





## کلونینگ و توالی‌یابی ژن Leishmania homologue of receptors for activated C kinase (LACK) لیشمانیا ماژور سویه استاندارد ایرانی

اوغل نیاز جرجانی<sup>۱</sup>، فاطمه غفاری فر<sup>۲\*</sup>، زهره شریفی<sup>۳</sup>، عبدالحسین دلیمی<sup>۴</sup>، زهیرمحمد حسن<sup>۵</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری، گروه انگل‌شناسی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- ۲- دانشیار، گروه انگل‌شناسی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- ۳- استادیار، سازمان انتقال خون ایران، تهران، ایران
- ۴- استاد، گروه انگل‌شناسی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- ۵- استاد، گروه ایمنی‌شناسی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۸۷/۱۱/۵

دریافت مقاله: ۸۷/۷/۶

### چکیده

**هدف:** لیشمانیوزیس جزء بیماری‌های عفونی-انگلی مهم دنیاست که توسط تک یاخته‌های نسجی خونی داخل سلولی اجباری از جنس لیشمانیا ایجاد می‌شود. ژن LACK یک پروتئین ۳۶ کیلودالتونی است که در فرم‌های پروماستیگوت و آماستیگوت انگل، در گونه‌های مختلف لیشمانیا به مقدار بالایی وجود دارد. LACK پاسخ ایمنی سریعی علیه انگل ایجاد می‌کند؛ بنابراین این ژن برای تهیه آنتی‌ژن نوترکیب مناسب بوده و انتخاب خوبی به‌عنوان واکنش DNA علیه لیشمانیا ماژور است. این مطالعه با هدف کلون نمودن ژن LACK لیشمانیا ماژور ایران برای تولید پروتئین نوترکیب برای ساخت واکنش انجام شده است.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق DNA از سویه استاندارد ایرانی لیشمانیا ماژور (MRHO/IR/75/ER) استخراج و ژن LACK با استفاده از روش PCR تکثیر شد. سپس قطعه ۹۳۹ جفت‌بازی تکثیر شده در پلاسمید pTZ57R/T کلون شد. پلاسمید نوترکیب در باکتری اشرشیاکلی سویه TGI ترانسفورم و توالی‌یابی شد.

**نتایج:** آنالیز تعیین توالی ژن LACK لیشمانیا ماژور کلون شده در پلاسمید pTZ57R/T مشخص کرد که قطعه‌ای ۹۳۹ جفت‌بازی در این پلاسمید کلون شده است و ژن کلون شده، ژن LACK لیشمانیا ماژور است. این سویه ایرانی ۸۹ درصد با سویه موجود در بانک ژنی با کد LmjF28.2740 شباهت دارد. این کلونینگ با روش‌های PCR و برش آنزیمی تأیید شد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج به‌دست آمده نشان داد که این ژن با موفقیت تکثیر و کلون شده و از این کلون می‌توان کلون‌هایی در پلاسمید بیانی پروکاریوتی برای تهیه آنتی‌ژن نوترکیب و پلاسمید یوکاریوتی برای تهیه واکنش DNA استفاده کرد. این مطالعه راهی برای پیشرفت تولید پلاسمیدهای نوترکیب برای مطالعات آینده است.

**کلیدواژگان:** کلونینگ، توالی‌یابی، لیشمانیا ماژور، LACK

## ۱- مقدمه

لیشمانیوزیس (Leishmaniosis) جزء بیماری‌های عفونی- انگلی مهم دنیاست که توسط تک یاخته‌های نسجی خونی داخل سلولی اجباری از جنس لیشمانیا (*Leishmania*) از راسته کیتوپلاست‌داران ایجاد می‌شود.

این انگل از طریق نیش پشه خاکی ماده آلوده به میزبان مهره‌دار منتقل می‌شود. لیشمانیوزیس جلدی شایع در ایران معمولاً موجب مرگ نمی‌شود ولی آسیب‌های روحی، اجتماعی، اقتصادی را به دلایل مختلف مثل مزمن بودن دوره زخم، منظره جوشگاه ناپسند پوستی، به‌جای ماندن آثار زخم، احتمال عفونت ثانویه، بار سنگین اقتصادی درمان برای جامعه، طولانی بودن دوره درمان و عوارض ناشی از درمان را سبب می‌شود که می‌توان آن را از معضلات مهم مناطق بومی ایران به حساب آورد. لیشمانیوزیس یک مشکل بهداشت عمومی برای اکثر مناطق جهان به‌خصوص کشورهای جهان سوم و افراد مبتلا به ایدز (Acquired Immunodeficiency Syndrome: AIDS) و سایر بیماری‌های ناتوان کننده سیستم ایمنی در کشورهای پیشرفته است و این انگیزه قوی مطالعات تجربی در راستای بنیان روشی کامل برای کنترل آن بوده که بیش از صد سال از تاریخ این تلاش‌ها می‌گذرد [۱-۵].

در استفاده از روش‌های درمانی مختلف به‌علت مواجهه شدن با مشکلاتی مانند عود بیماری، مقاومت به داروها، عوارض جانبی داروها، ایجاد عفونت ثانویه باکتریایی، هزینه بالا، گزارش چندین مورد اپیدمی بیماری به‌خصوص در افراد با نقص ایمنی، تحقیقات را در ایجاد و گسترش داروهای جدید ضد لیشمانیا یا یک واکسن مناسب پیش می‌برد.

مطالعات و تجربیات مختلف نشان داده است که احتمال تهیه واکسنی مناسب علیه لیشمانیوزیس انسانی وجود دارد. مشاهدات و تلاش‌ها نشان داده است که تقویت سیستم ایمنی، اساس درمان لیشمانیوزیس است.

واکسیناسیون DNA بحث کاملاً جدیدی است و روش قدرتمندی برای القای پاسخ‌های ایمنی هومورال

و سلولی اختصاصی است که با تزریق پلاسمید DNA برهنه به درون میزبان، سلول‌های میزبان پروتئین کد شده را بیان می‌کنند. واکسیناسیون ژنی پاسخ‌های ایمنی مؤثر و طولانی مدتی القاء می‌کنند که از طریق سیستم MHC-I (Major Histocompatibility Complex) MHC-II، فراوری می‌شوند و خاطره ایمونولوژیکی را تحریک می‌کنند [۶-۱۰]. در دهه گذشته، پیشرفت چشمگیری در زمینه شناسایی کاندیدهای واکسن که می‌تواند پاسخ ایمنی محافظتی القاء کند، صورت گرفته است. بیشتر این کارها روی آنتی‌ژن‌های Ribosomal like Protein, P20, LmSTI1, Leif, PSA2, M2, Histon H1, P8, P4, A2, CP (A,B), GP64, GP63 متمرکز شده است که به‌عنوان گزینه‌های واکسن شناسایی شده‌اند ولی هیچ‌کدام ایجاد پاسخ‌های ایمنی کاملی نمی‌کنند اما در این میان LACK (Leishmania homologue of receptors for activated C kinase) یکی از کاندیدهای اصلی واکسن است که بیان قوی دارد [۱۱-۱۴].

LACK لیشمانیا ماژور (*L. major*)، پروتئین ۳۶ کیلودالتونی بوده و در فرم‌های پروماستیگوت (Promastigote) و آماستیگوت (Amastigote) و در گونه‌های مختلف لیشمانیا وجود دارد. همچنین همولوژی و شباهت زیادی با پروتئین RACK-I پستانداران دارد [۱۵-۱۷]. ژن کد کننده آنتی‌ژن LACK دارای ۹۳۹ جفت‌باز و فاقد ایترون است. ژن LACK پاسخ ایمنی سریعی علیه انگل ایجاد می‌کند [۱۸].

سلول‌های T علیه LACK، ایتروکین ۴ (Interleukin 4: IL-4) تولید می‌کنند، بنابراین تحمیلی علیه LACK ایجاد می‌شود که نتیجه بیان ترانس‌ژنیک LACK در تیموس است. در نتیجه باعث مقاومت علیه عفونت لیشمانیوزیس می‌شود.

اگر در ایمنی‌زایی علیه لیشمانیوزیس، همراه با DNA LACK، IL-12 استفاده شود باعث تولید اینترفرون گاما (Interferon gamma: IFN- $\gamma$ ) و حفظ و اثربخشی پاسخ Th1 (T helper 1) می‌شود [۱۹].

هدف از این تحقیق، کلون کردن ژن LACK لیشمانیا ماژور داخل ناقل PTZ57R/T برای تهیه پلاسمید نوترکیب ژن LACK بود.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- انگل لیثمانیا ماژور

در این تحقیق از سویه استاندارد ایرانی لیثمانیا ماژور تهیه شده از انستیتو پاستور که دارای کد بین‌المللی MRHO/IR/75/ER است، استفاده شد. برای تولید انبوه انگل و تهیه آنتی‌ژن، پروماستیگوت‌های انگل لیثمانیا ماژور در محیط RPMI-1640 که حاوی ۱۰ تا ۲۰ درصد سرم جنین گاو غیرفعال شده و ۱۰۰ واحد پنی‌سیلین (Penicillin) در میلی‌لیتر و ۱۰۰ میکروگرم استرپتومایسین (Streptomycin) در میلی‌لیتر است، در دمای  $25 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شود تا زمانی که تعداد انگل به میزان زیادی برسد و انگل در مرحله ایستا جمع‌آوری شود.

## ۲-۲- استخراج DNA

۱۰۰ میکرولیتر (در حدود  $5 \times 10^7$ ) از پروماستیگوت‌های تغلیظ شده و شستشو شده با بافر PBS (Phosphate Buffered Saline) درون یک ویال ۱/۵ سی‌سی ریخته شد و با ۹۰۰ میکرولیتر بافر لیز مخلوط شد. به‌منظور لیز شدن پروماستیگوت‌ها، ۱۰ میکرولیتر پروتیناز K به ویال اضافه شد و به‌مدت ۲ ساعت در بن‌ماری ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد [۲۰، ۲۱]. استخراج DNA به روش فنل و کلروفرم انجام شد [۲۲، ۲۳].

## ۲-۳- تکثیر DNA با روش PCR

محصول DNA استخراج شده از پروماستیگوت‌ها به‌عنوان الگو برای تکثیر قطعه ژن LACK به‌وسیله روش PCR استفاده می‌شوند. محصول واکنش PCR در ۲۵ میکرولیتر تهیه شد که شامل ترکیبات زیر است: ۲/۵ میکرولیتر محصول DNA استخراج شده، ۱۲/۵ میکرولیتر Mix Taq، ۸ میکرولیتر آب مقطر استریل، ۱ میکرولیتر از هریک از آغازگرها (Primers) (۱۰ پیکومول در میکرولیتر). از جفت آغازگرهای زیر برای تکثیر قطعه ژن LACK به روش PCR استفاده شد:

آغازگر جلویی (Forward primer): 5'-ATT AAG CTT ATG AAC TAC GAG GGT CAC CTG AAG GG-3'

آغازگر برگشتی (Reverse primer): 5'-TTA GAA TTC TTA CTC GGC GTC GGA GAT-3'

آغازگر جلویی (Forward primer) دارای ۳۵ نوکلئوتید با جایگاه شناسایی برش آنزیمی *HindIII* و کدون شروع ATG است و آغازگر برگشتی (Reverse primer) دارای ۲۷ نوکلئوتید با جایگاه شناسایی برش آنزیم *EcoRI* و کدون خاتمه TAA است.

طبق برنامه زیر PCR انجام شد: واسرشتگی اولیه (Initial Denaturation) ۵ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، واسرشتگی ۶۰ ثانیه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، اتصال (Annealing) ۳۰ ثانیه در دمای ۵۴ درجه سانتی‌گراد و بسط (Extension) ۴۵ ثانیه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد؛ سه مرحله اخیر ۳۰ چرخه تکرار شد و در نهایت واکنش PCR با بسط نهایی ۵ دقیقه در ۷۲ دمای درجه سانتی‌گراد به اتمام رسید.

محصول PCR روی ژل آگارز ۱ درصد الکتروفورز شد و از طریق رنگ‌آمیزی با رنگ اتیدیوم بروماید (Ethidium bromide) قابل مشاهده است. محصول DNA را می‌توان تحت تابش نور ماورای بنفش (Ultra Violet: UV) مشاهده کرد. نشانگر (Marker) ۱ کیلوگفت‌بازی برای تعیین کردن محصول PCR استفاده شد. محصول PCR، باند ۹۵۷ جفت‌بازی روی ژل توسط کیت استخراج DNA از شرکت Fermentas از قطعات DNA کوچک‌تر، آغازگرها، نمک‌ها، نوکلئوتیدها و پروتئین‌ها از قبیل آنزیم *Taq* خالص می‌شود.

## ۲-۴- کلونینگ ژن LACK در پلاسمید pTZ57R/T

برش دادن و متصل کردن اساس کلون‌سازی است. برای کلون کردن ژن موردنظر، DNA پلاسمیدی خالص شده با آنزیم برش‌دهنده مناسب بریده شد. سپس به DNA هدف با انتهای مشابه متصل شد و یک پلاسمید نو ترکیب (Recombinant Plasmid) به‌وجود آمد [۲۲، ۲۳].

آمپی‌سیلین (Ampicillin) به آگار اضافه شد، کلونی‌های فاقد پلاسمید نوترکیب که در آن‌ها بتاگالاکتوزیداز سنتز می‌شود به رنگ آبی درآمدند؛ در حالی که کلونی‌های حاوی پلاسمید نوترکیب، چون قادر به ساخت بتاگالاکتوزیداز نیستند به رنگ سفید بود.

## ۷-۲- استخراج پلاسمید از کلونی‌های آبی و سفید

استخراج پلاسمید از کلونی‌های سفید و آبی مطابق دستورالعمل ذکر شده در کیت استخراج پلاسمید شرکت Bionner آلمان انجام شد.

## ۸-۲- مقایسه پلاسمیدهای استخراج شده از

### کلونی‌های آبی و سفید

پلاسمیدهای موجود در کلونی‌های سفید (به‌علت وجود قطعه کلون شده در آن) سنگین‌تر از پلاسمیدهای موجود در کلونی‌های آبی هستند برای این منظور پلاسمیدهای استخراج شده از پلاسمیدهای کلونی‌های آبی و سفید روی ژل آگارز ۰/۸ درصد لود (Load) و مقایسه شدند.

## ۹-۲- PCR قطعه LACK با استفاده از

### پلاسمید نوترکیب pTZ57R/T-LACK

با استفاده از روش PCR وجود قطعه DNA خارجی را در حامل پلاسمیدی با استفاده از آغازگرهای اختصاصی تعیین شد و پلاسمیدهای نوترکیب مورد نظر از سایر پلاسمیدها جدا و انتخاب شد. به این منظور واکنش PCR به حجم ۲۵ میکرولیتر مطابق با شرایط ایجاد شده با استفاده از آغازگرهای اختصاصی و ۳ میکرولیتر پلاسمید استخراج شده از کلونی‌های سفید (۵۰-۱۰۰ نانوگرم در هر میکرولیتر) به‌عنوان الگو انجام شد. محصول PCR روی ژل آگارز ۱ درصد الکتروفورز شد. نشانگر ۱ کیلوگفت‌بازی (Fermentas) برای تعیین کردن محصول PCR استفاده شد.

در این تحقیق به‌منظور کلونینگ ژن LACK از کیت کلونینگ T/A Cloning Kit شرکت Fermentas استفاده شد. محصول PCR خالص شده مطابق با دستورالعمل کیت در پلاسمید pTZ57R/T کلون شد.

## ۵-۲- انتقال DNA به باکتری (Transformation)

باکتری مستعد (Competent Cell) از سویه TG1 باکتری اشرشیاکلی به روش کلرید کلسیم تهیه شد [۲۲]. برای انتقال پلاسمید نوترکیب به درون باکتری به روش زیر عمل شد:

۱- یک لوله میکروفیوژ (Microfuge) حاوی ۱۰۰ میکرولیتر سلول مستعد از فریز ۷۰- درجه سانتی‌گراد در آورده و به مدت نیم ساعت درون ظرف یخ گذاشته شد تا به دمای صفر درجه سانتی‌گراد برسد. ۵- ۱۰ میکرولیتر محصول واکنش اتصال به آن اضافه شد و به آرامی با هم مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در یخ گذاشته شد.  
۲- مخلوط فوق در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ ثانیه شوک حرارتی داده شد و بلافاصله روی یخ منتقل شد.

۳- ۵۰۰ میکرولیتر محیط LB (Lysogeny Broth) مایع بدون آنتی‌بیوتیک به مخلوط فوق اضافه و به مدت ۶۰ دقیقه در انکوباتور شیکردار (Shaker incubator) در ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از دریافت DNA خارجی توسط سلول‌ها می‌توان آن‌ها را به‌طور مستقیم کشت داد.

## ۶-۲- غربال کردن (Screening) کلون‌های

### باکتری حاوی پلاسمید نوترکیب

پس از انتقال DNA نوترکیب به درون سلول میزبان کلون‌های حاوی پلاسمید نوترکیب مناسب، غربال و انتخاب شدند. X-gal (5-bromo-4-chloro-3-indolyl-β-D-galactopyranoside) همراه با یک القاء‌کننده آنزیم یعنی ایزوپروپیل تیوگالاکتوپیرانوسید (Isopropyl β - D - 1 - thiogalactopyranoside: IPTG) و

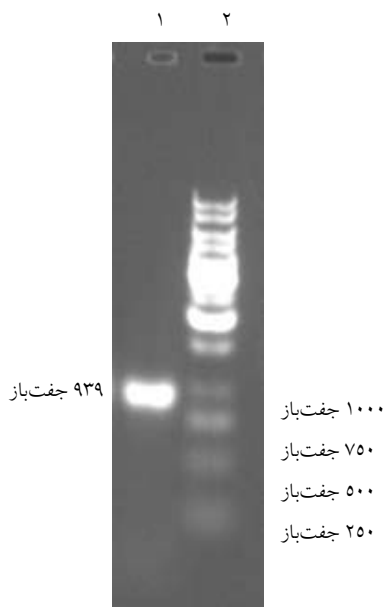
تعیین توالی ژن کلون شده به کمک سایت اینترنتی [www.ncbi.nlm.nih.gov/blast](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast) از نظر تشابهات و اختلافات با ژن TSA لیثمانیا مازور مقایسه شد.

### ۳- نتایج

پروماستیگوت‌های لیثمانیا مازور توسط بافر لیز و پروتیناز K به خوبی لیز شده‌اند و DNA ژنومی با فنل-کلروفرم استخراج شده است.

نسبت جذب DNA استخراج شده در طول موج ۲۶۰ نانومتر به ۲۸۰ نانومتر (A260/A280) برابر ۱/۹ است و DNA استخراج شده روی ژل آگارز ۰/۸ درصد تعیین شد، نتایج نشان داد که غلظت DNA استخراج شده بالا است.

تحت شرایط ایجاد شده برای انجام واکنش PCR فقط یک باند حدوداً ۹۳۹ جفت‌بازی روی ژل الکتروفورز ایجاد شده است که هم اندازه ژن LACK لیثمانیا مازور است و هیچ ژن دیگری غیر از آن تکثیر نشده است. پس شرایط تنظیم شده و آغازگرهای طراحی شده برای تکثیر ژن LACK اختصاصی هستند (شکل ۱).



شکل ۱ الکتروفورز محصول PCR ژن LACK لیثمانیا مازور با آغازگرهای اختصاصی روی ژل آگارز ۱ درصد؛ ستون ۱: محصول PCR (قطعه ۹۳۹ جفت‌بازی ژن LACK)، ستون ۲: نشانگر ۱ کیلو جفت‌بازی

## ۲-۱۰- برش آنزیمی DNA پلاسمیدی (Restriction mapping)

این روش برای بررسی وجود قطعه DNA خارجی در پلاسمید به کار می‌رود. براساس جایگاه‌های برش آنزیم روی DNA حامل، قطعات حاصل از هضم آنزیمی پیش‌بینی شد. به‌همین منظور DNA پلاسمیدی نو ترکیب هم‌زمان با DNA پلاسمید حامل (به‌عنوان شاهد) توسط دو آنزیم برش داده شد. سپس نمونه‌های برش‌یافته همراه با یک نشانگر وزن مولکولی الکتروفورز بررسی شد [۲۲].

برای این منظور دو برش آنزیمی متوالی، هریک به حجم ۲۰ میکرولیتر در یک لوله میکروویوژ استریل شامل مواد زیر انجام شد و پس از ورتکس (Vortex) کردن، به مدت ۱-۲ ساعت یا شبانه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد.

DNA پلاسمیدی (۳-۱ میکروگرم) ۵ میکرولیتر بافر ۱۰x ۲ میکرولیتر آنزیم برش‌دهنده *EcoRI* (۱۰ واحد) ۱ میکرولیتر آب مقطر ۱۲ میکرولیتر

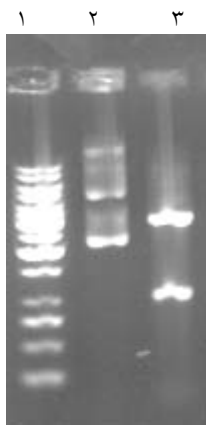
برش آنزیمی دوم با یک میکرولیتر *HindIII* به‌همین روش و روی ۱۰ میکرولیتر محصول برش‌خورده با آنزیم *EcoRI*، ۷ میکرولیتر آب مقطر و ۲ میکرولیتر بافر آنزیم انجام شد.

همه محصولات برش آنزیمی روی ژل آگارز ۱ درصد برده شد و توسط کیت استخراج پلاسمید از ژل شرکت Fermentas استخراج شد [۲۲، ۲۴، ۲۵].

## ۲-۱۱- تعیین توالی مولکول DNA (Sequencing)

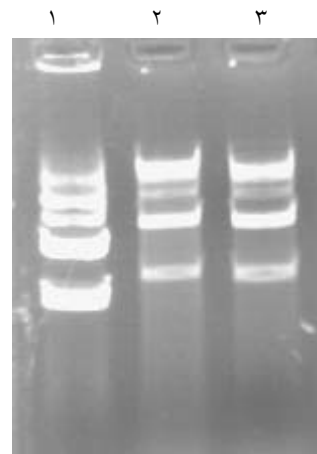
در این تحقیق به‌منظور تعیین توالی قطعه کلون شده در پلاسمید pTZ57R/T، ابتدا پلاسمیدهای موجود در باکتری‌های کلونی سفید، به‌منظور پیشگیری از هر گونه آلودگی، توسط کیت شرکت Bioneer آلمان مطابق با دستور کار شرکت سازنده کیت و با به روش Alkaline lysis استخراج شد و برای تعیین توالی به شرکت Gene Fanavaran ارسال شد. سپس نتیجه

آنالیز تعیین توالی ژن LACK لیشمانیا ماژور کلون شده در پلاسمید pTZ57R/T با استفاده از سایت اینترنتی [www.ncbi.nlm.nih.gov/blast](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast) مشخص شد که قطعه‌ای ۹۳۹ جفت‌بازی در این پلاسمید کلون شده است و ژن کلون شده، ژن LACK لیشمانیا ماژور است. این سویه ایرانی MRHO/IR/75/ER ۸۹ درصد با بانک ژنی شباهت دارد (شکل ۵).



شکل ۳ الگوی الکتروفورزی برش آنزیمی پلاسمید نوترکیب pTZ57R/T-LACK روی ژل آگارز؛ ستون ۱: نشانگر ۱ کیلو جفت‌بازی، ستون ۲: pT-LACK که در معرض آنزیم قرار نگرفته است، ستون ۳: pTZ57R/T-LACK که با آنزیم‌های *EcoRI* و *HindIII* بریده شده است.

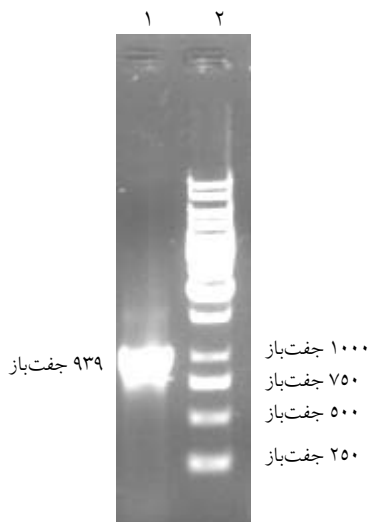
مقایسه پلاسمیدهای استخراج شده از کلونی آبی pTZ57R/T و کلونی سفید pTZ57R/T-LACK بعد از اتصال نشان داد باندهای پلاسمید PT-LACK در مقایسه با باندهای استخراج شده از کلونی‌های آبی pTZ57R/T روی ژل آگارز بالاتر قرار داشتند پس پلاسمیدهای استخراج شده از کلونی سفید از پلاسمیدهای آبی سنگین‌تر هستند (شکل ۲)؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که قطعه LACK در پلاسمید pTZ57R/T کلون شده است.



شکل ۲ مقایسه باندهای پلاسمیدهای استخراج شده از کلونی‌های سفید و آبی؛ ستون ۱: پلاسمید pTZ57R/T، ستون‌های ۲ و ۳: پلاسمید نوترکیب pTZ57R/T-LACK

به‌طور کلی نتایج حاصل از برش‌های آنزیمی نشان داد که اگر پلاسمیدهای استخراج شده از باکتری‌های کلونی سفید pTZ57R/T-LACK به‌وسیله آنزیم‌های *EcoRI* و *HindIII* بریده شوند، یک باند ۹۳۹ جفت‌بازی بریده و جدا می‌شود که هم اندازه ژن LACK لیشمانیا ماژور است. بنابراین ژن LACK درون پلاسمید pTZ57R/T کلون شده است (شکل ۳).

نتایج حاصل از الکتروفورز محصول PCR با پلاسمید نوترکیب pTZ57R/T-LACK به‌همراه آغازگرهای اختصاصی طراحی شده و شرایط ایجاد شده نشان داد که قطعه ۹۳۹ جفت‌بازی ژن LACK از روی پلاسمید نوترکیب، تکثیر شده است. پس ژن LACK در پلاسمید pTZ57R/T کلون شده است (شکل ۴).



شکل ۴ الکتروفورز محصول PCR با استفاده از پلاسمید نوترکیب pTZ57R/T-LACK روی ژل آگارز ۱ درصد؛ ستون ۱: محصول PCR (۹۳۹ جفت‌بازی) با استفاده از پلاسمید نوترکیب pTZ57R/T-LACK؛ ستون ۲: نشانگر ۱ کیلو جفت‌بازی



فرد مبتلا می‌شود [۲۶-۲۹].

از سال ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ تحقیقات برای تولید واکسن بر علیه لیشمانیوزیس در کشورهای مختلف با ایجاد لیشمانیازسیون (Leishmanization) (استفاده از انگل‌های زنده) شروع شد [۳۰، ۳۱].

به دنبال تحقیقات کار روی واکسن‌های پروتئینی و سپس غیرپروتئینی (Lipophosphoglycan: LPG) ادامه یافت که باز هم به علت عدم دستیابی به ایمنی کامل بحث جدید واکسن DNA (DNA Vaccine) آغاز شد که روش قدرتمندی برای القای پاسخ‌های ایمنی سلولی و هومورال اختصاصی است. با تزریق پلاسمید DNA برهنه به درون میزبان، سلول‌های میزبان پروتئین کد شده را بیان می‌کند [۳۰-۳۲]. تحقیقات نشان داده است که واکسن DNA به صورت مخلوطی از چند ژن حتی بدون ادجوانت (Adjuvant) به عنوان جایگزینی مناسب برای واکسن‌های پروتئینی به علت ایجاد حفاظت طولانی مدت بر علیه لیشمانیوزیس پوستی قلمداد می‌شود. LACK لیشمانیا ماژور پروتئین ۳۶ کیلودالتونی بوده و در فرم‌های پروماستیگوت و آماستیگوت و در گونه‌های مختلف لیشمانیا وجود دارد، همچنین همولوژی و شباهت زیادی با پروتئین RACK-1 (activated protein kinase C receptor) پستانداران دارد [۱۵-۱۷].

واکسیناسیون ژنی پاسخ‌های ایمنی مؤثر، قوی و طولانی مدت را القاء می‌کند زیرا آنتی‌ژن‌های ایمونولوژیک را مهیا می‌کنند و از طریق MHC-I و MHC-II عرضه می‌شوند و خاطره ایمونولوژیکی را تحریک می‌کنند. یک واکسن ایده‌آل و مناسب واکسینی است که علاوه بر بی‌خطر بودن و ایجاد مصونیت، ارزان و دارای خاصیت ایمنی بالا و طولانی مدت و ساخت و تولید راحت و آسان باشد. همچنین در داخل ژنوم سلولی قرارنگیرد (Non-integrating) و جزئی از آن نشود، همچنین آنتی‌بادی علیه ناقل واکسن نباشد (توسط ایمنی که از قبل در بیمار ایجاد شده است). این واکسن‌ها شامل ناقل‌های پلاسمیدی است که ژن‌های هترولوگوس قرار داده شده تحت کنترل پروموتور یوکاریوتی هستند و باعث القای پاسخ‌های

#### MRHO/IR/75/ER

MNYEGHLKGHGGWVTSACPQQAGSYIKVV  
STSRDGTAIWKANPDRHSAEDNYGIPDHR  
Friedlin

MNYEGHLKGHRGWVTSACPQQAGSYIKVV  
STSRDGTAIWKANPDRHSVDSYGLPNHR

MEGHSFVSCVSLAHATDYALTASWDHAIR  
MWDLRTGQSQRKFLKHTKDVLA VAFSPDDR  
LEGHTGFVSCVSLAHATDYALTASWDRSIRM  
WDLRNGQCQRKFLKHTKDVLA VAFSPDDR

LIASAGRDSVIRVWNVAGECMHEFLRDGHED  
WVSSICFSPSLDLPIVASGSDNTIKVWN  
LIVSAGRDNVIRVWNVAGECMHEFLRDGHED  
WVSSICFSPSLEHPVVSGSDNTIKVWN

VNEGKCVHTLRGHKNYVSTVTVSPDGSLCAS  
GGKDGSAALLWDLNNGEQLFSPVESPINQ  
VNGGKCERTLKGHSNYVSTVTVSPDGSLCAS  
GGKDGSAALLWDLSTGEQLFKINVEPINQ

IAFSPNRFWMCVATEKSL  
IAFSPNRFWMCVATERSL

شکل ۵ نتایج Blast اسیدآمینه‌های LACK لیشمانیا ماژور (MRHO/IR/75/ER) در مقایسه با اسیدآمینه LACK با شماره دسترسی LmjF28.2740 در بانک ژنی

#### ۴- بحث

لیشمانیوزیس بیماری وسیع‌الطیف انگلی است که کم و بیش از سراسر جهان گزارش می‌شود. تاکنون واکسن یا داروی مناسب برای کنترل انگل و نیز روش شیمیایی مناسب برای مبارزه قاطع با ناقل آن ارائه نشده است.

بیماری لیشمانیوزیس به علت ناتوانی در درمان کامل آن با روش‌های درمانی موجود و عود مجدد بیماری و عفونت‌های ثانویه باکتریایی زخم و عوارض جانبی، مقاومت، هزینه بالای آن‌ها در درمان بیماری، همچنین عفونت فرصت‌طلب بودن بیماری در افراد با نقص ایمنی و شیوع فراوان، انتشار و پراکندگی بیماری در نقاط مختلف کشور (نوع جلدی) و مرگ و میر بالای بیماری در صورت عدم درمان به موقع (نوع احشائی) دارای اهمیت فراوان است. بیماری‌های ناتوان‌کننده دستگاه ایمنی مانند AIDS سبب بازگشت و عود بیماری در

می‌کند بهتر از اثر حفاظتی بود که پروتئین LACK به تنهایی (بدون rIL-12) ایجاد می‌کند. در موش‌های ایمن شده با LACK DNA، کنترل پیشرفت بیماری‌ها و تعداد انگل با افزایش تولیدات IFN- $\gamma$  اختصاصی علیه آنتی‌ژن در ارتباط است [۱۸]. LACK پاسخ ایمنی سریعی علیه انگل ایجاد می‌کند [۱۸].

سلول‌های T علیه LACK IL-4 تولید می‌کنند، بنابراین تحملی (Tolerance) علیه LACK ایجاد می‌شود که نتیجه بیان ترانس‌ژنیک LACK در تیموس است. در نتیجه باعث مقاومت علیه عفونت لیشمانیوزیس می‌شود. فعال شدن سریع سلول‌های T علیه LACK، به ترشح سیتوکین‌های اصلی کمک می‌کند که در تبدیل شدن سلول T به فنوتیپ نوع Th2 لازم است.

اگر در ایمنی‌زایی علیه لیشمانیوزیس، همراه با DNA LACK IL-12 استفاده شود باعث تولید IFN- $\gamma$  و حفظ و اثربخشی پاسخ Th1 می‌شود. ایمنی‌زایی با LACK DNA از راه زیرجلدی پاسخ ایمنی حفاظتی خوبی علیه لیشمانیوزیس ایجاد می‌کند [۳۶-۳۸].

در این تحقیق، آنالیز تعیین توالی ژن LACK لیشمانیا ماژور کلون شده در پلاسمید pTZ57R/T با استفاده از سایت اینترنتی [www.ncbi.nlm.nih.gov/blast](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast) نشان داد که قطعه ۹۳۹ جفت‌بازی در این پلاسمید کلون شده است و هیچ اینترونی در ژن مورد نظر وجود ندارد و این ژن دارای یک اگزون است. همچنین ژن کلون شده، ژن LACK لیشمانیا ماژور است و ژن LACK این سویه ایرانی MRHO/IR/75/ER با ژن LACK سویه‌های دیگر با شماره‌های دسترسی AF363975\_1، LmjF28.2740 در بانک ژنی از نظر توالی ۸۹ درصد شباهت و در ۲۸ اسیدآمیننه تفاوت دارد. این شباهت نشانگر این است که توالی ژن LACK در سویه‌های مختلف لیشمانیا ماژور به‌طور کامل حفظ شده است. نتایج حاصل از PCR ژن LACK نشان داد که هیچ ژن دیگری غیر از LACK تکثیر نشده است، پس آغازگرهای طراحی شده برای تکثیر ژن LACK اختصاصی هستند. پلاسمیدهای استخراج شده از کلونی باکتری‌ها (پلاسمید

$CD_4^+$ ،  $CD_8^+$  می‌شوند. واکنش‌های ژنی مکانیسمی را برای دستیابی به سنتز آنتی‌ژن به شکل درون سلولی مهیا می‌کند و سیستم ایمنی را شبیه به عفونت ویروسی تحریک می‌کند. این در حالی است که آنتی‌ژن‌های محلول مثل پروتئین‌های نوترکیب معمولاً فقط پاسخ هومورال را القاء می‌کنند. واکنش‌های پروتئینی نوترکیب به‌علت هزینه زیاد طی فرآیند تولید، دشوار بودن خالص‌سازی تاخوردگی ناصحیح و القای ضعیف سلول‌های  $CD_8^+$  T چندان مورد توجه نیستند [۳۰-۳۲]. واکنش‌های DNA در مقایسه با واکنش‌های رایج نوترکیب پروتئینی یا ویروسی و باکتریایی بنا به دلایل زیر مزیت دارند: ۱- ساخت و تولید آن‌ها راحت‌تر بوده و بی‌خطر و امن‌تر هستند؛ ۲- بیان طولانی مدت آنتی‌ژن توسط این واکنش‌ها باعث تحریک مداوم سیستم ایمنی می‌شود؛ ۳- این واکنش‌ها پاسخ ایمنی متفاوت و با کیفیتی ایجاد می‌کنند؛ ۴- نیاز به تخلیص و تولید پروتئین نیست؛ ۵- وقتی این واکنش‌ها با پلاسمیدهای کد کننده سیتوکین‌ها (Cytokines) (اگزوزن (Exogenous) مانند IL-12، IL-7) یا کموکاین‌ها (Chemokines) به‌عنوان تنظیم کننده پاسخ‌های ایمنی یا مولکول‌های محرک ایمنی یا ادجوانت‌های ساختگی مانند MPL (Monophosphoryl Lipid) همراه باشند یا این‌که از چند ژن با هم استفاده شود، احتمال افزایش یا تبدیل پاسخ ایمنی علیه آنتی‌ژن کد شونده توسط DNA وجود دارد و کلاً واکنش‌های فوق که بر پایه خودتکثیری هستند به عبارتی Self Replicate هستند، نسبت به واکنش‌های روتین و معمولی (واکنش‌های که از پروتئین‌های نوترکیب، ویروس‌ها یا باکتری‌ها استفاده می‌شوند) اثر بیشتر و طولانی مدتی دارند. همچنین مقاوم به گرما بوده و یکنواخت (Homogenized) هستند [۲۹، ۳۳-۳۵].

موش‌های Balb/c مستعدی که از طریق زیرجلدی با DNA LACK ایمن شده‌اند، با پروماستیگوت‌های لیشمانیا ماژور مبارزه می‌کنند. اثر حفاظتی که DNA LACK ایجاد می‌کند، مشابه اثر حفاظتی بود که پروتئین rIL-12+LACK ایجاد می‌کند ولی اثر حفاظتی که DNA LACK ایجاد

## ۵- تشکر و قدردانی

نویسندگان به این وسیله از پرسنل محترم بخش تحقیقات ویروس‌شناسی سازمان انتقال خون تشکر و قدردانی می‌نمایند. همچنین از آقای دکتر صدرایی مدیر گروه محترم گروه انگل‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس و خانم قاسمی‌نیکو کارشناس محترم گروه انگل‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس سپاسگزاری می‌گردد.

نو ترکیب) تعیین توالی شد.

کلونینگ قطعه LACK در پلاسمید pTZ57R/T (برای تکثیر ژن) با روش‌های PCR و برش آنزیمی تأیید شد و همه روش‌ها بیانگر کلون شدن قطعه فوق در پلاسمیدهای ذکر شده، بودند. این مطالعه راهی برای پیشرفت تولید پلاسمیدهای نو ترکیب و تهیه واکسن DNA علیه لیشمانیا ماژور برای مطالعات آینده است.

## ۶- منابع

- [1] Ardehali S. Leishmania parasit and leishmaniasis. University publication center, 1985; p: 50-100. (Persian)
- [2] Garsialin S, Brookes D, Translation: Fallah M. Medical parasitology and diagnose methods in parasitology. Hamedan Medical University Publication 1992; p: 123-30. (Persian)
- [3] Nadim A. Cutaneous leishmaniasis in Tehran sides. General Med J 1966; 272-274. (Persian)
- [4] Asilian A. Cutaneous leishmaniasis and cure methods and prevention. Esfahan Med Univ 1992, p: 40-52. (Persian)
- [5] Momeni A, Javaheri A. Cure effects study and side charges of Glukantin in cutaneous leishmaniasis. 1992; p: 16-7. (Persian)
- [6] Campos-Neto A, Webb JR, Greeson K, Coler RN, Skeiky YA, Reed SG. Vaccination with plasmid DNA encoding TSA/LmSTII leishmanial fusion protein confers protection against Leishmania major infection in susceptible Balb/c mice. J Infect Immun 2002; 70(6): 2828-36.
- [7] Monnerat S, Martinez-Calvillo S, Worthey E, Myler PJ, Stuart KD, Fasel N. Genomic organization and gene expression in a chromosomal region of Leishmania major. Mol Biochem Parasitol 2004; 134(2): 233-43.
- [8] Webb JR, Kaufmann D, Campos-Neto A, Reed SG. Molecular cloning of a novel protein antigen of Leishmania major that elicits a potent immune response in experimental murine leishmaniasis. J Immunol 1996; 157(11): 5034-41.
- [9] Webb JR, Campos-Neto A, Owendale PJ, Martin TI, Stromberg EJ, Badaro R, Reed SG. Human and murine immune responses to a novel Leishmania major recombinant protein encoded by members of a multicopy gene family. J Infect Immun 1998; 66(7): 3279-89.
- [10] Ivens AC, Peacock CS, Worthey EA, Murphy L, Aggarwal G, Berriman M, Sisk E, Rajandream MA, Adlem E, Aert R, Anupama A, Apostolou Z, Attipoe P, Bason N, Bauser C, Beck A, Beverley SM, Bianchetti G, Borzym K, Bothe G, Bruschi CV, Collins M, Cadag E, Ciarloni L, Clayton C, Coulson RM, Cronin A, Cruz AK, Davies RM, De

- Gaudenzi J, Dobson DE, Duesterhoeft A, Fazelina G, Fosker N, Frasc AC, Fraser A, Fuchs M, Gabel C, Goble A, Goffeau A, Harris D, Hertz-Fowler C, Hilbert H, Horn D, Huang Y, Klages S, Knights A, Kube M, Larke N, Litvin L, Lord A, Louie T, Marra M, Masuy D, Matthews K, Michaeli S, Mottram JC, Müller-Auer S, Munden H, Nelson S, Norbertczak H, Oliver K, O'neil S, Pentony M, Pohl TM, Price C, Purnelle B, Quail MA, Rabbinowitsch E, Reinhardt R, Rieger M, Rinta J, Robben J, Robertson L, Ruiz JC, Rutter S, Saunders D, Schäfer M, Schein J, Schwartz DC, Seeger K, Seyler A, Sharp S, Shin H, Sivam D, Squares R, Squares S, Tosato V, Vogt C, Volckaert G, Wambutt R, Warren T, Wedler H, Woodward J, Zhou S, Zimmermann W, Smith DF, Blackwell JM, Stuart KD, Barrell B, Myler PJ. The genome of the kinetoplastid parasite, *Leishmania major*. *Science* 2005; 309(5733): 436-42.
- [11] Mauël J. Vaccination against leishmania infections. *Curr Drug Targets Immune Endocr Metabol Disord* 2002; 2(3): 201-26.
- [12] Kenney RT, Sacks DL, Sypek JP, Vilela L, Gam AA, Evans-Davis K. Protective immunity using recombinant human IL-12 and alum as adjuvants in a primate model of cutaneous leishmaniasis. *J Immunol* 1999; 163(8): 4481-8.
- [13] Wang S, Liu X, Fisher K, Smith JG, Chen F, Tobery TW, Ulmer JB, Evans RK, Caulfield MJ. Enhanced type I immune response to a hepatitis B DNA vaccine by formulation with calcium-or aluminum phosphate. *Vaccine* 2000; 18(13): 1227-35.
- [14] Reiner SL, Locksley RM. The regulation of immunity to *Leishmania major*. *Annu Rev Immunol* 1995; 13: 151-77.
- [15] Kemp M, Hey AS, Bendtzen K, Kharazmi A, Theander TG. Th1-like human T cell clones recognizing *Leishmania gp63* inhibit *Leishmania major* in human macrophages. *Scand J Immunol* 1994; 40(6): 629-35.
- [16] Coelho EF, Tavares CA, Lima Kde M, Silva CL, Rodrigues JM jr, Fernandes AP. *Mycobacterium hsp65* DNA entrapped into TDM-loaded PLGA microspheres induces protection in mice against *Leishmania (Leishmania) major* infection. *Parasitol Res* 2006; 98(6): 568-75.
- [17] Pérez-Jiménez E, Kochan G, Gherardi MM, Esteban M. MVA-LACK as a safe and efficient vector for vaccination against leishmaniasis. *Microbes Infect* 2006; 8(3): 810-22.
- [18] Maillard I, Launois P, Himmelrich H, Acha-Orbea H, Diggelmann H, Locksley RM, Louis JA. Functional plasticity of the LACK-reactive Vbeta4-Valpha8 CD4(+) T cells normally producing the early IL-4 instructing Th2 cell development and susceptibility to *Leishmania major* in BALB/ c mice. *Eur J Immunol* 2001; 31(4): 1288-96.
- [19] Stobie L, Gurunathan S, Prussin C, Sacks DL, Glaichenhaus N, Wu CY, Seder RA. The role of antigen and IL-12 in sustaining Th1 memory cells in vivo: IL-12 is required to maintain memry/effector Th1 cells sufficient to mediate protection to an infectious parasite challenge. *Proc Natl Acad Sci* 2000; 97(15): 8427-32.
- [20] Skeiky YA, Ovendale PJ, Jen S, Alderson

- MR, Dillon DC, Smith S, Wilson CB, Orme IM, Reed SG, Campos-Neto A. T cell expression cloning of a Mycobacterium tuberculosis gene encoding a protective antigen associated with the early control of infection. *J Immunol* 2000; 165(12): 7140-9.
- [21] Kahl LP, Scott CA, Lelchuk R, Gregoriadis G, Liew FY. Vaccination against murine cutaneous leishmaniasis by using Leishmanias major antigen/liposome. Optimization and assessment of the requirement for intravenous immunization. *J Immunol* 1989; 142(12): 4441-9.
- [22] Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T. *Molecular cloning: a laboratory manual*. 2<sup>nd</sup> Edition, Plainview: Cold Spring Harbor Laboratory press, 1989; p: 1659.
- [23] Cobb BD, Clarkson JM. A simple procedure for optimizing the polymerase chain reaction (PCR) using modified Taguchi methods. *Nucleic Acids Res* 1994; 22(18): 3801-5.
- [24] Gassra W, Hansen K. Ligation of DNA with T4 DNA ligase. In: Walkar JM, editor. *Methods in Molecular Biology Vol.2 Nucleic Acids*. Humana press, 1984; Chapter 32, p: 225-30.
- [25] Feliciello I, Chinali G. A modified alkaline lysis method for the preparation of highly purified plasmid DNA from Escherichia coli. *Anal Biochem* 1993; 212(2): 394-401.
- [26] Dumonteil E, McMahon-Pratt D, Price VL. Report on the fourth TDR/IDRI meeting on second generation vaccine against leishmaniasis. Merida, Yucatan, Mexico, May 1-3, 2001. *Rev Biomed* 2002; 13(1): 53-8.
- [27] Brodskyn C, de Oliveira CI, Barral A, Barral-Netto M. Vaccines in leishmaniasis: advances in the last five years. *Expert Rev Vaccines* 2003; 2(5): 705-17.
- [28] Reed SG. Leishmaniasis vaccination: targeting the source of infection. *J Exp Med* 2001; 194(3): 331-42.
- [29] Wolff JA, Malone RW, Williams P, Ascadi G, Jani A, Felgner PL. Direct gene transfer into mouse muscle in vivo. *Science* 1990; 247(4949 Pt 1): 1465-8.
- [30] Tighe H, Corr M, Roman M, Raz E. Gene vaccination: plasmid DNA is more than just a blueprint. *Immunol Today* 1998; 19(2): 89-97.
- [31] Ramiro MJ, Zárate JJ, Hanke T, Rodriguez D, Rodriguez JR, Esteban M, Lucientes J, Castillo JA, Larraga V. Protection in dogs against visceral leishmaniasis caused by *Leishmania infantum* is achieved by immunization with a heterologous prime-boost regime using DNA and vaccinia recombinant vectors expressing LACK. *Vaccine* 2003; 21(19-20): 2474-84.
- [32] Kofta W, Wedrychowicz H. c-DNA vaccination against parasitic infection: advantages and disadvantages. *Vet Parasitol* 2001; 100(1-2): 3-12.
- [33] Gafurov IM. Experience in controlling and preventing zoonotic cutaneous leishmaniasis in Uzbekistan. *Med Parazitol (Mosk)* 1999; (1): 58-9.
- [34] Bray RS, Modabber F. The history of leishmaniasis. In: Gilles HM, editor. *Protozoal Diseases*. New York & London: Hodder Arnold Publisher 2000; p: 414-9.
- [35] Mottram JC, Coombs GH, Alexander J. Cysteine peptidases as virulence factors of *Leishmania*. *Curr Opin Microbiol* 2004; 7(4): 375-81.
- [36] Ahmed SB, Bahloul C, Robbana C, Askri S,

- Dellagi K. A comparative evaluation of different DNA vaccine candidates against experimental murine leishmaniasis due to *L. major*. *Vaccine* 2004; 22(13-14): 1631-9.
- [37] Gurunathan S, Sacks DL, Brown DR, Reiner SL, Charest H, Glaichenhaus N, Seder RA. Vaccination with DNA encoding the immunodominant LACK parasite antigen confers protective immunity to mice infected with *Leishmania major*. *J Exp Med* 1997; 186(7): 1137-47.
- [38] Tapia E, Pérez-Jiménez E, López-Fuertes L, Gonzalo R, Gherardi MM, Esteban M. The combination of DNA vectors expressing IL-12 + IL-18 elicits high protective immune response against cutaneous leishmaniasis after priming with DNA-p36/LACK and the cytokines, followed by a booster with a vaccinia virus recombinant expressing p36/LACK. *Microbes Infect* 2003; 5(2): 73-84.

