

واکنش تعدادی از ارقام گندم، جو و تریتیکاله به نماتد سیستی غلات (*Heterodera filipjevi*) در شرایط مزرعه در استان خوزستان

علیرضا احمدی^{۱*}، زهرا تنها معافی^۲، توفیق عبیات^۳

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران

۲- موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، تهران، ایران

۳- مدیریت کشاورزی شهرستان رامشیر استان خوزستان، ایران

چکیده

نماتدهای سیستی غلات از مهم‌ترین نماتدهای خاکری خسارت‌زای گندم و جو در جهان می‌باشند. گونه *Heterodera filipjevi* به طور وسیعی در مزارع گندم کشور گسترش دارد. در این مطالعه تأثیر گونه فوق بر روی تعدادی از ارقام متداول غلات در خوزستان، آزمایشی با چهار رقم گندم (چمران، ویریناک، یواروس و بهرنگ)، یک رقم جو (زهک) و یک رقم تریتیکاله (ژانیلو) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار (شامل یک قطعه سمپاشی شده با نماتدکش آلدیکارب و یک قطعه سمپاشی نشده) در چهار تکرار در یک مزرعه با سابقه آلودگی به این گونه نماتد واقع در شهرستان رامشیر استان خوزستان در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از نماتدکش موجب افزایش شاخص‌های عملکرد دانه به میزان ۷۳-۳۱ درصد، وزن خشک ساقه به میزان ۴۷-۶ درصد، ارتفاع ساقه به میزان ۲۱-۱ درصد و تعداد پنجه به میزان ۴۰-۱۱ درصد در رقم‌های آزمایشی در مقایسه با شاهد بدون سم گردید. گونه *H. filipjevi* روی کلیه گیاهان آزمایشی تکثیر یافت ولی رقم‌های گندم دوروم نسبت به گندم‌های نان در مقابل نماتد میزبان مناسب‌تری بودند.

واژه‌های کلیدی: *Heterodera filipjevi*، تریتیکاله، جو، خسارت، گندم

مقدمه

غلات مهم‌ترین منبع غذایی انسان در جهان هستند و در بین آن‌ها گندم، ذرت و برنج حدود ۵۸ درصد سطح زیر کشت سالیانه را به خود اختصاص می‌دهند و از طرف دیگر حدود ۵۰ درصد کالری غذایی انسان را تامین می‌کنند. جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۸

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alirahmadi2000@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۸/۰۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۶

میلیارد نفر می‌رسد و بنابراین نیاز غذایی آن‌ها نیز به غلات افزایش خواهد یافت (Fischer *et al.*, 2009). در کشور ما گندم به عنوان مهم‌ترین محصول استراتژیک مطرح بوده و سطح زیر کشت آن حدود ۶/۸ میلیون هکتار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ بوده است. استان خوزستان از نظر سطح کاشت و تولید غلات در کشور به ترتیب جایگاه اول و دوم را دارد (Agriculture (statistical year book, 2011).

نماتدهای سیستی غلات که به اختصار به آن‌ها CCN می‌گویند شامل حداقل ۱۲ گونه شناخته شده و چند گونه شناسایی نشده هستند که سه گونه از آن‌ها (Madzhidov 1981) Stelter 1984 *H. heterodera avenae* Wollenweber, 1924 *filipjevi* و *H. latipons* Franklin, 1969 دارای اهمیت اقتصادی روی غلات در جهان هستند (Nicol & Rivoal, 2010).

گونه *H. filipjevi* یکی از مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زای گندم در کشورهای روسیه، سوئد، اوکراین، نروژ، آلمان، انگلستان، لهستان، اسپانیا، بلغارستان، آمریکا، هند، ترکیه، سوریه و ایران است (Rivoal & Cook 1993; Subbotin *et al.*, 2003; Holgado *et al.*, 2004; Abidou *et al.*, 2005; Tanha Maafi *et al.*, 2007; Nicol *et al.*, 2009).

نماتدهای سیستی غلات با تغذیه از ریشه‌ها، تورم‌هایی را بر روی ریشه‌ها به وجود می‌آورند. علائم خسارت آن‌ها روی گندم و جو به صورت زردی، کم‌رشدی و باریک‌شدن برگ‌ها (علائمی شبیه به کمبود ازت)، کوتولگی بوته‌ها، کاهش پنجه‌دهی، کوچک‌شدن خوشه‌ها و کاهش عملکرد دانه و کاه و کلش است (McDonald & Nicol, 2005). خسارت به گندم در اثر نماتد سیستی غلات در پاکستان ۲۰-۱۵ درصد، در عربستان سعودی ۷۷-۱۷ درصد، در استرالیا روی جو ۲۰ درصد و روی گندم ۵۰-۲۳ درصد گزارش شده است (Meagher & Brown, 1974; Maqbool 1988; Ibrahim *et al.* 2007).

کاهش عملکرد سالیانه ناشی از خسارت نماتد سیستی غلات در اروپا ۳ میلیون پوند، در استرالیا ۷۲ میلیون دلار و در هند ۹ میلیون دلار تخمین زده شده است (Nicol, 2002). در مناطق معتدل نیمه خشک استرالیا وجود ۲ و ۱۶ تخم و لارو نماتد سیستی غلات در گرم خاک موجب کاهش عملکرد به ترتیب به میزان ۲۰ و ۴۰ درصد شده است (Meagher & Brown, 1974). آستانه خسارت *H. avenae* در مناطق نیمه خشک آسیا ۲۰-۵ تخم و لارو نماتد در گرم خاک برای گندم و جو گزارش شده است (Gill & Swarup 1971; Dhawan & Nagesh, 1987).

کاهش عملکرد و میزان خسارت گونه *H. avenae* بر روی گندم در تونس با جمعیت‌های ۴۵-۱۰ و روی جو با جمعیت‌های ۴۹-۱۴ تخم و لارو در گرم خاک به ترتیب ۹۶-۲۶ و ۸۶-۱۹ درصد گزارش شده است (Namouchi- Kachouri *et al.*, 2009). همچنین میزان خسارت

گونه *H. filipjevi* روی گندم دیم در ترکیه ۴۰ درصد تعیین گردیده است (Rivoal & Nicol, 2009).

گونه *H. filipjevi* فراوان‌ترین گونه نماتد سیستی غلات در ایران است و از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، اصفهان، خوزستان، زنجان، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمانشاه، کردستان، کرمان، کهگیلویه و بویر احمد، گلستان، لرستان، مازندران، همدان و یزد گزارش شده است (Damadzadeh & Ansaripour, 2001; Tanha Maafi *et al.*, 2007; (Abdollahi, 2008; Ahmadi & Tanha Maafi, 2009; Tanha Maafi *et al.*, 2009).

میزان خسارت گونه *H. filipjevi* روی گندم رقم سرداری با جمعیت‌های ۲۰ - ۲/۵ تخم و لارو در گرم خاک در شرایط میکروپلات ۱۱ تا ۴۷ درصد تعیین گردیده است (Hajihassani *et al.*, 2010). گونه‌های *H. filipjevi* و *H. avenae* در ۳۸ درصد از مزارع گندم استان خوزستان با متوسط جمعیت ۲۸۰ تخم و لارو در یک‌صد گرم خاک گزارش شده‌اند و علائم خسارت بیماری نیز در بعضی مناطق بارز است (Ahmadi *et al.*, 2014). ولی در زمینه عکس‌العمل رقم‌های گندم، جو و تریتیکاله نسبت به گونه *H. filipjevi* در شرایط مزرعه در کشور تحقیقی صورت نگرفته و اینکه آیا این گونه با میزان جمعیت‌های موجود در مزارع گندم قادر به کاهش محصول و خسارت در استان خوزستان می‌باشند، هدف این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

یک مزرعه گندم با سابقه آلودگی به گونه *H. filipjevi* که به مدت چند سال پشت سر هم در آن گندم کشت شده بود با میانگین جمعیت ۹۵۴ تخم و لارو سن دوم نماتد در ۱۰۰ گرم خاک در دهستان آزاده‌ی بخش مشراکه شهرستان رامشیر با مشخصات طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۵۱' ۲۳" ° ۴۹ شمالی و ۲۵/۶' ۵۳" ° ۳۰ شرقی، ارتفاع ۲۷ متر از سطح دریا و بافت خاک لوم رسی سیلتی انتخاب گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و چهار تکرار با استفاده از تیمارهای دو رقم گندم نان (چمران و ویریناک)، دو رقم گندم دوروم (یاواروس و بهرنگ)، جو (رقم زهک) و یک رقم تریتیکاله (ژانیلو) انجام شد. هر واحد آزمایشی در شش خط با فاصله ردیف ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر در دو کرت به اندازه ۴×۲ متر کاشته شد، یکی از کرت‌ها با نماتدکش آلدیکارب گرانول ۱۰ درصد به میزان ۰/۸ گرم ماده مؤثره در مترمربع و در کرت دیگر بدون استفاده از سم به عنوان شاهد تیمار گردیدند. تعداد کرت‌های آزمایش ۲۴ عدد و دفعات آبیاری در کل طول دوره‌ی آزمایش ۵ نوبت بود.

قبل و بعد از اعمال تیمارها، از خاک قطعات آزمایشی نمونه‌برداری شد و میزان جمعیت سیست و تخم و لارو نماتد در یک‌صد گرم خاک خشک با روش اصلاح شده فنویک

(Fenwick, 1940) محاسبه گردید. در هر کرت ۶ نقطه به صورت زیگزاگ از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری با استفاده از بیلچه نمونه‌برداری شد. در هر نمونه سیستم‌های زنده و فعال نماتد شمارش شد و با استفاده از سیستم خردکن، سیستم‌ها خرد شده و تخم و لارو موجود در آنها شمارش گردید. جهت شمارش جمعیت نماتد سه میلی‌لیتر از سوسپانسیون فوق شمارش شد و سپس تعداد کل جمعیت نماتد در سوسپانسیون محاسبه گردید. ضریب تولیدمثل نماتد با تقسیم جمعیت نهایی به اولیه محاسبه گردید. رقم‌های آزمایشی در اواخر آبان ماه ۱۳۸۷ کاشته شدند و در انتهای آزمایش (دهه اول اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۸۸) یک خط وسط از هر تکرار برداشت گردید و شاخص‌هایی از قبیل عملکرد دانه، وزن خشک ساقه، ارتفاع ساقه و تعداد پنجه ۱۰ بوته (از هر تکرار) اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه آماری داده‌های مربوط به جمعیت نماتد ابتدا درصد تلفات نماتد با استفاده از فرمول کاهش جمعیت هندرسون و تیلتون (Henderson & Tilton, 1955) و جهت اندازه‌گیری درصد تأثیر تیمارها روی شاخص‌های گیاهی از فرمول آبوت (Abbot, 1925) استفاده گردید. جهت یکنواخت‌سازی، ابتدا داده‌ها با رابطه $Asin\sqrt{x} + 0.5$ تبدیل داده صورت گرفت سپس تجزیه واریانس با نرم‌افزار Mstac و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن صورت گرفت.

نتایج

تجزیه واریانس عملکرد دانه، وزن خشک ساقه، ارتفاع ساقه، تعداد پنجه و جمعیت نماتد در جدول یک نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله تجزیه واریانس اجزای گیاهی فقط شاخص عملکرد دانه رقم‌های گندم، جو و تریتیکاله در تیمارهای با و بدون استفاده از سم در سطح یک درصد معنی‌دار گردیده و شاخص‌های گیاهی دیگر و همچنین جمعیت نماتد معنی‌دار نشده است (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اجزای گیاهی و جمعیت نماتد در آزمایش واکنش ارقام گندم، جو و تریتیکاله به نماتد سیستمی غلات (*Heteroder filipjevi*) در شرایط مزرعه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

Table 1. Analysis variance of plant and nematode characteristics in reaction of some wheat, barley and triticale cultivars to *Heteroder filipjevi* under field condition during 2008-2009.

Source of variation	df	Grain yield	Shoot dry weight	Plant height	No. of tiller	Nematode population
Treatment	5	0.16**	0.06 ns	0.01 ns	0.04 ns	0.09 ns
Replicate	3	0.04	0.03	0.006	0.038	0.08
Error	15	0.04	0.026	0.006	0.021	0.09
CV (%)	-	32.43	48.65	52.42	55.46	59.19

** و ns: به ترتیب به مفهوم معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۹۹ درصد و غیر معنی‌دار بودن می‌باشند.

** and ns: mean significant differences in 99% probability and no significant difference respectively.

استفاده از سم نماتدکش روی رقم‌های گندم یاواروس، بهرنگ، چمران، ویریناک، جو رقم زهک و تریتیکاله رقم ژانیلو موجب افزایش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۷۳، ۵۲، ۶۰، ۵۵، ۳۱ و ۴۴ درصد در مقایسه با تیمار بدون سم گردید (جدول ۲).

اگرچه تجزیه واریانس آزمایش نشان می‌دهد که روی شاخص‌های گیاهی به جز عملکرد دانه معنی‌دار نبوده با این وجود مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که کاربرد نماتدکش روی رقم‌های گندم یاواروس، ویریناک، چمران و بهرنگ، جو رقم زهک و تریتیکاله رقم ژانیلو موجب افزایش وزن خشک ساقه به ترتیب به میزان ۳۸، ۴۴، ۴۷، ۳۳، ۴۷، ۶ و ۳۰ درصد، افزایش ارتفاع ساقه به ترتیب به میزان ۱۷، ۱۳، ۲۱، ۱، ۱۰ و ۱۹ درصد و همچنین موجب افزایش تعداد پنجه به ترتیب به میزان ۴۰، ۳۳، ۲۱، ۱۱، ۱۶ و ۳۶ درصد در مقایسه با تیمار بدون سم گردیده است (جدول ۲).

جدول ۲- تأثیر نماتد سیستی غلات (*Heteroder filipjevi*) روی درصد افزایش رشد و عملکرد رقم‌های گندم، جو و تریتیکاله در شرایط مزرعه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷

Table 2. Effect of cereal cyst nematode, *Heteroder filipjevi*, on percent of growth and yield of some wheat, barley and triticale cultivars under field condition in 2008-2009.

Treatment	Grain yield(%)	Shoot dry weight (%)	No. of tiller(%)	Plant height(%)
Wheat (Yavarus)	73 a	38 ab	33 ab	17 a
Wheat (Virinak)	55 ab	44 a	40 a	13 a
Wheat (Behrang)	52 ab	33 ab	21 ab	1 a
Wheat (Chamran)	60 ab	47 a	11 b	21 a
Barley (Zehak)	31 b	6 b	16 ab	10 a
Triticale(Janilo)	44 b	30 ab	36 a	19 a

Means in a column followed by different small letters are significantly different ($p < 0.05$, DMRT).

بر اساس نتایج حاصله تجزیه واریانس ویژگی‌های نماتد در تیمارهای با و بدون استفاده از سم معنی‌دار نگردیده است (جدول ۱). استفاده از نماتدکش آلدیکارب موجب کاهش میزان جمعیت نماتد در رقم‌های گندم یاواروس، ویریناک، بهرنگ، چمران، جو رقم زهک و تریتیکاله رقم ژانیلو به ترتیب به میزان ۶۲، ۵۳، ۵۲، ۳۲، ۵۹ و ۳۲ درصد در مقایسه با تیمارهای شاهد بدون سم گردیده است (جدول ۳). بیشترین و کمترین ضریب تولیدمثل نماتد به رقم‌های یاواروس و ویریناک با سم به ترتیب به میزان ۴/۵۳ و ۰/۶۹ اختصاص یافت (جدول ۳).

جدول ۳- جمعیت نماتد در یک‌صد گرم خاک خشک در آزمایش واکنش رقم‌های گندم، جو و تریتیکاله به گونه *H. filipjevi* در شرایط مزرعه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷.

Table 3. Population of nematode per 100 g dry soil of treatments reaction of some wheat, barley and triticale cultivars to *H. filipjevi* conducted in field conditions during 2008-2009.

Treatment	Pi	Pf	Rf (Pf/Pi)	Nematode reduction(%)
Wheat (Yavarus)	300	1358	4.53	-
Wheat (Yavarus + Temik)	1117	1733	1.55	62 a
Wheat (Virinak)	809	1275	1.58	-
Wheat (Virinak+ Temik)	1042	727	0.7	53 a
Wheat (Behrang)	996	1925	1.93	-
Wheat (Behrang+Temik)	1008	984	0.98	52 a
Wheat (Chamran)	1092	1183	1.08	-
Wheat (Chamran+Temik)	975	825	0.85	32 a
Barley (Zehak)	633	1460	2.3	-
Barley (Zehak+ Temik)	917	792	0.86	59 a
Triticale(Janilo)	992	1825	1.84	-
Triticale (Janilo+Temik)	1108	992	0.89	32 a

Means in a column followed by different small letters are significantly different ($p < 0.05$, DMRT).

بحث

این مقاله اولین گزارش مستند از کاهش عملکرد رقم‌های گندم، جو و تریتیکاله توسط گونه *H. filipjevi* در شرایط مزرعه و کشت آبی در کشور است به‌طوری‌که میانگین جمعیت ۱۰ تخم و لارو سن دوم نماتد در گرم خاک مزرعه آزمایشی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد و بسیاری از اجزاء عملکرد در رقم‌های مورد آزمایش گردید. متوسط جمعیت تخم و لارو سن دوم گونه‌های *H. filipjevi* و *H. avenae* در مزارع گندم و جو استان خوزستان حدود ۳ نماتد در گرم خاک و در بعضی از مناطق مانند رامشیر تا ۳۴ تخم و لارو در گرم خاک نیز گزارش شده است (Ahmadi et al., 2014). این در حالی است که احتمال بروز خسارت حتی با جمعیت‌های کمتر از این مقدار نیز وجود دارد به‌طوری‌که در آزمایش‌های گلدانی انجام شده در شرایط میکروپلات جمعیت ۲/۵ تخم و لارو سن دوم در گرم خاک گونه *H. filipjevi* موجب کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۱ درصد و کاهش وزن خشک ساقه به میزان ۱۴ درصد در گندم رقم سرداری شده است (Hajihassani et al., 2010). کاهش عملکرد تا میزان ۵۰ درصد در مورد گونه *H. filipjevi* و بر روی گندم رقم بزوستایا در شرایط دیم ترکیه نیز گزارش شده است (Nicol et al., 2009). میزان آلودگی مزارع گندم و جو آبی استان خوزستان به نماتدهای سیستی غلات به ترتیب ۳۲ و ۲۹ درصد و در مزارع گندم و جو دیم به ترتیب ۵۴ و ۴۶ درصد است (Ahmadi et al., 2014). احتمال بروز خسارت با جمعیت‌های موجود هم در مزارع آبی و هم مزارع دیم وجود دارد ولی کاهش محصول در گندم و جو دیم بیشتر از گندم و جو آبی است چون که در شرایط دیم عوامل و شرایط ایجادکننده تنش‌ها مانند خشکی و بافت خاک

نامناسب به تشدید خسارت ناشی از نماتدها کمک می‌نماید (Smiley et al., 2010). در حال حاضر استفاده از رقم‌های مقاوم و متحمل گندم و جو نسبت به نماتد مهم‌ترین روش مقابله با نماتد سیستی غلات در دنیا می‌باشد که در بسیاری از کشورهای اروپایی مانند انگلستان، دانمارک، فرانسه، سوئد و همچنین استرالیا در سطح وسیع به کار می‌رود (Rivoal & Nicol, 2009; Nicol et al., 2010). این تحقیق نشان داد که نماتد سیستی غلات گونه *H. filipjevi* روی رقم‌های گندم، جو و تریپتیکاله مورد آزمایش خسارت‌زا می‌باشد. به نظر می‌رسد رقم‌های گندم دوروم نسبت به رقم‌های گندم نان به نماتد میزبان مناسب‌تری می‌باشند به طوری که ضریب تولیدمثل نماتد در رقم‌های یواروس و بهرنگ به ترتیب ۴/۵۳ و ۱/۹۳ در مقابل رقم‌های چمران و ویریناک ۱/۰۸ و ۱/۵۸ است. همچنین درصد کاهش عملکرد دانه در رقم‌های یواروس و بهرنگ به ترتیب ۷۳ و ۵۲ درصد در مقابل رقم‌های چمران و ویریناک ۶۰ و ۵۵ درصد می‌باشد که با نتایج حسن در سوریه (Hassan, 2008) مشابه است. دستیابی به ارقام مقاوم و متحمل گندم و جو به نماتدهای سیستی غلات در داخل کشور یکی از موضوعات تحقیقاتی است که ضرورت انجام آن در آینده احساس می‌گردد. از دیگر روش‌های مهم کنترل نماتد سیستی غلات، رعایت تناوب زراعی گندم و جو با گیاهان غیر گرامینه مانند کلزا و بقولات در مناطق آلوده است که معمولاً مدت زمان آن با توجه به جمعیت‌های نماتد موجود در خاک مشخص می‌شود ولی معمولاً سه ساله می‌باشد. با این روش جمعیت نماتد بین ۸۰-۵۰ درصد به زیر آستانه خسارت آن می‌رسد (Nicol, 2002). همچنین می‌توان به روش‌های مدیریتی استفاده از آیش پاک، شخم تابستانه عمیق به تعداد ۵-۲ بار در طی ماه‌های مه تا ژوئن (Swarup & Sosa-Moss, 1990)، کاشت زود هنگام گندم به منظور افزایش قدرت و تحمل گیاه نسبت به حمله نماتد (Brown & Kerry, 1987) و کاربرد نماتدکش به میزان کم در ردیف‌های کشت (Rivoal & Cook, 1993) اشاره نمود.

منابع

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267.
- Abdollahi M. 2008. Morphology and morphometrics of *H. filipjevi* (Madzhidov, 1981) Stelter, 1984 from Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province, Iran. *Pakistan Journal of Biological Science*, 11: 1864-1867.
- Abidou, H., El-Ahmad, A., Nicol, J. M., Bolat, N., Rivoal, R., & Yahyaoui, A. 2005. Occurrence and distribution of species of the *Heterodera avenae* group in Syria and Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 33: 195-201.
- Agriculture statistical yearbook. 2010. First volume: crop products, year 2008-2009. Ministry of Agricultural Jihad, Iran.
- Ahmadi, A.R. & Tanha Maafi. Z. 2009. Occurrence and distribution of cereal cyst

- nematodes (*Heterodera avenae* & *H. filipjevi*) in Khuzestan province, Iran. In Riley, I.T. Nicol, J.M. and Dababat, A.A. (eds.), *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and outlook*, pp: 79-81.
- Ahmadi, A.R., Tanha Maafi. Z. & Dababat, A, A. 2013. Crop loss of *Heterodera filipjevi* on some cultivars of wheat, barley and triticale under field condition of Southwest of IRAN. The 4th international cereal nematodes initiative workshop, August 22-24, Beijing, China, p: 14.
- Ahmadi, A.R. & 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.
- Brown, R.H. & Kerry, B.R.1987. Principles and practice of nematode control in crops. *Academic Press*. 447 p.
- Damadzadeh, M. & Ansaripour, B. 2001. Identification and distribution of *Heterodera filipjevi* in the Esfahan province of Iran. *Russian Journal of Nematology*, 9: 57-58.
- Dhawan, S.C. & Nagesh, M.1987. On the relationship between population densities of *Heterodera avanae*, growth of wheat and nematode multiplication. *Indian Journal of Nematology*, 17: 231-236.
- Fenwick, D. W. 1940. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of Helminthology*, 18:155-172.
- Fischer, R.A., Byerlee, D. & Edmeades, G.O. 2009. Can technology deliver on the yield challenge to 2050? *FAO expert meeting on how to feed the world in 2050*, 46 p.
- Gill, J.S. & Swarup, G.1971. On the host range of cereal cyst nematode, *Heterodera avanae*, the causal organism of "Moyla" disease of wheat and barley in Rajestan, India. *Indian Journal of Nematology*, 1: 63-67.
- Hajihassani, A., Tanha Maafi, Z., Nicol, J. M. & Rezaee, S. 2010. Effect of cereal cyst nematode, *Hererodera filipjevi*, on wheat in microplat trials. *Nematology*, 12: 357-363.
- Hassan, G. 2008. Ecological and biological study of cyst nematodes (*Heterodera* spp.) on Wheat in Hassakeh Province. *Availible from URL: <http://www.gcsar.gov.sy>*. (accessed 25 June 2012).
- Henderson, C. F. & Tilton E. W. 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48: 157-161.
- Holgado, R., Rowe, J., Andersson, S., & Magnusson, C. 2004. Electrophoresis and biotest studies on some populations of cereal cyst nematodes, *Heterodera* spp. (Tylenchida: Heteroderidae). *Nematology*, 6: 857-865.
- Maqbool, M. A. 1988. Present status of research on plant parasitic nematodes in Pakistan. In *Saxena, M.C., Sikora R.A. & Srivastava, J.P.(eds.) Nematodes parasitic to cereals and legumes in temperate semi-arid regions*. Aleppo, Syria, ICARDA, pp: 173-180.
- McDonald, H. & Nicol, J. M. 2005. Nematode parasites of cereals. In Luc, M., Sikora, R. A. and Bridge(eds), *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. 2nd edition, CABI publishing, pp: 131-192.
- Meagher, J.W. & Brown, R.H. 1974. Microplot experiments on the effect of plant hosts on populations of the cereal cyst nematode, *Heterodera avanae*, and on the subsequent yield of wheat. *Nematologica*, 20: 337-346.

- Namouchi- Kachouri, N., B'Chir, M.M. & Hajji. A. 2009. Global importance of the main nematodes associated with cereals in Tunisia. In Riley, I.T. Nicol, J.M. and Dababat, A.A. (eds.), *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and Outlook*, pp: 41- 44.
- Nicol, J. M. 2002. Important nematode pests. In Curtis, B.C.(ed). Bread wheat: Improvement and production. Rome, Italy,FAO plant production and protection series, pp: 345-366.
- Nicol, J. M., Ogbonnaya, F., Singh, A.K., Bishnol, S.P., Kanwar, R.S., Li, H.L.,Chen, S.L., Peng, D.L., Bolat, N., Sahin, E. & Elekcioglu, H. 2009. Current global knowledge of the usability of cereal cyst nematode resistant bread wheat germplasm through international germplasm exchange and evaluation. In Riley, I.T. Nicol, J.M. and Dababat, A.A. (eds.), *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and Outlook*, pp: 149-153.
- Nicol, J. M. & 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)*, p: 223.
- Riley, I.T. & Mckay, A.C. 2009. Cereal cyst nematode in Australia: Biography of a biological invader. In Riley, I.T. Nicol, J.M. and Dababat, A.A. (eds.). *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and outlook*, pp: 23-27.
- Rivoal, R. & Nicol, J.M. 2009. Past research on the cereal cyst nematode complex and future needs. In Riley, I.T. Nicol, J.M. and Dababat, A.A. (eds.). *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and outlook*, pp: 3-9.
- Rivoal, R. & Cook, R. 1993. Nematodes pest of cereals. In Evans, K., Trudgill, D.L. and Wester,J.M.(eds). Plant parasitic nematodes in temperate agriculture,CABI, pp: 259-304.
- Smiley, R.M., Whittaker, R.G., Gourlie, J.A., Easley, S.A. & Ingham, R.E. 2005. Plant-Parasitic nematodes associated with reduced wheat yield in Oregon: *Heterodera avenae*. *Journal of Nematology*, 37(3):297-307.
- Swarup, G. & Sosa-Moss, C.1990. Nematode parasites of cereals. In Luc, M.J. and Sikora, R (eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture.CABI, pp: 109-136.
- 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: 49-58.
- Tanha Maafi. Z., Nicol, J.M., Kazemi, H., Ebrahimi, N., Gitty, M., Ghalandar, M, Mohammadi-Pour and Khoshkhabar, Zh. 2009. Cereal cyst nematodes, root rot pathogens and root lesion nematodes affecting cereal production in Iran. In Riley, I.T. Nicol, J.M. and Dababat, A.A. (eds.), *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and Outlook*, pp. 51-55.
- Subbotin, S.A., Rumpfenhorst, H.J., Sturhan, D. & Mones, M. 2003. Molecular and morphological characterization of *Heterodera avenae* species complex (Tylenchida: Heteroderidae). *Nematology*, 5:515-538.