بررسی نقش عوامل محیطی بر توزیع فضایی فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان با استفاده از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در استان گلستان، ایران

بهینه، ک.[۱]، نمردی ، س.[۱*]، سمان ماهینی، ع.[۱].

دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۵ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۰۲

خلاصه

توکسوپلاسما گوندی یک انگل تک یاخته‌ای مهم مشترک انسان و حیوانات است که می‌تواند انسان و حیوانات خونگرم را آلوده کند و فراوانی آن در شمال ایران بالاست. هدف این مطالعه، بررسی رابطه برخی از عوامل محیطی با فراوانی آلودگی جوندگان به *توکسوپلاسما گوندی* در استان گلستان بود. در طول زمستان سال ۱۳۹۴، ۱۲۴ موش قهوه‌ای (*Mus musculus*) با تله صید شدند. نمونه خون از قلب جمع‌آوری شده و پس از جدایی سرم، حضور آنتی بادی *توکسوپلاسما گوندی* با استفاده از آزمون آگلوتیناسیون اصلاح شده (MAT) مورد بررسی قرار گرفت. رابطه بین فراوانی آنتی‌بادی *توکسوپلاسما گوندی* با میانگین دمای سالیانه، میانگین بارش سالیانه و میانگین رطوبت نسبی سالیانه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در نرم افزار Arc Gis ۱۰/۳ وIdrisi Selva مورد بررسی قرار گرفت. بالاترین فراوانی آنتی‌بادی *توکسوپلاسما گوندی* در گرگان با میانگین رطوبت نسبی ۷۸ درصد، میانگین بارش سالیانه ۵۵۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. نتایج سیستم اطلاعات جغرافیایی نشان داد رطوبت و دما بیشترین تأثیر را بر چگونگی توزیع فضایی آنتی بادی *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان نمونه گیری شده دارد. رابطه مثبت بین شیوع آنتی بادی *توکسوپلاسما گوندی* با رطوبت و بارندگی و همچنین رابطه منفی بین دما و فراوانی آنتی‌بادی *توکسوپلاسما گوندی* می‌تواند به این دلیل باشد که زنده ماندن اووسیست *توکسوپلاسما گوندی* در خاک مرطوب طولانی‌تر است و همچنین تراکم جمعیت میزبان *توکسوپلاسما گوندی* در نواحی با بارش و رطوبت بالا، بیشتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جوندگان، *توکسوپلاسما گوندی*، عوامل محیطی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، گلستان، ایران.

۱. گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

*نویسنده مسؤول: **namroodi@gau.ac.ir**

مقدمه

توکسوپلاسما گوندی (*Toxoplasma gondii*) کوکسیدیای داخل سلولی اجباری با گسترش بالای جهانی می‌باشد. گربه‌سانان به عنوان میزبان نهایی و همچنین حوزه‌ی وسیعی از حیوانات خونگرم شامل پستانداران و پرندگان به عنوان میزبان‌های واسط این انگل شناخته شده‌اند (Dubey، ۲۰۰۸). انتقال انگل *توکسوپلاسما گوندی* به میزبان های واسط، عمدتا از طریق خوردن مواد آلوده به اووسیست دفع شده در مدفوع گربه‌سانان انجام می شود ولی در انسان علاوه بر آن می‌تواند از طریق خوردن گوشت خام و یا نیم پز آلوده به کیست *توکسوپلاسما گوندی* نیز صورت می‌گیرد (Tenter و همکاران، ۲۰۰۰). شرایط محیطی نقش مهمی در زنده‌مانی اووسیست *توکسوپلاسما گوندی* ایفا می‌کند. اووسیست اسپوردار نسبت به اووسیست‌های بدون اسپور، مقاومت بیشتری دارد. اسپورولاسیون اووسیست‌ها بستگی به دما و رطوبت محیط دارد و ممکن است از ۱ تا ۲۱ روز طول بکشد (Dubey، ۱۹۹۸). علائم آلودگی به *توکسوپلاسما گوندی* در میزبان های واسط تقریبا مشابه بوده و *توکسوپلاسما گوندی* می تواند هم در میزبان اصلی و هم میزبان‌های واسط بدون ایجاد علایم بالینی آلودگی ایجاد کند. از طرفی توکسوپلاسموز می‌تواند منجر به بروز عوارض شدیدی در انسان از جمله کوری، انسفالوپاتی، سقط و ناقص الخلقه‌زایی در افراد دچار ضعف سیستم ایمنی و یا باردار شود (Weiss وDubey، ۲۰۰۹).

استان گلستان در شمال ایران دارای تنوع آب و هوایی بالا با غالبیت شرایط محیطی معتدل و مرطوب می‌باشد که این شرایط اقلیمی موجب حضور تعداد بالای پستانداران و پرندگان، میزبان های واسط انگل *توکسوپلاسما گوندی*، در این استان شده است (ضیایی، ۱۳۸۷؛ Sharbati، ۲۰۱۲). در مطالعه جامع صورت گرفته توسط مصطفوی و جلالی فرد در ایران، بیشترین موارد آلودگی به *توکسوپلاسما گوندی* در نواحی شمالی و مرطوب ایران گزارش شده است (مصطفوی و جلالی منفرد، ۱۳۹۱). شیوع و انتشار غالب بیماری‌ها از جمله بیماری‌های انگلی که بخشی از مرحله تکامل خود را خارج از بدن میزبان سپری می‌کنند، چون انگل *توکسوپلاسما گوندی*، علاوه بر مسایل اقتصادی، اجتماعی و جمعیتی تحت تاثیر عوامل اکولوژیکی و جغرافیایی می‌باشد (Greene، ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر با پیشرفت روز افزون علوم و فن‌آوری، مطالعه نوین بیماری‌ها و علل ایجاد و نحوه شیوع آنها به کمک تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ایجاد شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی از طریق بررسی و تجزیه و تحلیل مکانی در زمینه ارتباط بین بروز بیماری‌ها و عوامل خطر محیطی امکان بررسی نقش فاکتورهای محیطی را بر نحوه پراکندگی و گسترش بیماری‌ها فراهم ساخته است و همچنین از طریق درون‌یابی به بررسی تنوع و روابط فضایی داده‌ها می‌پردازد. یکی از روشهای ارزیابی درون‌یابی روش کریجینگ میباشد که بر منطق میانگین متحرک وزندار استوار است (Bavia و همکاران، ۲۰۰۵). به عنوان مثال Klinkenberg و همکاران (۲۰۰۴) سعی نموده‌اند از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی و برنامه‌ریزی فعالیت‌های کنترل بیماری مالاریا در سریلانکا استفاده کنند در این مطالعه تأثیر بارش، پوشش گیاهی و مخزن‌های آب متروکه بر پراکندگی پشه مالاریا بررسی شد و نتایج نشان داد که خطر ابتلا به مالاریا در مناطق با متوسط بارش بیشتر، مخازن آب متروکه و حضور پوشش جنگلی، بیشتر بود.

در تحقیق حاضر ضمن مطالعه میزان آلودگی موش قهوه ای (*Mus musculus*) به آنتی‌بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در مناطق مختلف استان گلستان با شرایط اقلیمی متفاوت، نقش برخی از عوامل محیطی شامل میانگین دمای سالیانه، میانگین بارش سالیانه و میانگین رطوبت نسبی سالیانه به عنوان متغیر مستقل بر میزان حضور آنتی بادی *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت.

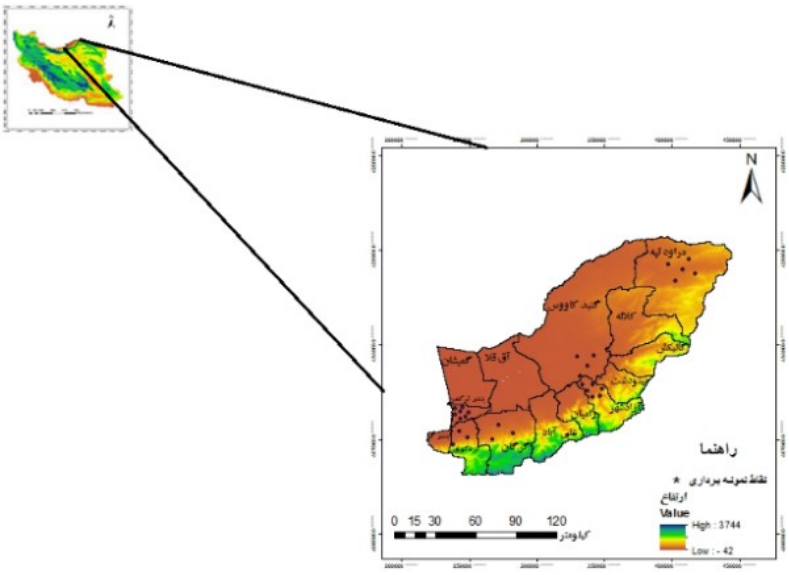
مواد و روش کار

مشخصات محل نمونه‌گیری

استان گلستان به سه بخش جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی تقسیم می‌شود و دارای تنوع آب و هوایی خشک و نیمه خشک، معتدل و کوهستانی است. میانگین بارندگی سالانه استان ۴۵۰ میلی‌متر است (سلمان ماهینی و همکاران، ۱۳۸۹؛ مساعدی و همکاران، ۱۳۸۸؛ جهانی و دلبری، ۱۳۸۸) (شکل ۱). انتخاب مناطق نمونه‌گیری متناسب با تنوع آب و هوایی استان، خشک و نیمه خشک، معتدل و کوهستانی صورت گرفت. نمونه‌گیری در شهرستان‌های گرگان، آزادشهر، مراوه‌تپه، گنبدکاووس، بندرترکمن و کردکوی انجام شد. موقعیت جغرافیایی جوندگان صید شده با استفاده از GPS ثبت شده و در مرحله بعد اطلاعات جهت تهیه پایگاه داده بصورت دیجیتال به کامپیوتر انتقال یافت (شکل ۱).

نمونه گیری و آزمون آگلوتیناسیون اصلاح شده

در طول زمستان سال ۱۳۹۴، در مجموع ۱۲۴ موش قهوه‌ای (*Mus musculus*) با تله صید شدند. پس از صید، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و ضمن کالبدگشایی نمونه خون از قلب جمع‌آوری شده و پس از انجام سانتریفیوژ خون و جداسازی سرم، حضور آنتی بادی



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌گیری در نقشه

ضد *توکسوپلاسما گوندی* با استفاده از آزمون آگلوتیناسیون اصلاح شده (Modified agglutination test (MAT) مورد بررسی قرار گرفت. از تکی زوایت‌های کشته شده (تهیه شده از موسسه واکسن سازی پاستور) به عنوان آنتی ژن استفاده شد و نمونه سرم تهیه شده با دو مرکاپتو اتانول برای حذف آگلوتین‌های غیر اختصاصی عمل آورده شد.

سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic information system (GIS)

در این مطالعه ارتباط سه متغییر محیط زیستی، میانگین دمای سالیانه، میانگین بارش سالیانه و میانگین رطوبت نسبی سالیانه، با فراوانی حضور آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های محیط‌زیستی مورد نیاز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات نقشه‌ای مربوط به منطقه مطالعه شده با استفاده از GIS استخراج شدند (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۹۰). از روش‌های درون‌یابی جهت تهیه نقشه توزیع جغرافیایی فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان استفاده شد. در این تحقیق از روش درون‌یابی کرجینگ جهت بررسی تنوع و روابط فضایی استفاده شد.

مطالعات آماری

داده‌ها و اطلاعات گردآوری شده در نرم‌افزارMicrosoft Office Excel 2010وارد گردید و با استفاده از نرم افزارهای SPSS20، Idrisi Selva و Arc GIS 10/3 از روش رگرسیون خطی چندگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۹۰).

در این مطالعه حضور آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* به عنوان متغیر وابسته، و متغیرهای محیط زیستی شامل میانگین دمای سالیانه، میانگین بارش سالیانه و میانگین رطوبت نسبی سالیانه به عنوان پارامترهای موثر در توزیع جغرافیایی فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی*، به عنوان متغیرهای مستقل، بکار گرفته شدند. جهت ارزیابی مدل رگرسیون چندگانه خطی از معیار ضریب تعیین یا R^2استفاده شد. با استفاده از ضریب تعیین مشخص می‌شود که چه اندازه از تغییرات متغیر وابسته به متغیر مستقل مرتبط است. به منظور تعیین اهمیت متغیرهای مستقل اقدام به حساسیت‌سنجی مدل شد (سلمان ماهینی و کامیاب، ۱۳۹۰؛ Mahiny و Turner، ۲۰۰۳).

نتایج

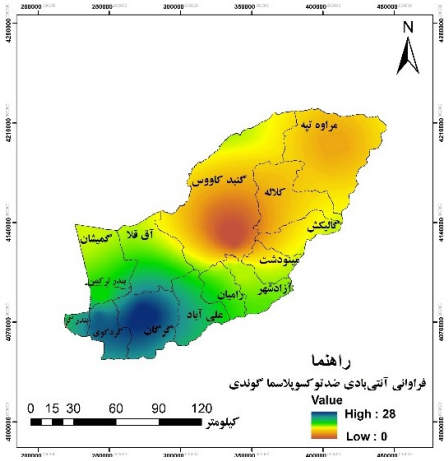
در این مطالعه بالاترین فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در موش قهوه ای شهرستان گرگان و پایین‌ترین در نمونه های شهرستان گنبد کاووس دیده شد (جدول ۱).

نقشه‌های حاصل از مطالعه پراکنش فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان نمونه‌گیری شده از مناطق مختلف، با استفاده از روش درون‌یابی کرجینگ در شکل ۲ نشان داده شده است.

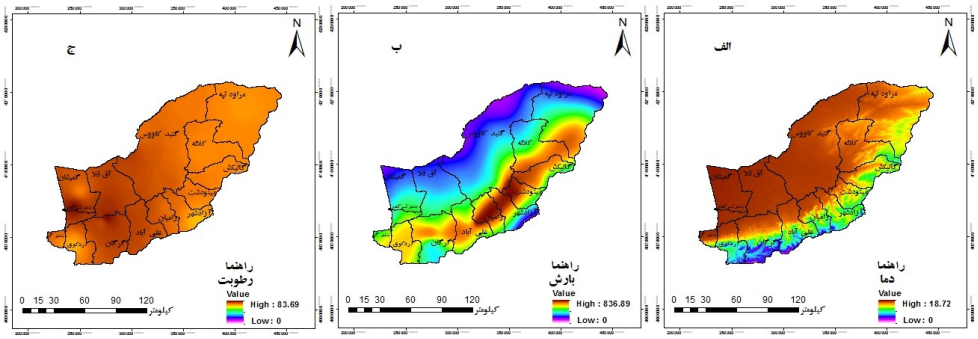
طبق شکل ۲، بالاترین میزان فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در نواحی دارای آب و هوای معتدل مشاهده شد. شکل ۳ نشان دهنده میانگین دمای سالیانه، نقشه میانگین بارش سالیانه و

شهرستان	تعداد نمونه	موارد مثبت	فراوانی آنتی بادی *ضدتوکسوپلاسماگوندی*	میانگین دمای سالیانه (میلی متر)	میانگین بارش سالیانه (میلی متر)	میانگین رطوبت سالیانه (میلی متر)
گرگان	۲۵	۷	۲۸	۱۲/۵۳	۵۵۱/۰۷	۷۷/۸۴
کردکوی	۱۵	۴	۲۶/۶۶	۱۱/۹	۶۰۸/۲۶	۷۲/۱۵
بندر ترکمن	۲۷	۶	۲۲/۲۲	۱۷/۸۸	۴۷۶/۴۳	۷۹/۷۵
آزاد شهر	۱۵	۳	۲۰	۱۲/۳۷	۵۴۱/۴۶	۷۰/۷۶
مراوه تپه	۱۲	۲	۱۶/۶۶	۱۵/۳۷	۴۱۸/۶۲	۷۰/۵۷
گنبد کاووس	۳۰	۴	۱۳/۳۳	۱۷/۳۹	۳۱۶/۴۶	۷۴/۴۵

جدول ۱. فراوانی حضور آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان و میزان متغییرهای محیط زیستی مطالعه شده در مناطق مختلف



شکل ۲. نقشه درون‌یابی حضور آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان نواحی مختلف به روش کرجینگ



شکل ۳: (الف) نقشه میانگین دمای سالیانه منطقه مورد مطالعه. (ب) نقشه میانگین بارش سالیانه منطقه مورد مطالعه. (ج) نقشه میانگین رطوبت سالیانه منطقه مورد مطالعه.

نقشه میانگین رطوبت سالیانه استان گلستان می‌باشد. در این نقشه‌ها بیشترین وکمترین میزان رطوبت سالیانه، دما سالیانه و بارش سالیانه نشان داده شده است.

طبق شکل ۲، بالاترین فراوانی آنتی‌بادی ضد انگل *توکسوپلاسما گوندی* در گرگان با میانگین رطوبت نسبی ۷۸ درصد، میانگین بارش سالیانه ۵۵۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۲/۵ درجه سانتی گراد بود.

در تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه که از نقشه درون‌یابی حضور آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان نواحی مختلف به روش کریجینگ استفاده شده، F قابل قبول با فاصله اطمینان ۹۹٪، ۳/۳۲ بود. میزان F با استفاده از معادله رگرسیون ۱۱۵ و معنی‌دار برآورد گردید (جدول ۲).

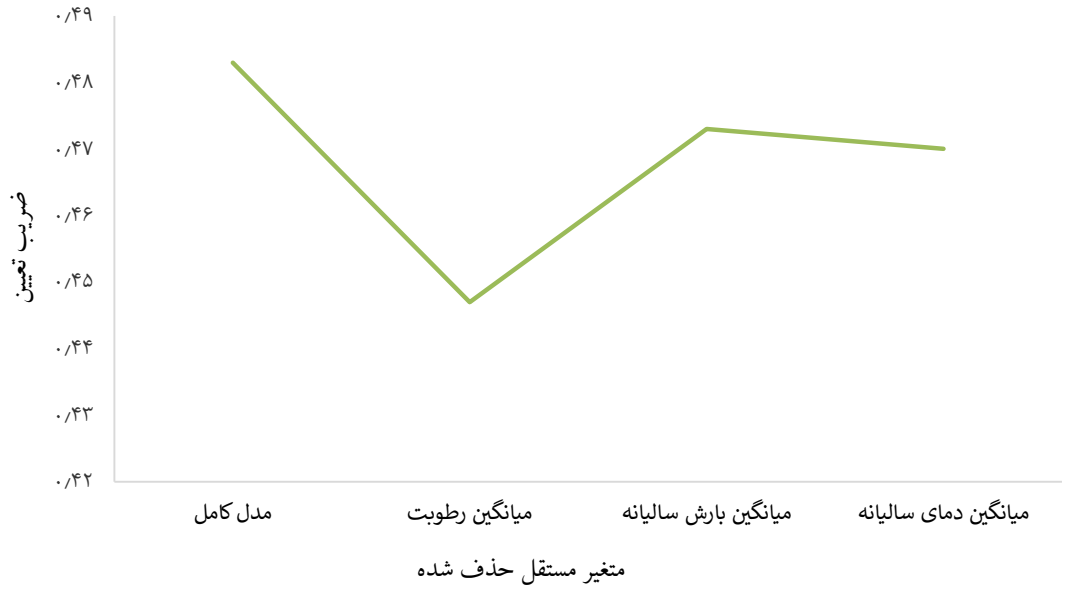
منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	*میانگین مربعات*	آماره F	سطح معنی داری
رگرسیون	۳	۲۶۴۵۵/۹۱	۶۶۱۳/۹۸	۱۱۵	۰/۱۰
باقیمانده‌ها	۵۳۶	۳۰۶۱۶/۶۳	۵۷/۲۳		
کل	۵۳۹	۵۷۰۷۲/۵۴			

جدول ۲. تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه با بکارگیری نقشه درون‌یابی تهیه شده به روش کریجینگ

پارامترهای مدل $Y = (a + b_1x_1 + b_2x_2 + \ldots + b_nx_n)$				
A	b_1x_1	b_2x_2	b_3x_3	R^2
۴/۹۵	۰/۳۱	−۰/۵۸	۰/۰۴	۰/۴۸۳

جدول ۳. نتایج مدل رگرسیون چندگانه خطی با استفاده شده از نقشه درون‌یابی به روش کریجینگ

X۱ متغیر مستقل میانگین رطوبت نسبی سالیانه ؛ X۲ متغیرمستقل میانگین دما سالیانه ؛ X۳ متغیر مستقل میانگین بارش سالیانه



شکل ۴. حساسیت‌سنجی مدل رگرسیون چندگانه خطی با حذف متغیرهای مستقل

بر اساس جداول آماری مقدار t برای سطح معنی‌داری ۹۹٪ و درجه آزادی ۱۱۵ برابر با ۲/۵۷ بود لذا می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای مستقل دما و رطوبت چون دارای مقدار t بالاتر از ۲/۵۷ هستند، بر فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در موش قهوه ای بسیار موثر بوده اند در حالی که متغیر بارش کمتر (۹۰٪) بر میزان آلودگی موش قهوه ای به *توکسوپلاسما گوندی* موثر بود. نتایج مدل رگرسیون چندگانه خطی در جدول ۳ نشان داده شده است.

تأثیر هر کدام از عوامل محیط زیستی بر فراوانی آنتی‌بادی ضد انگل *توکسوپلاسما گوندی* در مناطق مورد مطالعه به صورت ضریب در خروجی مدل رگرسیون چندگانه خطی نشان داده شده است. هرچه میزان ضریب بیشتر باشد آن عامل تأثیرش بر میزان فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان بالاتر می‌باشد. مقدار منفی دما بیانگر رابطه عکس بین دما و فراوانی آنتی‌بادی ضد انگل *توکسوپلاسما گوندی* در موش قهوه ای بود. هرچه دما بالاتر، فراوانی آنتی‌بادی ضد انگل *توکسوپلاسما گوندی* در موش قهوه ای پایین‌تر شده و هرچه بارش و رطوبت بالاتر، فراوانی آنتی‌بادی ضد انگل *توکسوپلاسما گوندی* در موش قهوه ای بالاتر بود. نتایج حاصل از جدول و ضریب تعیین (R^2) بدست آمده بیانگر ارتباط ۰/۴۸۳ فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* با فاکتورهای محیط زیستی در نمونه های مورد مطالعه بود.

نتایج حاصل از حساسیت‌سنجی مدل‌های بدست آمده در این تحقیق در شکل ۴ مشاهده می‌شود. با استفاده از روش حساسیت سنجی مدل رگرسیون چندگانه خطی، مشخص گردید متغیرهای مستقل دما و رطوبت بیشترین اثر را بر فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در موش قهوه ای داشته و میزان بارش نسبت به دو فاکتور ذکر شده، اثر کمتری بر میزان فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* داشته است (شکل۴).

بحث

در این مطالعه از ۱۲۴ موش قهوه ای مورد مطالعه، تعداد۲۶ (۲۱ درصد)، دارای آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* بودند. توکسوپلاسما گوندی یک انگل زئونوز می‌باشد که عوامل محیطی مختلفی بر نحوه پراکندگی این انگل تأثیرگذار بوده و میزان پراکندگی، بروز و شیوع توکسوپلاسموز در نقاط مختلف یکنواخت نمی‌باشد (Dubey، ۲۰۰۸). در این مطالعه بیشترین میزان شیوع آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در موش های قهوه ای شهرستان گرگان و کمترین میزان شیوع آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در نمونه های شهرستان گنبد کاووس شناسایی شد. با توجه به اینکه میانگین رطوبت نسبی سالیانه و میانگین بارش سالیانه شهرستان گرگان بیشتر از شهرستان گنبد کاووس و همچنین میانگین دمای سالیانه شهرستان گرگان نسبت به شهرستان گنبدکاووس پایین‌تر می‌باشد، به نظر می‌رسد فاکتورهای ذکر شده بر بالاتر بودن آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان گرگان نسبت به گنبد موثر باشند. تطابق رابطه مثبت بین شیوع آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* با رطوبت و بارندگی و همچنین رابطه منفی بین دما با شیوع آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* می‌تواند بدلیل زنده ماندن بالاتر اووسیست در خاک مرطوب باشد. این موضوع به صورت تجربی توسط Lélu و همکاران (۲۰۱۲) اثبات شده و همچنین در تحقیقات میدانی مطالعه دیگری مشاهده شده که اختلاف معنی‌دار در زنده‌مانی اووسیست در خاک مرطوب نسبت به خاک خشک، وجود دارد (Dumètre و Dardé، ۲۰۰۳). از مطالعات مشابه صورت گرفته در این زمینه، می‌توان به مطالعه آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جمعیت بزهای صربستان توسط اشاره کرد. نتایج این مطالعه، همچون مطالعه اخیر، نشان دهنده رابطه مثبت بین بارش و رطوبت با شیوع آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در بزهای کشور صربستان بود (Djokić و همکاران، ۲۰۱۴).

با توجه به اهمیت بیماری توکسوپلاسموز، مطالعات اپیدمیولوژیک صورت گرفته در حیوانات و انسان‌ها متعدد می‌باشد. پاک‌نژاد و همکاران به مطالعه آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان انباری، به روش دای تست، در شهر لاهیجان با میانگین رطوبت نسبی ۷۷/۳ درصد، میانگین بارش سالیانه ۱۴۵۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۶/۱ درجه سانتی‌گراد پرداخته و آلودگی ۲۴ درصدی را در جوندگان گزارش کردند (پاک‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۰). نتیجه تحقیق اشاره شده بیشترین شباهت را با نتایج حاصل از این مطالعه در استان گلستان را دارد. اسمیت و فرنکل به مطالعه آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی*، از طریق آزمون آگلوتیناسیون اصلاح شده، در ایالت میسوری در کشور آمریکا با میانگین رطوبت نسبی ۷۵ درصد، میانگین بارش سالیانه ۱۸۹ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۷ درجه سانتی‌گراد پرداخته و آلودگی ۱۸ درصدی به *توکسوپلاسما گوندی* را در جوندگان گزارش کردند (Smith و Frenkel، ۱۹۹۵). در مطالعه ای دیگر آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی*، در جوندگان از طریق آزمون آگلوتیناسیون اصلاح شده، در ایالت ایلینویز آمریکا با میانگین رطوبت نسبی ۷۵ درصد، میانگین بارش سالیانه ۹۹۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد، ردیابی و ۶/۳ درصد جوندگان دارای آنتی بادی *توکسوپلاسما گوندی* بودند (Dubey و همکاران، ۱۹۹۵). فرانتی و همکاران به مطالعه

آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان از طریق آزمون آگلوتیناسیون اصلاح شده در شمال کالیفرنیا ایالات متحده در کشور آمریکا، با میانگین رطوبت نسبی ۵۰ درصد، میانگین بارش سالیانه ۱۹۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۳ درجه سانتی‌گراد، پرداخته و آلودگی ۴ درصدی جوندگان را به *توکسوپلاسما گوندی* گزارش کردند (Franti و همکاران، ۱۹۷۶). نتایج مطالعات مصطفوی و همکاران در ایران، حاکی از آلودگی ۵۵ درصدی میزبانان به *توکسوپلاسماگوندی* در استان های شمالی، ۲۳ درصدی میزبانان در آذربایجان غربی، ۶ و ۹ درصدی میزبانان در ایذه و سردشت در جنوب ایران و ۲۹ درصدی میزبانان در استان فارس در بخش مرکزی ایران، می‌باشد (مصطفوی و جلالی منفرد، ۱۳۹۱). مقایسه نتایج مطالعات ذکر شده همراه با نتایج بدست آمده در این تحقیق، بیانگر رابطه مثبت فراوانی آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان با رطوبت و بارش و رابطه منفی آن با دما می باشد. مقدار ضریب تعیین (R^2) حاصل از نتایج مدل رگرسیون چندگانه خطی در این تحقیق بیان می‌دارد تقریبا ۵۰ درصد تغییرات آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در جوندگان در استان گلستان با عوامل محیط زیستی بررسی شده در این تحقیق مرتبط می باشد. با توجه به تفاوت دیده شده در نتایج مطالعات مشابه صورت گرفته و تأثیر ۵۰ درصدی عوامل محیطی بر فراوانی آنتی‌بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در این مطالعه، به نظر می‌رسد عواملی چون حساسیت روش‌های تشخیص به کار رفته در مطالعات مختلف، حجم جمعیت مورد مطالعه، تراکم میزبانان انگل در محیط، شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مناطق مختلف بر تفاوت مشاهده شده در نتایج و میزان آلودگی جوندگان به *توکسوپلاسما گوندی*، در مطالعات مختلف صورت گرفته، موثر بوده باشد. با توجه به ارتباط عوامل بیماری‌زا با شرایط محیطی، مسلماً بدون شناخت و توجه به شرایط محیط طبیعی نمی‌توان برای محافظت از انسان و سایر حیوانات در مقابل بیماری‌ها و همچنین مبارزه با بیماری‌ها برنامه‌ریزی نمود و هر چقدر از محیط زندگی و نحوه انتشار بیماری‌ها اطلاعات دقیق‌تری وجود داشته باشد بهتر می‌توان برای مبارزه و ریشه‌کنی با آن‌ها اقدام نمود. تغییرات محیط زیستی شامل توسعه کشاورزی، سدسازی، ساخت اماکن مسکونی در مجاورت لانه‌های جوندگان و غیره، همگی به نوعی می‌توانند از علل گسترش فراوانی حضور آنتی بادی ضد *توکسوپلاسما گوندی* در مناطق مختلف باشد. لذا می‌توان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و نیز تحلیل نقش عوامل اقلیمی بر شیوع بیماری‌ها و همچنین انجام مطالعات اپیدمیولوژیک، امکان برنامه‌ریزی برای اجرای اقدامات کنترلی و پیشگیرانه را قبل از بروز بیماری‌ها فراهم آورد.

Journal of Veterinary Laboratory Research 7 (2015) 27-36

The impact of environmental factors on the spatial distribution of the *Toxoplasma* gondii antibody frequency in rodents using geographical information system (GIS) software in Golestan Province, Iran

Behine, K.[1], Namroodi, S.[1*], Salman Mahini, A.[1].

Received: 2015.07.16 Accepted: 2015.11.23

Abstract

Toxoplasma gondii is an important zoonotic protozoan parasite that can infect human and warm-blooded animals and is so frequent in the North of Iran. The aim of this study was to investigate the relationship between environmental factors and *T.gondii* antibody frequency in rodents of Golestan Province. During winter 2015, a total of 124 Mus musculus were captured by handmade traps. Blood sample were collected from heart, and after separation of the sera, *T.gondii* antibody was analyzed by modified agglutination test (MAT). Relation between T.gondii antibody frequency with temperature, precipitation and humidity was surveyed with GIS in ArcGIS and Idrisi Selva 10.3 software. The highest *T.gondii* frequency was observed in Gorgan with a 78% the average humidity, 551 the annual average rainfall and 12.5°C average temperature. The GIS results showed that from the tree main factors that was analyzed, temperature and humidity had the must effect on the spatial distribution of the *T.gondii* antibody frequency in sampled rodents. The positive relationship between *T.gondii* frequency, rainfall, humidity and the negative relationship between temperature and *T.gondii* antibody frequency could be explained by the fact that oocysts have a longer viability in damp soil, and also the high population of *T.gondii* hosts in regions with high rainfall and humidity.

Key words: Rodents, *Toxoplasma gondii*, Environmental factors, GIS, Golestan, Iran.

1. Department of Environmental sciences, Faculty of fisheries and environmental sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources, Gorgan- Iran.

*Corresponding author:**namroodi@gau.ac.ir**

منابع

پاک‌نژاد، م.، آسمار، م.، امیرجانی، ع. ۱۳۸۰. بررسی میزان آلودگی جوندگان انباری و *توکسوپلاسما* گوندی در شهر لاهیجان. مجله بیماری‌های عفونی و گرمسیری ایران، **٦**،۶۱-۶۵.

جهانی، س.، دلبری، م. ۱۳۸۸. ارزیابی و برآورد بیشترین بارش ۲۴ ساعته در استان گلستان. فصلنامه مهندسی منابع آب، **۲**، ۱۳-۲۲.

سلمان ماهینی، ع.، رشیدی، پ.، مخدوم، م.، علیزاده شعبانی، ا.، میکاییلی تبریزی، ع.، وارسته مرادی، ح. ۱۳۸۹. انتخاب سیستماتیک لکه‌های حفاظتی استان گلستان با استفاده از روش نظام ارزیابی و اولویت‌بندی حفاظت (CAPS). پژوهش‌های محیط زیست، **۱**،۱-۱۲.

سلمان ماهینی، ع.، کامیاب، ح. ۱۳۹۰. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. چاپ دوم، انتشارات مهر مهدیس، تهران، ایران.

ضیایی، ه. ۱۳۸۷. راهنمای صحرایی پستانداران ایران. چاپ دوم، کانون آشنایی با حیات وحش. سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران.

مساعدی، ا.، مرعشی، م.، کواکبی، غ. ۱۳۸۸. بررسی مقایسه‌ای خشک سالی در مناطق پر باران و کم باران (مطالعه موردی: استان گلستان). فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، **١٦**، ۲۷۷-۲۹۰.

مصطفوی، ن.، جلالی منفرد، ل. ۱۳۹۱. مرور نظامند مطالعات منتشر شده در زمینه‌ی اپیدمیولوژی توکسوپاسموز در ایران. مجله دانشکده پزشکی اصفهان. **۳۰**، ۷۴-۸۸.

Bavia, M.E., Carneiro, D.D.M.T., da Costa Gurgel, H., Filho, C.M., Barbosa, M.R. 2005. Remote sensing and geographic information systems and risk of American visceral leishmaniasis in Bahia, Brazil. Parassitologia, **47**, 165-169.

Djokić, V., Klun, I., Musella, V., Rinaldi, L., Cringoli, G., Sotiraki, S., Djurković-Djaković, O. 2014. Spatial epidemiology of *Toxoplasma gondii* infection in goats in Serbia. Geospatial health, **8**, 479-488.

Dubey, J.P. 1998. *Toxoplasma gondii* oocyst survival under defined temperatures. The Journal of parasitology, **84**, 862-865.

Dubey, J.P. 2008. The history of *Toxoplasma gondii*—the first 100 years. Journal of Eukaryotic Microbiology. **55**, 467-475.

Dubey, J.P., Weigel, R.M., Siegel, A.M., Thulliez, P., Kitron, U.D., Mitchell, M.A., Mannelli, A., Mateus-Pinilla, N.E., Shen, S.K., Kwok, O.C.H., Todd, K.S. 1995. Sources and reservoirs of *Toxoplasma gondii* infection on 47 swine farms in Illinois. The Journal of parasitology, **81**, 723-729.

Dumètre, A., Dardé, M.L. 2003. How to detect *Toxoplasma gondii* oocysts in environmental samples? FEMS Microbiology Reviews, **27**, 651-661.

Franti, C.E., Riemann, H.P., Behymer, D.E., Suther, D., Howarth, J.A., Ruppanner, R. 1976. Prevalence of *Toxoplasma gondii* antibodies in wild and domestic animals in northern California. Journal of the American Veterinary Medical Association, **169**, 901-906.

Greene, C.E. 2012. Infectious diseases of the dog and cat. Elsevier Saunders, Saint Louis, Missouri, USA.

Klinkenberg, E., van der Hoek, W., Amerasinghe, F.P. 2004. A malaria risk analysis in an irrigated area in Sri Lanka. Acta tropica, **89**, 215-225.

Lélu, M., Villena, I., Dardé, M.L., Aubert, D., Geers, R., Dupuis, E., Marnef, F., Poulle, M.L., Gotteland, C., Dumètre, A., Gilot-Fromont, E. 2012. Quantitative estimation of the viability of *Toxoplasma gondii* oocysts in soil. Applied and Environmental Microbiology, **78**, 5127-5132.

Mahiny, A.S., Turner, B.J. 2003. Modeling past vegetation change through remote sensing and GIS: a comparison of neural networks and logistic regression methods. In Proceedings of the 7th international conference on geocomputation. University of Southampton, UK.

Sharbati, A. 2012. The Ecotourism Potentials of Golestan Province. Journal of Basic and

Applied Scientific Research. **2**, 564-570.
Smith, D.D., Frenkel, J.K. 1995. Prevalence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in wild mammals of Missouri and east central Kansas: biologic and ecologic considerations of transmission. Journal of Wildlife Diseases, **31**, 15-21.
Tenter, A.M., Heckeroth, A.R., Weiss, L.M. 2000. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. International Journal for Parasitology, **30**, 1217-1258.
Weiss, L.M., Dubey, J.P. 2009. Toxoplasmosis: A history of clinical observations. International Journal for Parasitology, **39**, 895-901.