

## جداسازی و شناسایی مولکولی باسیلوس های تولید کننده آنزیم ضد سرطان ال-آسپاراژیناز خارج سلولی از خاک

علی ناظمی<sup>۱</sup>، سعید غلامیان<sup>۲\*</sup>، میر ساعد میری نرگسی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، گروه میکروبیولوژی  
<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رشته میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن  
<sup>۳</sup> عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، گروه میکروبیولوژی

### چکیده

**سابقه و هدف:** آنزیم آسپاراژیناز نقش مهمی در درمان لوسمی لنفوبلاستی حاد ایفا می کند. این آنزیم به دلیل دارا بودن خاصیت آنتی نئوپلاستیک، در فرایند شیمی درمانی حائز اهمیت می باشد. هدف این تحقیق، جستجو و معرفی آنزیم های ال-آسپاراژیناز خارج سلولی تولید شده توسط جنس باسیلوس می باشد که بطور بالقوه می توانند خصوصیات سرولوژیک مطلوب تر و عوارض جانبی کمتری نسبت به انواع تجاری رایج داشته باشند.

**مواد و روش ها:** گونه های باسیلوس جدا شده از خاک های غنی از پروتئین، در محیط کشت M9 تغییر یافته کشت داده شدند. کلنی های تولید کننده آنزیم مورد نظر، بر اساس تغییر رنگ محیط متمایز گردیدند. سپس آنزیم تولید شده، خالص سازی گشته و میزان فعالیت آن مورد بررسی قرار گرفت. همچنین وزن مولکولی آنزیم اندازه گیری شد. باسیلوس های تولید کننده آنزیم دارای فعالیت مطلوب، با روش مولکولی مورد شناسایی قرار گرفتند.

**یافته ها:** سوبه های جدید باسیلوس تولید کننده آنزیم ال-آسپاراژیناز شناسایی گشته و خصوصیات کلی آنزیم های استخراجی مطالعه گردید.

**نتیجه گیری:** از آنجا که ال-آسپاراژیناز جدا شده از باکتری های مختلف دارای اثرات ضد سرطانی متفاوتی بوده است، جستجو برای یافتن میکروارگانیسم های تولید کننده این آنزیم، یکی از راه های اصلی جهت دستیابی به آنزیمی با خصوصیات درمانی ایده آل می باشد.  
**کلمات کلیدی:** L-asparaginase، باسیلوس، سرطان، لوسمی.

### مقدمه

باشد، با کاهش میزان ال-آسپاراژین، باعث مرگ سلول های توموری می شود، بطور انتخابی از بین خواهند رفت بدون اینکه به سلول های سالم آسیب وارد گردد. از این رو آنزیم ال-آسپاراژیناز به عنوان یک عامل موثر در شیمی درمانی مورد استفاده قرار می گیرد (۴). خصوصیت ضد سرطانی این آنزیم در سال های اخیر توجه زیادی را به خود معطوف ساخته است. علاوه بر این، آنزیم آسپاراژیناز در صنعت فرآوری مواد غذایی نیز برای تامین معیارهای مرتبط با سلامت مورد استفاده قرار می گیرد (۹). باکتری ها از اصلی ترین منابع تولید آنزیم به شمار می روند. در این میان جنس باسیلوس از نظر تولید مقادیر فراوانی از آنزیم های خارج سلولی شاخص می باشد.

ال-آسپاراژیناز آنزیمی است که در طبیعت توسط میکروارگانیسم ها تولید می گردد و اسید آمینه ال-آسپاراژین را به دو جزء آسپارتیک اسید و آمونیاک می شکند (۱۴). اسید آمینه ال-آسپاراژین برای حیات سلول ها ضروری می باشد. از آنجا که سلول های توموری قادر به تولید این اسید آمینه نمی باشند، می بایست آن را از محیط اطراف خود دریافت نمایند. بنابراین چنانچه آنزیم ال-آسپاراژیناز در محیط حضور داشته

آدرس نویسنده مسئول: گروه میکروبیولوژی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن

Email : saeedghmail@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۶/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۲۹

در این تحقیق باکتری های باسیلوس جدا شده از خاک های غنی از پروتئین از نظر تولید آنزیم ال-آسپاراژیناز خارج سلولی مورد بررسی قرار گرفتند.

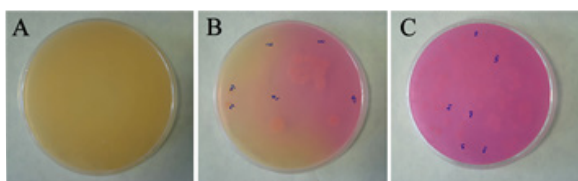
## مواد و روش ها

به منظور جمع آوری باکتری های تولید کننده ال-آسپاراژیناز، نمونه گیری از خاک های مناطقی که غنی از منبع پروتئین بودند انجام پذیرفت. از جمله این مناطق می توان به مسیر عبور پساب بازارهای سنتی فروش ماهی و تصفیه خانه کشتارگاه های مرغ اشاره کرد. نمونه گیری در فصل زمستان و طی دو مرحله از نواحی غربی استان مازندران انجام پذیرفت. جهت بررسی حضور باکتری های تولید کننده آنزیم آسپاراژیناز، از روش غربالگری سریع در پلیت (۸) با تغییرات جزئی استفاده شد. بدین منظور بعد از تیمار حرارتی نمونه ها (برای مدت ۱۰ دقیقه در دمای °C ۷۰)، از آنها در محیط «M۹ تغییر یافته» کشت تهیه شد. جهت تهیه محیط کشت، محلول شماره ۱ با ترکیب  $0.2 \times 10^{-1} M CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ،  $0.4 ml 1 M MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ،  $4 ml 20\% Glucose$ ،  $2 ml 2.5\% Phenol red$ ،  $0.6 ml 4\% Agar$  با استفاده از محلول شماره ۲ در حجم  $500 ml$  با ترکیب  $0.25 gr NaCl$ ،  $1.5 gr KH_2PO_4$ ،  $3 gr Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ ،  $2.5 gr L\text{-asparagine}$  به حجم  $200 ml$  و pH ۷ رسانده شد. پس از انکوباسیون پلیت ها برای مدت ۴۸ ساعت در دمای °C ۳۷، کلنی های تولید کننده آنزیم آسپاراژیناز با تغییر رنگ محیط اطراف خود از زرد به صورتی، از سایر کلنی ها متمایز شده و به منظور تهیه کلنی تک، از آنها کشت مجدد تهیه شد. جهت شناسایی ۵ باکتری گزینش شده در این تحقیق، از روش مولکولی استفاده گردید (۱۶). به منظور استخراج DNA، از کیت استخراج DNA شرکت سیناژن (Cat.No.DN۱۱۵C) استفاده گردید. PCR با برنامه زمانی °C ۹۵ به مدت ۲ دقیقه و ۳۵ سیکل شامل °C ۹۴ به مدت ۱ دقیقه، °C ۵۹ به مدت ۱ دقیقه، °C ۷۲ به مدت ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه و یک سیکل °C ۷۲ به مدت ۵ دقیقه و با استفاده از پرایمرهای ۱۶S rRNA با نام ۵'-AGAGTTTGTATCCTGGCTCAG-۳' و BAc۰۸F ۵'-GACGGGCGGTGTGTACAA-۳' انجام شد (۱۲). محصولات PCR پس از آنالیز کیفی در ژل آگارز و

اطمینان از حضور باند در محدوده ی مورد انتظار، برای تعیین توالی به شرکت ماکروژن کره جنوبی فرستاده شده و پس از دریافت نتیجه ی تعیین توالی، در سایت NCBI مشابهت توالی ها با ابزار BLAST مورد بررسی قرار گرفت و تصویر توالی ها با استفاده از نرم افزار Chromas ۲.۳۳ ثبت گردید. به منظور تغلیظ و رسوبدهی آنزیم آسپاراژیناز از روش رسوبدهی با استون استفاده شد. برای این منظور طی چند مرحله، درصد های افزایشی استون به آنزیم افزوده و میزان فعالیت آنزیمی بررسی گردید تا درصدی از استون که بیشترین اثر رسوبدهی را بر روی آنزیم داشت مشخص گردد. آنزیم خالص شده برای انجام SDS-PAGE و تعیین فعالیت آنزیمی مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه کنترل منفی نمونه هایی که در SDS-PAGE مورد بررسی قرار گرفتند، از هر نمونه در محیط M۹ که فاقد اسید آمینه آسپاراژین می باشد تلقیح شد. تخمین وزن مولکولی آنزیم، با کمک مارکر پروتئینی شرکت فرمنتاز (Cat.No.SM۰۴۳۱) انجام شد. تعیین فعالیت آنزیمی با تهیه لوله های نمونه، شاهد و استاندارد انجام شد. لوله های استاندارد حاوی غلظت های متفاوتی از سوبسترای استاندارد و نیز شاهد استاندارد بوده و برای رسم منحنی استاندارد استفاده می شود. لوله نمونه، حاوی اسید آمینه آسپاراژین بوده و در صورت تولید آسپاراژیناز توسط باکتری های مورد بررسی، آمونیاک تولید شده با استفاده از معرف نسلر قابل ارزیابی خواهد بود. پس از افزودن مقادیر لازم، مطابق روش قانع و همکاران؛ ۱۳۸۷، تمام لوله ها برای مدت ۱۰ دقیقه در °C ۳۷ انکوبه شدند و فعالیت آنزیمی مورد سنجش قرار گرفت.

## یافته ها

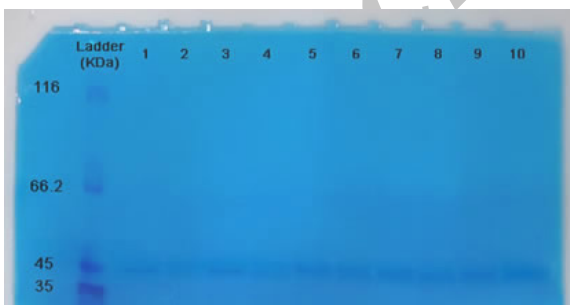
در نتیجه ی تیمار حرارتی، بار میکروبی خاک بسیار کاهش یافت و فقط باکتری هایی که قادر به تولید آنزیم آسپاراژیناز و مصرف آسپاراژین به عنوان تنها منبع نیتروژن بودند توانستند رشد کرده و محیط را به رنگ صورتی در آورند (شکل ۱).



جدول ۱. جذب و Units/ml نمونه‌های Test

نمونه	غلظت‌های محاسبه شده (µm/ml) Cs	جذب در ۴۸۰ nm (OD)	Units/ml
1	643.7	<b>0.412</b>	64.37
2	1792.2	<b>1.147</b>	179.22
3	815.6	<b>0.522</b>	81.56
4	720.3	<b>0.461</b>	72.03
5	1404.7	<b>0.899</b>	140.47
6	098.4	<b>0.063</b>	09.84
7	484.3	<b>0.310</b>	48.43
8	653.1	<b>0.418</b>	65.31
9	1043.7	<b>0.668</b>	104.37
10	709.4	<b>0.454</b>	70.94
11	684.4	<b>0.438</b>	68.44
12	614.1	<b>0.393</b>	61.41

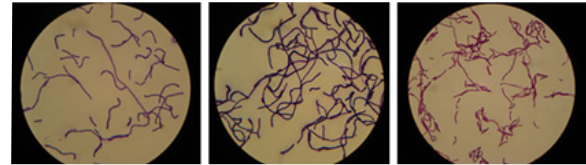
در این مرحله، ۵ باکتری که دارای میزان Units/ml مطلوبی بودند برای ادامه کار انتخاب شدند. برای ارزیابی وزن مولکولی آنزیم‌های مورد نظر، آنزیم استخراج شده از هر باکتری به همراه کنترل منفی آن و یک مارکر پروتئینی در ژل SDS PAGE مورد بررسی قرار گرفت. تمام باند مربوط به آنزیم‌های تمام نمونه‌ها بطور تقریبی در محدوده ۴۳ کیلو دالتون آشکار شد. همانطور که انتظار می‌رفت نمونه‌های کنترل منفی فاقد باند آنزیم بوده و یا نسبت به نمونه‌هایی که برای رشد خود نیاز به تولید آنزیم داشتند، باند بسیار ضعیفی را نشان دادند (شکل ۴).



شکل ۴. ژل SDS-PAGE نمونه‌های زوج، کنترل منفی برای نمونه‌های فرد قبل از خود می‌باشند. برای مثال نمونه ۲، کنترل منفی نمونه ۱ است.

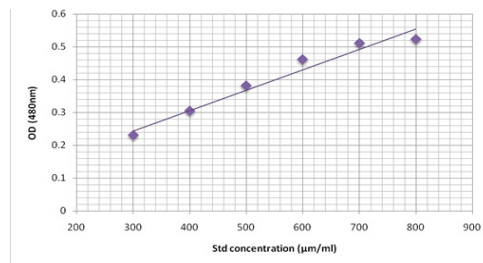
نتایج بررسی محصولات PCR قطعه ۱۶S rDNA در ژل آگارز ۱ درصد در شکل ۵ نشان داده شده است.

شکل ۱. تغییر رنگ محیط کشت بر اثر تولید آنزیم عدم تولید آنزیم (A) و تولید آنزیم توسط تعدادی از کلنی‌ها (B و C) پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون آزمایش رنگ‌آمیزی گرم برای کلنی‌هایی که رنگ محیط را به صورتی تغییر داده بودند انجام شد. اکثر آنها بصورت باسیل‌های گرم مثبت مشاهده شدند و اسپور بطور واضح در تعدادی از آنها مشاهده گردید (شکل ۲).



شکل ۲. مشاهده میکروسکوپی باکتری‌ها

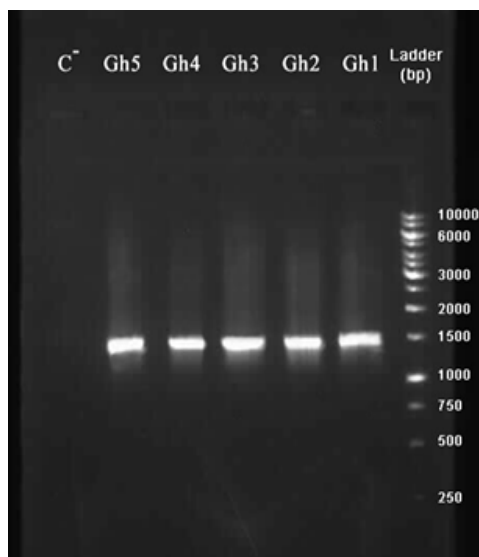
کلنی‌هایی که بصورت باسیل گرم مثبت نبودند حذف شدند. در نهایت پس از دو مرحله نمونه‌گیری از مناطق مختلف، تعداد ۱۲ عدد کلنی تولید کننده‌ی ال اسپاراژیناز که برخی از آنها دارای خصوصیات مورفولوژیک از جمله قوام، شفافیت و شکل هندسی - مشابه بودند جداسازی گردید. تمام کلنی‌ها بطور قوی کاتالاز مثبت بودند. میزان جذب نمونه‌ها مطابق قانون بیر-لامبرت محاسبه گردید و با رسم تغییرات جذب در غلظت‌های مختلف نمونه‌های استاندارد، نمودار جذب استاندارد حاصل گردید (شکل ۳).



شکل ۳. نمودار جذب استاندارد

در نهایت بر اساس این شیب خط، طبق فرمول زیر، غلظت نمونه‌های مجهول محاسبه گردید. نتایج این محاسبات در جدول ۱ نمایش داده شده است.

اما مانند هر داروی دیگری ممکن است اثرات جانبی نامطلوبی را نشان دهد. گاهی این عوارض جانبی حتی ممکن است جان بیمار را به مخاطره بیندازد. از این رو محققان در تلاش برای دستیابی به آسپاراژینازی با توان درمانی بالا و عوارض جانبی کم می باشند. یک راهکار مقرون به صرفه که در این تحقیق نیز دنبال شده است، جستجو برای یافتن آنزیم های آسپاراژیناز جدید موجود در طبیعت است. آنزیم های آسپاراژینازی که از میکروارگانیسم های مختلف بدست آمده است دارای خصوصیات درمانی و عوارض جانبی متفاوتی هستند. از این رو محققان با امید دست یابی به آنزیم های مطلوب تر، علاوه بر بهبود آنزیم های موجود با روش هایی همچون مهندسی پروتئین (۵، ۱۰)، به جستجو برای یافتن میکروارگانیسم های مختلف تولید کننده این آنزیم نیز پرداخته و در این مسیر به نتایج ارزشمندی دست یافته اند (۱۵، ۱۳، ۱۱، ۷، ۶، ۳، ۲). در این تحقیق، جنس باسیلوس جهت مطالعه انتخاب گردید. جنس باسیلوس از نظر تولید مقادیر زیاد آنزیم های خارج سلولی شاخص می باشد. از سوی دیگری تحقیقات پیشین تولید آنزیم آسپاراژیناز خارج سلولی توسط سویه های باسیلوس را به اثبات رسانده است (۱۵، ۱۱، ۸). گونه های باسیلوس به فراوانی در طبیعت یافت می شوند و کشت آنها سریع، آسان و ارزان می باشد. از این رو چنانچه آنزیم مطلوب در این باکتری یافت شود، استفاده از آن در صنعت مقرون به صرفه بوده و در پزشکی می تواند کاندید مناسبی برای جایگزینی بجای داروهای آسپاراژیناز فعلی باشد. آنزیم های آسپاراژیناز تولید شده توسط باسیلوس های شناسایی شده در این تحقیق، ممکن است نسبت به داروهای آسپاراژیناز رایج، دارای خصوصیات سرولوژیک برتر و عوارض جانبی کمتری باشند. لذا به منظور اطلاع از خصوصیات سایتوتاکسیک آنها، پیشنهاد می شود اثر این آنزیم ها بر کشت سلول مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۵. باندهای ۱۶S rDNA نمونه های Gh۱ تا Gh۵

توالی های بدست آمده، از نظر همولوژی با سایر توالی های ثبت شده در پایگاه های اطلاعاتی NCBI بررسی شد. در تمام موارد همولوژی کمتر از ۱۰۰ درصد بود که نشان دهنده احتمال جدید بودن سویه ها می باشد (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج BLAST پنج باکتری تولید کننده ال-آسپاراژیناز

No.	Species	Accession number
Gh1	<i>Bacillus aryabhatai</i> 99%	JX035936.1
Gh2	<i>Bacillus megaterium</i> 98%	JQ312013.1
Gh3	<i>Bacillus subtilis</i> 99%	JN029538.1
Gh4	<i>Bacillus licheniformis</i> 98%	EU366371.1
Gh5	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> 96%	CP003332.1

## بحث

باکتری ها منبعی سهل الوصول و اقتصادی برای تولید آنزیم های مختلف به شمار می روند. تحقیقات پیشین گزارشاتی از استخراج آنزیم ال-آسپاراژیناز از باکتری های مختلف ارائه داده اند که از آن جمله می توان به استخراج L-asparaginase II از باکتری *E. coli* (۱)، از *Pseudomonas Aeruginosa* (۷)، از باسیلوس (۱۱) و از *Streptomyces noursei* (۶) اشاره کرد. آنزیم آسپاراژیناز در پزشکی به عنوان دارویی موثر جهت درمان لوسمی لنفوبلاستی حاد (سرطان خون) شناخته می شود. این آنزیم، علی رغم اینکه در مقایسه با سایر داروهای مورد استفاده در شیمی درمانی سازگاری بسیار بالایی با بافت و ساز و کارهای حیاتی بدن دارد،

## منابع

(۱) قانع م، بمبئی ب، قانع م. غربالگری سویه های باکتری اشرشیاکلی جهت تولید آنزیم آسپاراژیناز II. فصلنامه علمی - پژوهشی «دانش زیستی ایران». ۱۳۸۷؛ ۴: ۴۹-۵۶.

- (2) Amena S, Vishalakshi N, Prabhakar M, Dayanand A, Lingappa K. Production, Purification and characterization of L-asparaginase from streptomyces gulbargensis. Brazilian Journal of Microbiology, 2010; 41: 173-178.
- (3) Basha N, Rekha R, Komala M, Ruby S. Production of Extracellular Anti-leukaemic Enzyme L-asparaginase from Marine Actinomycetes by Solid-state and Submerged Fermentation: Purification and Characterisation. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 2009; 8(4): 353-360.
- (4) Broome J. D. Evidence that the L-asparaginase of guinea pig serum is responsible for its antilymphoma effects. I. Properties of the L-asparaginase of guinea pig serum in relation to those of the antilymphoma substance. The Journal of experimental medicine, 1963; 118(1): 99-120.
- (5) Cantor JR, Panayiotou V, Agnello G, Georgiou G, Stone EM. Engineering reduced-immunogenicity enzymes for amino acid depletion therapy in cancer. Methods Enzymol, 2012; 502: 291-319.
- (6) Dharmaraj, Selvakumar. Study of L-asparaginase production by Streptomyces noursei MTCC 10469, isolated from marine sponge Callyspongia diffusa. Iranian journal of biotechnology, 2011; 9(2): 102-108.
- (7) El-Bessoumy A, Sarhan M, Jehan. Production, Isolation, and Purification of L-Asparaginase from Pseudomonas Aeruginosa 50071 Using Solid-state Fermentation. Journal of Biochemistry and Molecular Biology, 2004; 37(4): 387-393.
- (8) Gulati R, Saxena R.K, Gupta R. A rapid plate assay for screening L-asparaginase producing micro-organisms. Letters in applied microbiology, 1997; 24(1): 23-26.
- (9) Kornbrust B.A, Stringer M.A, Lange N.K, Hendriksen H.V. Asparaginase – an enzyme for acrylamide reduction in food products. Enzymes in Food Technology, 2010; 2: 59-87.
- (10) Ln R, Doble M, Rekha V, Pulicherla K. In silico engineering of L-asparaginase to have reduced glutaminase side activity for effective treatment of acute lymphoblastic leukemia. J Pediatr Hematol Oncol, 2011; 3(8): 617-21.
- (11) Moorthy V, Ramalingam A, Sumantha A, Shankaranaya R. Production, purification and characterisation of extracellular L-asparaginase from a soil isolate of Bacillus sp. African Journal of Microbiology Research, 2010, 1862-1867.
- (12) Mariam Siala, Benoit Jaulhac, Radhouane Gdoura, Jean Sibilia, Hela Fourati, Mohamed Younes, Sofien Baklouti, Naceur Bargaoui, Slaheddine Sellami, Abir Znazen, Cathy Barthel, Elody Collin, Adnane Hammami and Abdelghani Sghir. Analysis of bacterial DNA in synovial tissue of Tunisian patients with reactive and undifferentiated arthritis by broad-range PCR, cloning and sequencing. Arthritis Research & Therapy, 2008; 10: 1-14.
- (13) Prakasham R, Rao Ch, Subba Rao R, Lakshmi G, Sarma P.N. L-asparaginase production by isolated Staphylococcus sp. – 6A: design of experiment considering interaction effect for process parameter optimization. Journal of Applied Microbiology, 2007; 102: 1382-1391.
- (14) Rossi S, Australian Medicines Handbook 2011, Adelaide: Australian Medicines Handbook Pty Ltd. 2011.
- (15) Sunitha M, Ellaiah P, Devi R. Screening and optimization of nutrients for L-asparaginase production by Bacillus cereus MNTG-7 in SmF by plackett-burmann design. African Journal of Microbiology Research, 2010; 4(4): 297-303.
- (16) Weisburg W, Barns S, Pelletier D, Lane D16 .S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. J Bacteriol, 1991; 173(2): 697-703.