zoonosis.ir

مجله بیماری های قابل انتقال بین انسان و حیوان

مقاله پژوهشی

پیش‌بینی شیوع توکسوکاریازیس در سگ‌های ولگرد ایران با استفاده از مدل‌سازی دینامیک جمعیت و سناریوهای ترکیبی رشد و شیوع بیماری

محمد ابراهیمی پور *

مرکز تحقیقات بیماری هیداتید، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران.



***نویسنده مسئول:** md.ebrahimi31@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۷/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۲۶

چکیده

توکسوکاریازیس یکی از بیماری های مهم مشترک بین انسان و حیوان است. سگ ها نقش مهمی در پراکندن تخم به محیط دارند و با توجه به افزایش روز افزون جمعیت سگ ها، به ویژه سگ های ولگرد آلودگی محیطی به تخم این انگل روز به روز در حال افزایش است و خطر بالقوه ای برای انسان محسوب می شود. مطالعه حاضر با هدف پیش بینی روند شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد ایران طی یک دوره ۱۰ ساله، از مدل سازی دینامیک جمعیت و داده های اپیدمیولوژیک منطقه ای بهره گرفته است. در این مدل، سه سناریوی نرخ رشد جمعیت (حداقل: ۳٫۷ برابر، پایه: ۴٫۶۲ برابر، حداکثر: ۵٫۵۴ برابر در ۱۰ سال) و سه نرخ افزایش سالیانه شیوع بیماری (۰٫۵درصد، ۱ درصد، ۲ درصد) در نظر گرفته شد. جمعیت پایه سگ های ولگرد کشور حدود ۱۰۹۸۸۴۰ رأس برآورد شد و پیش بینی گردید که در صورت عدم مداخله، این جمعیت در سناریوی حداکثر به بیش از ۵۸۵۰۰۰۰ رأس در سال دهم برسد. هم زمان، شیوع بیماری از میانگین ۱۵٫۷ درصد در سال اول به حدود ۲۴٫۷ درصد در سال دهم افزایش می یابد. برآورد تعداد سگ های آلوده نشان داد که در سال دهم، بسته به سناریوی ترکیبی، بین حدود ۷۴۲۵۰۰ رأس (رشد حداقل، شیوع ۰٫۵ درصد) تا بیش از ۲۱۷۳۲۶۰ رأس (رشد حداکثر، شیوع ۲ درصد) ممکن است آلوده باشند. این اختلاف بیش از ۱٫۴ میلیون رأس در پایان دوره، نشان دهنده تأثیر شدید نرخ رشد جمعیت و شیوع بیماری بر بار اپیدمیولوژیک است. نتایج این مطالعه نشان داد که در صورت عدم مداخله، جمعیت سگ های ولگرد ایران طی ده سال آینده ممکن است بیش از پنج برابر افزایش یابد و تعداد موارد آلودگی به توکسوکاریازیس از دو میلیون رأس فراتر رود. این روند، به ویژه در سناریوهای ترکیبی با رشد بالا، بار اپیدمیولوژیک قابل توجهی ایجاد می کند. بر این اساس، اجرای سیاست های چند جانبه مانند ساماندهی جمعیت سگ ها، درمان انگلی دوره ای، آموزش عمومی و همکاری بین بخشی برای کنترل بیماری ضروری است.

کلمـات کلیدی: روند، توکسوکاریازیس، لارو مهاجر احشایی، زئونوز، ایران.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

مقدمه

توکسوکاریازیس یکی از بیماری های مهم انگلی زئونوز است که توسط کرم های گرد *توکسوکارا کنیس و توکسوکارا کتی* ایجاد می شود (۱ و ۲). فرم بالغ این انگل ها در دستگاه گوارش سگ ها و گربه ها زندگی می کند و تخم های آن ها از طریق مدفوع وارد محیط می شود (۳). این تخم ها در زمان دفع نارس و فاقد لارو می باشند، اما تحت شرایط مساعد محیطی مانند دمای ۳۰–۲۰ درجه سانتی گراد، رطوبت کافی و حضور اکسیژن، طی ۱ تا ۴ هفته به مرحله لاروی سوم (L3) می رسند که برای میزبان های قطعی و انتقالی عفونی محسوب می شوند. تخم های رسیده می توانند ماه ها تا سال ها در خاک باقی بمانند (۴) و در صورت بلع توسط میزبان مناسب، لاروها از تخم خارج شده و به دیواره روده نفوذ می کنند (۵). این ویژگی موجب شده است که آلودگی خاک، به ویژه در مناطق شهری و روستایی، نقش کلیدی در انتقال بیماری ایفا کند (۱۱-۶) .

آلودگی این حیوانات به انگل *توکسوکارا* از طریق چرخه زیستی پیچیده ای صورت می گیرد که شامل انتقال مستقیم، انتقال از مادر به توله ها، و تماس با محیط آلوده است. توله سگ ها و بچه گربه ها در هفته های اول زندگی بسیار آسیب پذیرند و آلودگی شدید می تواند منجر به علائمی مانند اسهال، استفراغ، نفخ شکم و کاهش رشد شود. یکی از مسیرهای مهم انتقال، عبور لاروهای نهفته از جفت یا شیر مادر به توله ها ست که موجب آلودگی اولیه بدون تماس با محیط می شود. همچنین سگ ها با لیسیدن خاک، خوردن غذا یا آب آلوده، یا تماس با اشیای آلوده می توانند تخم های رسیده را بلعیده و آلوده شوند. در برخی موارد نیز، خوردن میزبان های انتقالی مانند جوندگان یا پرندگان آلوده به لاروهای *توکسوکارا*، به ویژه در حیوانات ولگرد یا شکارچی، منجر به آلودگی می شود (۱۲ و ۱۳). پس از ورود لاروها به بدن، آن ها یا در روده باقی مانده و بالغ می شوند یا به اندام های مختلف مهاجرت می کنند. این چرخه زیستی پیچیده، همراه با مقاومت بالای تخم های انگل در محیط، کنترل توکسوکاریازیس را دشوار کرده و نیازمند اقدامات چند جانبه ای مانند درمان دوره ای، کنترل جمعیت حیوانات ولگرد و آموزش عمومی است. در غیر این صورت، این حیوانات به عنوان مخزن اصلی بیماری، نقش مهمی در آلودگی محیطی و انتقال به انسان ها ایفا خواهند کرد (۱۴ و ۱۵).

بر اساس داده های جهانی، شیوع توکسوکاریازیس در سگ ها، گربه ها، خاک و انسان ها گسترده است. به طور میانگین، ۱۱ درصد از سگ ها، ۱۷ درصد از گربه ها، ۲۱ درصد از خاک ها و ۱۹ درصد از انسان ها در سطح جهان آلوده هستند. آفریقا بالاترین بار بیماری را دارد؛ به طوری که تا ۴۳ درصد از گربه ها و ۳۸ درصد از انسان ها در برخی مناطق، به ویژه نیجریه، آلوده هستند. در جنوب شرق آسیا و آمریکای جنوبی نیز شیوع سرمی انسانی به ترتیب ۳۴ درصد و ۲۸ درصد گزارش شده است. در مقابل، اروپا و آمریکای شمالی نرخ های پایین تری از مواجهه انسانی را نشان می دهند (حدود ۱۱ تا ۱۳ درصد). ایران، واقع در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا، نمایه ای متوسط اما نگران کننده دارد: ۱۶ درصد از سگ ها، ۲۶ درصد از گربه ها، ۲۰ درصد از خاک ها و ۶ درصد از انسان ها آلوده هستند (۶ و ۱۲ و ۱۹-۱۶).

در سال های اخیر، ایران با افزایش چشمگیر جمعیت سگ های ولگرد مواجه بوده است؛ پدیده ای که به یکی از چالش های جدی بهداشت عمومی و محیط زیست شهری تبدیل شده است. این افزایش عمدتاً ناشی از نبود برنامه های منسجم کنترل جمعیت مانند عقیم سازی و ساماندهی آنها است (۲۰). در شرایطی که سگ های ولگرد بدون مراقبت دامپزشکی، در تماس مستقیم با خاک، زباله های شهری و منابع آلوده زندگی می کنند، نقش آن ها به عنوان مخزن اصلی انگل های زئونوز از جمله

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

توکسوکارا کنیس بیش از پیش برجسته شده است. نبود اقدامات کنترلی مؤثر از سوی نهادهای مسئول، موجب رشد تصاعدی جمعیت این حیوانات و افزایش خطر آلودگی محیطی شده است؛ وضعیتی که با افزایش موارد حیوان گزیدگی و شیوع بیماری های زئونوز مانند توکسوکاریازیس، هاری و لیشمانیوز، ضرورت بازنگری در سیاست های بهداشت شهری را دوچندان می کند (۲۱ و ۲۲).

مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده اند که شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد به مراتب بیشتر از سگ های صاحب دار است؛ این تفاوت عمدتاً به دلیل عدم دسترسی به خدمات دامپزشکی، تغذیه نامناسب، و تماس مداوم با منابع آلوده می باشد (۱۲). از آن جا که تخم های انگل *توکسوکارا* دارای مقاومت بالایی در محیط هستند و می توانند برای ماه ها در خاک باقی بمانند، آلودگی ناشی از سگ های ولگرد می تواند به صورت پنهان و تدریجی موجب تهدید سلامت عمومی شود (۲۳).

در این مطالعه، با تمرکز بر جمعیت سگ های ولگرد، تلاش شده است تا روند شیوع توکسوکاریازیس طی بازه ی زمانی ۱۰ ساله پیش بینی شود. برای این منظور، از مدل دینامیک جمعیت استفاده شده است که بر پایه داده های جمعیت شناسی موجود، نرخ رشد بدون مداخله، و شیوع پایه بیماری طراحی گردیده است. نرخ رشد جمعیت سگ های ولگرد از تنها مطالعه علمی برآورد جمعیت سگ ها در ایران در جنوب شرق ایران استخراج و به عنوان پایه برای تعمیم به سطح ملی در نظر گرفته شده است (۲۰). همچنین، با توجه به نبود داده های طولی دقیق درباره نرخ افزایش سالیانه شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد، سناریوهای افزایش حداقل، پایه و حداکثر در سال به عنوان یک مفروض محافظه کارانه و مبتنی بر روندهای اپیدمیولوژیک در مطالعات جهانی و منطقه ای در نظر گرفته شد.

مطالعه حاضر با هدف پیش بینی روند شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد ایران طی یک دوره ۱۰ ساله، از مدل سازی دینامیک جمعیت و داده های اپیدمیولوژیک منطقه ای بهره گرفته است. در این مطالعه تحلیل سناریو های مختلف رشد و آلودگی را فراهم انجام شد. نتایج این پژوهش می تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای تصمیم گیری در حوزه سلامت واحد، طراحی مداخلات هدفمند، و تدوین سیاست های ملی کنترل بیماری توکسوکاریازیس مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

تعیین جمعیت پایه و نرخ رشد سگ های ولگرد

در مرحله نخست، جمعیت پایه سگ های ولگرد در ایران بر اساس داده های جمعیتی و مطالعات پیشین برآورد شد. طبق گزارش قبلی، نسبت سگ ها به جمعیت انسانی حدود ۱.۲ رأس به ازای هر ۱۰۰ نفر اعلام شده است (۲۰). بر این اساس و با توجه به جمعیت ۹۱,۵۷۰,۰۰۰ نفری کشور، جمعیت سگ ها حدود ۱,۰۹۸,۸۴۰ رأس برآورد شد. برای مدل سازی رشد جمعیت در صورت عدم اجرای مداخلات کنترلی مانند عقیم سازی، از داده های یک مطالعه منطقه ای در جنوب شرق ایران استفاده گردید. بر اساس نتایج آن مطالعه، نرخ رشد جمعیت سگ های ولگرد در بازه ده ساله برابر با ۴.۶۲ برابر در نظر گرفته شد. این نرخ به عنوان پایه برای تعمیم به سطح ملی و پیش بینی روند اپیدمیولوژیک بیماری مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی تأثیر نرخ رشد جمعیت سگ های ولگرد بر نتایج مدل، تحلیل حساسیت انجام شد.. در این تحلیل، نرخ رشد پایه (۴.۶۲ برابر در ۱۰ سال) با تغییرات ±۲۰ درصد در نظر گرفته شد تا سناریوهای حداقل و حداکثر شبیه سازی شوند.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

تعیین شیوع پایه و مفروضات اپیدمیولوژیک

در این مرحله، شیوع پایه توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد ایران بر اساس داده های اپیدمیولوژیک منطقه ای استخراج شد. میانگین شیوع در مطالعات مختلف حدود ۱۵.۷درصد با دامنه ای بین ۹.۴ درصد تا ۲۳.۲ درصد بسته به شرایط جغرافیایی، اقلیمی و روش های تشخیصی مورد استفاده گزارش شده است (۱۲). این بازه به عنوان نمایی از وضعیت فعلی آلودگی در جمعیت سگ های ولگرد کشور در نظر گرفته شد. با توجه به نبود داده های طولی دقیق درباره نرخ افزایش سالیانه شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد، نرخ ۱ درصد در سال به عنوان یک مفروض محافظه کارانه و مبتنی بر روندهای اپیدمیولوژیک در مطالعات منطقه ای و جهانی انتخاب گردید. به منظور بررسی حساسیت مدل نسبت به این فرض، نرخ های جایگزین ۰.۵ درصد و ۲ درصد نیز در مدل اعمال شدند تا سناریو های مختلف شیوع بیماری در شرایط فقدان مداخله بهداشتی شبیه سازی شوند.

فرمول های مورد استفاده برای تخمین جمعیت سگ ها و شیوع بیماری

برای مدل‌سازی دینامیک جمعیت و شیوع بیماری توکسوکاریازیس در سگ‌های ولگرد، از یک مدل گسسته با ساختار ساده و قابل بازتولید استفاده شد. در این مدل، جمعیت سگ‌های ولگرد در هر سال با استفاده از فرمول رشد نمایی محاسبه گردید که در آن جمعیت سال t برابر است با حاصل‌ضرب جمعیت پایه در ضریب رشد سالانه به توان تعداد سال‌ها ($N_t = N_0 \times R^t$) . جمعیت پایه بر اساس نسبت ۱.۲ رأس سگ به ازای هر ۱۰۰ نفر جمعیت انسانی و با توجه به جمعیت ۹۱,۵۷۰,۰۰۰ نفری کشور، حدود ۱,۰۹۸,۸۴۰ رأس برآورد شد. ضریب رشد سالانه از مطالعه‌ای منطقه‌ای در جنوب شرق ایران استخراج گردید که نرخ رشد ۴.۶۲ برابر در بازه ده‌ساله را گزارش کرده بود.

برای تخمین شیوع بیماری، فرض شد که شیوع سالانه به‌صورت خطی و با نرخ ثابت افزایش می‌یابد. فرمول مورد استفاده به‌صورت $P_t = P_0 + (r \times t)$ تعریف شد که در آن P_0 شیوع پایه (۱۵.۷ درصد) و r نرخ افزایش سالیانه شیوع است. این نرخ به‌صورت مفروض ۱ درصد در سال در نظر گرفته شد، اما برای بررسی حساسیت مدل، نرخ‌های جایگزین ۰.۵ درصد و ۲ درصد نیز اعمال شدند تا سناریوهای مختلف شیوع در شرایط فقدان مداخله بهداشتی بررسی شوند. در نهایت، تعداد سگ‌های آلوده در هر سال با ضرب جمعیت پیش‌بینی‌شده در شیوع تخمینی محاسبه گردید ($I_t = N_t \times P_t$). این ساختار ساده مدل امکان تحلیل سناریوهای مختلف و ارزیابی اثربخشی مداخلات بالقوه را فراهم می‌سازد و پایه‌ای برای تصمیم‌گیری در حوزه سلامت واحد محسوب می‌شود.

ابزار محاسباتی و نسخه نرم افزار

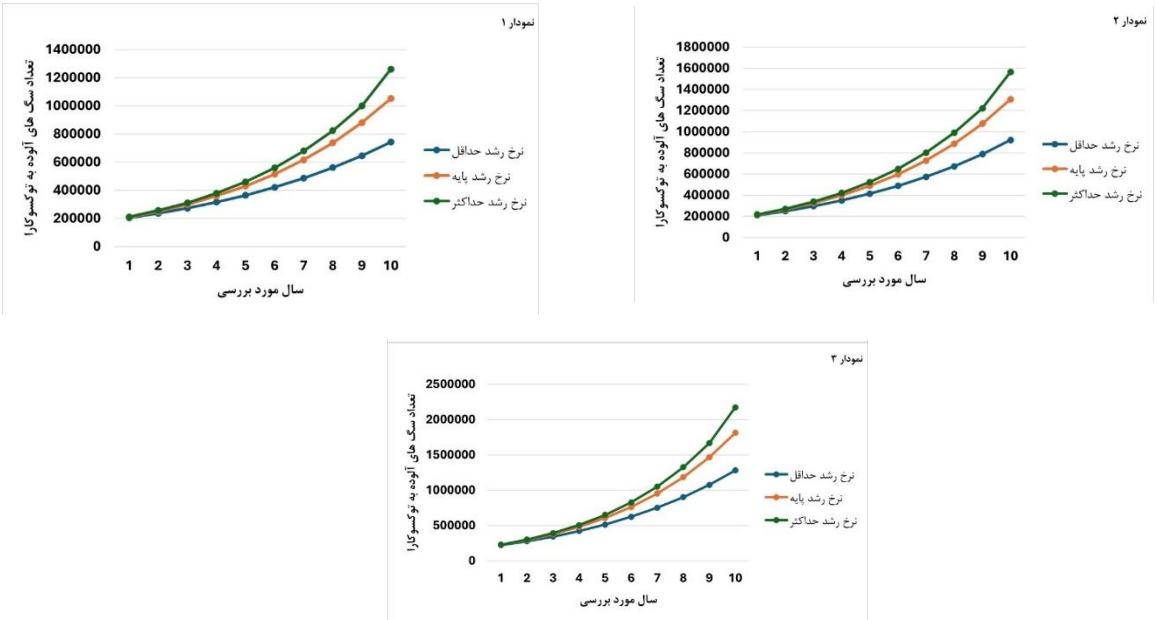
برای انجام مدل سازی دینامیک جمعیت و محاسبات مربوط به شیوع بیماری توکسوکاریازیس، از نرم افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۲۱ استفاده گردید. این نرم افزار به دلیل قابلیت های گسترده در فرمول نویسی، تحلیل عددی، ترسیم نمودارهای پویا و اجرای سناریو های مختلف، برای پیاده سازی مدل های ساده جمعیتی و اپیدمیولوژیک انتخاب شد. کلیه محاسبات مربوط به رشد جمعیت سگ های ولگرد، تخمین شیوع بیماری در بازه های زمانی مختلف، و تحلیل حساسیت نسبت به دامنه شیوع، در محیط Excel طراحی و اعتبار سنجی گردید. همچنین نمودارهای ارائه شده در مقاله با استفاده از ابزارهای گرافیکی داخلی این نرم افزار ترسیم شده اند.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

نتـایج

در جدول شماره ۱، روند رشد جمعیت سگ های ولگرد طی یک دوره ۱۰ ساله بر اساس سه سناریوی نرخ رشد شامل سناریوی پایه (۴٫۶۲ برابر در ۱۰ سال)، سناریوی حداقل (۳٫۷ برابر)، و سناریوی حداکثر (۵٫۵۴ برابر) مورد بررسی قرار گرفته است. در سال اول، تفاوت بین این سناریوها نسبتاً اندک است و جمعیت سگ ها در بازه ای بین حدود ۱٬۲۵۴٬۷۰۰ تا ۱٬۲۹۶٬۹۰۰ رأس قرار دارد. اما با گذشت زمان، این اختلاف به صورت تصاعدی افزایش می یابد؛ به طوری که در سال دهم، جمعیت سگ های ولگرد در سناریوی حداقل به حدود ۳٬۵۸۶٬۹۰۰ رأس می رسد، در حالی که در سناریوی پایه این عدد ۵٬۰۷۶٬۶۰۰ رأس و در سناریوی حداکثر ۵٬۸۵۱٬۶۰۰ رأس برآورد می شود. این اختلاف بیش از ۲٫۲ میلیون رأس در پایان دوره، اهمیت حیاتی کنترل نرخ رشد جمعیت را برجسته می سازد.

در جدول شماره ۲، تعداد سگ های آلوده به توکسوکاریازیس طی همین بازه زمانی و بر اساس ترکیب سه نرخ رشد جمعیت (حداقل، پایه، حداکثر) و سه نرخ افزایش سالیانه شیوع بیماری (۰٫۵ درصد ، ۱ درصد، ۲ درصد) محاسبه شده است. در سال اول، تعداد سگ های آلوده در سناریوی پایه با شیوع ۱ درصد حدود ۲۱۳٬۸۵۰ رأس است، در حالی که در سناریوی حداقل با شیوع ۰٫۵ درصد این عدد ۲۰۳٬۳۵۰ رأس و در سناریوی حداکثر با شیوع ۲ درصد حدود ۲۲۹٬۷۰۰ رأس برآورد می شود. با گذشت زمان، این تفاوت ها به صورت چشمگیری افزایش می یابد. در سال دهم، تعداد سگ های آلوده در سناریوی حداقل با شیوع ۰٫۵ درصد حدود ۷۴۲٬۵۰۰ رأس است، در حالی که در سناریوی پایه با شیوع ۱ درصد این عدد به ۱٬۳۰۶٬۷۰۰ رأس و در سناریوی حداکثر با شیوع ۲ درصد به بیش از ۲٬۱۷۳٬۲۶۰ رأس می رسد. تصویر شماره ۱ روند ۱۰ ساله تعداد سگ‌های آلوده به توکسوکاریازیس بر اساس سه سناریوی افزایش سالیانه شیوع بیماری: ۰٫۵ درصد (نمودار ۱)، ۱ درصد (نمودار ۲)، و ۲ درصد (نمودار ۳) را نشان می دهد (شکل ۳).



شکل ۱. روند ۱۰ ساله تعداد سگ‌های آلوده به توکسوکاریازیس بر اساس سه سناریوی افزایش سالیانه شیوع بیماری: ۰٫۵ درصد (نمودار ۱)، ۱ درصد (نمودار ۲)، و ۲ درصد (نمودار ۳)

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

جدول ۱. پیش‌بینی ۱۰ ساله جمعیت سگ‌های ولگرد در سناریوهای پایه، حداقل و حداکثر (تحلیل حساسیت با تغییر ۲۰ درصد نرخ رشد) در ایران

سال مورد بررسی	رشد حداقل (۳/۷ ×)	رشد پایه (۴/۶۲×)	رشد حداکثر (۵/۵۴×)
۱	۱٬۲۵۴٬۷۰۳	۱٬۲۸۰٬۵۵۶	۱٬۲۹۶٬۹۶۲
۲	۱٬۴۰۸٬۷۵۸	۱٬۴۹۲٬۳۲۳	۱٬۵۳۱٬۹۸۱
۳	۱٬۵۸۲٬۸۷۰	۱٬۷۳۹٬۱۱۰	۱٬۸۰۹٬۴۵۳
۴	۱٬۷۷۹٬۶۵۱	۲٬۰۲۶٬۷۰۸	۲٬۱۳۷٬۶۸۲
۵	۲٬۰۰۱٬۱۳۶	۲٬۳۶۱٬۸۶۷	۲٬۵۲۶٬۵۲۰
۶	۲٬۲۴۹٬۸۳۷	۲٬۷۵۲٬۴۵۱	۲٬۹۸۷٬۵۲۲
۷	۲٬۵۲۸٬۷۹۴	۳٬۲۰۷٬۶۲۷	۳٬۵۳۴٬۰۶۶
۸	۲٬۸۴۱٬۶۳۷	۳٬۷۳۸٬۰۷۵	۴٬۱۸۱٬۵۰۹
۹	۳٬۱۹۲٬۶۸۲	۴٬۳۵۶٬۲۴۴	۴٬۹۴۷٬۳۸۶
۱۰	۳٬۵۸۶٬۹۴۶	۵٬۰۷۶٬۶۴۱	۵٬۸۵۱٬۶۶۳

جدول شماره ۲ : پیش بینی تعداد سگ های آلوده به توکسوکاریازیس طی ۱۰ سال آینده بر اساس سناریو های مختلف رشد جمعیت و افزایش شیوع بیماری در ایران

سال مورد بررسی	افزایش شیوع ۰/۵ درصد سالیانه			افزایش شیوع ۱ درصد سالیانه			افزایش شیوع ۲ درصد سالیانه		
	نرخ رشد ۳/۷	نرخ رشد ۴/۶۲	نرخ رشد ۵/۵۴	نرخ رشد ۳/۷	نرخ رشد ۴/۶۲	نرخ رشد ۵/۵۴	نرخ رشد ۳/۷	نرخ رشد ۴/۶۲	نرخ رشد ۵/۵۴
۱	۲۰۳٬۳۵۲	۲۰۷٬۴۴۱	۲۱۰٬۱۲۰	۲۰۹٬۷۳۵	۲۱۳٬۸۵۳	۲۱۶٬۶۲۴	۲۲۲٬۰۸۱	۲۲۶٬۶۶۳	۲۲۹٬۷۰۳
۲	۲۳۵٬۲۶۴	۲۴۹٬۲۲۲	۲۵۶٬۸۴۲	۲۴۹٬۳۴۹	۲۶۳٬۱۹۹	۲۷۱٬۱۵۷	۲۷۷٬۵۲۵	۲۹۳٬۹۹۶	۳۰۱٬۷۹۶
۳	۲۷۲٬۲۰۹	۲۹۸٬۷۲۶	۳۱۰٬۰۲۵	۲۹۶٬۹۵۷	۳۲۵٬۲۱۴	۳۳۸٬۳۶۷	۳۴۳٬۴۸۹	۳۷۷٬۳۸۲	۳۹۲٬۶۵۱
۴	۳۱۵٬۳۷۰	۳۵۸٬۷۲۶	۳۷۸٬۴۱۷	۳۵۰٬۶۴۳	۳۹۸٬۲۵۷	۴۲۰٬۴۵۶	۴۲۱٬۷۳۸	۴۸۰٬۳۲۷	۵۰۷٬۶۳۹
۵	۳۶۴٬۲۰۶	۴۲۹٬۸۴۴	۴۵۹٬۸۲۸	۴۱۴٬۲۳۵	۴۸۸٬۹۰۶	۵۲۳٬۹۹۰	۵۱۴٬۲۹۲	۶۰۷٬۰۱۵	۶۴۹٬۳۱۴
۶	۴۲۰٬۸۷۲	۵۱۴٬۷۱۶	۵۵۸٬۶۵۴	۴۸۸٬۴۲۰	۵۹۷٬۲۸۲	۶۴۸٬۲۸۷	۶۲۳٬۲۵۸	۷۶۱٬۹۳۲	۸۲۷٬۴۸۱
۷	۴۸۵٬۵۲۳	۶۱۶٬۰۶۶	۶۷۸٬۵۵۱	۵۷۴٬۰۲۴	۷۲۸٬۱۳۱	۸۰۲٬۲۳۵	۷۵۱٬۰۵۶	۹۵۲٬۸۶۷	۱٬۰۴۹٬۶۱۷
۸	۵۶۰٬۸۰۴	۷۳۶٬۶۱۰	۸۲۳٬۷۵۵	۶۷۳٬۴۶۲	۸۸۵٬۹۲۴	۹۹۱٬۱۳۸	۹۰۱٬۷۹۴	۱٬۱۸۵٬۱۸۰	۱٬۳۲۵٬۶۶۲

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

۹	۶۴۴٬۹۱۸	۸۸۰٬۷۶۱	۹۹۹٬۳۷۳	۷۸۸٬۵۶۴	۱٬۰۷۵٬۹۹۲	۱٬۲۲۲٬۰۱۳	۱٬۰۷۵٬۴۹۸	۱٬۴۶۸٬۰۴۸	۱٬۶۶۷٬۲۶۳
۱۰	۷۴۲٬۵۰۴	۱٬۰۵۱٬۸۶۷	۱٬۲۶۰٬۸۸۸	۹۲۱٬۸۲۳	۱٬۳۰۶٬۶۹۷	۱٬۵۶۴٬۴۹۰	۱٬۲۸۰٬۵۴۸	۱٬۸۱۲٬۳۱۴	۲٬۱۷۳٬۲۶۴

بحث

نتایج حاصل از مدل سازی دینامیک جمعیت سگ های ولگرد در ایران نشان داد که در صورت عدم اجرای مداخلات کنترلی، از جمله عقیم سازی و ساماندهی حیوانات بدون صاحب، جمعیت این حیوانات طی ده سال آینده با روندی تصاعدی افزایش خواهد یافت. بر اساس جدول شماره ۱، حتی در سناریوی حداقلی (نرخ رشد ۳/۷ برابر در ۱۰ سال)، جمعیت سگ های ولگرد از حدود ۱/۲۵ میلیون رأس در سال اول به بیش از ۳/۵۸ میلیون رأس در سال دهم خواهد رسید. این عدد در سناریوی پایه به بیش از ۵ میلیون و در سناریوی حداکثر به حدود ۵/۸۵ میلیون رأس می رسد، که نشان دهنده اختلافی بیش از ۲/۲ میلیون رأس در پایان دوره است. این اختلاف چشمگیر، اهمیت حیاتی کنترل نرخ رشد جمعیت را برجسته می سازد.

در کنار این رشد جمعیت، افزایش تدریجی شیوع بیماری توکسوکاریازیس نیز به وضوح مشاهده می شود. جدول شماره ۲ و تصویر شماره ۱ نشان می دهند که در ترکیب سناریو های مختلف نرخ رشد و نرخ افزایش سالیانه شیوع بیماری (۰/۵ درصد ، ۱ درصد ، ۲ درصد)، تعداد سگ های آلوده به صورت چشمگیری افزایش می یابد. به عنوان نمونه، در سناریوی پایه با شیوع ۱درصد، تعداد سگ های آلوده از حدود ۲۱۳٬۸۵۰ رأس در سال اول به بیش از ۱٬۳۰۶٬۷۰۰ رأس در سال دهم می رسد. در سناریوی حداکثر با شیوع ۲ درصد ، این عدد به بیش از ۲٬۱۷۳٬۲۶۰ رأس افزایش می یابد. این روند افزایشی، به ویژه در مناطق فاقد زیر ساخت های دامپزشکی و بهداشتی، می تواند منجر به آلودگی گسترده خاک و افزایش مواجهه انسانی با تخم های انگل شود.

مقایسه این نتایج با مطالعات مشابه در سایر کشورها، تصویری روشن تر از وضعیت اپیدمیولوژیک توکسوکاریازیس ارائه می دهد. در مطالعه ای در نیجریه (۲۴)، شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد تا ۴۳ درصد گزارش شده است، که نشان دهنده بار بالای بیماری در مناطق گرمسیری با تراکم بالای حیوانات ولگرد و ضعف زیر ساخت های بهداشتی است (۲۵). در جنوب شرق آسیا نیز، مطالعاتی در اندونزی و فیلیپین شیوعی بالای ۲۴ درصد را در سگ های بدون صاحب نشان داده اند (۲۶ و ۲۷). این ارقام با سناریوی پایه مدل ایران (۳۲/۲ درصد) هم خوانی دارند و نشان می دهند که در صورت عدم مداخله، ایران نیز می تواند به چنین سطحی از آلودگی برسد. رشد بی رویه جمعیت سگ های ولگرد در غیاب سیاست های پایدار در بسیاری از شهرهای ایران، نبود برنامه های منسجم عقیم سازی و ساماندهی، موجب رشد تصاعدی جمعیت سگ های ولگرد شده است. این وضعیت در استان های جنوب شرق، غرب و حاشیه کلان شهرها به طور خاص مشهود است و با افزایش مواجهه انسانی با حیوانات ولگرد همراه است. هر چند که شرایط محیطی مانند رطوبت خاک، سایه دار بودن و شرایط اقلیمی می تواند در دوام محیطی تخم *توکسوکارا* موثر باشد. تنوع اقلیمی از مناطق مرطوب شمالی تا نواحی خشک مرکزی و گرم جنوبی، می تواند بر بقای تخم های *توکسوکارا* در خاک تأثیرگذار باشد. به ویژه در مناطق سایه دار و مرطوب، شرایط برای رسیدن تخم ها به مرحله لاروی و بقای طولانی تر آن ها مساعد تر است.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

مطالعات اپیدمیولوژیک انجام شده در ایران نشان می دهند که شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد و انسان ها، به ویژه در مناطق با تماس زیاد با خاک آلوده، قابل توجه است. بر اساس مرور نظام مند اخیر، میانگین شیوع این بیماری در ایران حدود ۱۵٫۷ درصد گزارش شده است، در حالی که دامنه آن بسته به منطقه جغرافیایی، شرایط اقلیمی، و روش های تشخیصی بین ۹٫۴ درصد تا ۲۳٫۲ درصد متغیر است. در این میان، توجه به شرایط اقلیمی و محیطی کشور از اهمیت ویژه ای برخوردار است؛ تخم های انگل *توکسوکارا* در محیط های مرطوب، سایه دار و نسبتاً خنک، قابلیت زنده مانی و رسیدن به مرحله لاروی را برای مدت طولانی حفظ می‌کنند. این ویژگی موجب می شود که مناطق شمالی و غربی ایران، به ویژه استان‌هایی مانند گیلان، مازندران، اردبیل و بخش هایی از آذربایجان، مستعد شیوع بالاتر بیماری باشند. در این مناطق، رطوبت نسبی بالا، پوشش گیاهی متراکم، و حضور سگ های ولگرد در فضاهای عمومی مانند پارک ها و حاشیه شهرها، شرایط مناسبی برای آلودگی خاک و انتقال بیماری فراهم می سازد. در مقابل، در نواحی خشک و گرم جنوب شرق کشور، اگرچه زنده مانی تخم ها محدودتر است، اما تماس مستقیم انسان با خاک آلوده، ضعف زیر ساخت‌های بهداشتی، و حضور گسترده سگ های ولگرد همچنان می تواند منجر به شیوع قابل توجه بیماری شود. استان هایی مانند سیستان و بلوچستان و فارس از جمله مناطقی هستند که شیوع قابل توجه ای را نشان داده اند. عواملی مانند نبود برنامه های منسجم کنترل حیوانات، تماس مستقیم کودکان با خاک، و ضعف آموزش عمومی در زمینه بیماری های زئونوز، از جمله دلایل اصلی گسترش توکسوکاریازیس در کشور محسوب می شوند. (۲۸ و ۲۹). این تنوع منطقه ای نشان دهنده تأثیر عوامل اقلیمی، فرهنگی و مدیریتی بر شیوع بیماری است. مدل حاضر با تعمیم داده های منطقه ای به سطح ملی، توانسته است میانگین قابل قبولی از وضعیت فعلی ارائه دهد و روند آینده را در شرایط عدم مداخله شبیه سازی کند. در برخی مناطق محروم کشور، دسترسی محدود به خدمات دامپزشکی و بهداشت حیوانات، کنترل بیماری های زئونوز را دشوار کرده است.

در مجموع، یافته های این مطالعه نشان می دهند که بدون مداخلات هدفمند، روند شیوع توکسوکاریازیس در سگ های ولگرد ایران به طور نگران کننده ای افزایش خواهد یافت. این وضعیت نه تنها سلامت حیوانات بلکه سلامت انسان ها و محیط زیست را نیز تحت تأثیر قرار می دهد. بنابراین، اتخاذ رویکردهای چند جانبه، از جمله آموزش عمومی، ساماندهی حیوانات ولگرد، و تقویت همکاری بین بخشی، برای کنترل مؤثر این بیماری زئونوز ضروری است (۱۴ و ۳۰).

با توجه به نتایج مدل سازی، به نظر می رسد که شرایط اپیدمیولوژیک و مدیریتی ایران در حال حاضر به سناریوی حداکثر نزدیک تر است. این موضوع را می توان به چند عامل نسبت داد: نخست، پوشش محدود و ناپیوسته برنامه های عقیم سازی و کنترل جمعیت سگ های ولگرد در بسیاری از مناطق کشور، که منجر به رشد مداوم جمعیت این حیوانات شده است. دوم، فقدان نظام یکپارچه ثبت و گزارش موارد بیماری در انسان و حیوان، که مانع از پایش دقیق و مداخلات هدفمند می شود. در مقایسه، کشورهایی مانند ترکیه و برزیل با اجرای برنامه های منسجم عقیم سازی، درمان انگلی دوره‌ای، و آموزش عمومی، توانسته اند روند شیوع بیماری را کنترل کنند (۳۱ و ۳۲). بنابراین، در صورت عدم مداخله مؤثر، ایران ممکن است با افزایش قابل توجه بار بیماری مواجه شود، که این امر ضرورت سیاست گذاری مبتنی بر شواهد را دوچندان می سازد.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

با وجود تلاش برای مدل سازی واقع گرایانه، این مطالعه با محدودیت هایی همراه است که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرند. نخست، داده های مورد استفاده برای نرخ رشد جمعیت از مطالعه منطقه ای استخراج شده و تعمیم آن ها به سطح ملی ممکن است با خطا همراه باشد، به ویژه با توجه به تفاوت های اقلیمی، فرهنگی، مدیریتی و زیست محیطی در مناطق مختلف کشور. دوم، نرخ های رشد و شیوع بیماری در مدل به صورت ثابت یا خطی در نظر گرفته شده اند، در حالی که در واقعیت، این پارامتر ها تحت تأثیر عوامل پویا مانند مداخلات بهداشتی، تغییرات جمعیتی، و نوسانات فصلی قرار دارند. سوم، فقدان داده های سراسری و یکپارچه در سطح ملی، اعتبار سنجی مدل را محدود کرده و نتایج را در قالب سناریو های فرضی ارائه می دهد. طراحی مطالعات آینده نیازمند داده های دقیق تر، مدل سازی چند سطحی، و ارزیابی مداخلات کنترلی در شرایط واقعی خواهد بود.

نتیجه‌گیری کلـــی و پیشنهادها

نتایج این مطالعه نشان می دهد که در صورت عدم اجرای مداخلات کنترلی، جمعیت سگ های ولگرد ایران طی ده سال آینده می تواند تا بیش از پنج برابر افزایش یابد و تعداد موارد آلودگی به توکسوکاریازیس به بیش از دو میلیون رأس برسد. این روند، به ویژه در سناریو های ترکیبی با نرخ های بالای رشد جمعیت و شیوع بیماری، بار اپیدمیولوژیک قابل توجهی ایجاد خواهد کرد.مدل سازی انجام شده نشان داد که تفاوت بین سناریوهای حداقل و حداکثر، منجر به اختلافی بیش از ۱٫۴ میلیون رأس سگ آلوده در پایان دوره می‌شود.

در مجموع، مدل حاضر با تعمیم داده های منطقه ای به سطح ملی، تصویری از آینده اپیدمیولوژیک توکسوکاریازیس ارائه می دهد و بر اهمیت سیاست گذاری مبتنی بر سلامت واحد برای کنترل مؤثر این بیماری زئونوز تأکید می‌کند. بر اساس برآوردهای مدل، برای کنترل مؤثر رشد جمعیت سگ های ولگرد، اجرای برنامه عقیم سازی سالانه برای حداقل ۲۰ درصد از سگ های مولد (حدود ۱۵۰٬۰۰۰ رأس در سطح ملی) توصیه می شود. همچنین، درمان انگلی دوره‌ای برای حداقل ۳۰ درصد از سگ های در معرض خطر می تواند شیوع بیماری را به طور قابل توجهی کاهش دهد.

تقـدیر و تشـکر

بدینوسیله از دانشگاه علوم پزشکی کرمان تشکر و قدردانی می گردد.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسنده، این مقاله هیچگونه تعارض منافع ندارد.

فهرست منابع

[1] Rodriguez-Morales AJ, Jaramillo-Montoya IC, Hermosa-Sanchez JM, et al. Toxocariasis: An Overlooked Neglected Tropical Disease in Latin America. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo. 2025;18(1):e2835-e2835.
[2] Yoshida A, Hamilton CM, Pinelli E, Holland CV. Toxocariasis. Helminth Infections and their Impact on Global Public Health. 2022:569-605.
[3] Dubná S, Langrová I, Jankovská I, et al. Contamination of soil with Toxocara eggs in urban (Prague) and rural areas in the Czech Republic. Veterinary Parasitology. 2007;144(1-2):81-86.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

[4] Azam D, Ukpai OM, Said A, Abd-Allah GA, Morgan ER. Temperature and the development and survival of infective Toxocara canis larvae. Parasitology Research. 2012;110(2):649-656.
[5] Hotez PJ. Toxocariasis: A neglected infection for the Anthropocene epoch. Adv Parasitol. 2020;109:879-883. doi:10.1016/bs.apar.2020.03.004
[6] Nijsse R, Overgaauw P, Ploeger H, Mughini-Gras L. Sources of environmental contamination with Toxocara spp.: an omnipresent parasite. Advances in Parasitology. 2020;109:585-614.
[7] Pourshahbazi G, Khanahmad H, Khadivi R, et al. Environmental Contamination of Different Areas of Isfahan Province of Iran with Toxocara spp. Eggs using Molecular Methods. Adv Biomed Res. 2022;11:72. doi:10.4103/abr.abr_36_22
[8] Maleki B, Khorshidi A, Gorgipour M, Mirzapour A, Majidiani H, Foroutan M. Prevalence of Toxocara spp. eggs in soil of public areas in Iran: a systematic review and meta-analysis. Alexandria Journal of Medicine. 2018;54(2):97-101.
[9] Mazhab-Jafari K, Zibaei M, Maraghi S, et al. Prevalence of Toxocara eggs in the soil of public parks of Khorramshahr city, southwest Iran. Ann Parasitol. 2019;65(4):351-356. doi:10.17420/ap6504.220
[10] Mohaghegh MA, Rezaiemanesh MR, Resketi MA, et al. High contamination of soil with Toxocara spp. eggs in the north of Iran. Ann Parasitol. 2021;67(4):715-721. doi:10.17420/ap6704.388
[11] Raissi V, Raiesi O, Etemadi S, et al. Environmental soil contamination by Toxocara species eggs in public places of Ilam, Iran. Ann Agric Environ Med. Mar 17 2020;27(1):15-18. doi:10.26444/aaem/118130
[12] Rostami A, Riahi SM, Hofmann A, et al. Global prevalence of Toxocara infection in dogs. Adv Parasitol. 2020;109:561-583. doi:10.1016/bs.apar.2020.01.017
[13] Strube C, Heuer L, Janecek E. Toxocara spp. infections in paratenic hosts. Veterinary Parasitology. 2013;193(4):375-389.
[14] Ebrahimipour M, Parsa H, Kianifard N, Nasibi S, Rostami A. Understanding the research and practical needs required to control toxocariasis in Iran. Parasite Epidemiology and Control. 2024;25:e00351.
[15] Holland C. Knowledge gaps in the epidemiology of Toxocara: the enigma remains. Parasitology. 2017;144(1):81-94.
[16] Rostami A, Riahi SM, Holland CV, et al. Seroprevalence estimates for toxocariasis in people worldwide: A systematic review and meta-analysis. PLoS neglected tropical diseases. 2019;13(12):e0007809.
[17] Rostami A, Sepidarkish M, Ma G, et al. Global prevalence of Toxocara infection in cats. Adv Parasitol. 2020;109:615-639. doi:10.1016/bs.apar.2020.01.025
[18] Ma G, Rostami A, Wang T, Hofmann A, Hotez PJ, Gasser RB. Global and regional seroprevalence estimates for human toxocariasis: A call for action. Advances in Parasitology. 2020;109:275-290.
[19] Zibaei M, Hatami Z, Firoozeh F, et al. Molecular investigation of Toxocara infection from the serum of people living with HIV in Alborz, Iran. BMC Infect Dis. May 3 2023;23(1):275. doi:10.1186/s12879-023-08250-8
[20] Shamsaddini S, Ahmadi Gohari M, Kamyabi H, et al. Dynamic modeling of female neutering interventions for free-roaming dog population management in an urban setting of southeastern Iran. Scientific reports. 2022;12(1):4781.
[21] Yousefi E, Rokni MB, Hazrati Tappeh K, et al. Seroprevalence of Toxocara Infection in Association with Different Risk Factors among Children of 4-12 Years Old Referred to Some Medical Centers in Aras Free Zone, Northwest Iran. Iran J Public Health. Jul 2020;49(7):1307-1315. doi:10.18502/ijph.v49i7.3584
[22] Akhtardanesh B, Mostafavi M, Khedri J, Fakhri A, Sharifi I, Shahraki MK. Seroepidemiology of visceral leishmaniasis among free-roaming dogs and children in Zahedan city, southeast of Iran, 2018–2020. Elsevier; 2021. p. 105234.
[23] Erofeeva VV, Vasenev V. Influence of environmental factors on the development and survival of Toxocara sp. eggs in various soil substrates. Springer; 2020:52-57.
[24] Hartnack S, Alobo G, Kankya C. Toxocariasis in Africa: a one health perspective. 2017. p. 3-4.
[25] Omonijo A, Kalinda C, Mukaratirwa S. A systematic review and meta-analysis of canine, feline and human Toxocara infections in sub-Saharan Africa. Journal of helminthology. 2020;94:e96.
[26] Abadilla MEG, Paller VGV. T oxocara canis prevalence in soil, dog stool, and human serum samples from a rural village in Los Baños, Laguna, Philippines. Journal of parasitic diseases. 2022;46(3):889-895.
[27] Ridwan Y, Sudarnika E, Dewi TIT, Budiono NG. Gastrointestinal helminth parasites of pets: Retrospective study at the veterinary teaching hospital, IPB University, Bogor, Indonesia. Veterinary World. 2023;16(5):1043.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

[28] Abbaszadeh Afshar MJ, Zahabiun F, Heydarian P, et al. A systematic review and meta-analysis of toxocariasis in Iran: is it time to take it seriously? Acta Parasitologica. 2020;65:569-584.
[29] Eslahi AV, Badri M, Khorshidi A, et al. Prevalence of Toxocara and Toxascaris infection among human and animals in Iran with meta-analysis approach. BMC Infect Dis. Jan 7 2020;20(1):20. doi:10.1186/s12879-020-4759-8
[30] Aklilu H, Engdawork A. Prevalence of Toxocara canis and assessment of knowledge, attitude, and practices of the community in Bishoftu town, central Ethiopia. Archives of Veterinary Medicine. 2024;17(1):31-49.
[31] Gebara R. Different successful initiatives in dog population management programs in Brazil. 2016;
[32] Middle East Vegan Society. Street dogs in Turkey: New law and the fight for humane treatment [Internet]. 2024 [cited 2025 Oct 15]. Available from: https://www.middleeastvegansociety.org/blog/street-dogs-in-turkey-new-law-and-the-fight-for-humane-treatment

"This journal is following of Committee on Publication Ethics (COPE) and complies with the highest ethical standards in accordance with ethical laws". This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited Copyright © 2023 Zoonosis.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]

Research Article

Forecasting Toxocariasis Prevalence in Iranian Stray Dogs Using Dynamic Population Modeling and Integrated Growth–Prevalence Scenarios

Mohammad Ebrahimipour*

1. Research Center for Hydatid Disease in Iran, Institute of Infectious Diseases and Tropical Medicine, Afzalipour School of Medicine, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.



***Corresponding author:** md.ebrahimi31@gmail.com

Received: 2025/09/27 Accepted: 2025/10/18

Abstract

Toxocariasis is a significant zoonotic disease transmitted from animals to humans, primarily through the highly resilient eggs of *Toxocara canis* released into the environment by infected dogs. Stray dogs, as the definitive hosts, play a critical role in environmental contamination. With the growing population of stray dogs in Iran, the risk of human exposure to contaminated soil is increasing, thereby constituting an emerging public health concern. This study aimed to forecast the 10-year trend of toxocariasis prevalence among stray dogs in Iran using dynamic population modeling integrated with regional epidemiological data. Three population growth scenarios were evaluated (minimum: 3.7-fold, baseline: 4.62-fold, and maximum: 5.54-fold increase over 10 years), along with three annual prevalence escalation rates (0.5%, 1%, and 2%). The initial stray dog population was estimated at approximately 1,098,840 animals. In the absence of control measures, projections indicated that the stray dog population could exceed 5,850,000 by year ten under the maximum growth scenario. Concurrently, the mean prevalence of toxocariasis was predicted to increase from 15.7% in the first year to 24.7% in the tenth year. Depending on the modeled scenario, the number of infected dogs was estimated to range from approximately 742,500 (minimum growth with 0.5% annual prevalence increase) to more than 2,173,260 (maximum growth with a 2% annual prevalence increase). This difference of over 1.4 million cases highlights the substantial impact of population dynamics and rising prevalence on the epidemiological burden. Overall, the findings suggest that, without effective control interventions, Iran's stray dog population could increase more than fivefold over the next decade, with toxocariasis infections exceeding two million cases. Under scenarios combining rapid population growth and increasing disease prevalence, this trend would impose a considerable public health burden. Therefore, implementing multisectoral strategies—including stray dog population management, regular deworming programs, public education, and strengthened intersectoral collaboration—is essential to reduce transmission and protect public health.

Keywords: trend, toxocariasis, visceral larva migrans, zoonosis, Iran.

How to cite this article: Ebrahimipour M. Forecasting Toxocariasis Prevalence in Iranian Stray Dogs Using Dynamic Population Modeling and Integrated Growth–Prevalence Scenarios. Journal of Zoonosis. 2023; 3 (4):37-48.

[Downloaded from zoonosis.ir on 2026-11-18]