

Research Paper

Identification of Alpha Toxin in Iranian *Clostridium novyi* Isolates from Slaughterhouse SamplesAnahita Emadi¹, Seyed Ali Pourbakhsh², Mohsen Fathi Najafi³ , Mahmood Jamshidian¹ and Kiumars Amini¹

1- Ph.D., Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Ph.D., Agricultural Research, Education and Extension Organization Razi Vaccine and Serum Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3- Ph.D., Agricultural Research, Education and Extension Organization Razi Vaccine and Serum Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran,
(Corresponding author: najafi99@yahoo.com)

Received: 17 April, 2024

Revised: 08 July, 2024

Accepted: 02 August, 2024

Extended Abstract

Background: *Clostridium novyi* type B bacteria cause infectious gangrene in the liver (black disease) of sheep and goats. This bacterium produces a cytotoxin called alpha toxin. The spores of this bacterium enter the body of the animal through the digestive system and penetrate the liver. If the necessary conditions for bacterial growth are provided, including hypoxia and liver damage, such as the migration of parasite larvae, latent spores are activated, multiply, and secrete alpha and beta toxins. These toxins spread from the affected areas of the liver, are absorbed into the bloodstream, enter the vital organs of the body, and eventually lead to the death of the animal. Infectious gangrene in the liver is associated with economic losses, including the costs of sheep deaths, depreciation of affected farms, and health problems of infected carcasses. It is time-consuming to diagnose and isolate the cause of the disease with conventional methods; thus, there is a need for a simple and fast method to isolate and diagnose *C. novyi*. Therefore, this study was conducted for the molecular identification of alpha toxin in Iranian isolates of *C. novyi* from sheep liver.

Methods: In this study, 62 liver samples suspected of infectious liver gangrene (with necrotic and parasitic areas) were collected from Iranian slaughterhouses (Marand 5, Ahvaz 8, Shahryar 13, and Ilam 36 samples) during the last three months of 2018 and in the first three months of 2019. To isolate the bacteria, pieces from different parts of the liver were first separated and smeared, and the supernatant was collected as an extract by centrifugation. The pieces harvested from the livers were cultured in chopped liver broth and incubated under anaerobic conditions. For molecular confirmation, the DNA of the tissue extract samples was extracted using the phenol-chloroform method, and the DNA of the cultured samples was extracted using a kit. The isolates were investigated by the polymerase chain reaction (PCR) using alpha toxin-specific primers.

Isolates in which the alpha toxin gene of *Clostridium difficile* was detected were amplified based on the 16S rDNA sequence using specific primers. To isolate bacteria, positive samples were cultured in liver broth and placed under anaerobic conditions. To destroy non-spored bacteria (cleaning bacteria), the medium was heated at 100 °C for 10 min. Then, the extract was cultured on a blood agar medium, and the hemolytic colonies were cultured in a rich fermenter medium to increase growth and toxin production. Bacteria were evaluated using Gram staining to control Gram-positive and Gram-negative bacteria and by malachite green staining to determine the shape and type of spores. The alpha toxin gene was sequenced in positive isolates, and the nucleotide sequences of the alpha toxin gene in these isolates were compared with the equivalent sequences of isolates and vaccine strains that were previously sequenced and registered in GenBank.

Results: After cutting suspicious pieces of the liver with parasite contamination, parasite eggs were observed under a microscope. After incubation under anaerobic conditions, bacterial colonies with irregular shapes and unclear margins (polymorph) appeared on the agar medium and grew in the egg yolk agar medium, and Gram-positive, rod-shaped, endospore-forming bacteria were identified by staining. By performing PCR for the alpha toxin, a band was created in the range of 609 bp, and it was determined that seven samples belonged to *C. novyi*. PCR results using primers related to the alpha toxin gene present in type B *C. novyi* showed that out of 62



isolates suspected to be *C. novyi*, seven isolates contained the above gene. In addition, all liver extracts were negative, and the positive samples were all related to culture samples. The authenticity of the isolates in which the alpha toxin gene was detected was confirmed using PCR-16S rDNA. Sequencing of some of the isolates in which the alpha toxin gene of *C. novyi* was detected revealed a high similarity with the alpha toxin genomic structure among the isolates and the vaccine strain.

Conclusion: Isolation and identification of *C. novyi* are rarely successful because the samples must be transported to the laboratory under strict anaerobic conditions. In addition, because of the highly anaerobic nature of the bacteria, it is difficult to detect and isolate *C. novyi*. For this reason, reports of infectious gangrene in the liver are usually a possible diagnosis based on tissue pathology, fluorescent antibodies, or immunohistochemistry. *C. novyi* was difficult to determine. Considering that the most important pathogenic factor of *C. novyi* type B is alpha toxin, the alpha toxin gene primer was used to identify the isolate using molecular methods. The findings of the present study show that PCR can help in the diagnosis of *C. novyi* isolates by identifying alpha toxin. In summary, considering the limited information available in Iran about the contamination of sheep flocks with *C. novyi* and molecular confirmation and identification of local isolates, conducting research such as the present study in the future can help control the disease and reduce its possible losses in the Iranian animal husbandry industry. It is also useful for isolating Iranian isolates and storing them in the microbial collection in the country.

Keywords: *Clostridium novyi*, Isolation, PCR, α -toxin

How to Cite This Article: Emadi, A., Pourbakhsh, S. A., Fathi Najafi, M., Jamshidian, M., & Amini, A. (2025). Identification of Alpha Toxin in Iranian *Clostridium novyi* Isolates from Slaughterhouse Samples. *Res Anim Prod*, 16(2), 138-145. DOI: 10.61882/rap.2024.1456



مقاله پژوهشی

شناسایی توکسین آلفا در جدایه‌های ایرانی کلستریدیوم نووی از نمونه‌های کشتارگاهی

آناهیتا عمادی^۱، سید علی پوربخش^۲، محسن فتحی‌نجفی^۳، محمود جمشیدیان^۱ و کیومرث امینی^۱

۱- دکتری، گروه پاتوبیولوژی، دانشکده علوم دامپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
 ۲- دکتری، مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (تات)، کرج، ایران
 ۳- دکتری، مؤسسه تحقیقات واکسن و سرم‌سازی رازی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (تات)، کرج، ایران، (نویسنده مسئول: najaf99@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۲

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۸
صفحه ۱۳۹ تا ۱۴۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۹

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: باکتری کلستریدیوم نووی نوع B عامل بیماری قانقاریای عفونی کبد (Black disease) در گوسفند و بز است. این باکتری سم سلولی به نام آلفا توکسین تولید می‌کند. اسپور این باکتری از طریق دستگاه گوارش وارد بدن دام شده، پس از نفوذ به کبد و در صورت فراهم شدن شرایط لازم رشد باکتری و از جمله کم‌اکسیژنی، آسیب کبدی مانند مهاجرت لارو انگل‌ها، اسپورهای نهفته فعال شده، تکثیر می‌یابند و توکسین آلفا و بتا را ترشح می‌کنند. این توکسین‌ها از نواحی از کبد آسیب‌دیده گسترش می‌یابند، از طریق جریان خون به اندام‌های حیاتی بدن وارد شده، و در نهایت مرگ دام را به دنبال خواهد داشت. بیماری قانقاریای عفونی کبد با خسارات اقتصادی شامل هزینه‌های مرگ و میر گوسفندان، استهلاک مزارع درگیر و مشکلات بهداشتی لاشه‌های آلوده همراه است که تشخیص و جداسازی عامل بیماری با روش‌های مرسوم وقت‌گیر است، لذا نیاز به یک روش ساده و سریع برای جداسازی و تشخیص کلستریدیوم نووی وجود دارد. بنابراین، این مطالعه با هدف شناسایی مولکولی آلفا توکسین در جدایه‌های ایرانی کلستریدیوم نووی از کبد گوسفند انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، تعداد ۶۲ نمونه کبد مشکوک به بیماری قانقاریای عفونی کبد (دارای مناطق نکروزه و انگلی) از کشتارگاه‌های ایران (مرند ۵، اهواز ۸، شهریار ۱۳ و ایلام ۳۶ نمونه) طی سه ماه پایانی سال ۱۳۹۸ و سه ماه ابتدایی سال ۱۳۹۹ جمع‌آوری شدند. برای جداسازی باکتری، ابتدا تکه‌هایی از قسمت‌های مختلف کبد جدا شدند و سلاویه گردیدند و با انجام سانتریفیوژ، مایع رویی به عنوان عصاره جمع‌آوری شد. تکه‌های برداشت شده از کبد در محیط کشت مایع جگر (chopped liver broth) کشت داده شدند و در شرایط بی‌هوازی، گرم‌خانه‌گذاری گردیدند. برای تایید مولکولی، DNA نمونه‌های عصاره بافت با روش فنل-کلروفرم و DNA نمونه‌های کشت‌داده شده با استفاده از کیت، استخراج گردیدند. جدایه‌ها با واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR) و با استفاده از آغازگرهای اختصاصی آلفا توکسین، بررسی شدند. جدایه‌هایی که وجود ژن آلفا توکسین کلستریدیوم نووی در آنها تشخیص داده شد، جهت تایید بر اساس توالی 16S rDNA با استفاده از آغازگرهای اختصاصی تکثیر گردید. جهت جداسازی باکتری، کشت نمونه‌های مثبت بر روی محیط بویون جگر انجام و در شرایط بی‌هوازی قرار گرفت. جهت از بین بردن باکتری‌های غیر اسپوردار (خالص کردن باکتری)، محیط کشت به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰ °C حرارت داده شد. سپس، عصاره بر روی محیط آگار خون‌دار کشت داده شد و پرگنه‌هایی که همولیز دادند، در محیط فرمانتور غنی جهت افزایش رشد و توکسین‌زایی کشت داده شدند. باکتری با استفاده از رنگ‌آمیزی گرم جهت کنترل گرم مثبت و منفی بودن باکتری و رنگ آمیزی مالاشیت گرین جهت بررسی شکل و نوع اسپور مورد ارزیابی قرار گرفت. ژن توکسین آلفا در جدایه‌های مثبت تعیین توالی گردید و ردیف‌های نوکلئوتید ژن توکسین آلفا در این جدایه‌ها با توالی‌های هم‌ارز جدایه‌ها و سویه‌های واکسن که پیش از این تعیین توالی ژنومی شده و در بانک ژن ثبت گردیده‌اند، مقایسه شدند.

یافته‌ها: تخم انگل، پس از برش تکه‌های کبد مشکوک و دارای آلودگی انگلی در زیر میکروسکوپ مشاهده شد. پس از گرم‌خانه‌گذاری در شرایط بی‌هوازی، با رشد باکتری، کلنی‌های باکتری با اشکال نامنظم با حاشیه‌های نامشخص (پلی‌مورف) بر روی محیط آگار و رشد در محیط egg yolk آگار ظاهر شدند و باکتری‌های گرم مثبت، میله‌ای، شکل دهنده اندوسپور در رنگ‌آمیزی شناسایی شدند. با انجام PCR برای توکسین آلفا، باندی در محدوده ۶۰۹ جفت باز ایجاد گردید و مشخص شد که هفت نمونه به کلستریدیوم نووی تعلق داشتند. نتایج PCR با استفاده از آغازگرهای مربوط به ژن توکسین آلفا که در تیپ B کلستریدیوم نووی وجود دارد، نشان دادند که از ۶۲ جدایه مشکوک به کلستریدیوم نووی، هفت جدایه واجد ژن فوق بودند. در ضمن، همه عصاره‌های کبد منفی بودند و نمونه‌های مثبت همگی مربوط به نمونه‌های کشت بودند. صحت جدایه‌هایی که وجود ژن توکسین آلفا در آنها تشخیص داده شد، با PCR-16S rDNA تایید شد. با انجام تعیین توالی برخی از جدایه‌هایی که وجود ژن آلفا توکسین کلستریدیوم نووی در آنها تشخیص داده شده بود، شباهت بالایی با ساختار ژنومی آلفا توکسین در میان جدایه‌ها و سویه واکسن وجود داشت.

نتیجه‌گیری: جداسازی و شناسایی کلستریدیوم نووی به‌دندرت موفقیت‌آمیز است زیرا باید نمونه تحت شرایط سخت بی‌هوازی سریع به آزمایشگاه منتقل شوند. علاوه بر این، به علت ماهیت بی‌هوازی باکتری، تشخیص و جداسازی کلستریدیوم نووی به‌سختی امکان‌پذیر است. به همین دلیل، گزارشات بیماری قانقاریای عفونی کبد معمولاً تشخیص احتمالی مبتنی بر آسیب‌شناسی بافتی، آنتی‌بادی فلورسنت یا ایمونوهیستوشیمی هستند. تیپ کلستریدیوم نووی به‌سختی تعیین می‌شود. با توجه به این که مهم‌ترین فاکتور بیماری‌زایی کلستریدیوم نووی تیپ B توکسین آلفا است، لذا جهت شناسایی جدایه به‌روش مولکولی از آغازگر ژن توکسین آلفا استفاده شد. یافته‌های مطالعه حاضر نشان می‌دهند که روش PCR می‌تواند با شناسایی توکسین آلفا در تشخیص کلستریدیوم نووی جدایه‌ها کمک کند. در جمع‌بندی یافته‌ها، با توجه محدودبودن اطلاعات موجود در ایران از آلودگی گله‌های گوسفند نسبت به کلستریدیوم نووی و تایید مولکولی و شناسایی جدایه‌های بومی، انجام تحقیقاتی نظیر مطالعه حاضر در آینده می‌تواند به کنترل بیماری و کاهش خسارت‌های احتمالی آن در صنعت دامپروری ایران کمک کند و همچنین جداسازی جدایه ایرانی و ذخیره در مجموعه میکروبی کشور مفید است.

واژه‌های کلیدی: α-توکسین، جداسازی، کلستریدیوم نووی، PCR

مقدمه

تقسیم‌بندی می‌شود، نوع بیماری‌زای A، B و نوع غیربیماری‌زای C. توکسین‌های آلفا و بتا جزء توکسین‌های اصلی باکتری هستند. نوع B باکتری عامل بیماری قانقاریای عفونی کبد (Black disease) در گوسفند و بز است. اسپور این باکتری از طریق دستگاه گوارش وارد بدن دام می‌شود و به کبد

کلستریدیوم نووی باسیلی بی‌هوازی، هاگ‌دار، و گرم مثبت است و فلور آن در خاک، کبد گوسفند و دستگاه گوارش برخی از حیوانات خشکی و آبی وجود دارد (Feng et al., 2021). کلستریدیوم نووی براساس نوع توکسین تولیدشده در سه نوع

نووی و α -توکسین از نمونه‌های مشکوک کشتارگاهی با انجام PCR و تعیین توالی جدایه‌ها دارای ژن توکسین آلفا بود.

مواد و روش‌ها جمع‌آوری و کشت نمونه‌ها

تعداد ۶۲ نمونه کبد گوسفندان مشکوک به بیماری قانقاریای عفونی کبد (دارای مناطق نکروزه و انگلی) از کشتارگاه‌های ایران (مرند ۵، اهواز ۸، شهریار ۱۳ و ایلام ۳۶ نمونه) طی سه ماه پایانی سال ۱۳۹۸ و سه ماه ابتدایی سال ۱۳۹۹ جمع‌آوری و تا زمان انجام آزمایشات در 20°C - نگهداری شدند. برای جداسازی باکتری، ابتدا تکه‌هایی از قسمت‌های مختلف کبد جدا شدند، در هاون با سرم فیزیولوژی سلاهی گردیدند و سپس در دور ۴۰۰۰ g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. مایع رویی به‌عنوان عصاره جمع‌آوری شد و تا انجام آزمایشات در 20°C - نگهداری گردید.

برای انجام کشت، ابتدا محیط کشت مایع جگر (chopped liver broth; HiMedia, USA) به مدت نیم ساعت بر روی شعله در دمای 80°C قرار گرفت، سپس در دمای محیط تا 25°C سرد شد و برای مرحله بعد آماده گردید. تکه‌های برداشت شده از کبد وارد محیط کشت شدند و در شرایط بی‌هوازی (جار بی‌هوازی) همراه با گاز پک در به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت گرم‌خانه‌گذاری گردید. مقداری از سوسپانسیون حاصل از کشت برای تست‌های بعدی در میکروتیوب در 20°C - نگهداری شد.

تشخیص کلستریدیوم نووی توسط PCR

DNA نمونه‌های عصاره بافت با روش فنل کلروفرم و DNA نمونه‌های کشت داده شده با استفاده از کیت (سینا ژن، ایران)، براساس دستورالعمل استخراج گردیدند (Jeong et al., 2020; Sasaki et al., 2011; Saejung et al., 2002). کمیت و کیفیت DNAهای استخراجی با اندازه‌گیری جذب آن‌ها توسط نانودراپ (NanoDrop® ND-1000 UV-Vis, Thermo Scientific) و ژل الکتروفورز در ولتاژ ۸۰ به مدت یک ساعت بررسی گردیدند.

در این روش، آغازگر پیشرو F7 (5'-AATGGAGAGCTTCATTACAAAAAT-3') و آغازگر معکوس R7 (5'-TTCTTCCCAATTTCCATT-3') به کار گرفته می‌شوند که در جدایه‌های واجد این ژن، یک قطعه ژنتیکی به طول ۶۰۹ جفت باز تکثیر می‌شود (Gord-noshahri et al., 2016). جدایه‌هایی که وجود ژن آلفا توکسین کلستریدیوم نووی در آن‌ها تشخیص داده شد، جهت تایید بر اساس توالی 16S rDNA با استفاده از آغازگرهای اختصاصی (5'-TACCAGGAGGAAGCCAC-3' و 5'-GTTCTTCCTAATCTCTACGCAT-3') تکثیر گردید. برای انجام هر واکنش PCR، ابتدا مخلوط واکنش (Master mix; Ampicon) در حجم ۲۰ میکرولیتر تهیه شد. به این صورت که مقادیر لازم ۱۰ میکرولیتر از مخلوط واکنش و ۱ میکرولیتر از هر آغازگر و ۲ میکرولیتر از DNA الگو و ۶ میکرولیتر از آب برای هر واکنش در تعداد نمونه‌ها آماده گردیدند. برای بهینه کردن واکنش از ۰/۵ میکرولیتر MgCl_2 یک مولار استفاده شد و نمونه کنترل مثبت (کلستریدیوم نووی

نفوذ می‌کند (Uzal et al., 2018). در صورت فراهم شدن شرایط لازم رشد باکتری، از جمله کم‌اکسیژنی، آسیب کبدی مانند مهاجرت لارو، انگل‌ها و اسپورهای نهفته فعال شده، تکثیر می‌یابند و توکسین‌های آلفا و بتا را ترشح می‌کنند. این توکسین‌ها از کبد آسیب‌دیده گسترش یافته، جذب جریان خون شده، از طریق آن به اندام‌های حیاتی بدن وارد می‌شوند و در نهایت مرگ دام را به دنبال خواهد داشت (Amimoto et al., 1998; Aronoff & Kazanjian, 2018; Saejung et al., 2011).

با توجه به اعمال سیاست واردات دام از کشورهای دیگر به ایران، ضعف در اجرای موثر مبانی قرنطینه و امکان ورود سویه‌های غیربومی باکتری همراه با دام، تشخیص دقیق بیماری، جداسازی و شناسایی عامل آن و آگاهی از میزان فراوانی موارد بیماری در استان‌های کشور در ارتقاء سیاست‌های مدیریت کنترل و پیشگیری از بیماری نقش به‌سزایی دارد. قانقاریای عفونی از بیماری‌های مهم و مطرح در دامپروری نشخوارکنندگان است و در صورت وقوع می‌تواند خسارات اقتصادی گسترده به دامداران تحمیل کند. تشخیص بیماری‌های کلستریدیایی و جداسازی عامل بیماری با روش‌های مرسوم بر اساس علایم بالینی، ریخت‌شناسی پرگنه کشت، تولید توکسین و روش‌های سرم‌شناسی است، اما این روش‌ها وقت‌گیر هستند، بنابراین برای تشخیص و جداسازی کلستریدیای بیماری‌زا به یک روش ساده و سریع مانند PCR نیاز است. در گونه‌های کلستریدیوم، ژن توکسین و ژن 16S rRNA اغلب به‌عنوان هدف برای PCR تشخیصی کاربرد داشته‌اند (Sasaki et al., 2000).

از آنجایی که کلستریدیوم نووی دارای سه نوع است که نوع C بیماری‌زا نیست و همچنین کلستریدیوم نووی NT، فاقد توکسین است، لذا انجام تست‌های مولکولی بر اساس ژن توکسین جهت تشخیص تفریقی ضروری است. توکسین آلفا کشنده و نکروتیک است و باعث ایجاد تغییرات ریخت‌شناسی بر روی انواع سلول‌ها به‌خصوص سلول‌های اندوتلیال شده، باعث شکستن ساختار اسکلتی می‌گردد (Orrell & Melnyk, 2021).

وزن مولکولی بزرگ پروتئین حدود ۲۲۰ کیلودالتون است و حدود ۶۰۰۰ باز کدکننده دارد؛ از طرفی، دارای ساختار سوم حساس با ناپایداری زیاد است. به دلیل طول بزرگ آن، شناسایی کل ژنوم سخت است و نیاز به هزینه بالا برای تشخیص دارد. اما براساس گزارشات بانک ژن، این شناسایی می‌تواند برای بخش‌های مشترک گزارش شده براساس منابع بانک ژنی باشد تا در زمان مقایسه امکان بررسی تغییرات ژنومی وجود داشته باشد (Abdolmohammadi Khiav & Zahmatkesh, 2021). بنابراین، ارزیابی مولکولی جدایه‌ها به علت دقت و حساسیت بالا ضروری است. با توجه به این موضوع که با وجود شباهت‌های ژنومی میان جدایه‌ها ممکن است در میزان توکسین‌زایی و بیماری‌زایی جدایه‌ها تفاوت‌هایی باشد، لذا ضروری است که سویه‌های موجود در کشور شناسایی شوند و این سویه‌ها با سویه واکنشی مقایسه گردند (Ardehali et al., 1984). هدف از این مطالعه، جداسازی و شناسایی کلستریدیوم

گرم جهت کنترل گرم مثبت و منفی بودن باکتری و رنگ آمیزی مالاشیت گرین جهت بررسی شکل و نوع اسپور مورد ارزیابی قرار گرفت.

تعیین توالی

ژن توکسین آلفا در جدایه‌های مثبت تعیین توالی (نیازن نور، ایران) گردید و ردیف‌های نوکلئوتید ژن توکسین آلفا در این جدایه‌ها با توالی‌های هم‌ارز جدایه‌ها و سویه‌های واکسن که پیش از این تعیین توالی ژنومی شده و در بانک ژن ثبت گردیده‌اند، مقایسه شدند.

نتایج و بحث

جداسازی کلوستریدیوم نووئی

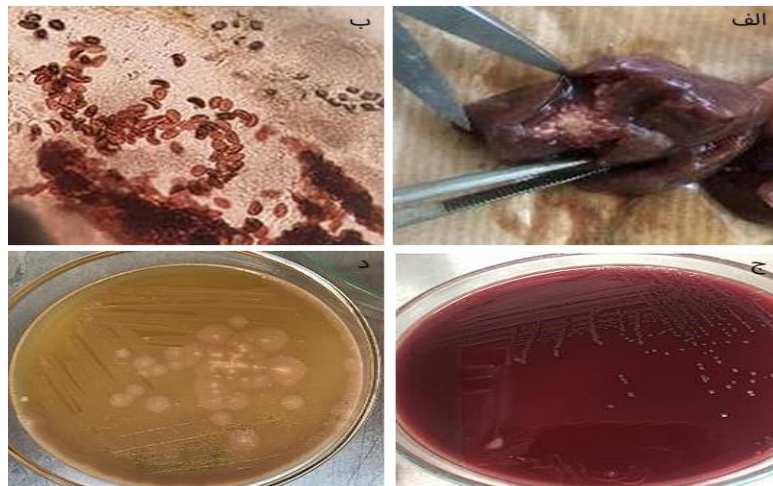
پس از برش تکه‌های کبد مشکوک و دارای آلودگی انگلی (شکل ۱؛ الف)، تخم انگل در زیر میکروسکوپ (شکل ۱؛ ب) مشاهده شد. پس از ۷۲ ساعت گرم‌خانه‌گذاری در شرایط بی‌هوازی، با رشد باکتری، پرگنه‌های باکتری با اشکال نامنظم با حاشیه‌های نامشخص (پلی‌مرف) بر روی محیط آگار و رشد در محیط egg yolk آگار ظاهر شدند و باکتری‌های گرم مثبت، میله‌ای، و شکل‌دهنده اندوسپور در رنگ‌آمیزی شناسایی شدند (شکل ۱؛ ج و د).

CN804) و کنترل منفی (به جای DNA، حجم معادل آن آب) تهیه گردید.

چرخه‌های PCR طبق شرایط دمایی شامل واسرشت‌سازی اولیه به مدت ۵ دقیقه در 94°C ، سپس انجام ۳۶ چرخه متوالی شامل واسرشت‌سازی به مدت ۳۰ ثانیه در 95°C ، اتصال به مدت ۳۰ ثانیه در 52°C و طولیل‌سازی به مدت ۳۰ ثانیه در 72°C انجام گرفت. در پایان، طولیل‌سازی نهایی به مدت ۱۰ دقیقه در 72°C انجام گرفت.

جداسازی باکتری

یک میلی‌لیتر از نمونه‌های مثبت داخل میکروتیوب بر روی محیط بویون جگر کشت داده شد و این محیط برای مدت ۲۴-۴۸ ساعت در شرایط بی‌هوازی قرار گرفت. جهت از بین بردن باکتری‌های غیر اسپوردار (خالص کردن باکتری) محیط کشت به مدت ۱۰ دقیقه در 100°C حرارت داده شد. سپس عصاره بر روی محیط آگار خون‌دار کشت داده شد و پرگنه‌هایی که همولیز دادند، در محیط فرمانتور غنی (شامل پپتون پروتئاز ۳-۴٪، عصاره مخمر ۵/۰٪، L-سیستئین ۱/۰٪، گلیسرول ۲٪، مالتوز ۲/۰٪ و توین ۸۰، ۰/۰۲٪) جهت افزایش رشد و توکسین‌زایی کشت داده شدند. از تک پرگنه‌های به‌وجود آمده برای رنگ‌آمیزی استفاده شد. باکتری با استفاده از رنگ‌آمیزی



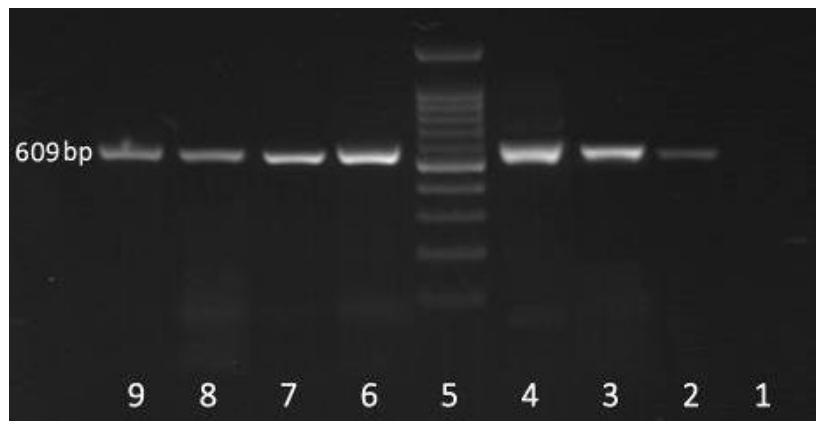
شکل ۱- برش کبد و مشاهده کبد انگلی (الف)؛ تخم انگل در زیر میکروسکوپ (ب)؛ کلوستریدیا در شرایط کشت بی‌هوازی (ج)؛ محیط آگار خون‌دار؛ د: محیط Egg yolk آگار

Figure 1. A section of the liver and parasites of the liver (a); Parasite eggs under the microscope (b); Clostridia in anaerobic culture conditions (c); blood agar medium; (d): egg yolk agar medium

PCR

با انجام PCR برای توکسین آلفا، باندی در محدوده ۶۰۹ جفت‌باز ایجاد گردید و مشخص شد که هفت نمونه به کلوستریدیوم نووئی تعلق داشتند. نتایج PCR با استفاده از آغازگرهای مربوط به ژن توکسین آلفا که در تیپ B کلوستریدیوم نووئی وجود دارد، نشان دادند که از ۶۲ جدایه

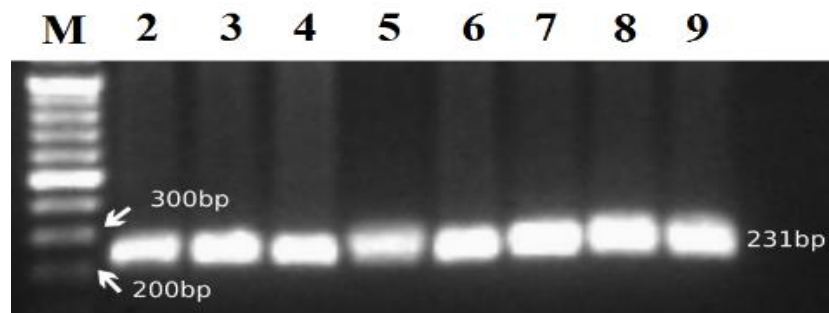
مشکوک به کلوستریدیوم نووئی، هفت جدایه واجد ژن آلفا توکسین بودند (شکل ۲). در ضمن، همه عصاره‌های کبد منفی بودند و نمونه‌های مثبت همگی مربوط به نمونه‌های کشت بودند.



شکل ۲- PCR برای جدایه‌های کلوستریدیوم. ۱: کنترل منفی؛ ۲: کنترل مثبت (کلوستریدیوم نووی CN804)؛ ۳، ۴، ۶-۹: جدایه‌ها؛ ۵: نشانگر DNA (۱۰۰ جفت‌بازی)

Figure 2. PCR for *Clostridium* isolates. 1: Negative control; 2: Positive control (*Clostridium novyi* CN804); 3, 4, 6-9: Isolates; 5: DNA size marker (100 base pairs)

صحت جدایه‌هایی که وجود ژن توکسین آلفا در آن‌ها تشخیص داده شد، با PCR-16S rDNA تأیید شد (شکل ۳).



شکل ۳- PCR-16S rDNA برای جدایه‌های کلوستریدیوم نووی. ۲: کنترل مثبت (کلوستریدیوم نووی CN804)؛ ۳ تا ۹: جدایه‌ها؛ M: نشانگر DNA (۱۰۰ جفت‌بازی)

Figure 3. PCR-16S rDNA for *Clostridium novyi* isolates. 2: positive control (*Clostridium novyi* CN804); 3 to 9: isolates; M: DNA size marker (100 base pairs)

شباهت بالایی با ساختار ژنومی توکسین آلفا در میان جدایه‌ها و سویه واکسن وجود داشت (شکل ۴).

تعیین توالی

با انجام تعیین توالی برخی از جدایه‌هایی که وجود ژن آلفا توکسین کلوستریدیوم نووی در آن‌ها تشخیص داده شده بود،

Job Title

RID [NNV415Y1013](#) Search expires on 10-05 19:58 pm [Download All](#)

Program BLASTN [Citation](#)

Database nt [See details](#)

Query ID IclQuery_51029

Description None

Molecule type dna

Query Length 551

Other reports [Distance tree of results](#) [MSA viewer](#)

Filter Results

Organism only top 20 will appear ☐ exclude

[Add organism](#)

Percent Identity to E value to Query Coverage to

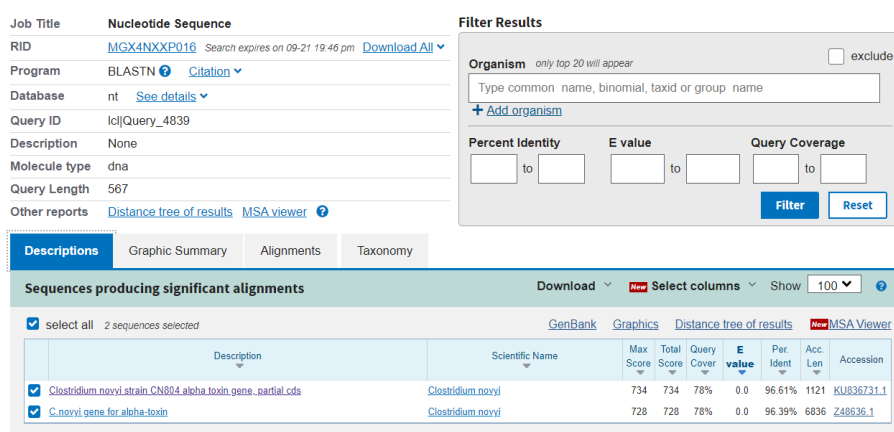
[Filter](#) [Reset](#)

Descriptions [Graphic Summary](#) [Alignments](#) [Taxonomy](#)

Sequences producing significant alignments [Download](#) [Select columns](#) [Show](#)

☒ select all 2 sequences selected [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#) [MSA Viewer](#)

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per Ident	Acc Len	Accession
☒ Clostridium novyi strain CN804 alpha toxin gene, partial cds	<i>Clostridium novyi</i>	453	453	62%	8e-123	90.43%	1121	KJ0836731.1
☒ C.novyi gene for alpha-toxin	<i>Clostridium novyi</i>	453	453	62%	8e-123	90.43%	6836	Z48636.1



شکل ۴- تعیین توالی جدایه‌های کلستریدیوم نوئی
Figure 4. Sequencing of *Clostridium novyi* isolates

با توجه به این که مهم‌ترین عامل بیماری‌زایی کلستریدیوم نوئی تیپ B توکسین آلفا است، لذا جهت شناسایی جدایه به‌روش مولکولی از آغازگر ژن توکسین آلفا استفاده شد که Nyaoke و همکاران در سال ۲۰۱۸ نیز از آغازگر فوق جهت تشخیص کلستریدیوم نوئی تیپ B در اسب استفاده کردند (Nyaoke et al., 2018).

در سال ۲۰۰۰، ساساکی و همکاران برای تشخیص سریع و افتراقی بین کلستریدیوم‌های پاتوژن دخیل در گاز گنگرن از روش PCR براساس نواحی 16S-23S rDNA استفاده کردند. مشاهدات محققان نشان دادند که الگوهای PCR نواحی 16S-23S rDNA این پتانسیل را دارند که به‌عنوان نشانگر شناسایی کلستریدیای بیماری‌زا در کانگرن گاز استفاده شوند (Sasaki et al., 2000). در این تحقیق، جهت تأیید از پرایمر 16S rDNA استفاده گردید. نتایج ساساکی و همکاران (Sasaki et al., 2000) با نتایج توالی 16SrDNA تحقیق حاضر هم‌خوانی دارند.

جونگ و همکاران (Jeong et al., 2020) با به‌کارگیری هم‌زمان روش‌های بیوشیمیایی-مولکولی و بررسی اثر توکسین جدایه‌ها بر روی سلول VERO، یک مورد کلستریدیوم نوئی را در خوک در کره جنوبی شناسایی کردند. در تحقیق حاضر نیز به‌کارگیری تست‌های مولکولی در شناسایی کلستریدیوم نوئی تأیید گردید.

در جمع‌بندی یافته‌ها، با توجه محدود بودن اطلاعات موجود در ایران از آلودگی گله‌های گوسفند نسبت به کلستریدیوم نوئی و تأیید مولکولی و شناسایی جدایه‌های بومی، انجام تحقیقاتی نظیر مطالعه حاضر در آینده می‌تواند به کنترل بیماری و کاهش خسارت‌های احتمالی آن در صنعت دامپروری ایران کمک کند و همچنین جداسازی جدایه ایرانی و ذخیره در مجموعه میکروبی کشور مفید است.

بیماری‌های ناشی از باکتری‌های بی‌هوازی نه‌تنها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم باعث مرگ و میر در دام می‌شوند، بلکه باعث کاهش رشد و تولید فراورده‌های دامی نیز می‌گردند. این بیماری‌ها اغلب در دامداری‌ها وجود دارند و موجب تلفات سنگین در گله‌های گوسفند و بز می‌گردند. براساس استانداردهای موجود، واکسیناسیون برای پیشگیری از بیماری‌های کلستریدیایی ضروری است و استفاده از واکسن بهترین راه مقابله با بیماری‌های کلستریدیایی است (Abdolmohammadi Khiav & Zahmatkesh, 2021).

جداسازی و شناسایی کلستریدیوم نوئی به‌ندرت موفقیت‌آمیز است زیرا باید نمونه تحت شرایط سخت بی‌هوازی سریع به آزمایشگاه منتقل شود. علاوه بر این، به‌علت ماهیت بسیار بی‌هوازی باکتری، تشخیص و جداسازی کلستریدیوم نوئی به سختی امکان‌پذیر است. به‌همین دلیل، گزارشات بیماری قانقاریای عفونی کبد معمولاً تشخیص احتمالی مبتنی بر آسیب‌شناسی بافتی، آنتی‌بادی فلورسنت یا ایمنوهیستوشیمی است. تیپ کلستریدیوم نوئی به‌سختی تعیین می‌شود (Nyaoke et al., 2018).

در مطالعه حاضر، تأیید اولیه باکتریایی با کشت در محیط اختصاصی و روش مولکولی انجام گرفت که از ۶۲ نمونه کبد گوسفند مشکوک (کشتارگاهی) از ایران، هفت جدایه در PCR و با توجه به نتایج توالی‌یابی، این جدایه‌ها به‌عنوان کلستریدیوم نوئی تیپ B تشخیص داده شدند.

با شناسایی آلفا توکسین و بررسی عوامل مؤثر بر تولید آلفا توکسین کلستریدیوم نوئی نوع B، مشخص شد که بهترین محیط مورد استفاده برای تولید آلفا توکسین، محیطی بود که حاوی عصاره مخمر در غلظت ۰/۵ درصد با عدم وجود تکه‌های گوشت و تنظیم pH بین ۷/۵ تا ۸ و گرم‌خانه‌گذاری به‌مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت بود. این حالت منجر به رشد بالای باکتری و تولید توکسین در شرایط بهینه در دوره گرم‌خانه‌گذاری شد (Marwa et al., 2022).

References

- Abdolmohammadi Khiav, L., & Zahmatkesh, A. (2021). Vaccination against pathogenic clostridia in animals: a review. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2), 284-294.
- Amimoto, K., Sasaki, O., Isogai, M., Kitajima, T., Oishi, E., Okada, N., & Yasuhara, H. (1998). The protective effect of *Clostridium novyi* type B alpha-toxoid against challenge with spores in guinea pigs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 60(6), 681-685.
- Ardehali, M., Darakhshan, H., & Moosawi, M. (1984). Production and standardized of *Clostridium oedematiens* vaccine in Iran. *Archives of Razi Institute*, 35, 23-26.
- Aronoff, D. M. & Kazanjian, P. H., (2018). Historical and contemporary features of infections due to *Clostridium Novyi*. *Anaerobe*, 50, 80-84.
- Feng, X., He, P., Zeng, C., Li, Y. H., Das, S. K., Li, B., Yang, H. F., & Du, Y. (2021). Novel insights into the role of *Clostridium novyi*-NT related combination bacteriolytic therapy in solid tumors. *Oncology Letter*, 21(2), 1-8.
- Gord-noshahri, N., Fathi najafi, M., Makhdoumi, A. Majidi, B., & Mehrvarz, M. (2016). Identification and cloning of highly epitopic regions of *Clostridium novyi* alpha toxi. *Turkish Journal of Biology*, 40, 1219-1212.
- Jeong, C. G., Seo, B. J., Nazki, S., Jung, B. K., Khatun, A., Yang, M. S., Kim, S. C., Noh, S. H., Shin, J. H., Kim, B., & Kim, W. I. (2020). Characterization of *Clostridium novyi* isolated from a sow in a sudden death case in Korea. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1-8.
- Marwa, A., Marwa, Y., & Hala ElSawy, A. (2022). Factors affecting on production of *Clostridium Novyi* type (B) Alpha Toxin. *Journal of Applied Veterinary Sciences*, 7(2), 53-57.
- Nyaoke, A. C., Navarro, M. A., Beingesser, J., & Uzal, F. A. (2018). Infectious necrotic hepatitis caused by *Clostridium novyi* type B in a horse: case report and review of the literature. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 30(2), 294-299.
- Orrell, K. E., & Melnyk, R. K. (2021). Large clostridial toxins: Mechanisms and roles in disease. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 85(3), 1-9.
- Saejung, C., Hatai, K., Wada, S., Kurata, O., & Sanoamuang, L. (2011). Clinical observations of black disease in fairy shrimps, *Streptocephalus sirindhornae* and *Branchinella thailandensis*, from Thailand and pathogen verification. *Journal of Fish Diseases*, 34(12), 911-920.
- Sambrook, J. (2012). *Molecular Cloning: A laboratory manual*. 4th edition, Volume 1-4.
- Sasaki, Y., Kojima, A., Aoki, H., Ogikubo, Y., Takikawa, N., & Tamura, Y. (2002). Phylogenetic analysis and PCR detection of *Clostridium Chauvoei*, *Clostridium Haemolyticum*, *Clostridium Novyi* types A and B, and *Clostridium septicum* based on the flagellin gene. *Veterinary Microbiology*, 86(3), 257-267.
- Sasaki, Y., Yamamoto, K., Kojima, A., Norimatsu, M. & Tamura, Y. (2000). Rapid identification and differentiation of pathogenic clostridia in gas gangrene by polymerase chain reaction based on the 16S-23S rDNA spacer region. *Research in Veterinary Science*, 69, 289-294.
- Uzal, F. A., Navarro, M. A., Li, J., Freedman, J. C., Shrestha, A., & McClane, B. A. (2018). Comparative pathogenesis of enteric clostridial infections in humans and animals. *Anaerobe*, 53, 11-20.