and a phylogeny based on ITS-rDNA sequences. Nematology 5: 99– 111.

Toktay H, Yavuzaslanoğlu E, İmren M, Nicol JM, Elekcioğlu IH, Dababat AA. 2012. Screening for resistance to *Heterodera filipjevi* (Madzhidov) Stelter (Tylenchina: Heteroderidae) and Pratylenchus thornei (Sher & Allen) (Tylenchida: Pratylenchidae) sister lines of spring wheat. Turkish Journal Entomology 36: 455–461.

Evaluation of resistance and root micro-morphological components in bread wheat rainfed cultivars to cereal cyst nematode (*Heterodera filipjevi*)

M. Moatamedi[1], E. Bazgir[*2], M. Nasr Esfahani[3], M. Darvishnia[2]

1- Ph.D. student, Department of Plant Pathology, Lorestan University, Lorestan, Iran

2-Department of Plant Pathology, Lorestan University, Lorestan, Iran

3-Plant Protection Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran

Abstract

Cereal Cyst nematode is one of the most important damaging nematodes of wheat and barley in the world. Cereal cyst nematode *Heterodera filipjevi* has wider distribution in cereal fields in the country. In this study, the effect of mentioned nematode was evaluated on 13 wheat rainfed cultivars and root micro-morphological in greenhouse and field condition. *H. filipjevi* were identified based on morphometric and molecular characters. The number of cysts, second stage juveniles (J2) and eggs, reproductive factors and anatomical aspects of the root were analyzed. The results indicated that at greenhouse conditions, the lowest milky cyst was related to Zagros cultivar with 1.75 number and the lowest number of cereal cyst nematode eggs and larvae and reproductive factors were related to the Kohdasht cultivar with 1.32 and 0.26 number per gram of soil. Obtained results classified cultivars in two ranges of resistant and sensitive to cyst nematode. In the field, the lowest number of cyst was related to Zagros with 185.33 per 200 g of soil. The lowest number of CCN eggs and larvae and reproductive factors were related to Kohdasht with 3.76 and 0.68 per g of soil. Root components studies, the highest thickness of cuticle, periderm and parenchyma was observed for the Rasad, Karim and Rasad cultivars with an average of 12, 33 and 41.33 micrometers and the lowest was recorded for Karim, Rizhav and Aftab with an average of 6.67, 19.33 and 23 µm, respectively. Cluster analysis was also divided the studied cultivars in two different categories, which this results had a remarkable similarities with Duncan's test results.

Keywords: Root anatomy, Cultivars, Wheat, Resistant, Cereal Cyst Nematodes, *Heterodera filipjevi*

[*] *Corresponding author: bazgire14@gmail.com* *Received: 2017/07/10 Accepted: 2018/01/01*