دانش بیماری‌شناسی گیاهی
سال۱۴ ، جلد۲ ، بهار و تابستان ۱۴۰۴
Plant Pathology Science
Vol.14 (2),2025
(oISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Website: https://yujs.yu.ac.ir/pps/

Research Article

Occurrence of cereal cyst nematode in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province, Iran

Hadi Karimipourfard[1]✉, Zahra Majd Taheri[2] , Zahra Tanha Maafi[2]
1. Department of Plant Protection Researches, Kohgylouyeh and Boyerahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization AREEO, Yasouj, IRAN
2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, IRAN

Abstract: Cereal cyst nematode is acknowledged globally as a biotic constraint for wheat production in the world. A total of 150 composite soil and root samples were randomly taken from wheat fields of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province during 2016-2020, along with recording the geographical coordinates of the sampled locations. Species was identified based on morphological and morphometric features and molecular characters. Among 75 soil samples, from rain-fed and irrigated wheat fields of the province, 42 soil samples (56%) contained *Heterodera filipjevi*. The percentage of infested of rain-fed and irrigated wheat fields in the province was estimated to be 55 and 57.6 respectively, with 2.6 eggs and J2s/g of soil. The average population of eggs and second-stage juveniles (J2s) in cysts extracted from infested soils collected from wheat fields in the province was estimated as. The minimum population density of *H. filipjevi* (0.5 eggs and J2s/g of soil) was found in wheat fields of villages Tol Khosrow in Boyer-Ahmad county. The rain-fed wheat field (Dehdasht cultivar) of Lirab village in Basht county with 13.7 eggs and J2s/g of soil, has the highest mean population density of *H. filipjevi*. The average population of eggs and J2s in both rain-fed and irrigated wheat fields infested with the *H. filipjevi* in all counties of the province were estimated to be 2.6 and 2.51/g soil, respectively. In total rain-fed and irrigated wheat fields, the highest and lowest mean populations of eggs and J2s of *H. filipjevi* were 4.9 and 1.18, respectively, in Basht and Gachsaran counties.
Key words: Distribution, *Heterodera*, Population density, Wheat

مقاله پژوهشی

وقوع نماتد سیستی غلات در استان کهگیلویه و بویراحمد ایران

هادی کریمی‌پورفرد[۱]✉، زهرا مجد طاهری[۲]، زهرا تنهامعافی[۲]
۱. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران ۲. موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده: نماتد سیستی غلات یکی از عوامل تهدید کننده تولید گندم در جهان مخصوصاً در شرایط دیم است. یک‌صد و پنجاه نمونه خاک و ریشه بطور تصادفی طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۹، ازمزرعه های گندم استان کهگیلویه و بویراحمد، همراه با ثبت مختصات جغرافیایی محل نمونه برداری، جمع آوری گردید. شناسایی گونه نماتدهای سیستی بر اساس مشخصات ریخت شناسی، ریخت سنجی و مولکولی انجام پذیرفت. از مجموع نمونه‌های خاک جمع آوری شده

✉ Corresponding author: h.karimipourfard@areeo.ac.ir; Received: 2025.07.09; Revised: 2025.10.18; Accepted: 2025.11.07

✉ دریافت:۱۴۰۴/۰۴/۱۸ ، بازنگری:۱۴۰۴/۰۷/۲۶ ، پذیرش:۱۴۰۴/۰۸/۱۶

از مزرعه های گندم دیم و آبی استان ،۴۲ نمونه خاک (۵۶ درصد) حاوی سیست نماتد سیستی غلات *Heterodera filipjevi* بودند. درصد آلودگی مزرعه های گندم دیم و آبی استان به ترتیب ۵۵ و ۵۷/۶ با میانگین۲/۶ تخم و لارو سن دوم در گرم خاک برآورد گردید. حداقل جمعیت شمارش شده به میزان ۰/۵ تخم و لارو سن دوم *H. filipjevi* در گرم خاک مربوط به روستاهای تل‌خسرو شهرستان بویر احمد بود. حداکثر جمعیت شمارش شده به میزان ۱۳/۷ تخم و لارو سن دوم *H. filipjevi* در گرم خاک مربوط به یکی از نمونه‌های خاک جمع آوری شده از رقم دیم دهدشت و از روستای لیراب شهرستان باشت بود. هم‌چنین میانگین جمعیت تخم و لارو سن دوم به تفکیک مزرعه های گندم دیم و آبی آلوده به گونه مذکور در کل شهرستان‌های استان به ترتیب ۲/۶ و ۲/۵۱ تخم و لارو سن دوم در گرم خاک برآورد شد. در مجموع مزرعه های دیم و آبی گندم به تفکیک شهرستانها، بیشترین وکمترین میانگین جمعیت به ترتیب با ۴/۹ و ۱/۱۸ تخم و لارو سن دوم گونه *H. filipjevi* متعلق به شهرستان های باشت و گچساران بود.

واژگان کلیدی: پراکنش، تراکم جمعیت، گندم، *Heterodera*

مقدمه Introduction

نماتدهای سیستی غلات (cereal cyst nematodes, CCNs)، مخصوصا *Heterodera filipjevi* (Madzhidov,1981)Steller,1984 ، از عوامل تهدیدکننده تولید گندم در بیشتر کشورهای جهان در شرایط کشت‌های دیم و تنش‌های ناشی از خشکی به شمار می‌آیند (Braun et al. 2009). تنها معافی و همکاران (Tanha Maafi et al. 2007) پنج گونه از نماتدهای تشکیل دهنده سیست شامل گونه‌های *Heterodera* sp. ، *H. avenae*، *H. filipjevi*، *H. latipons* و*H. hordecalis* را از ایران گزارش کرده‌اند و از بین آنها *H. filipjevi* و *H. latipons* شایعترین گونه‌ها در مزرعه‌های غلات ایران بوده‌اند. بر اساس مطالعه‌ای که روی نماتدهای سیستی غلات در استان خوزستان صورت پذیرفته،۳۷ درصد مزرعه‌های گندم و ۳۵ درصد مزرعه‌های جو به گونه‌های *H. avenae* و *H. filipjevi* آلوده بوده‌اند (Ahmadi & Tanha Maafi 2009). کاهش عملکرد ناشی از خسارت *H. filipjevi* در مزرعه‌های گندم دیم در ترکیه به ۴۲٪ می‌رسد (Nicol et al. 2006). مطالعه صورت گرفته پیرامون ارزیابی کاهش عملکرد دانه ناشی از گونه *H. filipjevi* تحت شرایط مزرعه در سه رقم گندم متداول استان اصفهان، درصد کاهش عملکرد دانه ارقام بک‌کراس روشن و پیشتاز ۲۴/۸ و در رقم پارسی ۲۰/۴ برآورد گردید (Karimipour Fard et al. 2017a). تحقیقات انجام شده پیرامون پراکنش نماتد سیستی غلات از طریق درون‌یابی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در دو استان همجوار استان کهگیلویه و بویر احمد یعنی استان‌های اصفهان (Karimipour Fard et al, 2016) و چهار محال و بختیاری (Karimipour Fard et al, 2017b) نشان داد، در استان اصفهان ۵۶/۴ از مزرعه های گندم مورد بررسی با میانگین ۶/۰۲ تخم و لارو در گرم خاک و در استان چهار محال و بختیاری ۴۲ درصد مزرعه های گندم مورد بررسی با ۴/۹۷ تخم و لارو در گرم خاک به گونه *H. filipjevi* آلوده بودند.

بر اساس آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی، مجموع سطح زیر کشت گندم آبی و دیم استان کهگیلویه و بویر احمد در سال زراعی ۴۰۲-۱۴۰۱، ۱۶۵۴۶۶ هکتار (شامل ۴۳۶۲۵ هکتار گندم آبی و ۱۲۱۸۴۱هکتارگندم دیم) و مجموع تولید ۳۳۳۶۸۸ تن، با عملکرد ۲۹۶۸ و ۱۶۷۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب درگندم آبی و دیم برآورد و گزارش گردیده است. در مطالعات محدودی که در ارتباط با شناسایی نماتدهای سیستی غلات در بخش سردسیری استان کهگیلویه و بویر احمد انجام شده است، گونه *H. filipjevi* از مزرعه های گندم و جو مناطق سردسیری استان کهگیلویه و بویر احمد نیز گزارش شده است و ۶۵ درصد نمونه‌های جمع آوری شده از مناطق مذکور حاوی سیست‌های

گونه مذکور بودند (Abdollahi 2008). علیرغم کشت غالب گندم دیم و عملکرد بسیار پایین کشت دیم در استان کهگیلویه و بویر احمد تاکنون مطالعه‌ای جامع پیرامون پراکنش و تراکم جمعیت نماتدهای سیستی غلات بخصوص در مزرعه‌های گندم مناطق گرمسیری استان صورت نپذیرفته است. این مطالعه با هدف شناسائی، تعیین غالبیت گونه‌ها، تعیین مناطق انتشار بر اساس سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تعیین تراکم جمعیت گونه‌های نماتدهای سیستی غلات در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام شد تا ضمن روشن شدن وضعیت آلودگی مزرعه‌های گندم آبی و دیم به نماتدهای سیستی غلات در مناطق مختلف سردسیر و گرمسیری استان، نتایج این مطالعه بتواند زمینه ساز پژوهش‌های بعدی در ارتباط با میران خسارت و مدیریت آنها جهت جلوگیری از کاهش محصول گردد.

مواد و روش‌ها Materials and Methods

نمونه‌برداری: ازاوایل فروردین ماه هر سال تا پایان برداشت گندم طی سالهای ۱۳۹۹-۱۳۹۷، ضمن بازدید از مزرعه های گندم مناطق مختلف استان کهگیلویه و بویر احمد، به طور تصادفی نمونه‌هائی از خاک و ریشه از عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک از زمان پر شدن دانه‌ها تا زمان برداشت جمع‌آوری شد. جهت نمونه برداری از مزرعه های گندم، ابتدا مزرعه های مذکور در نقاط مختلف استان کهگیلویه و بویر احمد بر حسب اقلیم‌های مشابه سردسیری و گرمسیری تقسیم و از هر منطقه با توجه به سطح زیر کشت و وسعت مزرعه های مذکور تعدادی مزرعه های انتخاب و مجموعا" ۱۵۰ نمونه کلی از خاک (به وزن حدود ۲ کیلوگرم) و ریشه جمع آوری گردید. در هنگام نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه GPS مختصات اقلیمی محل نمونه برداری از قبیل طول جغرافیائی، عرض جغرافیائی و ارتفاع از سطح دریا یادداشت گردید. لازم به ذکر است یک نمونه کلی خاک متشکل از ده نمونه جزئی بود. همزمان با نمونه‌برداری از خاک ۱۰ریشه گیاه گندم نیز از هر مزرعه برداشت و ۱۰ گرم از این ریشه‌ها بطور تصادفی انتخاب و وجود ماده‌های بالغ با استفاده از استریومیکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند.

استخراج نماتدهای سیستی: مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه خاک با استفاده hcقیف فنویک برای جدا کردن نماتدهای سیستی از خاک، مورد استخراج قرار گرفت از روش(Fenwick 1940).

شناسایی گونه نماتدهای سیستی بر اساس مشخصات ریخت شناسی و ریخت سنجی: سوسپانسیون حاصل از استخراج با استفاده از استرئومیکروسکوپ بررسی و در صورت وجود سیست، از ذرات خاک و بقایای گاهی جدا شدند. پس از ایجاد برش‌هایی از انتهای سیست‌ها (Vulval Cone) و هم‌چنین تثبیت لاروهای درون سیست‌ها با انتقال به گلیسرین خالص (De Grisse 1969)، و تهیه اسلاید از برش‌های انتهایی سیست‌ها و لاروهای سن دوم، شناسایی بر اساس مشخصات ریخت شناسی و ریخت سنجی براساس منابع و کلیدهای معتبر سیست‌ها و لاروهای سن دوم (Wouts & Baldwin 1998) انجام شد.

شناسایی نماتدها با استفاده از روش‌های مولکولی: جهت تایید شناسایی مرفولوژی و مرفومتری سیست‌ها و لاروهای سن دوم (Wouts & Baldwin1998, Subbotin et al. 2000) و با توجه به تشابهات ریخت شناسی نماتدهای سیستی غلات، تعدادی از نمونه‌های شناسایی شده از نظر مولکولی نیز بررسی شدند. DNA نماتدهای مورد مطالعه با استفاده از روش تنها معافی و همکاران (Tanha Maafi et al. 2003) استخراج گردید. به منظور تکثیر

ناحیه ITS-rDNA توسط واکنش زنجیره‌ای پلیمراز آغازگرهای طراحی شده توسط جویس و همکاران (Joyce et al. 1994) مورد استفاده قرار گرفت. این آغازگرها توالی‌های ITS1، ITS2 و 5.8S را تکثیر می‌کنند.

F (TW81): (5'-GTTTCCGTAGGTGAACCTGC-3')
R (AB28): (5'-ATATGCTTAAGTTCAGCGGGT-3')

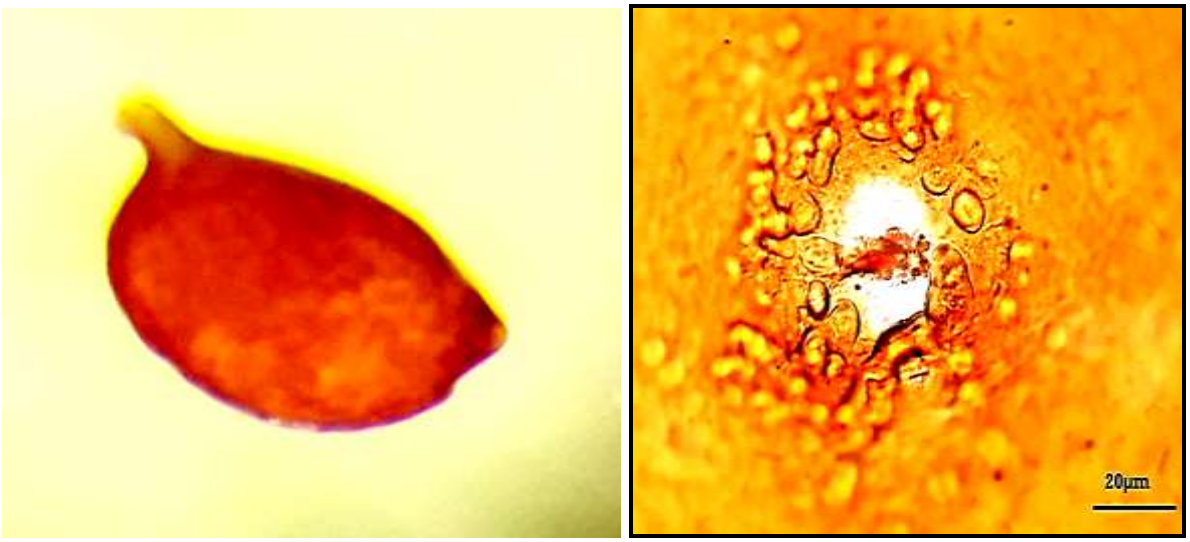
هم‌چنین به منظور تشخیص گونه *H. filipjevi* از پرایمرهای اختصاصی این گونه شامل FILI-COIF و FILI-COIR استفاده گردید (Toumi et al. 2013). آغازگرهای ذکر شده با توالی زیر مورد استفاده قرار گرفتند:

FILI-COIF: (5'-GTA GGA ATA GAT TTA GAT AGT C-3')
FILI-COIR: (5'-TGA GCA ACA ACA TAA TAA G-3')

تعیین جمعیت نماتد و درصد آلودگی نمونه‌ها: پس از استخراج سیست‌های جنس *Heterodera* از خاک، جمعیت تخم و لارو سن دوم کل سیست‌های نماتد سیستی موجود در ۱۰۰ گرم خاک مشخص شد. برای این منظور ابتدا تعداد سیست‌های پر و نیمه پر شمارش و سپس با خرد کردن سیست ها توسط سیست خرد کن، جمعیت تخم و لارو سن دوم موجود در آنها، توسط اسلاید و لام شمارش تعیین گردید. سپس با احتساب نمونه‌های آلوده و نمونه‌های سالم، درصد آلودگی نمونه‌های جمع‌آوری شده از کل استان و همچنین میانگین جمعیت گونه شناسایی شده در کل نمونه‌های دارای آلودگی استان و هم‌چنین به تفکیک هر شهرستان، تعیین شد. جهت محاسبه میانگین جمعیت نماتد سیستی غلات در هر کدام از شهرستان‌های استان کهگیلویه و بویر احمد ، ابتدا کلیه مناطق نمونه برداری شده در ۸ شهرستان مربوطه شامل شهرستان‌های بویراحمد، گچساران، باشت، دنا، چرام، کهگیلویه، لنده و بهمئی گروه بندی شدند. در مواردی که کلیه نمونه‌های مربوط به هر شهرستان فاقد جمعیت از نماتدهای مذکور بودند، میانگین جمعیت صفر در نظر گرفته شد و در غیر این صورت جهت محاسبه میانگین جمعیت در هر شهرستان، فقط جمعیت نمونه‌های واجد آلودگی ازآن گونه در هر شهرستان، مبنای محاسبه قرار گرفت. پراکنش نقاط نمونه برداری شده از مزرعه های گندم و مناطق آلوده به نماتد سیستی غلات *H. filipjevi* در مزرعه های گندم با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و بر مبنای مختصات جغرافیایی ثبت شده توسط دستگاه GPS، در شهرستانها و نقاط مختلف استان کهگیلویه و بویر احمد در نقشه‌های جداگانه مشخص گردید. میانگین تراکم جمعیت نماتدهای سیستی غلات برای شهرستان‌های استان بر مبنای الگوی ارائه شده توسط احمدی و تنها معافی محاسبه، رتبه بندی، ارزشیابی و مورد مقایسه قرار گرفتند(Ahmadi & Tanha Maafi 2014). بر این اساس بدون آلودگی برای جمعیت صفر، آلودگی کم برای میانگین جمعیت کمتر از ۴۰۰، آلودگی متوسط برای جمعیت ۱۰۰۰-۴۰۱، آلودگی زیاد ۲۰۰۰-۱۰۰۱ و برای آلودگی خیلی زیاد جمعیت تخم و لارو بیش از ۲۰۰۱ در ۲۰۰ سانتی متر مکعب خاک، در نظر گرفته شد.

یافته‌ها Results

بررسی‌های مورفولوژیکی و مورفومتریکی لاروهای سن دوم و مخروط انتهایی سیست‌ها بر اساس کلیدهای شناسایی مالوی و گلدن (Mulvey & Golden 1983) و کلید وتز و همکاران (Wouts et al. 1995)، نشان دادند که گونه کلیه نماتدهای سیستی استخراج شده از مزرعه‌های گندم استان کهگیلویه و بویر احمد *Heterodera filipjevi* است. سیست‌های جمع‌آوری شده از نقاط مختلف استان به رنگ قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره، کروی تا لیمویی شکل با مخروط انتهایی کوچک بودند. مطالعه میکروسکوپی مخروط انتهایی بدن (vulval cone)، دریچه‌های خروجی لارو بصورت نیم دایره و جفت (Bifenestrate)، باندهای ماهیچه‌ای نگهدارنده واژن (Underbridge) به موازات پل فرج (Vulval bridge) با انتهای دندانه‌ای شکل به دیواره‌های سیست اتصال یافته‌اند،



شکل ۱- نماتد ماده بالغ *Heterodera filipjevi* (سمت چپ) و مخروط انتهای سیست، شامل پنجره‌ها، بوله‌ها و ماهیچه‌های نگهدارنده واژن (سمت راست)

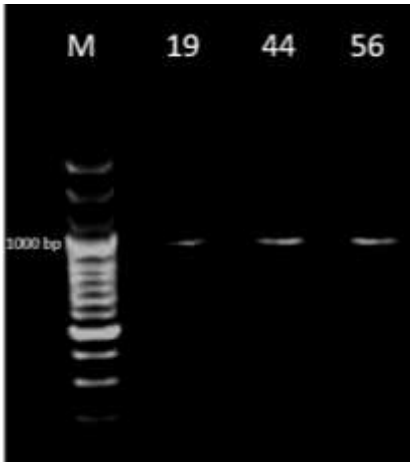
Figure 1- Adult femail of *Heterodera filipjevi* (left) and vulval cone region including the fenestration, bullae and underbridge (right).

شکاف فرج کوتاه و برجستگی‌های تاول مانند (Bullae) به تعداد زیاد در مخروط انتهایی سیست پراکنده شده بودند (شکل ۱). کلیه مشخصات ریخت شناسی مذکور و هم‌چنین مشخصات ریخت سنجی با مشخصات ارائه شده برای گونه *H. filipjevi* (Handoo 2002, Tanha Maafi et al. 2007) مطابقت داشت. لارو سن دوم در این گونه به مانند همه لاروهای جنس *Heterodera* کرمی شکل در دو انتها باریک با خمیدگی شکمی است. شبکه کوتیکولی سر گرد و قوی، استایلت قوی دارای گره‌های بزرگ متمایل به طرف جلو بدن است. حباب میانی مری مشخص و گرد تا بیضوی و حباب انتهایی مری از سمت شکمی روی روده را می‌پوشاند. دم مخروطی نسبتا کوتاه و دارای انتهای گرد و ناحیه شفاف انتهای دم بیشتر از نصف طول دم است (شکل۲).

شکل ۲- لارو سن دوم (سمت چپ) و سیست (سمت راست) نماتد سیستی غلات (*Heterodera filipjevi*).

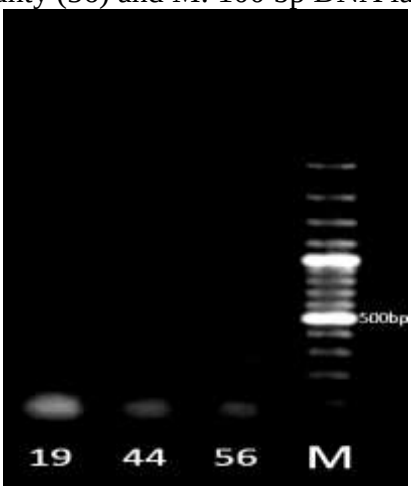
Figure 2- Second stage juveniles (left) and cyst (right) of cereal cyst nematode (*Heterodera filipjevi*).

تکثیر نواحی ITS-rDNA گونه *H. filipjevi* قطعه‌ای به اندازه ۱۰۰۰ جفت باز را تولید کرد (شکل ۳). نتایج مقایسه توالی بدست آمده با توالی‌های موجود در بانک ژن جهانی نشان داد توالی این نواحی از آر.ان.ای ریبوزومی نماتد سیستی غلات *H. filipjevi* ۹۹٪ شباهت با توالی‌های ذخیره شده این نواحی از گونه *H. filipjevi* در بانک ژن جهانی دارد. نتایج استفاده از آغازگر اختصاصی برای تشخیص گونه *H. filipjevi* قطعه‌ای حدود ۲۵۰ جفت باز را تکثیر نمود (شکل ۴)



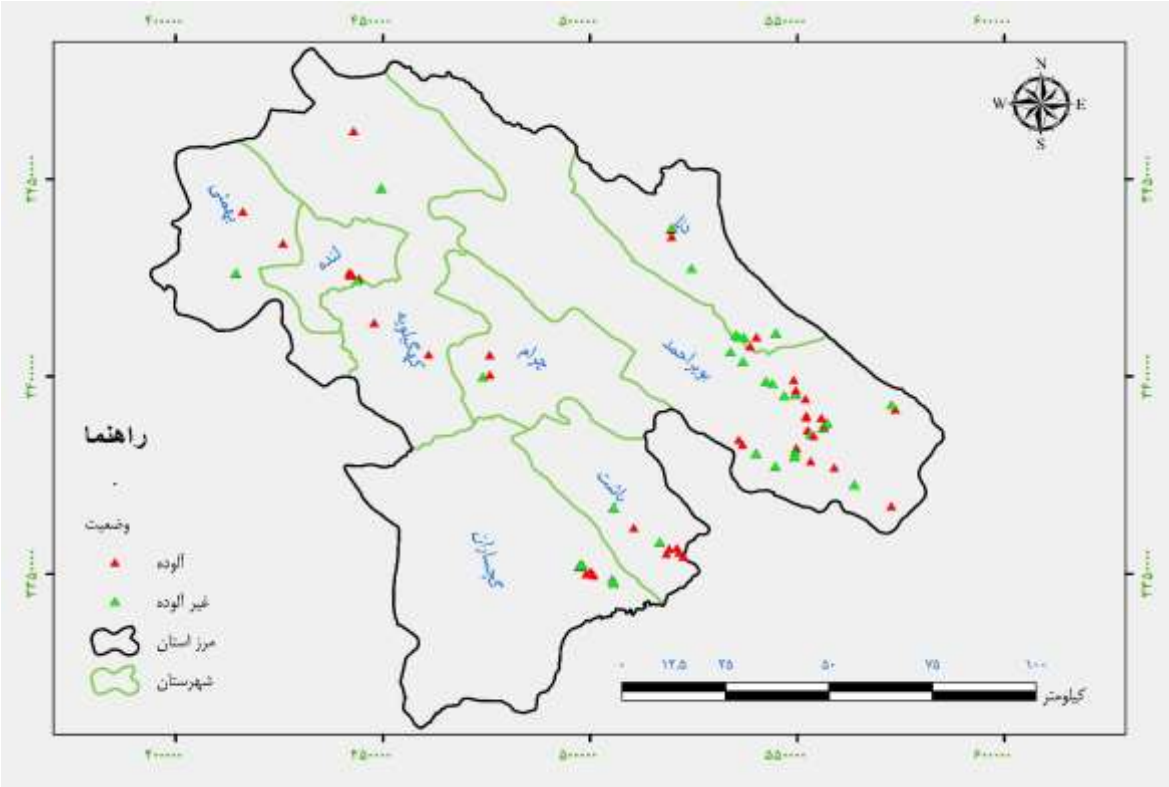
شکل ۳- تکثیر ناحیه ITS-rDNA *Heterodera filipjevi* مربوط به جمعیت های استخراج شده از سه منطقه استان کهگیلویه و بویر احمد: نمونه‌های منطقه چنارستان سفلی شهرستان بویر احمد (۱۹)، منطقه لیراب شهرستان باشت (۴۴)، منطقه آبلش شهرستان لنده (۵۶) و M: نشانگر نردبانی 100bp.

Figure 3- Amplification of ITS-rDNA regions of *Heterodera filipjevi* belonging to the populations extracted from three counties of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province: Samples of the Chenarestan-e- Sofla in Boyer Ahmad County (19), Lirab in Basht County (44) and Ablesh in Lendeh County (56) and M: 100 bp DNA ladder.



شکل ۴- واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR)، با استفاده از آغازگرهای اختصاصی گونه *Heterodera filipjevi* مربوط به جمعیت های استخراج شده از سه منطقه استان کهگیلویه و بویر احمد: نمونه منطقه چنارستان سفلی شهرستان بویر احمد (۱۹)، نمونه منطقه لیراب شهرستان باشت (۴۴)، نمونه منطقه آبلش شهرستان لنده (۵۶) و M: نشانگر نردبانی 100bp.

Figure 4- Polymerase chain reaction (PCR), using *Heterodera filipjevi* specific primers belonging to the populations extracted from three counties of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province: Samples of the Chenarestan-e- Sofla in Boyer Ahmad County (19), Lirab in Basht County (44) and Ablesh in Lendeh County (56) and M: 100 bp DNA ladder.



شکل۵- نقشه پراکنش نمونه‌های آلوده و غیر آلوده خاک به نماتد سیستی غلات *Heterodera filipjevi* جمع آوری شده از مزرعه های گندم استان کهگیلویه و بویر احمد بر اساس سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

Figure 5- Distribution map of infested and uninfested soil samples with cereal cyst nematode *Heterodrea filipjevi* collected from wheat fields in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad provinces based on Geographic Information System (GIS)

از مجموع نمونه‌های خاک جمع آوری شده از مزرعه های گندم استان کهگیلویه و بویر احمد طی سالهای۱۳۹۷-۱۳۹۹(۷۵ نمونه خاک شامل ۴۹ نمونه خاک از مزرعه های گندم دیم و ۲۶ نمونه از مزرعه های گندم آبی)، ۴۲ نمونه خاک (۵۶ درصد) حاوی سیست نماتد سیستی غلات *H. filipjevi* بودند (شکل ۵). درصد آلودگی مزرعه های گندم دیم و آبی استان به ترتیب ۵۵ و ۵۷/۶ برآورد گردید.

میانگین جمعیت تخم و لارو موجود در سیست های خاک های آلوده جمع آوری شده از مزرعه های گندم استان، ۲/۶ تخم و لارو سن دوم در هرگرم خاک برآورد گردید (جدول۲). حداقل جمعیت شمارش شده به میزان ۰/۵ تخم و لارو سن دوم *H. filipjevi* در گرم خاک مربوط به روستاهای تل خسرو شهرستان بویر احمد، روستای بید زرد شهرستان گچساران، روستای لیراب شهرستان باشت و بیژگن و کریک شهرستان دنا بود. حداکثر جمعیت شمارش شده به میزان ۱۳/۷ تخم و لارو سن دوم *H. filipjevi* در گرم خاک مربوط به یکی از نمونه‌های خاک جمع آوری شده از رقم دیم دهدشت و از روستای لیراب شهرستان باشت بود. هم‌چنین نمونه خاک جمع‌آوری شده از رقم دیم آذر ۲ از روستای چنارستان سفلی شهرستان بویر احمد با جمعیت ۱۲/۹ تخم و لارو سن دوم *H. filipjevi* در گرم خاک، بعد از نمونه جمع‌آوری شده از لیراب شهرستان باشت، بیشترین آلودگی به *H. filipjevi* را داشت. میانگین جمعیت در کلیه نمونه-های خاک جمع آوری شده از مزرعه های گندم دیم ۲/۶ و میانگین جمعیت در کلیه نمونه‌های خاک جمع آوری شده از مزرعه های گندم آبی استان کهگیلویه و بویر احمد، ۲/۵۱ تخم و لارو سن دوم *H. filipjevi* در هرگرم خاک برآورد گردید (جدول۱).

جدول ۱- تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده، نمونه‌های آلوده و میانگین و دامنه جمعیت تخم و لاروهای سن دوم *Heterodera filipjevi* موجود درسیست‌های یک گرم خاک مزرعه های گندم دیم و آبی به تفکیک شهرستان‌های استان کهگیلویه و بویر احمد.

Table 1- Number of collected samples, infested samples, and mean and range of the population of eggs and second-stage juveniles of *Heterodera filipjevi* found in cysts of one-gram soil samples from rainfed and irrigated wheat fields, separated by the counties of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province.

county	No. of total soil samples		No. of infested soil samples		Mean and range of eggs and J2/g soil		Mean and range of eggs and J2/g soil (sum of irrigated and rainfed soil samples)
	Irrigated	Rainfed	Irrigated	Rainfed	Irrigated	Rainfed	
Boyer-Ahmad	6	29	1	15	2 (2)	2.7±2.97 (0.5-12.9)	2.35±2.8 (0.5-12.9)
Gachsaran	2	5	2	1	1.85±0.35 (1.6-2.1)	0.5 (0.5)	1.18±0.81 (0.5-2.1)
Basht	4	6	1	5	4.2 (4.2)	5.57±5.2 (0.5-13.7)	4.9±4.69 (0.5-13.7)
Dena	3	4	2	3	2.1±0.42 (1.8-2.4)	1.3±0.63 (0.5-1.6)	1.7±0.83 (0.5-2.4)
Cheram	1	2	0	2	0	2.75±0.21 (2.6-2.9)	2.75±0.21 (2.6-2.9)
Kohgiluyeh	4	0	3	0	2.77±0.57 (2.1-3.1)	0	2.77±0.57 (2.1-3.1)
Lendeh	5	1	5	0	2.8±2.26 (0.6-6.58)	0	2.8±2.26 (0.6-6.58)
Bahmaei	1	2	1	1	1.8 (1.8)	2.6 (2.6)	2.2±0.56 (1.8-2.6)
Total	26	49	15	27	2.51±1.38 (0.6-6.58)	2.6±3.32 (0.5-13.7)	2.6±2.77 (0.5-13.7)

بر اساس رتبه بندی، ارزشیابی و مقایسه میانگین تراکم جمعیت گونه *H. filipjevi* به تفکیک شهرستان‌هـای استان بر مبنـای الگوی ارائه شده توسط احمدی و تنها معافی (Ahmadi & Tanha Maafi 2014) مزرعه های گندم دیم شهرستان باشت در گروه با آلودگی زیاد و مزرعه های گندم دیم و آبی سایر شهرستان‌ها، در گروه‌های با آلودگی متوسط،کم و بدون آلودگی قرار گرفتند (جدول۲).

جدول۲- رتبه بندی و مقایسه میانگین تراکم جمعیت *Heterodera filipjevi* به تفکیک شهرستان‌های استان کهگیلویه و بویر احمد بر مبنای الگوی ارائه شده توسط احمدی و تنها معافی (Ahmadi & Tanha Maafi, 2014)

Table2- Ranking and comparing the mean of population density of *Heterodera filipjevi* separated by the counties of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province based on the model presented by Ahmadi and Tanha Maafi (2014)

county	Mean of eggs and J2/200g soil	Ranking the mean of population densities	Mean of eggs and J2/200g soil	Ranking the mean of population densities
	Irrigated		Rainfed	
Boyer-Ahmad	400	Low	540	Medium
Gachsaran	370	Low	100	Low
Basht	840	Medium	1114	High
Dena	420	Medium	260	Low
Choram	0	0	550	Medium
Kohgiluyeh	554	Medium	0	0
Lendeh	560	Medium	0	0
Bahmaei	360	Low	520	Medium

بحث Discussion

پژوهش قبلی از مزرعه های گندم و جو در بخش سردسیری استان کهگیلویه و بویراحمد، نیز تنها گونه *H. filipjevi* گزارش شده است(Abdollahi 2008)، در بررسی مشخصات ریخت‌سنجی لارو سن دوم گونه *Heterodera filipjevi* مربوط به جمعیت‌های مناطق چنارستان سفلی (شهرستان بویر احمد)، لیراب (شهرستان باشت) و آبلش (شهرستان لنده) استان کهگیلویه و بویر احمد با گزارش های قبلی از این گونه در استان مذکور، اکثر مشخصات ریخت‌سنجی جمعیت‌های بررسی شده در این تحقیق با مشخصات ارایه شده توسط عبداالهی (۲۰۰۸) همخوانی داشت. همچنین نتایج استفاده از آغازگر اختصاصی برای تشخیص گونه با نتایج قبلی شناسایی این گونه با استفاده از آغازگر اختصاصی مطابقت داشت (Toumi et al. 2013).

همانطور که اشاره گردید،۵۶ درصدکل نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از مزرعه های گندم استان کهگیلویه و بویراحمد آلوده به نماتد سیستی غلات و گونه *H. filipjevi* بودندکه این نتایج نشان دهنده گسترش نسبتاً وسیع آلودگی به نماتد سیستی غلات در مزرعه های گندم مناطق سردسیری و گرمسیری این استان است. در مطالعه قبلی انجام شده (Abdollahi 2008) در مزرعه های گندم و جو مناطق سردسیری استان کهگیلویه و بویر احمد، گونه *H. filipjevi* از ۶۵ درصد نمونه های جمع آوری شده از مزرعه های مذکوردرشهرستان‌های بویر احمد (یاسوج، کاکان، تنگ سرخ، چیتاب، سپیدار و دشتروم) و دنا (پاتاوه) گزارش شده است که با یافته‌های حاصل از این پژوهش همخوانی دارد.

در محاسبه میانگین جمعیت تخم و لارو سن دوم گونه *H. filipjevi* در مجموع مزرعه های دیم و آبی گندم به تفکیک شهرستان‌ها، بیشترین وکمترین میانگین جمعیت به ترتیب با ۴/۹ و ۱/۱۸ تخم و لارو سن دوم گونه *H. filipjevi* متعلق به شهرستان‌های باشت و گچساران بود (جدول۲). در پژوهشهای صورت گرفته پیرامون کاهش عملکرد دانه ناشی از گونه *H. filipjevi* روی گندم زمستانه رقم سرداری در شرایط میکرو پلات کاهش عملکرد ناشی از این نماتد، برای تراکم های جمعیت ۲۰ و ۲/۵ تخم و لارو سن دوم در گرم خاک، به ترتیب ۵۵ و ۱۳ درصد و ارتباط بین جمعیت اولیه تخم و لارو سن دوم *H. filipjevi* با عملکرد محصول رابطه خطی و معکوس داشت (Hajihasani et al. 2010a, Hajihasani et al. 2010b). هم‌چنین در مطالعات انجام شده پیرامون تخمین خسارت و کاهش عملکرد دانه ناشی از *H. filipjevi* در شرایط مزرعه در سه رقم گندم متداول استان اصفهان، با جمعیت اولیه ۲۰ و ۲۲ لارو سن دوم در گرم خاک طی دو سال متوالی، میانگین درصد کاهش عملکرد دانه ارقام بک‌کراس روشن و پیشتاز ۲۴/۸ و در رقم پارسی ۲۰/۴ گزارش شده است (Karimipour Fard et al. 2017a). بنابراین بر اساس یافته‌های این پژوهش مبنی بر آلودگی ۵۶ درصدی مزرعه های گندم استان با میانگین ۲/۶ تخم و لارو سن دوم در گرم خاک، کاهش عملکرد ناشی از این نماتد در مزرعه های گندم استان کهگیلویه و بویر احمد محتمل است. هم‌چنین با توجه به اینکه گزارش‌های موجود نشان دهنده خسارت بیشتر نماتدهای سیستی غلات و از جمله *H. filipjevi* در شرایط دیم و استرس های ناشی از خشکی و خشکسالی در بیشتر کشورهای تولید کننده گندم است (Braun et al. 2009) و هم‌چنین با در نظر گرفتن این مهم که بیشتر سطح زیر کشت گندم در استان کهگیلویه و بویراحمد بصورت دیم می‌باشد، اهمیت خسارتزایی این نماتد در مزرعه های گندم استان را بیشتر نمایان می‌کند.

نتیجه‌گیری Conclusion

با توجه به آلودگی ۵۶ درصدی مزرعه های گندم استان کهگیلویه و بویراحمد به گونه *H. filipjevi* پراکنش نسبتاً وسیع آلودگی به این نماتد در هر دو اقلیم سردسیری و گرمسیری استان کهگیلویه و بویراحمد مشهود است. همچنین بر اساس میانگین جمعیت نماتد مذکور در مزرعه های گندم استان و مقایسه آن با نتایج مطالعات مرتبط با تعیین کاهش عملکرد و خسارت زایی این نماتد در محصول گندم سایر نقاط ایران، می‌توان یکی از عوامل کاهش عملکرد گندم را به خسارت ناشی از این نماتد نسبت داد. از طرفی با در نظر گرفتن این مهم که بیشتر سطح زیر کشت گندم در استان کهگیلویه و بویر احمد بصورت دیم می‌باشد و با توجه به اینکه افزایش خسارت ناشی از این نماتد در شرایط دیم و تنش‌های ناشی از خشکی و خشکسالی به اثبات رسیده است، اهمیت و خسارت‌زایی این نماتد در مزرعه‌های گندم استان و به ویژه در شرایط دیم و خشکسالی را بیشتر نمایان می‌کند. بنابراین انجام پژوهشهای تکمیلی در خصوص ارزیابی و برآورد میزان خسارت و کاهش عملکرد ناشی از این گونه نماتد سیستی غلات با تاکید بر رقمهای دیم استان پیشنهاد می‌گردد.

منابع References

1. Abdollahi, M. (2008). Morphology and morphometrics of *Heterodera filipjevi* (Madzhidov, 1981) Steller,1984 from Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(14): 1864-1867.
2. Ahmadi, A.R., & Tanha Maafi, Z. (2009). Occurrence and distribution of two species of cereal cyst nematodes *Heterodera avenae* and *Heterodera filipjevi* in Khuzestan province,

Iran. *Proceeding of the first workshop of the International Cereal Cyst Nematode: Status, Research and outlook*, Ankara, Turkey, Pp:79-81.

3. Braun H. S., 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

4. De Grisse, A. (1969). Redescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. *Mededelingen Rijksfaculteit der Landbouwwetenschappen Gent*, 34: 351-369.

5. Fenwick, D. W. (1940). Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of Helminthology*, 18: 155-172.

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

7. Hajihasani, A., Z. Tanha Maafi, Z., J. M. Nicol, J.M. & Seraji, A. (2010b). Relationships between population densities of *Heterodera latipons* and yield losses of winter wheat in microplots. *Australian Plant Pathology*, 39: 530-535.

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

9. 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. [In Persian]

10. Karimipour Fard, H., Pourjam, E., Tanha Maafi, Z., & Safaie, N. (2017a). Assessment of yield loss of wheat cultivars caused by *Heterodera filipjevi* under field conditions. *Journal of Phytopathology*, 166 (5): 299-304.

11. Karimipour Fard, H., Pourjam, E., Tanha Maafi, Z., & Safaie, N. (2017b). Cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi* (Madzhidov,1981) in wheat fields of Chaharmahaland Bakhtiari province, Iran and its distribution based on interpolation by geographic information system. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19: 1185-1196.

12. Mulvey, R.H., & Golden, A.M.(1983). An illustrated key to the cyst-forming genera and species of Heteroderidae in the western hemisphere with species morphometrics and distribution. *Journal of Nematology*.15:1-59.

13. Nicol, J.M., Bolat, N., Sahin, E., Tulek, A., Yildrim, A.F., Yorgansilar, A., Kaplan, A. & Braun, H.J. (2006).The cereal cyst nematode is causing economic damage on rainfed wheat production system of Turkey.*Phytopathology*, 96, S 169.

14. Subbotin, S.A., Waeyenberge, L. & Moens, M. (2000)**.** Identification of cyst forming nematodes of the genus *Heterodera* (Nematoda: Heteroderidae) based on the ribosomal DNA-RFLP. *Nematology*, 2: 153-164.

15. Tanha Maafi, Z., Sturhan, D., Kheiri, A. & Geraert, E. (2007). Species of the *Heterodera avenae* group (Nematoda: Heteroderidae) from Iran. *Russian Journal of Nematology*, 15(1):49-58.

16. Toumi, F., L. Waeyenberge, N. Viaene, A. Dababat, J.M. Nicol, F. Ogbonnaya, & M. Moens. (2013). Development of two species-specific primer sets to detect the cereal cyst

nematodes *Heterodera avenae* and *Heterodera filipjevi*. *European Journal of Plant Pathology*, 136: 613-624.

17. Wouts, W.M., Schoemaker, A., Sturhan, D. & Burrows, P.R.(1995).*Heterodera spinicauda* sp. n. (Nematoda: Heteroderidae) from mud flats in the Netherlands, with a key to the species of the *H. avenae* group. *Nematologica*, 41:575-583.

18. Wouts, W.M. & Baldwin, J.G. **(**1998). Taxonomy and identification, in the cyst nematodes. Pp. 83-122. *In*: S.B. Sharma. (ed.). Cyst nematodes. Dordrecht, the Netherlands, Kluwer Academic Publishers.