

Molecular and genotyping identification of *Echinococcus granulosus* from camel and dog isolates in Isfahan, Iran (2015-2016)

Arbabi M^{1*}, Pestechian N², Tavasol Khamseh H³, Hooshyar H¹, Delavari M¹

1- Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I. R. Iran.

2- Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, I. R. Iran.

2- Student Research Committee, Kashan University of Medical Sciences, Isfahan, I. R. Iran.

Received November 5, 2016; Accepted January 21, 2017

Abstract:

Background: Hydatidosis is one of the most important zoonotic parasitic disease worldwide caused by *Echinococcus granulosus*. Given the importance of parasite genotyping in disease control, this study was aimed to evaluate the genetic variation of the camel and dog isolates in Isfahan.

Material and Methods: This cross-sectional study was done on infected livers and lungs of camels with hydatid cyst (n=51) during 2015-2016, collected from Zarinshahr and Najafabad industrial abattoir and 200 adult *E. granulosus* worms collected from stray dogs in different geographical regions of Isfahan for the molecular identification of mitochondrial genes (CO1, ND1). The DNA of protoscolices and adult worms were extracted, the PCR and sequencing were done using specific primers. Pairwise sequence alignment was used to identify the genetic similarity between the sequences and the registered ones in Gen bank using Clustalw2 software.

Results: The PCR and sequencing of CO1 and ND1 genes on dog and camel samples showed different *E. granulosus* genotypes, including the common sheep strain (G1), bovid strain(G3) and camel strain (G6) in Isfahan region. The most frequent strains were the common sheep strain (G1). The genetic similarity between both ND1 and CO1 isolates taken from camel, dog and the isolates registered in Gene bank were 30.25-100% and 27.47-100% for camel and dog, respectively.

Conclusion: Mitochondrial ND1 and CO1 genes are proper molecular markers for identifying the genetic variation of the camel and dog *E. granulosus*. The dominant strain of the worm in Isfahan, is the same as the other parts of the country, i.e., the G1 genotype (the most common sheep strain) belonged to the G1- G1 *E. granulosus* complex.

Keywords: *Echinococcus granulosus*, Camel, Dog, PCR, Sequencing, Strain

* Corresponding Author.

Email: arbabi4.mohsen@yahoo.com

Tel: 0098 913 361 1303

Fax: 0098 315 551 112

Conflict of Interests: *No*

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, June, 2017; Vol. 21, No 2, Pages 134-141

Please cite this article as: Arbabi M, Pestechian N, Tavasol Khamseh H, Hooshyar H, Delavari M. Molecular and genotyping identification of *Echinococcus granulosus* from camel and dog isolates in Isfahan, Iran (2015-2016). *Feyz* 2017; 21(2): 134-41.

شناسایی مولکولی و ژنوتایپینگ سویه‌های اکینوкокوس گرانولوزوس جدا شده از شتر و سگ در منطقه اصفهان طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴

محمسن اربابی^{۱*}، نادر پسته‌چیان^۲، هادی توسل خمسه^۳، حسین هوشیار^۴، مهدی دلاوری^۵

خلاصه:

سابقه و هدف: هیداتیدوز یکی از مهم‌ترین بیماری‌های انگلی زئونوز در سطح جهان است و عامل آن اکینوкокوس گرانولوزوس می‌باشد. با توجه به اهمیت شناسایی ژنوتایپ‌های انگل در کنترل بیماری، این مطالعه با هدف سنجش تنوع ژنتیکی ایزوله‌های شتر و سگ در منطقه اصفهان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: این مطالعه با طراحی مقطعی طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ روی ۵۱ کبد و ریه شتر آلوده به کیست هیداتید جمع‌آوری شده از کشتارگاه‌های صنعتی زرین‌شهر و نجف‌آباد و ۲۰۰ کرم بالغ جمع‌آوری شده از سگ‌های ولگرد مناطق مختلف جغرافیایی اصفهان جهت شناسایی ژن‌های میتوکندریایی CO1 و ND1 صورت گرفت. DNA پروتواسکولکس و کرم بالغ استخراج شده و با استفاده از پرایمرهای اختصاصی، واکنش PCR و تعیین توالی صورت گرفت. به منظور تعیین میزان مشابهت ژنتیکی بین توالی‌ها و هم‌چنین موارد ثبت شده در بانک ژن، آنالیز دویبدو با نرم‌افزار ClustalW2 صورت گرفت.

نتایج: روش‌های PCR و تعیین توالی ژن‌های CO1 و ND1 در سگ و شتر، وجود ژنوتایپ گوسفندی (G1)، گاوی (G3) و شتری (G6) اکینوкокوس گرانولوزوس را در منطقه اصفهان نشان داد. ژنوتایپ غالب در هر دو میزبان، سویه شایع گوسفندی (G1) بود. میزان مشابهت ژنتیکی دو ژن CO1 و ND1 بین ایزوله‌های شتر و موارد ثبت شده در بانک ژن ۳۰/۲۵ تا ۱۰۰ درصد و برای ایزوله‌های سگ ۲۷/۴۷ تا ۱۰۰ درصد تعیین شد.

نتیجه‌گیری: ژن‌های میتوکندریایی ND1 و CO1 مارکرهای مولکولی مناسبی برای تعیین تغییرات ژنتیکی ایزوله‌های شتر و سگ اکینو-کوکوس گرانولوزوس می‌باشد. سویه غالب این کرم در منطقه اصفهان همانند سایر نقاط کشور، ژنوتایپ G1 (استرین شایع گوسفندی) متعلق به کمپلکس G1-G3 اکینوкокوس گرانولوزوس می‌باشد.

واژگان کلیدی: اکینوкокوس گرانولوزوس، شتر، سگ، PCR، تعیین توالی، ژنوتایپ

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره بیست و یکم، شماره ۲، خرداد و تیر ۱۳۹۶، صفحات ۱۴۱-۱۳۴

مقدمه

این بیماری در علف‌خواران و نشخوارکنندگان مانند شتر، بز، گاو و گوسفند و به ندرت انسان به عنوان میزبانان واسط در نقاط مختلف جهان گزارش شده است [۳-۵]. هم‌چنین، آلودگی در سگ‌ها به-خصوص سگ‌های ولگرد و گله به کرم بالغ از تمام نقاط کشور گزارش گردیده است [۷،۶]. از بین دام‌های اهلی در ایران، کیست هیداتید در گوسفند به عنوان میزبان واسط دارای شیوع بالایی می-باشد. میزان فراوانی آلودگی به کیست هیداتید در ایران و جهان بین ۷۰-۱/۵ درصد متغیر می‌باشد [۸]. بررسی‌های متعدد در ایران میزان شیوع کیست هیداتید را در گوسفند ۷۲-۵ درصد، در شتر ۷۰-۱/۴ درصد، در گاو ۳۸-۳/۵ درصد و در بز ۲۰-۱/۷ درصد نشان داده است [۹]. تاکنون در جهان بر اساس اختلافات زیست-شناختی و ریخت‌شناسی و با استفاده از روش‌های مولکولی و آنالیز ژنتیکی ژن‌های هسته و میتوکندری ۱۰ ژنوتایپ مجزا (G1-G10) گزارش گردیده [۱۰] که شایع‌ترین آن در جهان ژنوتایپ G1 (سویه گوسفندی) می‌باشد [۱۱]. در حال حاضر اکینو-کوکوس گرانولوزوس بر اساس خصوصیات تاکسونومیک و بررسی‌های ژنتیکی میتوکندریایی در چهار گونه (G1-G3)

هیداتیدوزیس (Hydatidosis) بیماری انگلی ناشی از ابتلا به مرحله متاستودی کرم بالغ اکینوкокوس گرانولوزوس می‌باشد. کرم بالغ در روده باریک سگ‌سانان به عنوان میزبان قطعی و مرحله متاستودی یا کیست هیداتید در نشخوارکنندگان به عنوان میزبان واسط و انسان مشاهده می‌شود [۱]. هیداتیدوزیس یک عفونت زئونوز می‌باشد که شیوع آن در استرالیا و آفریقا و کشور-های منطقه مدیترانه حائز اهمیت بسیاری می‌باشد [۲].

^۱ دانشیار، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان
^۲ دانشیار، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان
^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد انگل شناسی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

^۴ استاد، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان
^۵ استادیار، گروه انگل شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

* نشانی نویسنده مسئول:

کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، گروه انگل شناسی
تلفن: ۰۹۱۳۳۶۱۱۳۰۳
دوره‌نویس: ۰۳۱۵۵۵۱۱۱۲
پست الکترونیک: arbabi4.mohsen@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۵
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۵/۱۱/۲

صنعتی زرین شهر و نجف آباد استان اصفهان ذبح شده بودند، به صورت تصادفی طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ مورد مطالعه قرار گرفتند. روده سگ و کبد و ریه شترهای آلوده به کیست هیداتید به آزمایشگاه انگل شناسی دانشگاه علوم پزشکی کاشان منتقل شده و به ترتیب از نظر وجود کرم بالغ و پروتواسکولکس مورد بررسی قرار گرفت. پس از ضدعفونی کردن سطح کیست با الکل ۸۰ درصد، مایع کیست با سرنگ استریل ۵ میلی‌لیتری آسپیره شده و به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. زنده بودن پروتواسکولکس‌ها با استفاده از رنگ حیاتی انوزین ۰/۱ درصد با مشاهده میکروسکوپی حرکات سلول‌های شعله‌ای تایید گردید. کیست‌های غیربارور از مطالعه حذف شدند. پروتواسکولکس‌های جدا شده از کیست بارور کبد و ریه پس از ۳ بار شستشو با سرم فیزیولوژی در اتانول ۸۰ درصد ثابت شده و تا زمان استخراج DNA در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. هم‌چنین، محتویات روده سگ‌ها پس از باز شدن کامل از نظر وجود کرم بالغ مورد بررسی قرار گرفت. پس از تایید خصوصیات مورفو-لوزیک انگل با استفاده از کلیدهای تشخیصی، کرم‌های بالغ /کینوکوکوس گرانولوزوس جمع‌آوری شده در اتانول ۸۰ درصد تا زمان استخراج DNA و انجام مطالعات مولکولی نگهداری گردید.

استخراج DNA، واکنش PCR و تعیین توالی:

به منظور حذف الکل، پروتواسکولکس‌ها و کرم‌های بالغ سه بار با بافر PBS استریل شستشو داده شد. قبل از عمل استخراج، محلول هموژنی از بافت انگل تهیه شده و به آن ۲۰۰ میکرولیتر بافر لیزکننده اضافه گردیده و به مدت یک شب در حمام آب گرم ۵۶ درجه سانتی‌گراد انکوبه گردید. سپس، استخراج DNA با استفاده از کیت استخراج DNA از بافت شرکت Bioneer ساخت کشور کره و با تغییراتی در زمان انکوباسیون و مقدار آنزیم پروتیناز K انجام گردید. خلوص DNA استخراج شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و بارگذاری در ژل تایید شد و نمونه‌ها تا زمان انجام PCR در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. پرایمرهای اختصاصی گونه برای هردو ژن مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار AmplifX طراحی شده و اختصاصیت و عملکرد آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار BLAST تایید گردید. در جدول شماره ۱ توالی پرایمرهای مورد استفاده نشان داده شده است. واکنش PCR با حجم کلی ۲۰ میکرولیتر شامل ۲ میکرولیتر Master Mix (حاوی: Taq DNA Polymerase, MgCl₂, PCR buffer, dNTPs)، ۱ میکرولیتر پرایمر Forward و ۱ میکرولیتر پرایمر Reverse، ۴ میکرولیتر DNA و

(G5 *E. equinus* (G4) *E. granulosus* Sensu Stricto و *E. ortleppi* (G6-G10) قرار دارد [۱۲،۱۱]. سویه خوکی (G7) از اروپای مرکزی و جنوبی و ژنوتایپ (G10) از حیوانات وحشی نیمکره شمالی گزارش شده است [۱۳]. براساس شواهد موجود، برخی سویه‌ها برای انسان نسبت به سایر سویه‌ها دارای قدرت بیماری‌زایی بالاتری می‌باشد. *E. granulosus* در برخی از مناطق به صورت کمپلکسی از استرین‌های مختلف در بیماری‌زایی کیست هیداتید و همه‌گیرشناسی آن تاثیر می‌گذارد [۱۴]. بنابراین تعیین دقیق ژنوتایپ /کینوکوکوس گرانولوزوس برای تعیین استراتژی‌های کنترل بیماری و تهیه واکسن و پیشگیری از بیماری در مناطق مختلف جغرافیایی حائز اهمیت می‌باشد [۱۶،۱۵]. در استراتژی‌ها کنترل، تشخیص بیماری، درمان موثر دارویی، واکسیناسیون علیه انگل، پاتولوژی بیماری، الگوی چرخه زندگی انگل، روند انتقال بیماری، آنتی‌ژنیسیته انگل، تغییرات ژنتیکی و تنوع استرین‌های *E. granulosus* تاثیرات بسیاری دارند [۱۹-۱۷]. مطالعات انجام شده در ایران دو سویه سگ/گوسفندی (ژنوتایپ G1) و سگ/شتری (ژنوتایپ G6) را نشان داده است. سویه سگ/گوسفندی در انسان دارای بیماری‌زایی بیشتری است، ولی برخلاف آن سویه سگ/شتری در انسان توانایی ایجاد عفونت ندارد [۲۰]. به دلیل اینکه /کینوکوکوس گرانولوزوس همافرودیت بوده و به روش خودگشنیدگی لقاح می‌یابد، در صورت بروز جهش در ژنوم و ورود متاستود به بدن میزبان مهره‌دار، پروتواسکولکس‌هایی با خصوصیات جدید و سویه جهش‌یافته ایجاد می‌گردد [۲۱]. از آنجاکه استان اصفهان به خاطر شرایط خاص اقلیمی و پرورش و نگهداری شتر و دام‌پروری به‌عنوان یکی از مشاغل رایج و مهم مردم و وجود سگ‌های ولگرد در کنار جمعیت دامی و علفخواران و شرایط فرهنگی و وجود بافت روستایی در حاشیه این استان از مناطق پرخطر ابتلای به بیماری کیست هیداتید می‌باشد، مطالعه حاضر به منظور شناسایی مولکولی و تعیین سویه‌های کرم بالغ و مرحله متاستودی انگل /کینوکوکوس گرانولوزوس با استفاده از ژن سیتوکروم اکسیداز ۱ (COI) و نیکوتین آمین دی هیدروژناز ۱ (ND1) و تکنیک‌های PCR و تعیین توالی در سگ به‌عنوان میزبان نهایی و شتر به‌عنوان میزبان واسط عمده صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

در بررسی مقطعی حاضر ۳۰ قلاده سگ ولگرد حاشیه و داخل شهر اصفهان و ۵۱ نفر شتر آلوده به مرحله متاستودی (کیست هیداتید) /کینوکوکوس گرانولوزوس که در کشتارگاه

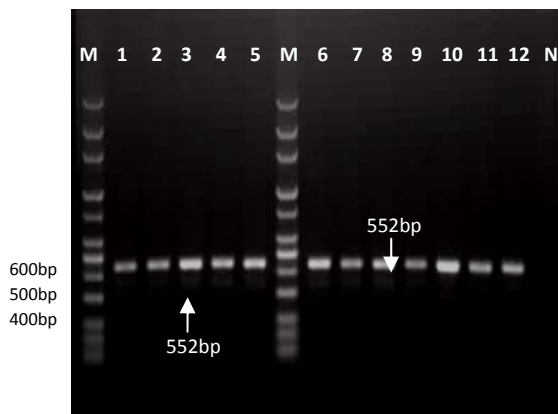
زنجیره 72°C و طول شدن نهایی 72°C و تکرار سیکل ۳۵ مرتبه به منظور تکثیر قطعات انجام گردید.

۱۲ میکرولیتر آب مقطر استریل تحت برنامه حرارتی: واسرشت ابتدایی 95°C (۳ دقیقه)، واسرشت 95°C (۳۰ ثانیه)، اتصال $^{\circ}\text{C}$ $55/5$ برای ژن CO1 و $47/7^{\circ}\text{C}$ برای ژن ND1، طول شدن

جدول شماره ۱- پرایمرهای اختصاصی طراحی شده برای تکثیر قطعات CO1 و ND1

پرایمر	نام	ژن	ترادف	طول
رفت	Eg-F-CO1	CO1	5-TTTTTTGGGCATCCTGAGGT-3	۲۰
	Eg-F-ND1	ND1	5-GTTTTTGGGTTAGTCTCTGG-3	۲۰
برگشت	Eg-R-CO1	CO1	5-TAAAGAAAGAACATAATGAA-3	۲۰
	Eg-R-ND1	ND1	5-ATCATAACGAACACGTGG-3	۱۸

چنین سویه‌های G3 و G6 (ایزوله شتری) نیز در منطقه اصفهان مشاهده می‌شود. در جدول شماره ۲ ژنوتایپ‌های شناسایی شده نشان داده شده است.



شکل شماره ۱- الکتروفورز ژل ۱/۵ درصد محصول PCR ناحیه ژنومی CO1 ایزوله‌های شتر و سگ منطقه اصفهان، (۱-۵) باندهای 552bp ایزوله سگ (۶-۱۲) باندهای 552bp ایزوله شتر، M مارکر وزنی 100bp و N کنترل منفی



شکل شماره ۲- الکتروفورز ژل ۱ درصد محصول PCR ناحیه ژنومی ND1 ایزوله‌های شتر و سگ منطقه اصفهان، (۱-۹) باندهای 825bp ایزوله شتر (۱۰-۱۲) باندهای 825bp ایزوله سگ، M مارکر وزنی 100bp و N کنترل منفی

سیس، ۴ میکرولیتر از محصول PCR تهیه شده به همراه ۲ میکرو-لیتر بافر loading در کنار مارکر وزنی DNA 100bp، کنترل منفی (آب مقطر دوبار تقطیر) و کنترل مثبت (محصول PCR حاوی DNA استاندارد شده انگل) در ژل آگاروز ۱ درصد بارگذاری شده و در ولتاژ ۸۰ به مدت ۴۵ دقیقه الکتروفورز انجام شد. و با استفاده از ترانس‌لومیناتور باندهای تشکیل شده آنالیز گردید. مشاهده باندهای تقریبی 550bp و 820bp به ترتیب نشان-دهنده وجود ژن CO1 و ND1 در ایزوله‌های مورد مطالعه بود. همچنین، برای ۷ نمونه محصول PCR ایزوله‌های شتر و ۵ نمونه محصول PCR ایزوله‌های سگ تعیین توالی صورت گرفت. به-منظور تعیین میزان مشابهت ژنتیکی بین سکانس‌ها و در مقایسه با موارد ثبت شده در بانک ژن، توالی‌ها با استفاده از نرم‌افزار ClustalW2 مورد آنالیز دوبه‌دو قرار گرفت.

(<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalw2>)

نتایج

در این مطالعه ۵۱ کبد و ریه شتر آلوده به کیست هیداتید شامل: ۸ کیست کبدی (۱۵/۷ درصد) و ۴۳ کیست ریوی (۸۴/۳ درصد) و ۲۰۰ کرم بالغ اکتینوکوکوس گرانولوزوس جمع‌آوری شده از سگ‌های ولگرد منطقه اصفهان با روش PCR و تعیین توالی جهت تعیین ژنوتایپ‌های اکتینوکوکوس گرانولوزوس مورد بررسی قرار گرفت. نواحی ژنومی CO1 و ND1 با استفاده از پرایمرهای اختصاصی (Eg-F و Eg-R) پس از تکثیر به روش PCR اندازه‌ای به ترتیب 552bp و 825bp نشان دادند. شکل‌های شماره ۱ و ۲ محصول الکتروفورز ژل دو ژن مورد مطالعه را در سگ و شتر نشان می‌دهد. نتایج حاصل از بلاست توالی‌های ایزوله‌های شتر و سگ در سایت NCBI نشان داد ژنوتایپ غالب اکتینوکوکوس گرانولوزوس هم در میزبان نهایی (سگ) و هم در میزبان واسط (شتر)، سویه شایع گوسفندی (G1) می‌باشد. هم-

جدول شماره ۲- ژنوتایپ‌های ژن ND1 و CO1/اکینو کوکوس گرانولوزوس جمع‌آوری شده از شتر و سگ در منطقه اصفهان

ایزوله شتر				ایزوله سگ			
ژن ND1		ژن CO1		ژن ND1		ژن CO1	
ژنوتایپ	شماره نمونه	ژنوتایپ	شماره نمونه	ژنوتایپ	شماره نمونه	ژنوتایپ	شماره نمونه
G6	۴	G6	۷	G1	۱	G1,G3	۱
G3	۵	G6	۱۲	G1	۲	G1,G3	۲
G1	۱۳	G6	۱۳	G1	۳	G3	۳
G1,G3	۱۶	G6	۱۴	G1	۴	G1	۴
G1	۱۷	G6	۱۵	G1	۵	G1,G3	۵
G1,G3	۲۴	G3	۱۷				
G1,G3	۲۸	G3	۲۵				
		G3	۴۳				

مطالعه نیز مشاهده شد، به گونه‌ای که میزان مشابهت ژنتیکی دو ژن مورد بررسی بین ۲۷/۴۷ تا ۱۰۰ درصد متغیر بود. جداول شماره ۳ و ۴ میزان مشابهت ژنتیکی ژن‌های ND1 و CO1 را در دو میزبان مورد مطالعه با یکدیگر مقایسه کرده است.

نتایج حاصل از آنالیز دوبه‌دوی توالی‌های ایزوله‌های شتر با یکدیگر و در مقایسه با موارد ثبت شده در بانک ژن اختلاف قابل ملاحظه‌ای را نشان داد، به گونه‌ای که میزان مشابهت ژنتیکی ایزوله‌ها در دو ژن ND1 و CO1 مورد بررسی بین ۳۰/۲۵ تا ۱۰۰ درصد متغیر بود. چنین اختلاف قابل ملاحظه‌ای در بین سگ‌های مورد

جدول شماره ۳- مقایسه میزان مشابهت ژنتیکی ژن‌های ND1 و CO1 بین ایزوله‌های شتری اکینو کوکوس گرانولوزوس جمع‌آوری شده از کشتارگاه‌های صنعتی نجف آباد و زرین شهر استان اصفهان در مقایسه با ایزوله‌های ثبت شده در ژن بانک

درصد مشابهت ژنتیکی ژن ND1 ایزوله‌های شتر									
ایزوله	نمونه ۲۴	AB668376	نمونه ۱۳	KJ162560	نمونه ۲۸	نمونه ۵	نمونه ۴	نمونه ۱۶	نمونه ۱۷
نمونه ۲۴	۱۰۰	۵۵/۳۵	۶۳/۸۷	۶۶/۴۹	۴۸/۰۸	۴۵/۸۵	۴۷/۷۲	۵۶/۷۸	۵۴/۲۲
AB668376	۵۵/۳۵	۱۰۰	۷۴/۷۱	۸۴/۶۸	۲۹/۵۶	۳۰/۲۵	۳۴/۱۶	۳۵/۰۴	۳۶/۹۱
نمونه ۱۳	۶۳/۸۷	۷۴/۷۱	۱۰۰	۹۱/۴۸	۳۱/۷۴	۳۲/۸۵	۳۷	۴۱/۲۲	۴۲/۴۶
KJ162560	۶۶/۴۹	۸۴/۶۸	۹۱/۴۸	۱۰۰	۳۰/۶۳	۳۱/۸۲	۳۵/۵۰	۴۱/۲۶	۴۲/۰۸
نمونه ۲۸	۴۸/۰۸	۲۹/۵۶	۳۱/۷۴	۳۰/۶۳	۱۰۰	۴۷/۰۵	۵۰/۸۹	۹۲/۹۲	۵۶/۴۸
نمونه ۵	۴۵/۸۵	۳۰/۲۵	۳۲/۸۵	۳۱/۸۲	۴۷/۰۵	۱۰۰	۵۷/۹۸	۵۲/۳۴	۵۹/۵۳
نمونه ۴	۴۷/۷۲	۳۴/۱۶	۳۷	۳۵/۵۰	۵۰/۸۹	۵۷/۹۸	۱۰۰	۵۹/۰۴	۶۴/۲۲
نمونه ۱۶	۵۶/۷۸	۳۵/۰۴	۴۱/۲۲	۴۱/۲۶	۳۲/۳۴	۴۱/۲۶	۵۹/۰۴	۱۰۰	۶۷/۳۹
نمونه ۱۷	۵۴/۲۲	۳۶/۹۱	۴۲/۴۶	۴۲/۰۸	۵۶/۴۸	۵۹/۵۳	۶۴/۲۲	۶۷/۳۹	۱۰۰

درصد مشابهت ژنتیکی ژن CO1 ایزوله‌های شتر										
ایزوله	نمونه ۱۳	نمونه ۴۳	JN084225	نمونه ۱۲	نمونه ۱۴	نمونه ۷	نمونه ۱۵	نمونه ۱۷	نمونه ۲۵	KJ162569
نمونه ۱۳	۱۰۰	۵۳/۰۸	۳۸/۱۲	۳۸/۲۸	۳۹/۰۹	۴۳/۶۲	۴۱/۴۴	۴۲/۸۲	۴۵/۱۰	۴۱/۵۸
نمونه ۴۳	۵۳/۰۸	۱۰۰	۶۳/۹۶	۷۶/۱۱	۶۶/۶۷	۶۹/۱۳	۶۹/۴۷	۷۲/۹۰	۷۲/۹۰	۷۳/۹۹
JN084225	۳۸/۱۲	۶۳/۹۶	۱۰۰	۷۷/۴۰	۷۸/۱۰	۷۶/۰۹	۷۴/۷۰	۷۸/۴۴	۷۶/۷۸	۸۳/۴۸
نمونه ۱۲	۳۸/۲۸	۷۶/۱۱	۷۷/۴۰	۱۰۰	۸۷/۱۴	۷۹/۶۰	۸۰/۱۸	۸۱/۶۰	۸۱/۲۹	۸۵/۳۰
نمونه ۱۴	۳۹/۰۹	۶۶/۶۷	۷۸/۱۰	۸۷/۱۴	۱۰۰	۸۱/۷۰	۸۰/۹۳	۸۱/۳۴	۸۷/۵۹	۸۷/۵۹
نمونه ۷	۴۳/۶۲	۶۹/۱۳	۷۶/۰۹	۷۹/۶۰	۸۱/۷۰	۱۰۰	۸۶/۳۵	۸۶/۳۵	۸۹/۸۳	۸۹/۸۳
نمونه ۱۵	۴۱/۴۴	۶۹/۴۷	۷۴/۷۰	۸۰/۱۸	۸۰/۹۳	۸۶/۳۵	۱۰۰	۸۲/۵۶	۸۵/۵۹	۸۹/۰۲
نمونه ۱۷	۴۲/۸۲	۷۲/۹۰	۷۸/۴۴	۸۱/۶۰	۸۱/۳۴	۸۲/۵۶	۸۲/۵۶	۱۰۰	۸۴/۰۱	۹۰/۰۵
نمونه ۲۵	۴۵/۱۰	۷۲/۹۰	۷۶/۷۸	۸۱/۲۹	۷۸	۸۴/۹۸	۸۵/۵۹	۸۴/۰۱	۱۰۰	۹۱/۷۵
KJ162569	۴۱/۵۸	۷۳/۹۹	۸۳/۴۸	۸۵/۳۰	۸۷/۵۹	۸۹/۸۳	۸۹/۸۳	۹۰/۰۵	۹۱/۷۵	۱۰۰

جدول شماره ۴- مقایسه میزان مشابهت ژنتیکی ژن‌های ND1 و CO1 بین ایزوله‌های سگ اکتینوکوکوس گرانولوزوس جمع‌آوری شده مناطق

مختلف جغرافیایی اصفهان در مقایسه با ایزوله‌های ثبت شده در ژن بانک

درصد مشابهت ژنتیکی ژن ND1 ایزوله‌های سگ							
ایزوله	نمونه ۳	نمونه ۱	JN831290	نمونه ۴	نمونه ۵	KU169240	KU169238
نمونه ۳	۱۰۰	۵۰/۰۶	۸۳/۳	۳۲	۲۷/۴۷	۷۹/۳	۶۷/۷
نمونه ۱	۵۰/۰۶	۱۰۰	۵۱/۶۱	۵۹/۹	۶۳/۱۲	۶۸/۳۹	۶۸/۵۳
JN831290	۸۳/۳	۵۱/۶۴	۱۰۰	۶۸/۵۴	۶۹/۶۹	۷۵/۹۱	۷۵/۴۹
نمونه ۴	۳۲	۵۹/۹	۶۸/۵۴	۱۰۰	۸۴/۶۸	۹۳/۴۳	۹۳/۵۷
نمونه ۵	۲۷/۴۷	۶۳/۱۲	۶۹/۶۹	۸۴/۶۸	۱۰۰	۹۶/۵۶	۹۶/۷۰
KU169240	۷۹/۳	۶۸/۳۹	۷۵/۹۱	۹۳/۴۳	۹۶/۵۶	۱۰۰	۹۸/۱۸
KU169238	۶۷/۷	۶۸/۵۳	۷۵/۴۹	۹۳/۵۷	۹۶/۷۰	۹۸/۱۸	۱۰۰

درصد مشابهت ژنتیکی ژن CO1 ایزوله‌های سگ							
ایزوله	HQ204206	نمونه ۲	JN604105	KM014641	نمونه ۵	نمونه ۳	نمونه ۱
HQ204206	۱۰۰	۸۱/۷۷	۸۳/۳۳	۸۴/۲۴	۷۹/۳۳	۸۰/۳۹	۸۰/۶۸
نمونه ۲	۸۱/۷۷	۱۰۰	۹۸/۰۹	۹۷/۲۷	۸۸/۴۶	۹۲/۳۱	۹۰/۵۲
JN604105	۸۳/۳۳	۹۸/۰۹	۱۰۰	۹۹/۱۸	۹۵/۶۳	۹۵/۹۰	۹۵/۹۳
KM014641	۸۴/۲۴	۹۷/۲۷	۹۹/۱۸	۱۰۰	۹۵/۷۲	۹۶/۴۵	۹۵/۷۰
نمونه ۵	۷۹/۳۳	۸۸/۴۶	۹۵/۶۳	۹۵/۷۲	۱۰۰	۹۴/۸۷	۹۵/۶۸
نمونه ۳	۸۰/۳۹	۹۲/۳۱	۹۵/۹۰	۹۶/۴۵	۹۴/۸۷	۱۰۰	۹۵/۸۰
نمونه ۱	۸۰/۶۸	۹۰/۵۲	۹۵/۶۳	۹۵/۷۰	۹۵/۶۸	۹۵/۸۰	۱۰۰
نمونه ۴	۸۱/۲۵	۹۵/۹۳	۹۵/۹۳	۹۵/۲۱	۹۵/۴۵	۹۶/۱۴	۹۷/۶۰

بحث

این بررسی نشان داد ژنوتایپ G1 شایع‌ترین سویه بین شتر به‌عنوان میزبان واسط و سگ به‌عنوان میزبان نهایی در منطقه اصفهان می‌باشد. مطالعات انجام شده در سایر مناطق کشور نیز مویید این نتیجه می‌باشد. مطالعات شربت‌خوری و همکاران (۲۰۱۰) که روی ایزوله‌های کیست هیداتید جمع‌آوری شده از شتر در مناطق مختلف مرکزی ایران با استفاده از توالی ژن‌های میتوکندریایی (ND1 و CO1) صورت گرفت وجود ۳ ژنوتایپ G1، G3 و G6 را در این میزبان مورد تأیید قرار داده است. هم‌چنین، این محققین (۲۰۱۱) همولوژی ژنتیکی بین ایزوله‌های مورد مطالعه را در مقایسه با موارد ثبت شده در بانک ژن تا ۱۰۰ درصد گزارش نموده‌اند [۲۳، ۲۲]. در بررسی مشابهی که توسط رستمی نژاد و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از ژن *atp6* روی ایزوله‌های کیست هیداتید کبد گاو، گوسفند و شتر در ورامین انجام شد ژنوتایپ‌های G1 و G6 در میزبانان مورد بررسی شناسایی شده است [۲۴]. در بررسی مشابه دیگری که توسط فصیحی هرنندی و همکاران (۲۰۱۲) روی ایزوله‌های کیست هیداتید، گوسفند، بز، گاو، شتر و انسان در استان کرمان صورت گرفت، ژنوتایپ غالب منطقه در میزبانان واسط انگل G1 و G6 گزارش شده است [۲۵]. مطالعه حسین زاده و همکاران (۲۰۱۲) در استان فارس روی کبد

و ریه آلوده کیست هیداتید گاو، گوسفند و بز نیز ژنوتایپ غالب منطقه را G1 و G6 نشان داده است [۲۶]. هم‌چنین، مطالعه شهنازی و همکاران (۲۰۱۱) در اصفهان که روی ایزوله‌های گاو، گوسفند، شتر و انسان انجام شده است، استرین گوسفندی (G1) را ژنوتایپ غالب نشان داده و استرین شتری (G6) در انسان، شتر و گاو را به‌عنوان منبع مهم عفونت برای انسان عنوان نموده است [۲۷]. مطالعه یخچالی و همکاران (۲۰۱۵) که در ارومیه به‌روش PCR-RFLP و با استفاده از ناحیه ژنومی ND1 صورت گرفت، ژنوتایپ گوسفندی (G1) را در تمامی ایزوله‌های مورد مطالعه گزارش نموده است [۲۸]. تعیین ژنوتایپ‌های اکتینوکوکوس گرانولوزوس با استفاده از مارکرهای مولکولی در دیگر کشورهای جهان نیز صورت گرفته است که از جمله می‌توان به مطالعه Beato و همکاران (۲۰۱۰) در کشور پرتغال اشاره کرد که با استفاده از مارکر مولکولی *atp6*، ژنوتایپ‌های G1 و G6 را در ایزوله‌های کیست هیداتید جداشده از کبد و ریه گاو و گوسفند شناسایی کرده است [۲۹]. در مطالعه مشابه دیگری که توسط Snábel و همکاران (۲۰۱۰) در کشور ترکیه با استفاده از ژن‌های میتوکندریایی ND1، CO1 و هم‌چنین *atp6* صورت گرفت، وجود ژنوتایپ‌های G1 و G3 در بین دام‌های اهلی مورد تأیید قرار گرفته است [۳۰]. هم‌چنین، پژوهش Balbinotti و همکاران

شتری نیز حاکی از تداخل دو چرخه تکاملی مذکور می‌باشد. باتوجه به خصوصیات بیولوژیکی و ژنتیکی متفاوت دو سویه فوق در برنامه‌ریزی‌های کنترل بیماری هیداتیدوز باید این مسئله مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد آنالیز توالی‌های ژن‌های میتوکندریایی ND1 و CO1 مارکرهای مولکولی بسیار مناسبی برای شناسایی و جداسازی ژنوتایپ‌های اکینوкокوس گرانولوزوس در منطقه جغرافیایی مورد مطالعه می‌باشد. علاوه بر این، با استفاده از این مارکرهای مولکولی می‌توان به‌طور دقیق میزان مشابهت و اختلافات ژنتیکی را در بین ایزوله‌ها و هم‌چنین موارد ثبت شده در بانک ژن تعیین نمود. باتوجه به اهمیت پزشکی، دامپزشکی و اقتصادی بیماری هیداتیدوز پیشنهاد می‌گردد اقدامات موثر و مفیدی جهت کنترل و پیشگیری به‌منظور قطع کامل چرخه زندگی انگل بین انسان، دام و گوشتخواران گام‌های موثر و مفیدی صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد انگل شناسی دانشگاه علوم پزشکی کاشان می‌باشد. پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند از مسئولین فنی کشتارگاه‌های نجف‌آباد و زرین‌شهر و هم‌چنین کارشناسان محترم شهرداری اصفهان که در انجام تحقیق و تامین نمونه مورد نیاز همکاری نمودند، تشکر و قدرانی نمایند. هم‌چنین، از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کاشان به‌خاطر تامین منابع مالی تحقیق (طرح تحقیقاتی شماره ۹۳۱۱۷)، صمیمانه تشکر و قدرانی می‌گردد.

References:

- [1] Thompson RCA, McManus DP. Towards a taxonomic revision of the genus *Echinococcus*. *Trends Parasitol* 2002; 18(10): 452-7.
- [2] Sadjjadi SM. Present situation of echinococcosis in the Middle East and Arabic North Africa. *Parasitol Int* 2006; 55 Suppl: S197-202.
- [3] Harandi MF, Hobbs RP, Adams PJ, Mobedi I, Morgan-Ryan UM, Thompson RC. Molecular and morphological characterization of *Echinococcus granulosus* of human and animal origin in Iran. *Parasitology* 2002; 125(4): 367-73.
- [4] Singla LD, Singh H, Kaur P, Singh ND, Singh NK, Juyal PD. Serodetection of *Ehrlichia canis* infection in dogs from Ludhiana district of Punjab, India. *J Parasit Dis* 2011; 35(2): 195-8.

(۲۰۱۲) در برزیل ژنوتایپ غالب اکینوкокوس را در بین دام‌های اهلی برزیل سویه گوسفندی (G1) نشان داده است [۳۱]. در اکینوкокوس گرانولوزوس مجموعه‌ای از ژنوتایپ‌ها وجود دارد. مطالعات مولکولی مبتنی بر آنالیز DNA میتوکندریایی (mtDNA) و DNA هسته‌ای (rDNA) در ایران و نقاط مختلف جهان وجود ۱۰ ژنوتایپ (G1-G10) را در میزبانان مختلف این انگل نشان داده است. این بررسی‌ها نشان داده ژنوتایپ G1-G3 دارای توزیع جغرافیایی گسترده‌تر و مسئول اصلی عفونت‌های انسانی می‌باشد. ژنوتایپ G6-G10 دارای انتشار محدودتر و دارای قدرت آلوده‌کنندگی کمتری در انسان نسبت به ژنوتایپ‌های ذکر شده می‌باشد. تمامی مطالعات صورت گرفته ژنوتایپ غالب را G1 نشان داده است [۳۲-۳۴]. پژوهش حاضر نیز به‌وضوح نشان داد ژن‌های میتوکندریایی CO1 و ND1 مارکرهای مولکولی بسیار مناسبی برای تعیین تفاوت‌های ژنتیکی و افتراق بین ایزوله‌های اکینوкокوس در میزبانان واسط و نهایی انگل می‌باشد، به‌گونه‌ای که همانند دیگر نقاط جهان، وجود سویه (G1) را به‌عنوان ژنوتایپ غالب و شایع در منطقه اصفهان تایید کرد. اگرچه روش‌های مولکولی مانند PCR و تعیین توالی در تعیین وضعیت تاکسونومیک انگل‌ها و شناسایی ژنوتایپ‌های آن‌ها هم‌چون اکینوкокوس گرانولوزوس بسیار مفید و با ارزش می‌باشد، ولی استفاده از آنها مستلزم داشتن DNA خالص و با کیفیت و هم‌چنین پرایمرهای اختصاصی می‌باشد [۳۲، ۲۸، ۲۴]. نتایج حاصل از آنالیز تعیین توالی در بررسی حاضر همانند برخی نقاط دیگر کشور [۳۵] بیان‌گر حضور فعال ژنوتایپ شتر (G6) و کمپلکس (G1-G3) در منطقه مورد مطالعه می‌باشد و به‌نظر می‌رسد شتر به‌عنوان یک میزبان واسط مهم در چرخه اکینوкокوس گرانولوزوس ایفای نقش نموده و حاکی از وجود چرخه فعال سگ/شتر در کنار چرخه سگ/گوسفند در منطقه می‌باشد. مشاهده استرین گوسفندی در برخی ایزوله‌های

- [5] Ahmadi N, Dalimi A. Characterization of *Echinococcus granulosus* isolates from human, sheep and camel in Iran. *Infect Genet Evol* 2006; 6(2): 85-90.
- [6] Ansari-Lari M. A retrospective survey of hydatidosis in livestock in Shiraz, Iran, based on abattoir data during 1999-2004. *Vet Parasitol* 2005; 133(1): 119-23.
- [7] Dalimi A, Motamedi G, Hosseini M, Mohammadian B, Malaki H, Ghamari Z, et al. Echinococcosis/hydatidosis in western Iran. *Vet Parasitol* 2002; 105(2): 161-71.
- [8] Rajabloo M, Hosseini SH, Jalousian F. Morphological and molecular Characterisation of *Echinococcus granulosus* from goat isolates in Iran. *Acta Trop* 2012; 123(2): 67-71.

- [9] Ahmadi NA. Hydatidosis in camels (*Camelus dromedarius*) and their potential role in the epidemiology of *Echinococcus granulosus* in Iran. *J Helminthol* 2005; 79(2): 119-25.
- [10] Thompson RC. The taxonomy, phylogeny and transmission of *Echinococcus*. *Exp Parasitol* 2008; 119(4): 439-46.
- [11] Moks E, Jögisalu I, Valdmann H, Saarma U. First report of *Echinococcus granulosus* G8 in Eurasia and a reappraisal of the phylogenetic relationships of 'genotypes' G5-G10. *Parasitology* 2008; 135(5): 647-54.
- [12] Nakao M, McManus DP, Schantz PM, Craig PS, Ito A. A molecular phylogeny of the genus *Echinococcus* inferred from complete mitochondrial genomes. *Parasitology* 2007; 134 (Pt 5): 713-22.
- [13] Varcasia A, Canu S, Lightowlers MW, Scala A, Garippa G. Molecular characterization of *Echinococcus granulosus* strains in Sardinia. *Parasitol Res* 2006; 98(3): 273-7.
- [14] Lavikainen A, Lehtinen MJ, Meri T, Hirvelä-Koski V, Meri S. Molecular genetic characterization of the Fennoscandian cervid strain, a new genotypic group (G10) of *Echinococcus granulosus*. *Parasitology* 2003; 127(Pt 3): 207-15.
- [15] McManus DP, Thompson RC. Molecular epidemiology of cystic echinococcosis. *Parasitology* 2003; 127 Suppl: 37-51.
- [16] McManus DP. The molecular epidemiology of *Echinococcus granulosus* and cystic hydatid disease. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2002; 96 Suppl 1: 151-7.
- [17] Dinkel A, Njoroge EM, Zimmermann A, Wälz M, Zeyhle E, Elmahdi IE, et al. A PCR system for detection of species and genotypes of the *Echinococcus granulosus*-complex, with reference to the epidemiological situation in eastern Africa. *Int J Parasitol* 2004; 34(5): 645-53.
- [18] Kamenetzky L, Gutierrez AM, Canova SG, Haag KL, Guarnera EA, Parra A, et al. Several strains of *Echinococcus granulosus* infect livestock and humans in Argentina. *Infect Genet Evol* 2002; 2(2): 129-36.
- [19] McManus DP, Zhang L, Castrodale LJ, Le TH, Pearson M, Blair D. Short report: molecular genetic characterization of an unusually severe case of hydatid disease in Alaska caused by the cervid strain of *Echinococcus granulosus*. *Am J Trop Med Hyg* 2002; 67(3): 296-8.
- [20] Dyachenko V, Pantchev N, Gawlowska S, Vrhovec MG, Bauer C. *Echinococcus multilocularis* infections in domestic dogs and cats from Germany and other European countries. *Vet Parasitol* 2008; 157(3-4): 244-53.
- [21] Bowles J, Blair D, McManus DP. Molecular genetic characterization of the cervid strain ('northern form') of *Echinococcus granulosus*. *Parasitology* 1994; 109 (Pt2): 215-21.
- [22] Sharbatkhori M, Mirhendi H, Fasihi Harandi M, Rezaeian M, Mohebbi M, Eshraghian M, et al. *Echinococcus granulosus* genotypes in livestock of Iran indicating high frequency of G1 genotype in camels. *Exp Parasitol* 2010; 124(4): 373-9.
- [23] Sharbatkhori M, Fasihi Harandi M, Mirhendi H, Hajjalilo E, Beigom Kia E. Sequence analysis of *cox1* and *nad1* genes in *Echinococcus granulosus* G3 genotype in camels (*Camelus dromedarius*) from central Iran. *Parasitol Res* 2011; 108(3): 521-7.
- [24] Rostami Nejad M, Nazemalhosseini Mojarad E, Taghipour N, Nochi Z, Cheraghpour K, Dabiri H, et al. Molecular determination of *Echinococcus granulosus* isolated from hydatid cyst using mitochondrial *atp6* gene. *J Gorgan Uni Med Sci* 2010; 13(2): 61-7. [in Persian]
- [25] Fasihi Harandi M, Hajjalilo H, Shokouhi M. Larval Hook Length Measurement for Differentiating G1 and G6. *Turkiye Parazit Derg* 2012; 36: 215-8.
- [26] Hosseinzadeh S, Fazeli M, Hosseini A, Shekarforoush SS. Molecular Characterization of *Echinococcus granulosus* in South of Iran. *Open J Vet Med* 2012; 2: 201-6.
- [27] Shahnazi M, Hejazi H, Salehi M, Andalib AR. Molecular characterization of human and animal *Echinococcus granulosus* isolates in Isfahan, Iran. *Acta Trop* 2011; 117(1): 47-50.
- [28] Yakhchali M, Malekzadeh-Viayeh R, Imani-Baran A, Mardani K. Morphological and molecular discrimination of *fasciola* species isolated from domestic ruminants of Urmia city, Iran. *Iran J Parasitol* 2015; 10(1): 46-55.
- [29] Beato S, Parreira R, Calado M, Grácio MA. Apparent dominance of the G1-G3 genetic cluster of *Echinococcus granulosus* strains in the central inland region of Portugal. *Parasitol Int* 2010; 59(4): 638-42.
- [30] Snábel V, Altintas N, D'Amelio S, Nakao M, Romig T, Yolasigmaz A, et al. Cystic echinococcosis in Turkey: genetic variability and first record of the pig strain (G7) in the country. *Parasitol Res* 2009; 105(1): 145-54.
- [31] Balbinotti H, Santosa GB, Badaracoa J, Arenda AC, Graichen DNS, Haagd KL, et al. *Echinococcus ortleppi* (G5) and *Echinococcus granulosus sensu stricto* (G1) loads in cattle from Southern Brazil. *Vet Parasitol* 2012; 188(3-4): 255-60.
- [32] Rahimi HR, Beigom Kia E, Mirhendi SH, Talebi A, Fasihi Harandi M, Jalali-zand N, et al. A New Primer Pair in ITS1 Region for Molecular Studies on *Echinococcus granulosus*. *Iran J Public Health* 2007; 36(1): 45-9.
- [33] Cucher MA, Macchiaroli N, Baldi GA, Camicia F, Prada L, Lucas Maldonado L, et al. Cystic echinococcosis in South America: systematic review of species and genotypes of *Echinococcus granulosus sensu lato* in humans and natural domestic hosts. *Trop Med Int Health* 2016; 21(2): 166-75.
- [34] Grosso G, Gruttadauria S, Biondi A, Marventano S, Mistretta A. Worldwide epidemiology of liver hydatidosis including the Mediterranean area. *World J Gastroenterol* 2012; 18(13): 1425-37.
- [35] Moghaddas E, Borji H, Naghibi A, Shayan P, Razmi GR. Molecular genotyping of *Echinococcus granulosus* from dromedaries (*Camelus dromedarius*) in eastern Iran. *J Helminthol* 2015; 89(1): 100-4.