



چغندرقد/ جلد ۳۸/ شماره ۲/ ۱۴۰۱



انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

## پراکنش و شدت آلودگی نماتد سیستی *Heterodera schachtii* در مزارع چغندرقد استان آذربایجان غربی

Distribution and infestation intensity of the cyst nematode *Heterodera schachtii*  
in sugar beet fields of West Azerbaijan province

عباس مکرم حصار<sup>۱\*</sup>، یاشار جعفری<sup>۲</sup>، شیرین نیکو<sup>۱</sup> و فرخ اسدزاده<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۶ : تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۷

نوع مقاله: پژوهشی

DOI: 10.22092/jsb.2023.361322.1322

ع . مکرم حصار، ی . جعفری، ش . نیکو و ف. اسدزاده. ۱۴۰۱. پراکنش و شدت آلودگی نماتد سیستی *Heterodera schachtii* در مزارع چغندرقد استان آذربایجان غربی. چغندرقد، ۳۸(۲): ۲۵۹-۲۶۸.

### چکیده

به منظور تعیین مناطق انتشار و تراکم جمعیت نماتد سیستی چغندرقد (*Heterodera schachtii*)، در استان آذربایجان غربی، تعداد ۵۷۷ نمونه خاک از مزارع چغندرقد در استان آذربایجان غربی شامل شهرستان‌های ارومیه، سرو، نوشین شهر، خوی، چایپاره، قره‌ضیال‌الدین، پیرانشهر، لاجان و سلماس در سال ۱۴۰۱ جمع‌آوری و تعداد تخم و لارو هر نمونه خاک جداسازی و شمارش شد. نتایج نشان داد که بیشترین پراکنندگی آلودگی با میزان ۷۰ درصد نمونه‌ها مربوط به مزارع شهرستان خوی و کمترین پراکنندگی با میزان ۱۲ درصد مربوط به مزارع شهرستان پیرانشهر است. گونه *H. schachtii* در شهرستان‌های خوی، سلماس و لاجان از تراکم جمعیت بیشتری نسبت به سایر مناطق برخوردار بود. هم‌چنین در ۵/۹ درصد از مزارع آلودگی بالای ۵۰۰ تخم و لارو بود که در مورد این مزارع باید اقدامات لازم برای کاهش خسارت بیمارگر در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی، جمعیت، چغندرقد، نماتد سیستی

۱- استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، مؤسسه آموزش عالی آفاق، ارومیه، ایران. \*- نویسنده مسئول: abasmokaram@gmail.com

۲- استادیار و مدیرعامل شرکت تحقیقاتی و خدمات فنی مکانیزه چغندرقد ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- دانشیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.



## مقدمه

چغندر قند (*Beta vulgaris* L) گیاهی است دوساله از خانواده Amaranthaceae که از نظر تولید شکر اهمیت زیادی دارد. میزان محصول این گیاه تحت تأثیر بیمارگرهای مختلف از جمله نماتدهای انگل گیاهی کاهش می‌یابد. نماتدهای انگل گیاهی که عمدتاً یک رابطه‌ی انگلی اجباری با میزبان‌ها ایجاد می‌کنند، پس از رسیدن به سطح ریشه و وارد کردن استایلت خود به درون سلول و تغذیه معمولاً باعث مرگ آنها می‌شوند (Liu and Park 2018). نماتدهای انگل گیاهی دارای طیف وسیعی از عادات تغذیه‌ای با سطوح مختلف پیچیدگی هستند. پیشرفته‌ترین حالت آن ارتباط بین نماتدهای انگل داخلی ساکن با گیاه میزبان است که با ایجاد محل تغذیه درون استوانه آوندی از ریشه تغذیه می‌کنند (Goverse and Smant 2014). میزان خسارت اقتصادی سالیانه نماتدهای انگل گیاهی به تولیدات کشاورزی در جهان حدود ۱۴ درصد تخمین زده شده است که حدود ۱۰ درصد آن، معادل ۸۰ میلیارد دلار ناشی از نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidgyne* spp.) و نماتدهای سیستی (*Heterodera* spp.) است (Liu and Park 2018) و در مجموع، آنها یک محدودیت مهم در ارائه امنیت غذایی جهانی هستند.

نماتد سیستی چغندر قند (*Heterodera schachtii*) در اغلب مناطق چغندرکاری دنیا از جمله اروپا، آمریکای شمالی، آسیا و ایران گسترش یافته و حداقل ۲۱۸ گونه در ۹۵ جنس از ۲۳ خانواده‌ی گیاهی مختلف را مورد حمله قرار می‌دهد (Pur Rahim et al. 2016).

نماتدهای انگل گیاهی در دنیا، سالیانه حدود ۱۱ درصد محصول چغندر قند را کاهش می‌دهند که ۹۰ درصد این خسارت را تنها به نماتد سیست چغندر قند نسبت می‌دهند و بیشتر میزبان‌های آن در دو خانواده‌ی Chenopodiaceae و Brassicaceae قرار دارند (Pur Rahim et al. 2016)؛

(Sasser 1989). این نماتد باعث کاهش کمی و کیفی محصول و افزایش میزان بیماری ناشی از سایر بیمارگرهای خاکزی می‌گردد (Handoo and Subbotin 2018). در حال حاضر این نماتد در مزارع چغندر قند استان‌های خراسان، اصفهان، آذربایجان غربی و فارس خسارت وارد می‌کند (Vahedi et al. 2012). بوته‌های آلوده کم رشد، زرد و ضعیف بوده و اغلب دچار پژمردگی می‌شوند (Damad Zadeh 2007). ریشه چغندر قند اغلب بد شکل می‌شود و ممکن است بیش از یک ریشه‌ی عمودی داشته باشد. علائم اولیه به صورت کاهش عملکرد ریشه و محتوای قند است، هرچند در برخی موارد محتوای قند تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (Warner 2008). ماده‌های سفید یا شیری رنگ روی ریشه‌های فرعی با چشم غیر مسلح قابل دیدن است (Parvizi et al. 1993).

زمان لازم برای رشد و تکامل ماده بسیار متغیر و بسته به دما و سایر عوامل محیطی دارد. در رطوبت ۲۰-۱۰ درصد خاک، لاروها در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد شروع به فعالیت می‌کنند و حداکثر فعالیت آنها در دمای ۲۴-۲۰ درجه است. دوره کامل زندگی در ۲۹ درجه سانتی‌گراد، مدت ۲۳ روز و ۱۸ درجه سانتی‌گراد، حدود ۵۷ روز طول می‌کشد (Raski 1949). تعداد نسل نماتد در سال بستگی به دمای محیط دارد، در انگلستان دارای ۲-۳ نسل (Whitehead 1998) و در کالیفرنیا ۵-۳ نسل تشکیل می‌دهد (Thomason and Fife 1962). در ایران در شرایط خراسان، فارس، اصفهان و آذربایجان غربی سه نسل در سال دارد (Damad Zadeh 2007).

جمعیت بالای نماتد در مزارع چغندر قند در خاک سبک لومی شنی حدود ۱۳۴ تخم در گرم خاک، در خاک سنگین لومی-رسی حدود ۲۰۰ تخم در گرم خاک از بعضی ایالت‌های کشور آمریکا (Gray et al. 1992) و نزدیک به ۲۰۰ تخم در گرم خاک از ایران گزارش شده‌اند (Akhiyani et al. 2001). در ۲۶/۵ درصد مزارع چغندر قند نمونه‌برداری شده در استان اصفهان،

گردید. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه نمادشناسی شرکت تحقیقاتی و خدمات فنی مکانیزه چغندرقد ارومیه، مورد بررسی قرار گرفتند.

در آزمایشگاه مقدار ۱۰۰ گرم از خاک هر نمونه که در هوای معمولی خشک شده بود، با استفاده از دستگاه فنویک (Fenwick 1940) و الک ۱۰۰ مش شسته شده و سیستم‌ها از خاک جدا گردید. شمارش سیستم‌ها، روی نوار کاغذی و با استفاده از استرئومیکروسکوپ انجام شد. به منظور شمارش تخم‌ها و لاروهای سن دوم، کلیه سیستم‌های موجود در نمونه خاک برداشته شده و پس از خرد کردن آن‌ها به وسیله سیستم خردکن (Homogenizer) جمعیت نهایی تخم و لارو توسط اسلاید شمارش و میزان جمعیت تخم و لارو سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک، تعیین گردید.

برای ترسیم نقشه آلودگی مناطق از برنامه ArcGIS 10

استفاده گردید. هم‌چنین نمودارهای مختلف با استفاده از Excel 2019 ترسیم گردیدند.

## نتایج

توزیع جغرافیایی مناطق مختلف نمونه‌برداری شده و عوارض جغرافیایی مناطق مختلف استان آذربایجان غربی در شکل ۱ نمایش داده شده است. تعداد مزارع نمونه‌برداری شده از مناطق مختلف استان آذربایجان غربی و نیز تعداد مزارع آلوده به نمادسیستی در شکل ۲ نشان داده شده است. هم‌چنین درصد آلودگی مزارع مختلف به نمادسیستی چغندرقد نیز در شکل ۳ نشان داده شده است. بیشترین درصد آلودگی مربوط به شهرستان خوی با ۷۰ درصد و کمترین آن مربوط به شهرستان پیرانشهر با ۱۲ درصد می‌باشد (شکل ۳).

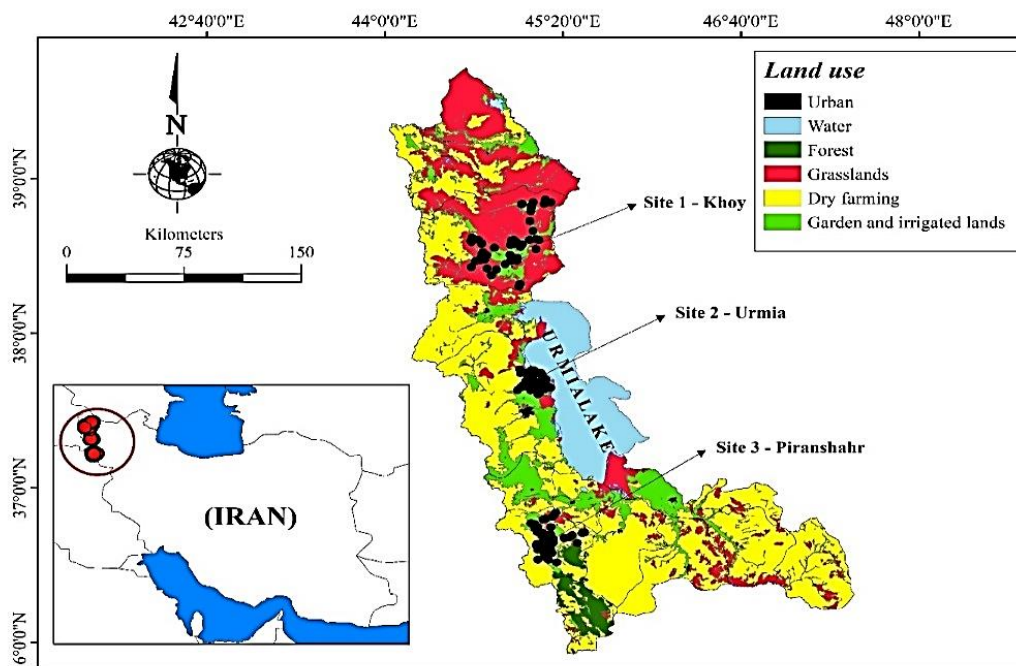
جمعیت حداقل، متوسط و حداکثر نمادسیستی چغندرقد به ترتیب ۱۳، ۶۴ و ۱۸۷ تخم و لارو سن دوم در یک گرم خاک بود که بسیار بالاتر از حد آستانه خسارت اقتصادی تعیین شده برای این نماد است. حد آستانه اقتصادی نمادسیستی چغندرقد با توجه به عوامل مختلف بین دو تا چهار تخم در یک گرم خاک تعیین شده است (Akhiyani et al. 2000).

بروز بیماری ناشی از نمادسیستی چغندرقد در بیشتر مناطق کشت این محصول در کشور، تلاش برای مدیریت این بیماری را ضروری ساخته است. روش مدیریت بیماری شامل ممنوعیت کشت در اراضی شدیداً آلوده، کشت زود هنگام، تناوب زراعی، استفاده از ارقام مقاوم، مبارزه زیستی، استفاده از کودهای آلی (کودهای دامی، کودهای گیاهی، کمپوست، ورمی‌کمپوست)، ضد عفونی خاک به روش آفتاب‌دهی و مبارزه شیمیایی است (Vahedi et al. 2012).

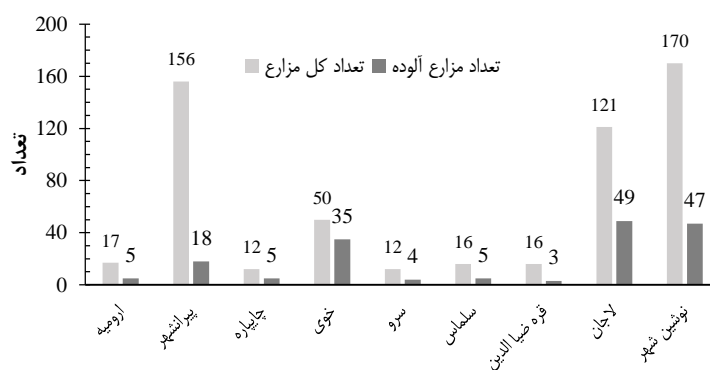
تعیین پراکنش این نماد در مزارع و مناطق مختلف و هم‌چنین ارزیابی میزان شدت آلودگی به نماد اولین گام در تعیین و توسعه استراتژی مناسب به منظور کاهش خسارت نماد می‌باشد. از آنجایی که استان آذربایجان غربی یکی از قطب‌های مهم تولید چغندرقد در کشور است و گزارش‌های متعددی از آلودگی به این نماد در این استان وجود دارد، لذا این تحقیق به منظور تعیین پراکنش نمادسیستی چغندرقد در مناطق مختلف چغندرکاری استان آذربایجان غربی و ارزیابی میزان آلودگی به نمادسیستی چغندرقد در مزارع و مناطق آلوده انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

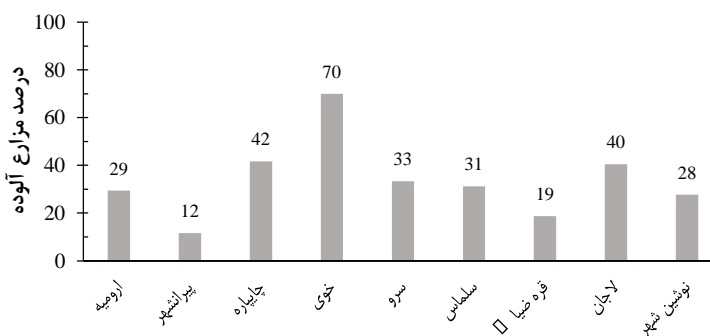
در سال ۱۴۰۱ تعداد ۵۷۷ نمونه مرکب خاک از مزارع چغندرقد استان آذربایجان غربی جمع‌آوری گردید. در هر نمونه، مشخصات نمونه، محل نمونه‌برداری و مختصات جغرافیایی ثبت



شکل ۱ توزیع جغرافیایی مناطق مختلف نمونه‌برداری شده در استان آذربایجان غربی



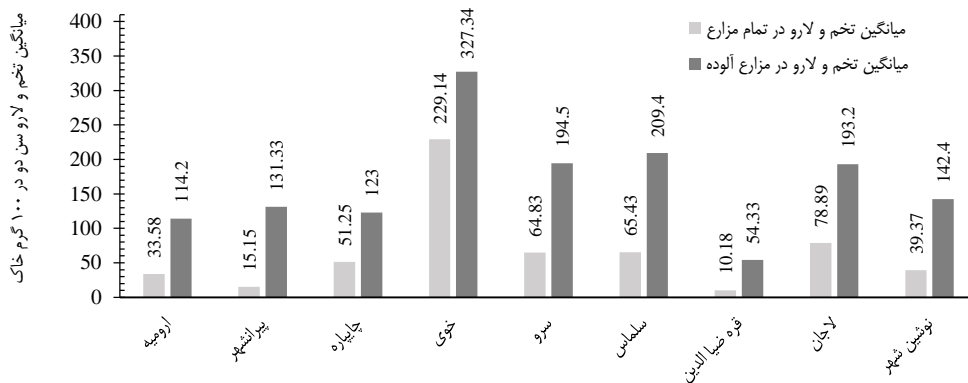
شکل ۲ تعداد کل مزارع نمونه‌برداری شده و تعداد مزارع آلوده به نماتدسیستی چغندرقد در نه منطقه عمده چغندرکاری استان آذربایجان غربی



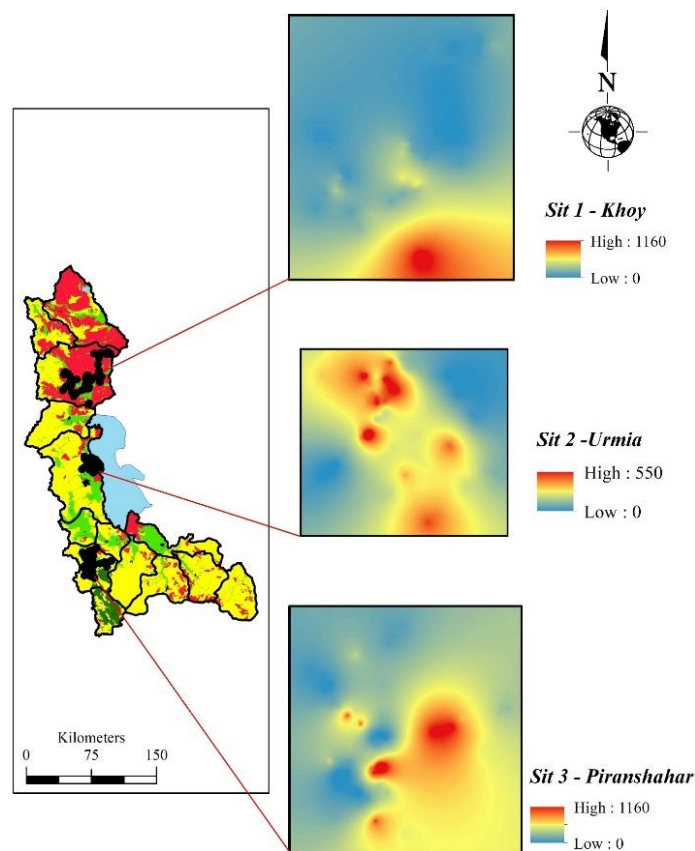
شکل ۳ درصد مزارع آلوده به نماتدسیستی چغندرقد در نه منطقه عمده چغندرکاری استان آذربایجان غربی

۴) کمترین تعداد تخم و لارو در مزارع آلوده ۵۴/۳ است (شکل ۴). شدت آلودگی به نماد سیستمی چغندرقد در مناطق مختلف نمونه برداری شده در استان آذربایجان غربی در شکل ۵ نمایش داده شده است.

از نظر میزان میانگین تعداد تخم و لارو سن دو در ۱۰۰ گرم خاک نیز باز شهرستان خوی بالاترین میانگین را در مقایسه با سایر شهرستانها دارا می باشد به نحوی که میانگین تعداد تخم و لارو در این شهرستان در مزارع آلوده ۳۲۷/۳۴ می باشد (شکل



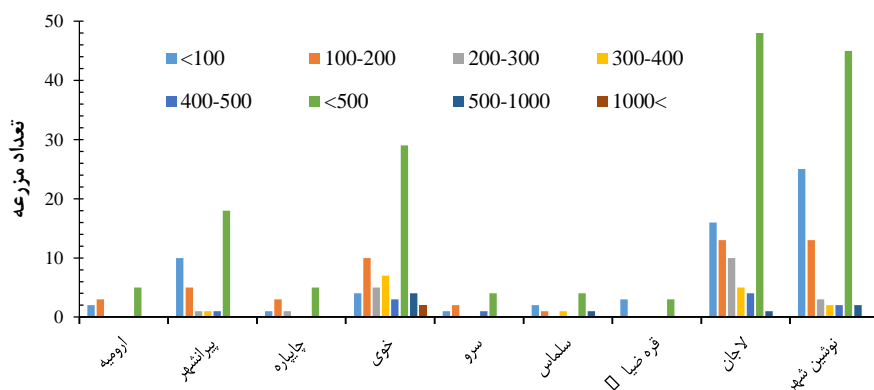
شکل ۴ میانگین تعداد تخم و لارو نماد سیستمی چغندرقد در تمام مزارع و مزارع آلوده در نه منطقه عمده چغندرکاری استان آذربایجان غربی



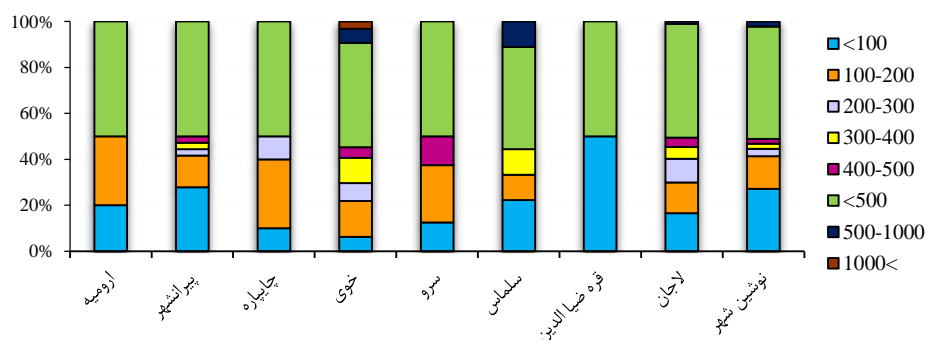
شکل ۵ شدت آلودگی به نماد سیستمی چغندرقد در مناطق مختلف نمونه برداری شده در استان آذربایجان غربی

سرو، لاجان و نوشین شهر از نظر آلودگی در محدوده بین ۵۰۰-۴۰۰ تخم و لارو در ۱۰۰ گرم خاک هستند. در شکل ۹ تعداد و در شکل ۱۰ درصد مزارع آلوده به نماتد سیستی چغندر قند در هشت دامنه مختلف نمایش داده شده است. در میان کل مزارع آلوده به نماتد، در اکثر موارد آلودگی زیر ۵۰۰ تخم و لارو بود (۱۶۱ مزرعه) که ۹۴/۲ درصد مزارع را شامل می‌شود. همچنین ۵/۹ درصد از مزارع آلودگی بالای ۵۰۰ تخم و لارو را داشتند که در مورد این مزارع باید اقدامات کنترلی بیشتری در نظر گرفته شود (شکل‌های ۹ و ۱۰).

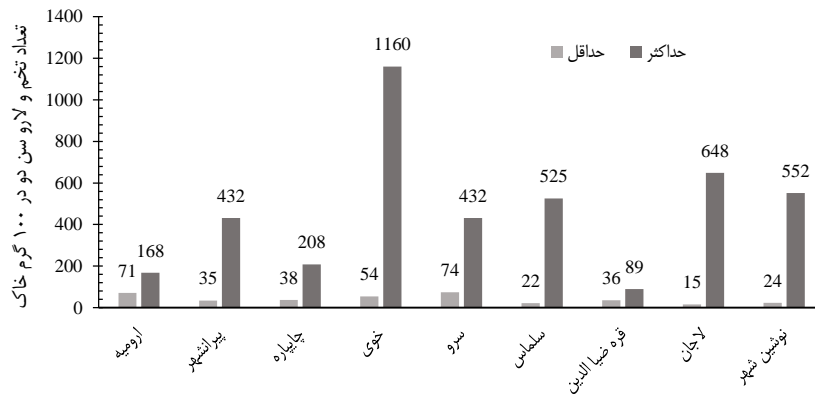
در شکل ۶ تعداد و در شکل ۷ درصد مزارع آلوده به نماتد در هشت سطح مختلف نشان داده شده است. حداقل و حداکثر جمعیت نماتد در مزارع شهرستان‌های مختلف در شکل ۸ نشان داده شده است. در میان مزارع مورد بررسی، دو مزرعه در شهرستان خوی، آلودگی بالای ۱۰۰۰ تخم و لارو در ۱۰۰ گرم خاک را دارند که ۱/۲ درصد از کل مزارع آلوده می‌باشند (شکل ۸). همچنین هشت مزرعه در شهرستان‌های خوی، سلماس، لاجان و نوشین شهر آلودگی بین ۵۰۰-۱۰۰۰ دارند که این مزارع ۴/۷ درصد مزارع آلوده استان را شامل می‌شوند (شکل ۷). از سوی دیگر ۱۱ مزرعه دیگر در شهرستان‌های پیرانشهر، خوی،



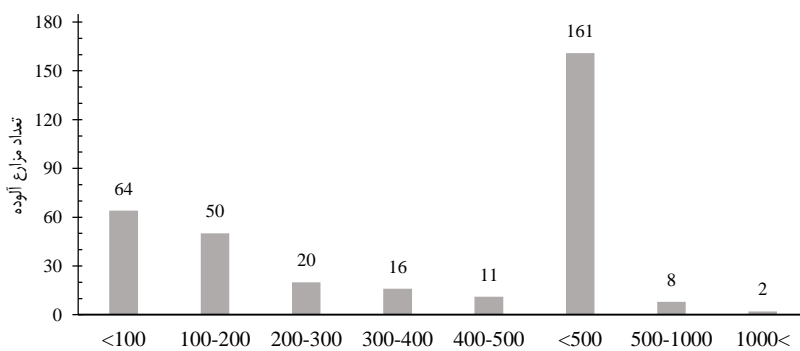
شکل ۶ تعداد مزارع آلوده به نماتد سیستی چغندر قند در سطوح مختلف جمعیت در نه منطقه عمده چغندرکاری استان آذربایجان غربی



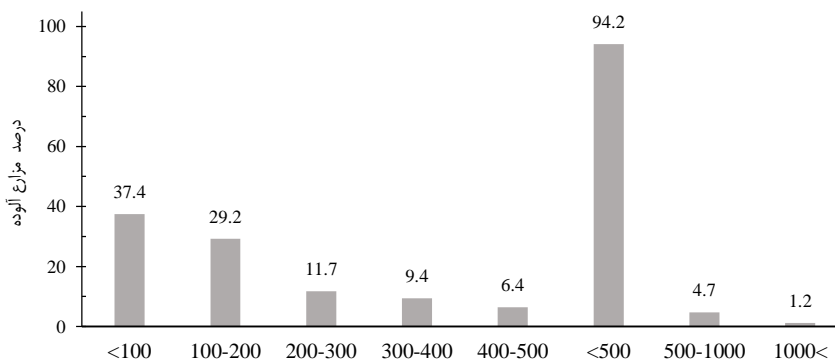
شکل ۷ درصد مزارع آلوده به نماتد سیستی چغندر قند در سطوح مختلف جمعیت در نه منطقه عمده چغندرکاری استان آذربایجان غربی



شکل ۸ حدائق و حداکثر جمعیت نماتدسیستی چغندر قند در مزارع آلوده در نه منطقه عمده چغندرکاری استان آذربایجان غربی



شکل ۹ تعداد مزارع آلوده به نماتدسیستی چغندر قند در هشت دامنه مختلف در مزارع آلوده چغندرکاری استان آذربایجان غربی



شکل ۱۰ درصد مزارع آلوده به نماتدسیستی چغندر قند در هشت دامنه‌ی مختلف در مزارع آلوده چغندرکاری استان آذربایجان غربی

**بحث**

هشت مزرعه در شهرستان‌های خوی، سلماس، لاجان و نوشین شهر آلودگی بین ۵۰۰-۱۰۰۰ در ۱۰۰ گرم خاک (۵-۱۰ تخم و لارو در گرم خاک) دارند که این مزارع ۴/۷ درصد مزارع آلوده استان را شامل می‌شوند. این هشت مزرعه کاملاً در حالت آلودگی پرخطر هستند.

نتایج این پژوهش نشان داد که بسیاری از مزارع چغندر قند استان آذربایجان غربی آلوده به نماتدسیستی می‌باشد. شدت آلودگی در مزارع متفاوت است و در برخی از مزارع جمعیت نماتدسیستی بالاتر از آستانه اقتصادی می‌باشد. با توجه به نتایج،

نقشه‌ی پراکنش این نماتدها دیده می‌شوند. در این قسمت از استان، چغندرقد به‌طور غالب به‌صورت تک‌کشتی کاشته می‌شود و متأسفانه با وجود توصیه‌های کارشناسی برای جلوگیری از گسترش آلودگی که مهم‌ترین آنها، جلوگیری از بازگرداندن خاک و بقایای چغندرقد توسط کامیون‌های حامل چغندرقد می‌باشد، باعث شده که در هر فصل زراعی جمعیت نماتدسیستی چغندرقد در خاک به‌علت عدم‌آشنایی کشاورزان نسبت به آلودگی این بیمارگرها و عدم رعایت و استفاده از روش‌های کنترلی بر علیه آنها، از مزارع اطراف کارخانه، به مزارع در مناطق دوردست و حتی استان‌های دیگر نیز منتقل شود.

مدیریت نماتدسیستی چغندرقد چالش‌برانگیز است، چون تخم‌ها قادر خواهند بود به‌صورت غیرفعال درون سیستم‌ها برای چندین سال زنده بمانند. لاروهای سن دو موجود در خاک زمانی که در جستجوی ریشه‌های میزبان هستند، بیشتر در معرض حمله آنتاگونیست‌ها و موادشیمیایی می‌باشند. اختلال در آلودگی اولیه ریشه چغندرقد توسط لاروهای سن دوم در میزان تأثیر جمعیت اولیه نماتد بر میزان محصول در زمین‌های آلوده بسیار مؤثر خواهد بود (Hussain et al. 2017). در شرایط ایران حد آستانه خسارت *H. schachtii* روی چغندرقد، متوسط یک تخم یا لارو سن دوم در یک گرم خاک می‌باشد (Fatemy Parvizi 2006). با توجه به شدت آلودگی در برخی از مناطق استان پیشنهاد می‌گردد تحقیقاتی روی مهار این نماتد و شناسایی ارقام تجاری چغندرقد مقاوم یا متحمل به آن، مناسب با شرایط منطقه زیر کشت، انجام شود.

### سپاسگزاری

از حوزه مدیریت محترم کارخانجات قند استان آذربایجان غربی به دلیل فراهم آوردن امکانات اجرایی این طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

از سوی دیگر ۱۱ مزرعه دیگر در شهرستان‌های پیرانشهر، خوی، سرو، لاجان و نوشین‌شهر از نظر آلودگی در محدوده بین ۴۰۰-۵۰۰ تخم و لارو در ۱۰۰ گرم خاک (۴-۵ تخم و لارو در گرم خاک) هستند و این مزارع نیز در مرز آلودگی پرخطر قرار دارند. در مجموع می‌توان عنوان کرد که ۱۲/۳ درصد از مزارع آلوده به نماتد در استان نیازمند رقم مقاوم هستند هر چند در ۹/۴ درصد از مزارع نیز آلودگی بین ۴۰۰-۳۰۰ تخم و لارو در ۱۰۰ گرم خاک به‌دست آمد که این مزارع نیز در سال یا سال‌های آینده می‌توانند آلودگی بالایی را بروز دهند.

تحقیقات مشابهی نیز توسط اخیانی و همکاران (Akhiyani et al. 2001) در استان اصفهان صورت گرفته است که بیشترین آلودگی با میزان ۵۳ درصد مربوط به منطقه قهاب و کمترین آلودگی مربوط به منطقه گلپایگان با ۴ درصد بود. حداقل، متوسط و حداکثر جمعیت به‌ترتیب ۱۳، ۶۴ و ۱۸۷ عدد تخم و لارو در یک گرم خاک بود که ۲۶/۵ درصد مزارع نمونه‌برداری شده را شامل می‌شود.

در مطالعه دیگری که به‌منظور شناسایی و تعیین پراکندگی گونه‌های *H. schachtii* از مزارع چغندرقد منطقه مشهد صورت گرفت از ۱۳۰ نمونه که طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۷۷ جمع‌آوری شده بود، ۱۱۸ نمونه آلوده به نماتدسیستی بودند. در اکثر روستاهای چناران، آلودگی بالا و تعداد سیست شمارش شده از مزارع مختلف بین ۵۰ تا ۲۷۰ سیست در ۱۰۰ گرم خاک بود. در فریمان تعداد سیست شمارش شده در ۲۲ نمونه خاک و ریشه آلوده از ۴ تا ۱۰۸ عدد در ۱۰۰ گرم خاک متغیر بوده است (Mehdikhani Jafarpur 2008).

شدت و توسعه بیماری متغیر بوده و به عواملی مانند تراکم جمعیت نماتد، رقم و حاصل‌خیزی خاک، شرایط اقلیمی منطقه و حضور سایر بیمارگرها بستگی دارد (Rivoal cook (1993). در تحقیق حاضر بیشترین میزان و پراکندگی آلودگی در نواحی شمالی استان در شهرستان خوی دیده شد که به‌خوبی در



**References:****منابع مورد استفاده:**

- Akhiyani A, Damadzadeh M, Ahmadi A. Distribution and infestation rate of *Heterodera schachtii* in sugarbeet fields of Esfahan province. *Applied Entomology and Phytopathology*. 2001; 68(1&2): 137-142. **[In Persian]**
- Damad Zadeh M. Nematology in agriculture. Andisheh Gostar Publication. 2007; pp. 208. **[In Persian]**
- Fatemy S, Parvizi R. Relationship of population densities of sugarbeet cyst nematode and sugarbeet yield in micro plots .28th symposium of the European Society of Nematologist, Blagoevgrad. 5-9 June. Bulgaria. 2006. p. 100
- Fenwick DW. Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *Journal of helminthology*, 1940; 18(4): 155-72. **doi:10.1017/S0022149X00031485.**
- Goverse A, Smant G. The activation and suppression of plant innate immunity by parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology*. 2014; 52: 243-265. **doi:10.1146/annurev-phyto-102313-050118.**
- Gray FA, Francl GD, Kerr FD. Sugar beet nematode. University of Wyoming Cooperative Extension Service. 1992; B-975.
- Handoo ZA, Subbotin SA. Taxonomy, identification and principal species. In R. N. Perry, M. Moens & JT. Jones (Eds), *Cyst nematodes*. 2018; p. 365-398. Wallingford: CABI.
- Hussain M, Zouhar M, Ryšánek P. Comparison between biological and chemical management of sugar beet nematode, *Heterodera schachtii*. *Pakistan Journal of Zoology*. 2017; 49(1): 40-55. **doi:10.17582/journal.pjz/2017.49.1.45.50.**
- Liu W, Park SW. Underground mystery: interactions between plant roots and parasitic nematodes. *Current Plant Biology*. 2018; 15: 25-29. **doi:10.1016/j.cpb.2018.11.004.**
- Mahdikhani Moghadam E, Jafarpour B. Identification and distribution of *Heterodera* species in sugar beet fields in Mashhad region. *Agricultural Sciences and Technology Journal*. 2008; 22(1): 3-17.
- Müller J. New pathotypes of the beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) differentiated on alien genes for resistance in beet (*Beta vulgaris*). *Fundamental and Applied Nematology*. 1998; 2: 519-526.
- Parvizi R, Eshtiaghi H, Kheyri M. Effect of population density of sugar beet nematodes on yield and food elements of root and vein of sugar beet in Azerbaijan. *Eleventh Plant Protection. Congress of Iran*. Gilan. 1993; p. 129. **[In Persian]**
- Pur Rahim R, Gasemi A, Fatemi B, Arbabi M, Sheikholeslami M, Ardeh M, Najafi H, Farzadfar Sh. Sugarbeet Handbook (Plant Protection). 2016; pp. 157. **[In Persian]**
- Raski DJ. 1949. The life history and morphology of the sugar beet nematode, *Heterodera schachtii*. *Phytopathology*. 1949; 40: 135-152.
- Rivoal R, Cook R. Nematode pests of cereals. In: *Plant parasitic nematodes in temperate agriculture*. (Eds, Evans K, Trudgill DL, Webster JM). 1993; pp. 259-303. CAB International, Wallingford, UK.
- Sasser J.N. 1989. Plant parasitic nematodes. In: *the farmer's hidden enemy*. North Carolina State University, N. C. 1989; pp. 115.

- Thomason I.J. Fife D. The effect of temperature on development and survival of *Heterodera schachtii* Schm. Nematologica. 1962; 7: 139-145. doi:10.1163/187529262X00873.
- Vahedi S, Rajabi A, Mahmoudi SB, Aghaei Zadeh M. Evaluation of different sugar beet populations for resistance to beet cyst nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt). Plant Protection. 2012; 35: 31-43. [In Persian]
- Warner F. Sugarbeet cyst nematode. Michigan state university. 2008; MSU Diagnostics services.
- Whitehead A.G. Plant nematode control. CAB Int. 1988. pp 384.