

## مطالعه آنزیم آلکالین فسفاتاز جدید مول هیدراتی فرم انسانی

دکتر محمد آبرومند<sup>۱</sup>، دکتر بیژن فرزامی<sup>۲</sup>، دکتر پروین پاسالار<sup>۲</sup>، سید احمد حسینی<sup>۳</sup>، دکتر لیلا آل احمدی<sup>۴</sup>،  
علیرضا جعفری<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> استادیار بخش بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اهواز

<sup>۲</sup> استاد بخش بیوشیمی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

<sup>۳</sup> عضو هیئت علمی گروه بیوشیمی، دانشکده پیرا پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اهواز

<sup>۴</sup> پزشک عمومی

<sup>۵</sup> کارشناس بخش بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اهواز

نشانی نویسنده مسؤل: اهواز، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پزشکی، بخش بیوشیمی، دکتر محمد آبرومند

E-mail: aberumand@yahoo.com

وصول: ۸۵/۱۲/۸، اصلاح: ۸۶/۴/۳، پذیرش: ۸۶/۵/۱۳

### چکیده

**زمینه و هدف:** آنزیم آلکالین فسفاتاز (EC: 3.1.3.1) آنزیمی است که در بافت‌ها و ارگان‌های موجودات یوکاریوت مثل پستانداران و بعضی از موجودات پروکاریوتیک مثل باکتری‌ها ساخته می‌شود. از نظر ساختمانی آنزیم، یک گلیکو پروتئین دی‌مری بوده و شامل ۴ یون روی و ۲ یون منیزیم در هر دی‌مر است. عمل این آنزیم هیدرولیز منو استرهای فسفات به یک ترکیب آلی الکلی و یک گروه فسفات معدنی در یک محیط قلیایی است. آلکالین فسفات یک آنزیم متصل به غشاء است. هدف از این مطالعه، مقایسه آنزیم آلکالین فسفاتاز با آنزیم مول هیدراتی فرم انسانی است.

**مواد و روش‌ها:** در این روش، آنزیم آلکالین فسفاتاز توسط رسوب با بوتانل، استن، سولفات آمونیم، سفادکس ۲۰۰ G، کروماتوگرافی با میل ترکیبی و پره پریو الکتروفورز خالص گردید.

**یافته‌ها:** این مطالعه نشان داد که می‌توان این آنزیم را ۶۱۱/۸ بار خالص نمود. فعالیت مخصوص آنزیم به دست آمده مساوی ۲۰۱/۹ واحد آنزیمی بر میلی‌گرم پروتئین بود. مقدار کربوهیدرات این آنزیم ۵/۲ درصد بوده و مشاهده گردید که دمای مناسب برای آنزیم ۴۰ درجه سانتی-گراد و pH مناسب آن مساوی ۱۰/۴ می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** آنزیم مول هیدراتی فرم انسانی خالص شده دارای دمای مناسب ۴۰ درجه سانتی‌گراد و pH مناسب مساوی ۱۰/۴ می‌باشد که در مقایسه با آنزیم آلکالین فسفاتاز جفت انسانی (دمای مناسب آن ۴۵ درجه سانتی‌گراد و pH مناسب مساوی ۱۰/۵) متفاوت بوده و از این طریق می‌توان با مقایسه آن‌ها، به وجود آنزیم مول هیدراتی فرم انسانی پی برد. (مجله دانشکده علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره ۱۴/شماره ۳/صص ۱۶۴-۱۵۹).

واژه‌های کلیدی: مول هیدراتی فرم؛ آنزیم آلکالین فسفاتاز؛ خالص‌سازی.

### مقدمه

اطلاق می‌شود، به‌خصوص از آن نوعی که در آن تکثیر

سلولی کنترل نمی‌شود و پیشرونده است. نئوپلاسم ممکن

نئوپلاسم به هر نوع رشد جدید و غیر طبیعی

است خوش‌خیم و یا بدخیم باشد. با توجه به این که تشخیص بدخیم بودن آن قبل از مراحل پیش‌رونده آن از آنزیم آلکالین فسفاتاز جفتی از اهمیت بالایی برخوردار است (۱)، اندازه‌گیری فعالیت این نوع آنزیم می‌تواند در تشخیص مول هیداتی فرم در مراحل اولیه مؤثر باشد. فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز در مول هیداتی فرم کاهش می‌یابد.

مول هیداتی فرم انسانی به دو بخش عمده تقسیم شده است. نوع کامل ۲n کروموزومی که بدون جنین و عروق خونی می‌باشد و نوع ناقص ۳n کروموزومی که در کنار بافت مولی جنین اتروفیه شده دیده می‌شود (۲). مول هیداتی فرم دارای آنزیم‌های فراوان از جمله مانوزیداز، بتا گالاکتوزیداز، هیالورونیداز و آلکالین فسفاتاز می‌باشد. به‌علاوه، آلکالین فسفاتاز EC:3.1.3.1 از گیاهان (۳،۱۲)، حیوانات (۴،۵،۱۳) انسان (۸، ۱۵-۶) و میکروارگانیسم‌ها (۹) خالص شده و خصوصیت آن مورد مطالعه قرار گرفته است. این آنزیم در پروسه ذخیره فسفات معدنی نیز نقش دارد (۱۰). در بیمارانی که با کمبود این آنزیم مواجه می‌شوند جنبه ارثی دارد (۱۱). هدف از این مطالعه، مقایسه آنزیم آلکالین فسفاتاز با آنزیم مول هیداتی فرم انسانی است.

## مواد و روش‌ها

**مواد شیمیایی لازم:** سفادکس G ۲۰۰، DEAE cellulose، اتانل ۹۸ درصد، کوماسی بریلیانت بلو G۲۵۰، استاندارد پروتئین با وزن مولکولی بالا، اکریل آمید، بیس اکریل آمید، کربنات سدیم از شرکت Sigma، کلرور سدیم، تریس اسیدکلریدریک، اسیدکلریدریک گلاسیال، اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA)، سوکروز، فسفات پتاسیم، بوتانل نرمال، استن، تترا متیل اتیلن دی آمین (TEMED)، برموفنل بلو، ۲-مرکاپتو اتانل، معرف فولین سیو کالتو، سولفات مس متبلور، تارتارات مضاعف سدیم و پتاسیم از شرکت Pharmacia تهیه گردید.

تهیه هموژن و مرحله رسوب با بوتانل سرد و استن (منهای ۲۰ درجه): ۱۰۰ گرم از بافت مول هیداتی فرم انسانی تمیز شده را وزن نموده، با دستگاه خردکننده (Hemozenazer) با چهار برابر وزن بافت با بافر تریس (۰/۱ مولار، pH=۱۰/۵) خوب خرد نموده و سپس آن را با دور ۱۲۰۸۵ و به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط ۴ درجه حرارت سانتی‌گراد سا نتریفوژ نموده، محلول رویی فوق را حجم نموده و به اندازه ۳۰:۷۰ (حجم/حجم) از بوتانل منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد را به صورت قطره قطره در شرایط سرد دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در حالی که محلول با همزن مغناطیسی به هم می‌خورد به محلول اضافه گردید. سپس آن را با همان دور و درجه حرارت سانتریفوژ نموده، مشاهده گردید که سه لایه به وجود آمد: لایه پایینی رسوب، لایه وسط محتوی آنزیم و لایه رویی الکل چربی بودند. لایه رسوبی و لایه رویی دور ریخته شدند ولی لایه میانی حاوی آنزیم آلکالین فسفاتاز اندازه‌گیری شده و برای مراحل بعدی مورد استفاده قرار گرفت (۱۲،۱۳).

۲۰ میلی لیتر از محلول میانی را با ۲۰ میلی لیتر از استن سرد منهای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به صورت قطره قطره در حالی که محلول با هم زن مغناطیسی به هم می‌خورد، در همان شرایط اضافه گردید. بعد از سانتریفوژ لایه رسوب و لایه محلول رویی به وجود آمد. رسوب در ۲ میلی لیتر از بافر تریس حل گردید و مشاهده گردید که محلول حاوی آنزیم بوده و برای مراحل بعدی در شرایط ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (۱۴،۱۵).

## استخراج توسط سولفات آمونیم: ۲ میلی لیتر از

محلول به دست آمده در بافر تریس (۰/۱ مولار، pH ۱۰/۵) (= به ۵۰ میلی لیتر رسانده و با ۸۰ درصد سولفات آمونیم اشباع نموده، به مدت ۱/۵ ساعت با همزن مغناطیسی مخلوط نموده و سپس در همان شرایط سانتریفوژ نمودیم. رسوب حاصل را در کمترین حجم سرم فیزیولوژیکی حل نموده و به مدت ۲ روز در مقابل آب مقطر و در نهایت

سویسترای پارانیتر و فنیل فسفات و بافر تریس (pH ۱۰/۵) ۰/۱ mM و اندازه‌گیری پارانیتر و فنیلات آزاد شده در طول موج ۴۰۵ نانومتر با استفاده از ضریب جذب ۱۷۷۰۰ برای پارانیتر و فنیلات با دستگاه اسپکتروفتومتر PERKIN ELMER UV/VIS Spectrometer Lambda 3 اندازه-گیری گردید (۲۰).

#### الکتروفورز پلی اکریل آمید ژل صفحه‌ای با

سدیم دودسیل سولفات (SDS-PAGE): نمونه مراحل استخراج از ستون کروماتوگرافی توسط الکتروفورز بر پایه ژل ۱۰ درصد اکریل آمید در حضور و عدم حضور SDS به روش Ornstein L. کنترل شد (۲۱-۲۳).

#### اثر pH و حرارت بر آنزیم آلکالین فسفاتاز: اثر

pH بر روی فعالیت آنزیم با استفاده از بافر تریس یک دهم مولار در pH هایی در دامنه ۷-۱۱ انجام گردید و برای اندازه‌گیری حرارت مناسب آنزیم در دامنه (۱۰۰-۰) درجه سانتی‌گراد) از بافر تریس یک دهم مولار در pH=۱۰/۵ استفاده گردید. آنزیم خالص شده برای مدت ۳۰ دقیقه در حرارت‌های مختلف از صفر تا صد اینکوبه شده بود.

#### یافته‌ها

مقدار پروتئین تام برای فراکشن تولید شده توسط سولفات آمونیم، ستون‌های کروماتوگرافی با تعویض یونی و الکتروفورز به ترتیب مساوی ۷/۱۴ و ۰/۵۲ میلی‌گرم بود (نمودار ۱). این آنزیم با ۶۱۱/۸ برابر خالص گردیده و میزان فعالیت مخصوص این آنزیم ۲۰۱/۹ میلی‌گرم بر پروتئین به دست آمد (جدول ۱) (میزان فعالیت آنزیم بر حسب واحد بین المللی بیان شده است).

آلکالین فسفاتاز خالص شده در نهایت توسط PAGE با به دست آمدن یک باند بر روی الکتروفورز با رنگ آمیزی نقره‌ای و ژل فیلتراسیون مورد تأیید قرار گرفت (۲۱-۲۵) (شکل ۱). مقدار هیدروکربور در این آنزیم برابر با ۵/۲ درصد بود. در pH=۱۰/۴ بیشترین

سرم فیزیولوژیکی دیالیز کرده و در طول این مدت آب مقطر ۹ بار و سرم فیزیولوژیکی ۱ بار تعویض گردید (۱۵).

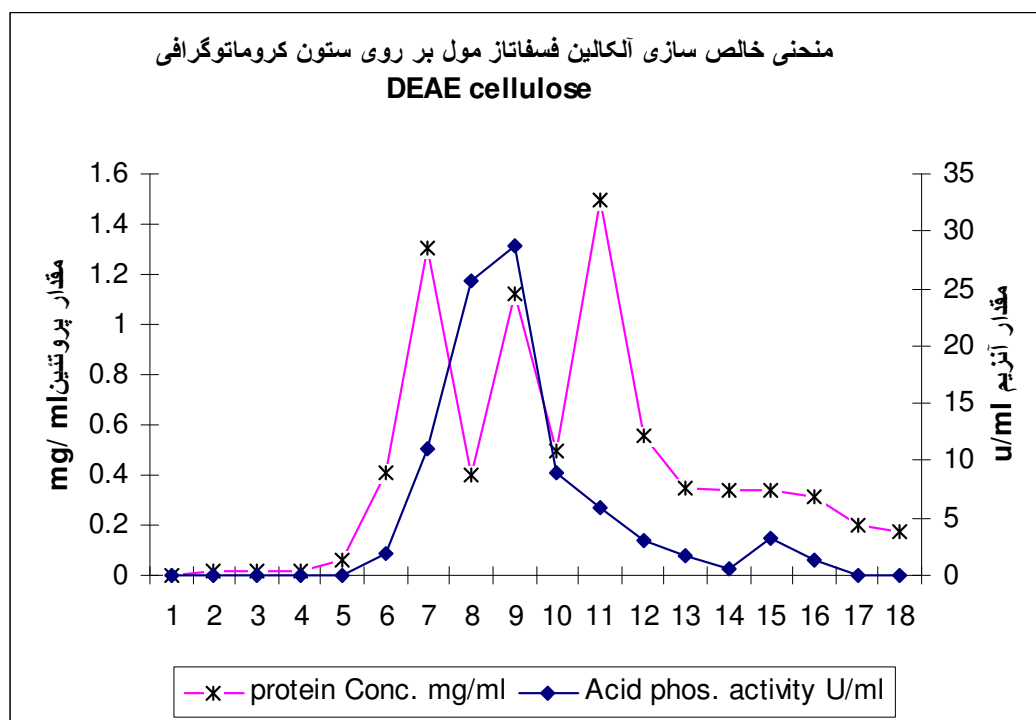
#### مرحله عبور از ستون کروماتوگرافی سفادکس

G ۲۰۰: محلول حاوی آنزیم آلکالین فسفاتاز در شرایط ۴ درجه سانتی‌گراد از ستون (۱/۵×۶۰ cm) از ژل سفادکس G-۲۰۰ عبور داده شد (۱۶)، برای عبور پروتئین‌ها از ستون از بافر تریس (۰/۱ مولار، pH=۱۰/۵) استفاده گردید. سرعت خروج محلول از ستون کروماتوگرافی بر روی ستون سفادکس G-۲۰۰ مساوی با ۴ میلی‌لیتر در ۱۰ دقیقه بوده و در این شرایط لوله‌های ۲۰-۳۰ حاوی ۴ میلی‌لیتری از زیاده آنزیم آلکالین فسفاتاز جمع‌آوری گردید. مقدار پروتئین مساوی ۲/۹ میلی‌گرم و فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز مساوی ۶/۴۷ واحد آنزیمی گردید. مرحله عبور از ستون کروماتوگرافی DEAE cellulose: مقدار فعالیت آنزیم را در لوله‌های حاوی مقدار زیاد آنزیم آلکالین فسفاتاز جمع‌آوری نموده و سپس مقدار پروتئین و آنزیم آن اندازه‌گیری گردید که در نهایت ۳ میلی‌لیتر پروتئین از مرحله قبل را بر روی ستون (۲×۴۵ cm) عبور داده و لوله‌های حاوی مقدار زیاد آنزیم آلکالین فسفاتاز را جهت اندازه‌گیری پروتئین و آنزیم جمع‌آوری نمودیم.

تخمین پروتئین: غلظت پروتئین به دو روش، یعنی روش لوری و روش جذب نوری در ۲۸۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید (۱۷، ۱۸) و Bovine Serum Albumin (BSA) به عنوان پروتئین استاندارد مورد استفاده قرار گرفت.

تخمین کربوهیدرات در آنزیم: برای تخمین کربوهیدرات روش فنل سولفوریک اسید استفاده شد و در این روش، گلوکز به عنوان استاندارد مورد استفاده قرار گرفت (۱۹).

اندازه‌گیری آنزیم: فعالیت آلکالین با استفاده از



نمودار ۱: منحنی خالص سازی آلکالین فسفاتاز مول بر روی ستون کروماتوگرافی دی اتیل آمینو اتیل سلولز

جدول ۱: مراحل خالص سازی آلکالین فسفاتاز مول هیداتی فرم

درجه خلوص آنزیمی	فعالیت مخصوص (واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین)	کل واحد آنزیمی	میلی گرم کل پروتئین	مراحل خالص سازی
۱	۰/۳۳	۳۲۸۰	۱۰۰۰۰	استخراج با سرم فیزیولوژی
۱۳	۴/۳	۳۰۲۱	۷۰۲	استخراج با بوتانل
۱۷/۸۷	۵/۹	۲۹۱۸	۴۹۴	کروماتوگرافی با سفادکس G200
۳۶/۶	۱۲/۱	۲۳۴۵	۱۹۳	استخراج با سولفات آمونیم
۴۸/۱۸	۱۵/۹	۱۸۵۹	۱۱۶	رسوب با استن
۷۶/۸	۲۵/۶	۱۸۳	۷/۱۴	کروماتوگرافی با دی اتیل آمینو اتیل سلولز
۶۱۱/۸	۲۰۱/۹	۱۰۵/۸	۰/۵۲	پره پریو الکترو فورز

۱- بوتانل برای خارج نمودن چربی ها و رنگدانه های سلولی.

۲- استن سرد برای رسوب پروتئین ها.

۳- رسوب با سولفات آمونیم بر مبنای پیوند هیدروژنی سولفات آمونیم با آب و عدم پیوند هیدروژنی پروتئین با آب به خاطر عدم وجود شرایط به وجود آمدن پیوند هیدروژنی آب و پروتئین ها، که باعث رسوب پروتئین های

فعالیت آلکالین فسفاتاز با ۵ میلی مول از پارانیتر و فنیل فسفات به عنوان سوبسترا به دست آمد. حرارت مناسب برای آنزیم مساوی با ۴۰ درجه سانتی گراد می باشد.

## بحث

خالص سازی آنزیم لکالین فسفاتاز از مول هیداتی فرم مراحل زیر مثل رسوب با حلال های آلی مانند:



شکل ۲: SDS الکتروفورز از آلكالين فسفاتاز خالص شده از مول هيداتي فرم در بافر تريس با pH=۸/۲

با وزن ملكولى كوچك تر مى گردد.

۴- مرحله عبور از ستون کروماتوگرافي با سفادكس ۲۰۰ -G و مرحله عبور از ستون کروماتوگرافي با تعويض يونى ، در اين تحقيق توانستيم خالص بودن آنزيم را به كمك دستگاه الکتروفورز به اثبات برسانيم.

با توجه به اين كه تا كنون آنزيم هاى جفت و مول هيداتي فرم انساني را مشابه تلقى مى كردند و به همين خاطر روشى را براى تشخيص مول هيداتي فرم انساني از طريق بررسى اين آنزيم تا كنون پيشنهاد نشده است . در اين تحقيق بر آن شديد كه با توجه به مشابه نبودن اين دو آنزيم به دليل : ۱- وجود كربوهيدرات در آنزيم آلكالين فسفاتاز مول هيداتي فرم انساني و عدم وجود آن در

آنزيم آلكالين فسفاتاز جفت انسان (۲۶) .

۲- به دليل وجود دو pH مناسب، متفاوت براى اين دو آنزيم ( pH مناسب آلكالين فسفاتاز جفت (۳/۱۰-۴/۷) ثابت شده است (۲۷) و pH مناسب آلكالين فسفاتاز مول هيداتي فرم انساني (۴/۱۰ pH) ، اين دو آنزيم مشابه نيست .

۳- حركت الکتروفورزى به وجود مول هيداتي فرم انساني يكسان نيست.

بنابراين از طريق اندازه گيرى pH مناسب و كربوهيدرات و همچنين حركت الکتروفورزى به وجود مول هيداتي فرم انساني در روزهاى اوليه تشكيل مول هيداتي فرم انساني در بيماران پى برد.

## References

1. Beckstead JH. alkaline phosphatase histochemistry in human germ cell neoplasms . AM J surg pathol . 1983;7(4):341-9
2. Bur GE, Herting At, Faco G, Mckay DG, Adams Ec.Histochemical aspect of hydatidiform mole and choriocarcinoma .obsted Gynecol. 1962 ; 19: 156-181.
3. Aberomand M, Bhide SV. Purification and Characterization of alpha mannosidase from Chickpea seeds.Arch Mol Biol. 2007; 7: 32- 40 .

4. Unakami S, Hirata M, Ichinohe K, Tanimoto Y, Iizuka H. Separation and quantification of serum alkaline phosphatase isozymes in the rat by affinity electrophoresis. *Jikken Dobutsu*. 1989;38(1):85-8.
  5. Terao M, Studer M, Gianni M, Garattini E. Isolation and characterization of the mouse liver/bone/kidney-type alkaline phosphatase gene. *Biochem J*. 1990;268(3):641-8.
  6. Ohta H. Evaluation of therapeutic intervention on bone mass and turnover through monitoring of biochemical markers of bone turnover. *Nippon Rinsho*. 2006;64(9):1663-9.
  7. Nakayama M, Gorai I, Minaguchi H, Rosenquist C, Qvist P. Purification and characterization of bone-specific alkaline phosphatase from a human osteosarcoma cell line. *Calcif Tissue Int*. 1998;62(1):67-73.
  8. Calam RR, Henry RL, Murano G, Grignol G., Isolation and characterization of canine spleen alkaline phosphatase. *Anal Biochem*. 1976;71(2):426-35.
  9. Glew RH, Heath EC. Studies on the extracellular alkaline phosphatase of *Micrococcus sodonensis* I Isolation and characterization. *J Biol Chem*. 1971;246(6):1556-65.
  10. Sharma NC, Sahi SV. Characterization of phosphate accumulation in *Lolium multiflorum* for remediation of phosphorus-enriched soils. *Environ Sci Technol*. 2005;39(14):5475-80.
  11. Culp LA, Lin WC, Kleinman NR, Campero NM, Miller CJ. Tumor progression, micrometastasis, and genetic instability tracked with histochemical marker genes. *Prog Histochem Cytochem*. 1998;33(3-4): 329-48.
  12. Tejera Garcia NA, Olivera M, Iribarne C, Lluch C. Partial purification and characterization of a non-specific phosphatase in leaves and root nodules of *Phaseolus vulgaris*. *Plant Physiol Biochem*. 2004 ; 42 (7-8): 585-91.
  13. Aberomand M, Soltanzadeh M. Purification and Characterization of Pseudocholinesterase from sheep Liver. *Arch Mol Biol*. 2006 ; 6: 253-256.
  14. Kusudo T, Sakaki T, Inouye K. Purification and characterization of purple phosphatase PAP1 from dry powder of sweet potato. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2003; 67(7):1609-11.
- ۱۵ - آبرومند محمد، فرزنامی بیژن . خالص سازی و تعیین خصوصیات آنزیم آلکالین فسفاتاز از جفت انسان. مجله علمی پژوهشی دانشکده علوم پزشکی سبزوار. ۱۳۸۰: سال ۸، شماره ۲۲۱، صفحات ۳۹-۳۲.
16. Yenigun B, Guvenilir Y. Partial purification and kinetic characterization of phosphatase from garlic seedling. *Appl Biochem Biotechnol*. 2003; 108: 677-87.
  17. Demir Y, Yildirim S, Alayli A, Demir N. Characterization and purification of phosphatase from ancient human bone. *Prep Biochem Biotechnol*. 2003; 33(4):311-20.
  18. Lowry O H , Rosebrough N J , Farr A L, Randall R J. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *J Biol Chem*. 1951; 193: 265-356.
  19. Sawhney S Y, Bhide SV. Immobilized Mucin: an affinity matrix for the isolation of winged bean acidic and basic lectins. *J. Chromtogr*. 1990; 503: 2272-2765.
  20. Dubois M , Gilles K A , Hamilton J K , Rebers P A, Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem*. 1956; 28: 350-356.
  21. Olczak M, Watorek W, Morawiecka B. Purification and characterization of phosphatase from yellow lupin (*Lupinus luteus*) seeds, *Biochim Biophys Acta*. 1997 ;1341(1):14-25.
  22. ORNSTEIN L. Disc electrophoresis Background and theory *Ann N Y Acad Sci*. 1964;121:321-49
  23. Reisfeld A A, Sewis U J, Williams DE. Disc electrophoresis of basic proteins and peptides on polyacrylamide gel. *Nature*. 1962; 195:281-283.
  24. Williams D E, Reisfeld R A. Disc electrophoresis in polyacrylamide gel electrophoresis gels: Extension to new conditions of pH and buffer. *Ann N Y Acad Sci*. 1964;121:373-81
- ۲۵ - آبرومند محمد، نایبده شایبا . خالص سازی ایزوآنزیم جدید از آلفا مانوزیداز سرم انسانی . مجله علمی پژوهشی دانشکده علوم پزشکی سبزوار. ۱۳۸۵: سال ۱۳، شماره ۴۱، صفحات ۱۱۵-۱۰۸.
26. Ahmed Z, King EJ. Kinetics of Human Placental alkaline Phosphatase. *Clin Chim Acta*. 1960; 45: 581-592.
  27. Gottlieb AJ, Sussman HH. Human Placental alkaline Phosphatase Molecular wraith and Subunit structure. *Biochim Biophys Acta*. 1968 ;160(2):167-71.