

## جداسازی قطعات مناطق متغیر آنتی بادی تک زنجیره ای (scFv) علیه فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا (TNF- $\alpha$ ) از کتابخانه آنتی بادی فازی

جلال عبدالعلی زاده (PhD)<sup>۱</sup>، جعفر مجیدی ذوالبنین (PhD)<sup>\*</sup> ۱، محمد نوری (PhD)<sup>۱</sup>، بهزاد برادران (PhD)<sup>۲</sup>،

ابوالفضل برزگری (MSc)<sup>۱</sup>، یداله امیدی (PhD)<sup>۱</sup>

۱- مرکز تحقیقات ریزفن آوری دارویی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۲- مرکز تحقیقات ایمونولوژی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دریافت: ۹۱/۲/۱۱، اصلاح: ۹۱/۴/۱۴، پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۷

### خلاصه

**سابقه و هدف:** سایتوکاین تراپی، یکی از راهکارهای اصلی برای کنترل بیماری های التهابی شدید است. با توجه به اهمیت TNF- $\alpha$  در بسیاری از بیماری های التهابی و اتو ایمنی، این سایتوکاین یک هدف جذاب برای بسیاری از محققین بوده و بعنوان یکی از کاندیدهای مهم برای سایتوکاین تراپی مطرح است. یکی از راهکارهای مقابله با آثار زیانبار TNF- $\alpha$  استفاده از آنتی بادی های مونوکلونال است. یکی از تکنیک های مهم برای تهیه و تولید آنتی بادی های مونوکلونال تکنیک فز دیسپلی می باشد. هدف از این مطالعه تهیه و تولید آنتی بادی مونوکلونال بر ضد TNF- $\alpha$  می باشد.

**مواد و روشها:** منظور جداسازی قطعات کوچک نواحی متغیر آنتی بادی (scFv) از کتابخانه فازی Tomlinson تکنیک Biopanning با استفاده از پلیت های الایزا انجام شد. پس از کوت نمودن پروتئین TNF- $\alpha$  در ته چاهک ها، کتابخانه فازی اضافه شد. پس از مرحله شستشو، فزهای اختصاصی با استفاده از تریسین جدا و در باکتری TG1 تکثیر گردید. این پروسه جهت بدست آوردن فزهای نوترکیب بسیار اختصاصی تا پنج بار تکرار گردید. ارزیابی کلون های بدست آمده حاوی قطعات کوچک آنتی بادی بر ضد TNF- $\alpha$  با استفاده از تست های مونوکلونال فز الایزا، PCR، RFLP، توالی یابی و وسترن بلات انجام گرفت.

**یافته ها:** تجزیه و تحلیل توالی ها با استفاده از نرم افزار های بیوانفورماتیکی نشان داد که پلاسمیدهای جدا شده از کلون های واکنشگر با TNF- $\alpha$  حاوی اینسرت بودند. بعلاوه تفاوت این توالی ها بیشتر در سه منطقه داغ دیده می شود که می تواند در فعالیت پروتئین تاثیر گذارد.

**نتیجه گیری:** نتایج مطالعه نشان داد که با استفاده از تکنیک آنتی بادی فز دیسپلی آنتی بادی مونوکلونال نسل چهار بر ضد TNF- $\alpha$  با موفقیت تولید می شود.

**واژه های کلیدی:** فز دیسپلی، TNF- $\alpha$ ، آنتی بادی مونوکلونال، قطعات مناطق متغیر آنتی بادی تک زنجیره ای (scFv).

### مقدمه

متنوع تغییر دهنده سیستم ایمنی می باشد (۱). TNF- $\alpha$  سایتوکاین اصلی التهابی بوده و نقش مرکزی در دفاع میزبان، التهاب و عملکرد سیستم ایمنی دارد که با پاتوژن، توسعه و پیشرفت انواع عفونت ها، بیماری های خود ایمنی، بیماریهای بدخیم و غیره ارتباط دارد (۲). مقادیر سرمی TNF- $\alpha$  برای هموستاز ایمنی مهم است، در حالیکه تولید نامناسب آن در پاتوژن انواع بیماری های التهابی مزمن مانند آرتریت روماتوئید (۳ و ۴)، مالتیپل اسکلروز (MS)، بیماری روده ملتهب، بیماری کرون و غیره نقش دارد (۵). خنثی کردن مقادیر اضافی TNF- $\alpha$  استراتژی درمانی موثر برای این بیماری ها به شمار می رود (۶). بعلاوه TNF- $\alpha$  در آپوپتوز و بقای سلول ها نیز دخالت دارد (۷). مطالعات مختلف خواص پیش

دو دهه گذشته شاهد استفاده روزافزون درمانی از فرآورده های بیولوژیک بود که سایتوکاین ها و سلول های درگیر در التهاب موضعی و بیماری های اتوایمون را مورد هدف قرار می دادند. این عوامل گزینه های درمانی برای بیماران با بیماری های ناتوان کننده مزمن را که عملاً سالها هیچ راهکار درمانی تازه ای نداشتند، فراهم نمودند. این راهکارهای نو، معالجه بیماری های مختلف در زمینه های هماتولوژی، درماتولوژی، نورولوژی و جهاز هاضمه را متحول کرد. ایمنومدولاتورها یا تعدیل کننده های بیولوژیک شامل اینترفرون ها، مهار کننده های فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا (TNF- $\alpha$ )، آنتاگونیست های رسپتورهای اینترلوکین ۱، فاکتورهای رشد، مهارکننده های کمپلمان و دیگر عوامل

این مقاله حاصل پایان نامه جلال عبدالعزیزه دانشجوی رشته دکتری بیوشیمی و طرح تحقیقاتی به شماره ۸۹۰۰۷ دانشگاه علوم پزشکی تبریز می باشد.

\* مسئول مقاله:

آدرس: تبریز، دانشگاه علوم پزشکی، مرکز تحقیقات ریزفن آوری دارویی، تلفن: ۰۴۱۱-۳۳۶۴۶۶۵

## مواد و روشها

این مطالعه برای بومی سازی و Set up نمودن تکنیک فاز دیسپلی و برای تولید آنتی بادی های مونوکلونال انسانی (نسل چهارم) در دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام شد.

**جداسازی قطعات اختصاصی بر علیه TNF- $\alpha$ :** پس از خریداری کتابخانه Tomlinson I + J (MRC geneservice) ابتدا تیتراژ آن از نظر تعداد کلونهای باکتریایی ارزیابی گردید. این کتابخانه در محیط کشت 2xTY (۱۶ گرم Tryptone، ۱۰ گرم Yeast Extract و ۵ گرم NaCl در یک لیتر آب مقطر) کشت داده شد و یک حجم از آن برای تهیه کپی های متعدد از کتابخانه مورد استفاده قرار گرفت. بقیه در حجم های ۰/۵ میلی لیتر در بافر PBS تهیه و به عنوان کتابخانه فاز نوترکیب در فریزر نگهداری گردید. برای جدا کردن فازهای نوترکیب اختصاصی متصل شونده به TNF- $\alpha$  انسانی از تکنیک Biopanning با استفاده از پلیت های الایزا استفاده شد.

پس از کوت نمودن پروتئین TNF- $\alpha$  (Novus Biologicals, Littleton, CO, USA) در چاهک های مورد نظر و بلاکینگ آنها با محلول بلاکر (محلول ۳ درصد شیر بدون چربی در PBS)، محلول حاوی فاز اضافه شد. پس از شستشو با PBS (حاوی ۰/۱ درصد Tween-20)، فازهای نوترکیب اختصاصی TNF- $\alpha$  بکمک تریپسین (SigmaChemical, St. Louis, MO, USA) جدا و در باکتری TG1 تکثیر و همزمان تعداد کلنی های حاصله نیز در پلیت های Trypton Yeast Extract حاوی ۱ درصد گلوکز و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر آمپی سیلین (TYE-AG) ارزیابی گردید. این پروسه جهت بدست آوردن فازهای نوترکیب بسیار اختصاصی تا پنج بار تکرار گردید.

**تکثیر فازهای نوترکیب بعد از مراحل Biopanning:** فازهای نوترکیب جدا شده با تریپسین بعد از هر مرحله Biopanning به باکتری TG1 کشت یافته در 2xTY اضافه و بمدت ۴۵ دقیقه در حمام آب گرم انکوبه گردید. باکتریهای آلوده به فاز نوترکیب در پلیت های TYE-AG کشت داده شد. سپس باکتری ها از روی پلیت برداشته شد و مقدار بسیار کمی از آن در ۵۰ میلی لیتر محیط کشت TYE-AG تا حصول OD<sub>600</sub>=0.4 کشت داده شد. به مقدار ۱۰ میلی لیتر از این کشت فاز کمی (5×10<sup>11</sup>) اضافه و ۴۵ دقیقه در حمام آب گرم انکوبه شد.

بعد از اضافه نمودن ۵۰ میلی لیتر محیط کشت TYE-AG (TYE) حاوی ۱ درصد گلوکز، ۱۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر آمپی سیلین و ۵۰ میکروگرم بر میلی لیتر کانامایسین) در ۳۰ درجه انکوبه گردید. روز بعد محیط کشت را سانتریفوژ کرده و مایه رویی حاوی فاز را جدا و با PEG 6000/NaCl (Merck, St. Paul, USA) (به نسبت ۱/۴) رسوب داده و مجدداً در بافر PBS بصورت سوسپانسیون درآورده و بعد از تیتراژ کردن فازهای حاصله، برای مرحله بعدی Biopanning بکار گرفته شد.

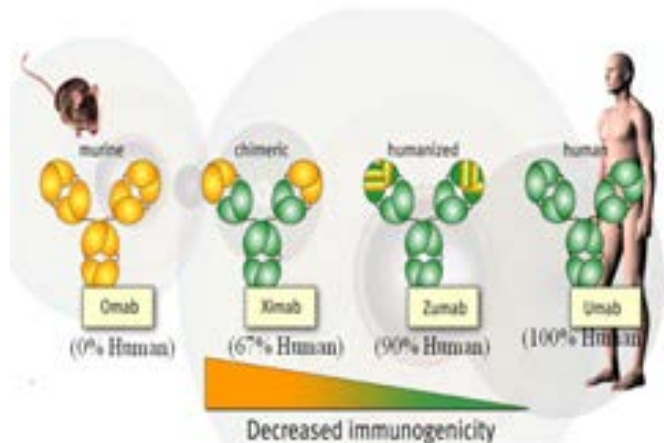
**پلی کلونال الایزا:** فازهای رسوب داده شده از پنج مرحله مختلف Biopanning جهت بررسی وجود قطعات کوچک نواحی متغیر آنتی بادی (scFv) اختصاصی بر ضد TNF- $\alpha$  با استفاده از پلی کلونال الایزا مورد ارزیابی قرار گرفتند. ابتدا پروتئین TNF- $\alpha$  در ته چاهک های الایزا کوت شد. همچنین چاهک هایی نیز بعنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. پس از بلاکینگ آنها با

التهابی TNF- $\alpha$  (۸) و نقش آن در شوک اندوتوکسیک را نشان داده اند. TNF- $\alpha$  موجب القای التهاب شده و آثار کاتابولیک آن شامل تب، شوک، آسیب بافتی، کاشکسی، آنمی، بازجذب استخوان، تمایز و تکثیر سلول های خونی و القای پروتئین های فاز حاد کیدی می باشد (۹). با تولید آنتی بادی مونوکلونال (mAb) و افزایش دانش بشری در باره ارتباط ساختمان با عملکرد آنتی بادی و سازماندهی ژن های ایمونوگلوبولین ها، بحث تولید آنتی بادی های مونوکلونال ساده و جذاب تر شده است (۱۰).

اولین گروه آنتی بادی های درمانی، پروتئین های موشی بودند که با تکنیک هیبریدومای موشی تولید شدند (آنتی بادی های نسل اول) (۱۰). محدودیت اصلی در استفاده درمانی از این مولکول ها، ایمونوژنیسیته آنها بود (۱۱و۱۲) از اینرو برای مرتفع کردن این مشکل، بحث آنتی بادی های Chimeric مطرح شد (آنتی بادی های نسل دوم). در این آنتی بادی ها بین قسمت V ژن آنتی بادی موشی و قسمت C ژن انسانی لینک ایجاد می شود (۱۳). با اینحال علیرغم کاهش ایمونوژنیسیته، بعلت وجود قسمت V موشی، مقداری ایمونوژنیسیته وجود دارد (۱۱و۱۲).

برای به حداقل رساندن ایمونوژنیسیته مذکور، بحث انسانی کردن آنتی بادی ها مطرح گردید (آنتی بادی های نسل سوم) (۱۴). بالاخره آنتی بادی های تماماً انسانی (آنتی بادی های نسل چهارم) (۱۵-۱۷)، مطرح شد که یکی از روشهای مرسوم برای تهیه و تولید آنها تکنیک آنتی بادی فاز دیسپلی (۱۸) است. شکل ۱ مراحل تکامل چهار نسل از آنتی بادی های مونوکلونال را نشان می دهد. تکنیک فاز دیسپلی که برای اولین بار در سال ۱۹۸۵ توسط Smith معرفی شد معمولاً برای نمایش فاز، تغلیظ و تمایل پروتئین ها و پپتیدهای مختلف از کتابخانه های بزرگ تا تنوع ۱۰<sup>۱۰</sup> مورد استفاده قرار می گیرد. مزیت بالای این تکنیک، ارتباط مستقیم بین فنوتیپ و ژنوتیپ است چرا که پلی پپتید بیان شده و قطعه DNA کد کننده آن روی یک قطعه فاز قرار دارند (۱۹).

هدف از این مطالعه تهیه و تولید آنتی بادی مونوکلونال از نوع scFv علیه پروتئین TNF- $\alpha$  انسانی با استفاده از تکنیک آنتی بادی فاز دیسپلی می باشد.



### شکل ۱. مراحل تکامل چهار نسل از آنتی بادی های مونوکلونال

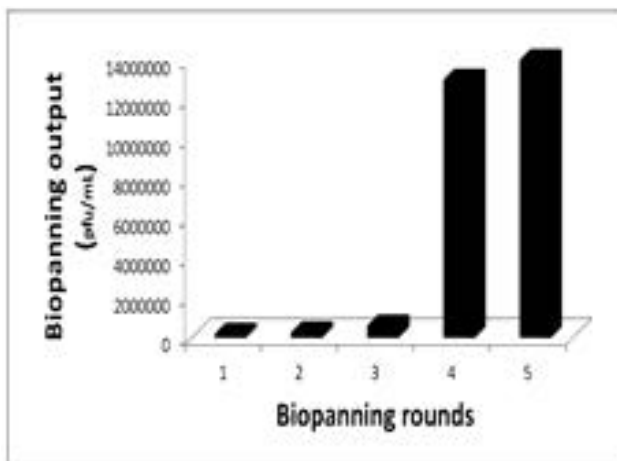
آنتی بادی های موشی که توسط تکنیک هیبریدوما تولید می شوند، آنتی بادی های Chimeric، آنتی بادی های انسانی شده و آنتی بادی های تماماً انسانی. با تکامل آنتی بادی ها (از چپ به راست) ایمونوژنیسیته کاهش می یابد.

بلات طراحی شد. ابتدا تک کلونی های باکتری E.coli سویه HB<sub>2151</sub> با IPTG به منظور تولید پروتئین scFv القا شدند. الکتروفورز SDS-PAGE از فراکسیون پری پلاسمیک انجام گرفت. این فراکسیون ها با بافر نمونه مخلوط شده و بعد از ۵ دقیقه جوشاندن در ته چاهک های تعبیه شده بارگذاری شد. الکتروفورز در شرایط احیا در ژل با غلظت ۱۳ در صد و در شرایط ولتاژ ثابت انجام شد. بعد از الکتروفورز SDS-PAGE و بلات این الگو روی غشای PVDF از یک سیستم نیمه خشک استفاده گردید (۲۲-۲۰).

بعد از بلاکینگ غشای PVDF با بافر TBST آنتی بادی مونوکلونال ضد Myc (Invitrogen, Carlsbad, CA, USA) اضافه شد. پس از شستشو و اضافه کردن آنتی بادی کونژوگه ضد IgG موش، باند های پروتئینی با استفاده از Enhanced Chemiluminescence (ECL; سوبسترای Amersham Biosciences, Freiburg, Germany) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

### یافته ها

**Biopanning بر علیه TNF- $\alpha$ :** پروسه جدا کردن فازهای نوترکیب متصل شونده به TNF- $\alpha$  تا پنج بار تکرار گردید. تیتراژهای جدا شده تا مرحله سوم Biopanning تا نزدیک شش برابر بالا رفته، در مرحله چهارم یک افزایش صد برابری در تیتراژهای جدا شده مشاهده شد و بالاخره در مرحله پنجم افزایش جزئی دیده شد که نشان دهنده تغلیظ کافی در تیتراژهای جدا شده، می باشد (شکل ۲).



شکل ۲: تیتراژهای Biopanning قطعات scFv بر ضد TNF- $\alpha$  با استفاده از Tomlinson I+J library

ستون ها تیتراژهای بدست آمده از پنج مرحله مختلف Biopanning را در طول موج ۴۵۰ نانومتر نشان می دهند. اعداد نشان داده شده در سمت چپ تیتراژهای جدا شده بر حسب Plaque-forming unit در میلی لیتر (pfu/ml) می باشد.

**پلی کلونال فاز الایزا:** سیگنال های مثبت برای چاهک های کوت شده با TNF- $\alpha$  حداقل سه برابر سیگنال های منفی برای چاهک های کوت شده با محلول بلاکر است (بجز مرحله اول). نتایج نشان می دهند که فازهای غیر

محلول بلاکر، فازهای بدست آمده از هر مرحله Biopanning اضافه شد. پس از شستشو با PBST مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از آنتی بادی Anti-M13 (Santa Cruz Biotechnology Inc., USA) Monoclonal Antibody اضافه گردید. پس از اضافه نمودن آنتی بادی ضد IgG موش نشاندار با پراکسیداز (Invitrogen, USA)، سوبسترای 3,3',5,5'-tetramethylbenzidine (TMB) اضافه گردید و در نهایت با استفاده از ELISA Reader (Stat Fax, USA) جذب نوری واکنش قرائت گردید.

**ارزیابی ویژگی کلون های جدا شده حاوی قطعات scFv بر ضد TNF- $\alpha$  از طریق مونوکلونال فاز الایزا:** برای ارزیابی ویژگی کلون های جدا شده بر ضد TNF- $\alpha$  تست مونوکلونال الایزا طراحی گردید. بدین ترتیب که پروتئین TNF- $\alpha$  در ته چاهک های الایزا کوت شد و با بافر PBST بلوکه گردید. همچنین چاهک هایی نیز بعنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. کلونهای انتخابی از راند های مختلف Biopanning در پلیت های ۹۶ تایی حاوی محیط کشت 2xTY کشت داده شد. بعد از دو ساعت انکوباسیون، مقدار ۵۰ میکرو لیتر از سوپر ناتانت روی هر یک از چاهک ها اضافه شد. پس از انجام بقیه مراحل ذکر شده در بالا، در نهایت با استفاده از ELISA Reader جذب نوری واکنش قرائت گردید.

**خالص سازی پلاسمید های فاژی از کلون های انتخاب شده:** کلونهای انتخاب شده با مونوکلونال فاز الایزا، در یک فالكون ۵۰ میلی لیتری کشت داده شدند. خالص سازی پلاسمید های فاژی با استفاده از کیت کیاژن (QIAprep Spin Miniprep) مطابق دستورالعمل آن انجام گرفت. سپس با استفاده از روش اسپکتروفتومتری از نظر کیفیت و کمیت ارزیابی شدند.

**تایید وجود قطعات اینسرت شده با تکنیک واکنش زنجیره ای پلی مرز (PCR):** جهت انجام PCR از جفت پرایمر های LMB (با توالی CAG GAA ACA GCT ATG AC) و Phen (با توالی TGC GGC CCC ATT CA) و با دستورالعمل دناتوراسیون اولیه ۹۴ °C بمدت ۴ دقیقه و به تعداد ۳۲ سیکل در شرایط ۹۴ °C بمدت ۵۰ ثانیه، ۵۵ °C بمدت ۵۰ ثانیه، و ۷۲ °C بمدت ۴۵ ثانیه و نیز گسترش نهایی ۷۲ °C بمدت ۵ دقیقه انجام شد. محصول تکثیر شده در آگارز ۱ درصد الکتروفورز شد.

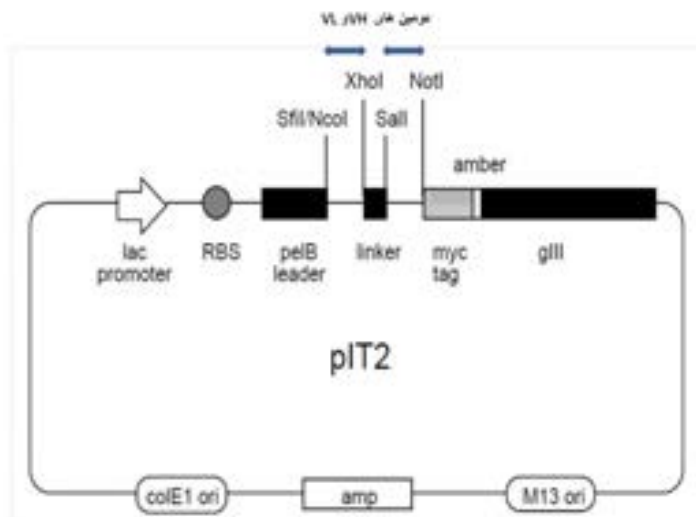
**تعیین میزان تنوع اولیه با استفاده از تکنیک چند شکلی طول قطعه محدود (RFLP):** به منظور ارزیابی تنوع اولیه، قطعات اینسرت شده با استفاده از PCR تکثیر شده و سپس توسط آنزیم های TaqI و MSPI (Fermentas, Hanover, MD, USA) برش یافته و در ژل آگارز ۱/۵ درصد الکتروفورز شدند.

**تعیین توالی قطعات اینسرت شده:** جهت بررسی تنوع و تغییرات موجود در قطعات اینسرت شده در پلاسمید های فاژی، پلاسمید های مورد نظر پس از خالص سازی، توالی یابی ارسال شدند. نتایج توالی یابی با استفاده از نرم افزارهای بیوانفورماتیکی (Clustal W, chromaslite) و پس از بلاست در NCBI از نظر وجود نوکلئوتیدهای متفاوت مورد بررسی قرار گرفتند. پس از ترجمه بیوانفورماتیکی با نرم افزار Edit Seq از نظر تغییرات اسیدهای آمینه نیز بررسی شدند.

**ارزیابی وجود قطعه scFv اختصاصی TNF- $\alpha$  بوسیله وسترن بلات:** برای تایید وجود قطعات scFv اختصاصی در کلون های انتخابی تست وسترن

با توجه به نقشه فازمید حامل اینسرت (شکل ۵)، وجود دو نوع اینسرت قابل انتظار بود. وجود محصول PCR حدود ۹۳۵ نشان می دهد که هر دو قطعه اینسرت شده است. در نهایت از تعداد ۵۰ کلونی بررسی شده تعداد ۱۵ کلون انتخاب شدند.

سپس تعیین میزان تنوع اولیه با استفاده از تکنیک RFLP انجام شد. مقایسه الگوی هضم آنزیمی انجام شده با الگوی هضم آنزیمی حاصل از نرم افزار بیوانفورماتیکی نشان داد که توالی یابی پلاسمیدهای فاژی بخوبی انجام شده است.



شکل ۵. نقشه وکتور pIT2 و جایگاه دومین های VL و VH (دومین های نواحی متغیر زنجیره های سنگین و سبک) روی آن

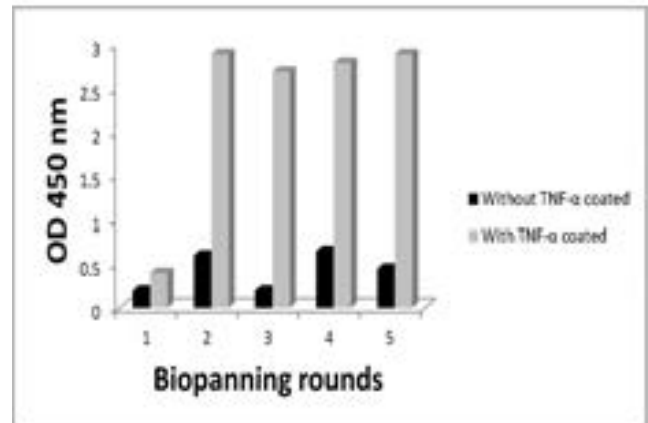
دومین های VL و VH در بالای شکل نشان داده شده است که توسط یک قطعه متصل کننده به یکدیگر متصل شده اند.

**ارزیابی نتایج توالی یابی:** توالی های بدست آمده با استفاده از نرم افزارهای بیوانفورماتیکی Clustal W الاین شد (شکل ۶). سپس نواحی حفظ شده و متغیر مورد بررسی قرار گرفته و تفاوت توالی ها مشخص شدند. همه توالی ها در سه منطقه دارای تفاوت بوده و در بقیه مناطق کاملاً حفاظت شده می باشند. تفاوت در توالی ها می تواند از نظر عملکرد بیولوژیکی مهم باشد. پس از ترجمه بیوانفورماتیکی با نرم افزار Edit Seq، از نظر تغییرات اسیدهای آمینه نیز بررسی شدند.

همچنین توالی های بدست آمده پس از بلاست در NCBI از نظر درصد شباهت با scFv های ثبت شده در دیتا بیس NCBI مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین یکی از توالی های بدست آمده با کد ۱۴۸۸۸۰۹ در NCBI ثبت شد. از حدود ۵۰ کلون ارزیابی شده، ۱۵ کلون با تنوع مختلف بدست آمد که عملکرد آنها با طرق مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت.

**وسترن بلات:** تست وسترن بلات برای تایید وجود قطعات scFv اختصاصی در کلون های انتخابی انجام شد. وجود باند حدود ۳۰ کیلو دالتون پس از آنکوباسیون غشا با آنتی بادی Anti-myc وجود قطعات اختصاصی در کلونهای انتخابی را نشان می دهد (شکل ۷).

اختصاصی موجود در مراحل یک و دو Biopanning با افزایش مراحل شستشو و نیز کاهش غلظت پروتئین TNF- $\alpha$  کوت شده در ته چاهک ها، شسته شده و در مراحل بعدی تغلیظ گردیدند. تست مونوکلونال الایزا نیز برای ارزیابی ویژگی کلون های جدا شده برضد TNF- $\alpha$  طراحی گردید. از حدود ۵۰۰ کلون ارزیابی شده حدود ۵۰ کلون دارای جذب نوری بالا بودند. این کلون ها برای ارزیابی بیشتر با روش های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند (شکل ۳).

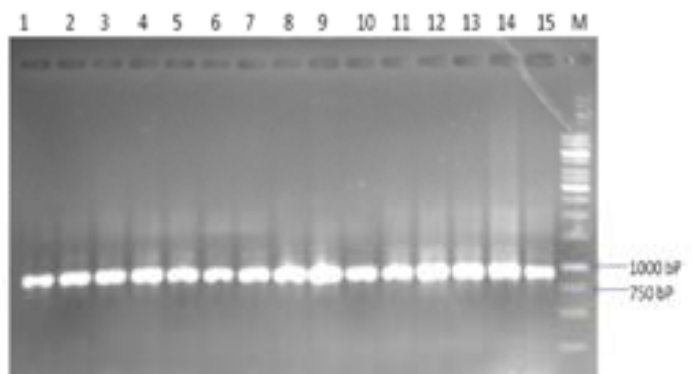


شکل ۳: آنالیز فازهای بدست آمده از مراحل مختلف Biopanning با استفاده از پلی کلونال فاز الایزا

ستون ها جذب نوری چاهک ها از پنج مرحله مختلف Biopanning را در طول موج ۴۵۰ نانومتر نشان می دهند. سیگنال های مثبت توسط ستون های خاکستری و سیگنالهای منفی توسط ستون های مشکی نمایش داده شده اند.

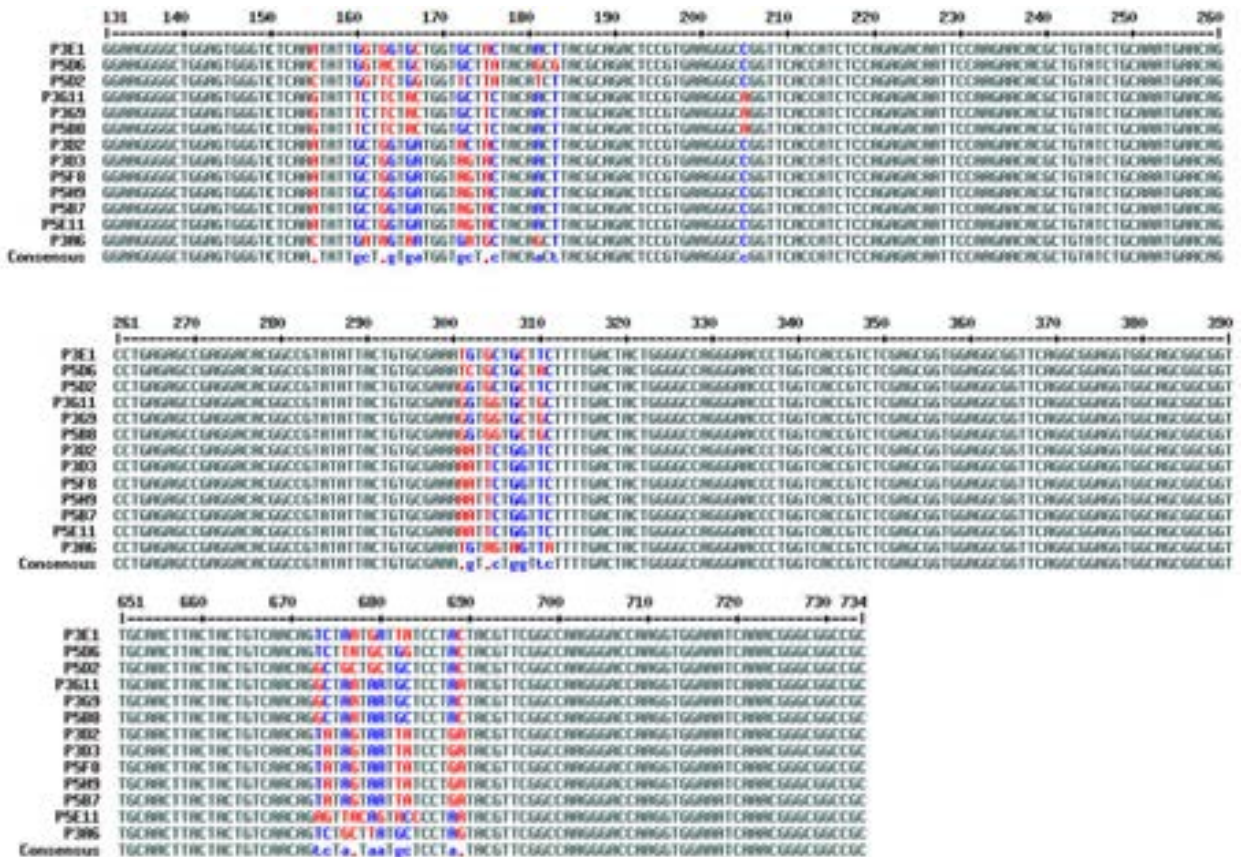
**خالص سازی پلاسمید های فاژی از کلون های انتخاب شده:** خالص سازی پلاسمید های فاژی بعد از کشت کلون های انتخاب شده با مونوکلونال فاز الایزا انجام گرفت. الکتروفورز پلاسمیدهای استخراج شده، با استفاده از ژل آگارز ۱ درصد انجام شد. نتایج الکتروفورز وجود دو نوع تنوع را در پلاسمیدها نشان داد.

**تایید وجود و عدم وجود قطعات اینسرت شده با تکنیک PCR:** وجود باند های در محدوده ۹۳۵ جفت باز (bp) نشان دهنده وجود اینسرت های مورد نظر scFv در فازمید های استخراج شده می باشد (شکل ۴).



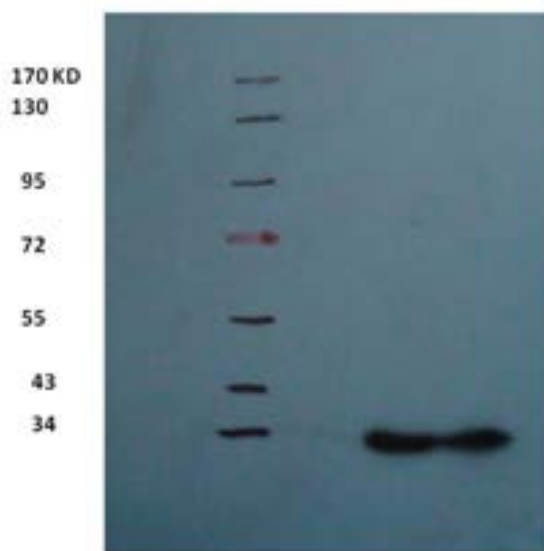
شکل ۴. الکتروفورز پلاسمیدهای استخراج شده با استفاده از ژل آگارز ۱٪





شکل ۶. الاینمنت توالی کلون های انتخابی با استفاده از نرم افزار بیوانفورماتیکی Clustal W

توالی کلون ها در سه منطقه دارای تفاوت بوده و در بقیه مناطق کاملا حفاظت شده می باشند.



شکل ۷. وسترن بلات پروتئین های scFv بیان شده در کلونهای انتخابی.

باکتری HB2151 توسط ۱ میلی مولار IPTG القا شد. پروتئین های فراکسیون پری پلاسمیک استخراج شده، پس از جدا سازی با الکتروفورز SDS-PAGE روی ژل ۱۲ درصد، روی غشای PVDF بلات شد. بعد از انکوباسیون با آنتی بادی مونوکلونال anti-myc tag باند های پروتئینی با استفاده از سوبسترای ECL مشاهده شدند. باندهای حدود ۳۰ کیلو دالتونی مربوط به پروتئین های scFv می باشند. ستون های ۱ و ۳ فراکسیون های پری پلاسمیک دو کلون مختلف قبل از القا هستند. ستون ۲ مارکر وزنی و ستون های ۴ و ۵ فراکسیون های پری پلاسمیک کلون ها بعد از القا را نشان می دهند.

## بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه برای تولید scFv بر علیه TNF- $\alpha$  با استفاده از تکنیک فاژ دیسپلی، پنج مرحله Biopanning انجام شد. با توجه به نتایج بدست آمده از این پنج مرحله، کلون های اختصاصی بر ضد TNF- $\alpha$  با موفقیت تغلیظ شدند. Chen و همکاران برای جداسازی آنتی بادی مونوکلونال بر ضد TNF- $\alpha$  از کتابخانه فاژی، تعداد چهار مرحله Biopanning انجام دادند. بنظر می رسد بر اساس یافته های این مطالعه و مطالعه Chen و همکاران مرحله چهارم Biopanning برای حصول فاژهای اختصاصی بر ضد TNF- $\alpha$  کافی باشد (۲۳). ارزیابی کلون های بدست آمده حاوی قطعات کوچک آنتی بادی بر ضد TNF- $\alpha$  با استفاده از تست های مونوکلونال فاژ الایزا، RFLP، PCR، توالی یابی و وسترن بلات انجام گرفت. مونوکلونال فاژ الایزا نشان داد که حدود ۵۰ کلون دارای جذب بالایی بودند. پس از انتخاب کلون های حاوی فاژمید دارای قطعات اینسرت شده به منظور بررسی تفاوت توالی ها و نیز اختصاصیت قطعات scFv بدست آمده، واکنش زنجیره ای پلی مرز، RFLP و توالی یابی قطعات هدف انجام شد. تجربه و تحلیل انجام شده بر روی توالی ها با استفاده از نرم افزار های بیوانفورماتیکی نشان داد که همه پلاسمید ها دارای اینسرت بودند. بعلاوه تفاوت توالی ها بیشتر در سه منطقه داغ، دیده می شود که می تواند در فعالیت پروتئین تاثیر گذار باشد. این کلون های متفاوت، به منظور ارزیابی بیشتر از نظر فعالیت انتخاب شدند. تست وسترن بلات برای تایید وجود قطعات scFv اختصاصی بر ضد TNF- $\alpha$  طراحی شد. وسترن بلات با استفاده از آنتی بادی مونوکلونال بر ضد Myc tag روی فرکسیون پری پلاسمیک کلون های انتخابی سویه HB<sub>2151</sub> باکتری E.coli بیان موفقیت آمیز قطعات scFv را نشان داد.

اخیرا هدف درمانی و درمان با خنثی سازی سایتوکاین ها با استفاده از آنتی بادی های مونوکلونال برای درمان سرطان و بیماری های التهابی بکار گرفته می شود. با توجه به نقش TNF- $\alpha$  در بیماری های مختلف مخصوصا بیماریهای اتوایمیون از قبیل آرتریت روماتوئید، کرون، مالتیپل اسکلروز، روده ملتهب، تیروئید اتوایمیون، گریوز و نیز بیماری های بدخیم (۲۵ و ۲۴) و نیاز کشور برای درمان و تشخیص های پاراکلینیکی این بیماری ها که طبق اسناد وزارت بهداشت و درمان، سالانه بالغ بر میلیون ها دلار، صرف خرید آنتی بادی های مونوکلونال بر ضد TNF- $\alpha$  از خارج از کشور می شود، یکی از راهکارهای مقابله با آثار زیانبار TNF- $\alpha$  استفاده از آنتی بادی های مونوکلونال است و تاثیر درمان علیه TNF- $\alpha$  در معالجه آرتریت روماتوئید کاملا اثبات شده است (۲۶). تا بحال چند تا از بلوکر های TNF- $\alpha$  توسط موسسه غذا و داروی آمریکا (FDA) برای معالجه انواع مختلفی از بیماری ها تایید شده است. از جمله می توان به adalimumab، etanercept، infliximab (در سال ۲۰۰۸ برای بیماری کرون و در سال ۲۰۰۹ برای RA)، certolizumab و golimumab (در سال ۲۰۰۹ برای آرتریت روماتوئید، آرتریت پسوریایی و ankylosing spondylitis (AS) اشاره کرد (۲۷-۲۹).

با اینحال برای هر چه بیشتر موثر تر واقع شدن این راهکار به چند نکته باید توجه داشت. نخست اینکه وزن مولکولی ایمونوگلوبولین مونوکلونال بزرگ است (۱۵۰ کیلو دالتون) که این مساله انتشار این مولکول و هدف گیری آنتی ژن هایی را که در اعماق بافت ها قرار دارند مشکل می کند. دوم اینکه تهیه و تولید آنتی

بادی ها با استفاده از کشت سلول پستانداران مشکل و پر هزینه است. این مشکلات، توجه و علاقه شرکت های دارویی را از سمت آنتی بادی های مونوکلونال کامل بسمت قطعات کوچک آنتی بادی ها معطوف کرده است (۳۰). چرا که این قطعات کوچک دارای مزیت های خاصی می باشند، یکی از مزیت های آنها اندازه و سایز کوچک آنهاست که این امکان را به آنها می دهد که راحت تر و عمیق تر از آنتی بادی های کامل به بافت ها و تومورها نفوذ کرده و نقش خود را ایفا کنند (۳۱). بعلاوه اندازه کوچک آنها این امکان را به این قطعات می دهد که به اپی توپ های پنهانی که قابل دسترس به آنتی بادی های کامل نیستند از جمله گلیکوپروتئین های پاتوژن ایمن گریز و نیز محل های فعال پنهان آنزیمی متصل شوند. همچنین از آنجا که قطعات کوچک آنتی بادی ها، پروتئین های کوچک و غیر گلیکوزیله اند، امکان تولید آنها را در سیستم های بیانی باکتریال که سیستم های بیانی ساده، راحت و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه هستند، میسر می کند (۳۳ و ۳۲).

یکی از معایب قطعات کوچک آنتی بادی ها، کلیرانس کلیوی سریع آنهاست. امروزه برای اصلاح این مشکل، آنتی بادی های scFv را بهم متصل کرده و قطعات دیگری از آنتی بادی ها مانند دیابادی ها، تریابادی ها و تترا بادیها را مهندسی می کنند (۳۴). بعلاوه با استفاده از کلیرانس کلیوی سریع، این قطعات کوچک آنتی بادی ها را با مواد مختلف نشاندار کرده و در تصویر برداری های مختلف از نقاط بدن مورد استفاده قرار می دهند (۳۵). تکنیک فاژ دیسپلی یکی از تکنیک های مهم برای تهیه و تولید قطعات کوچک آنتی بادی های انسانی می باشد. تکنیکی که براحتی می تواند پاسخگوی نیاز جوامع در تهیه و تولید آنتی بادی های مونوکلونال باشد. امروزه چندین آنتی بادی مونوکلونال تولید شده با این تکنیک مجوز FDA را در یافت کرده و یا در مراحل مختلف کارآزمایی های بالینی هستند (۳۶).

این مطالعه یک مطالعه کاربردی برای پاسخگویی به یکی از نیازهای ضروری کشور بود که با انجام مطالعات تکمیلی، می تواند راه را برای انجام دیگر موفقیت ها هموار سازد. بنظر می رسد پرداختن به مطالعات و پژوهش های کاربردی یک ضرورت برای کشور باشد. چرا که این پژوهش ها می توانند هم مشکلات جامعه را مرتفع سازند و هم اینکه از واردات بی رویه بعضی اقلام و کالاها جلوگیری کنند که به تبع آن علاوه بر جلوگیری از مصرف ارز، قطع وابستگی کشور به خارج را نیز در پی خواهد داشت.

پس از بررسی های بیشتر، از آنتی بادی تولید شده بر علیه TNF- $\alpha$  با روش فوق می توان علاوه بر استفاده درمانی، در تشخیص های آزمایشگاهی در تست های مختلف ایمونواسی از قبیل الایزا، وسترن بلات، تست های ایمونوهیستوشیمی و فلوسیتومتری استفاده کرد. با انجام این مطالعه، آنتی بادی مونوکلونال نسل چهار بر ضد TNF- $\alpha$  با موفقیت تولید شد.

## تقدیر و تشکر

بدینوسیله از مرکز تحقیقات ریز فن آوری دارویی تبریز که هزینه این طرح را تقبل نموده اند، همچنین از مرکز تحقیقات ایمونولوژی و مرکز تحقیقات کاربردی- دارویی تبریز بخاطر همکاری صمیمانه در اجرای این طرح تشکر و قدردانی می گردد.

## Isolation of Anti-Tumor Necrosis Factor-Alpha (TNF- $\alpha$ ) scFvs Antibody from Phage Antibody Library

J. Abdolalizadeh (PhD)<sup>1</sup>, J. Majidi Zolbanin (PhD)<sup>1\*</sup>, M. Nouri (PhD)<sup>1</sup>,  
B. Baradaran (PhD)<sup>2</sup>, A. Barzegari (MSc)<sup>1</sup>, Y. Omidi (PhD)<sup>1</sup>

1. Research Center for Pharmaceutical Nanotechnology, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

2. Immunology Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

---

J Babol Univ Med Sci; 15(3); May 2013; pp: 79-87

Received: Apr 30<sup>th</sup> 2012, Revised: Jul 4<sup>th</sup> 2012, Accepted: Jan 6<sup>th</sup> 2013.

### ABSTRACT

**BACKGROUND AND OBJECTIVE:** Cytokine therapy is a fundamental step for the control of the most severe inflammatory diseases. Considering the importance of TNF- $\alpha$  in most of autoimmune and inflammatory diseases, it has been as an attractive target for many researchers and is an important candidate for cytokine therapy. Using monoclonal antibodies is a major approach in contrast to deleterious effects of TNF- $\alpha$ . Antibody phage display technology is a major technique for the preparation of monoclonal antibodies. Our goal in current study was production and preparation of monoclonal antibody against TNF- $\alpha$ .

**METHODS:** For Biopanning technique, we used ELISA plates for isolation of single chain variable fragments (scFv) from Tomlinson library. After coating of TNF- $\alpha$  protein in the wells, phage library was added. Specific phages were eluted using Trypsin after washing process and amplified in TG1 cells. Five rounds of panning were conducted for obtaining high specific phages. The evaluation of selected clones was done through monoclonal phage ELISA, PCR, RFLP and western blotting methods.

**FINDINGS:** Analysis of sequences using bioinformatic softwares showed that separated plasmids from TNF- $\alpha$  reactive clones contained insertions. Furthermore, most of variations are seen in three hot regions which can affect protein function.

**CONCLUSION:** The results of this study showed that forth generation of monoclonal antibodies against human TNF- $\alpha$  were successfully produced.

**KEY WORDS:** *Phage display, TNF- $\alpha$ , Monoclonal antibody, Single chain variable fragment.*

---

\*Corresponding Author;

Address: Research Center for Pharmaceutical Nanotechnology, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Tel: +98 411 3364665

E-mail: jmajidiz@yahoo.com

## References

1. Wolf R, Matz H, Orion E, Ruocco V. Anti-TNF therapies—the hope of tomorrow. *Clin Dermatol* 2002;20(5):522-30.
2. Ware CF. Network communications: lymphotoxins, LIGHT, and TNF. *Annu Rev Immunol* 2005;23:787-819.
3. Bradley JR. TNF-mediated inflammatory disease. *J Pathol* 2008;214(2):149-60.
4. Feldmann M, Maini RN. Anti-TNF alpha therapy of rheumatoid arthritis: what have we learned? *Annu Rev Immunol* 2001;19:163-96.
5. Horiuchi T, Mitoma H, Harashima S, Tsukamoto H, Shimoda T. Transmembrane TNF-alpha: structure, function and interaction with anti-TNF agents. *Rheumatology (Oxford)* 2010;49(7):1215-28.
6. Palladino MA, Bahjat FR, Theodorakis EA, Moldawer LL. Anti-TNF-alpha therapies: the next generation. *Nat Rev Drug Discov* 2003;2(9):736-46.
7. Locksley RM, Killeen N, Lenardo MJ. The TNF and TNF receptor superfamilies: integrating mammalian biology. *Cell* 2001;104(4):487-501.
8. Dayer JM, Beutler B, Cerami A. Cachectin/tumor necrosis factor stimulates collagenase and prostaglandin E2 production by human synovial cells and dermal fibroblasts. *J Exp Med* 1985;162(6):2163-8.
9. Tracey KJ, Wei H, Manogue KR, et al. Cachectin/tumor necrosis factor induces cachexia, anemia, and inflammation. *J Exp Med* 1988;167(3):1211-27.
10. Kohler G, Milstein C. Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. *Nature* 1975;256(5517):495-7.
11. Schroff RW, Foon KA, Beatty SM, Oldham RK, Morgan AC, Jr. Human anti-murine immunoglobulin responses in patients receiving monoclonal antibody therapy. *Cancer Res* 1985;45(2):879-85.
12. Shawler DL, Bartholomew RM, Smith LM, Dillman RO. Human immune response to multiple injections of murine monoclonal IgG. *J Immunol* 1985;135(2):1530-5.
13. Morrison SL, Johnson MJ, Herzenberg LA, Oi VT. Chimeric human antibody molecules: mouse antigen-binding domains with human constant region domains. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1984;81(21):6851-5.
14. Riechmann L, Clark M, Waldmann H, Winter G. Reshaping human antibodies for therapy. *Nature* 1988;332(6162):323-7.
15. Lonberg N, Huszar D. Human antibodies from transgenic mice. *Int Rev Immunol* 1995;13(1):65-93.
16. Lonberg N, Taylor LD, Harding FA, et al. Antigen-specific human antibodies from mice comprising four distinct genetic modifications. *Nature* 1994;368(6474):856-9.
17. Mendez MJ, Green LL, Corvalan JR, et al. Functional transplant of megabase human immunoglobulin loci recapitulates human antibody response in mice. *Nat Genet* 1997;15(2):146-56.
18. McCafferty J, Griffiths AD, Winter G, Chiswell DJ. Phage antibodies: filamentous phage displaying antibody variable domains. *Nature* 1990;348(6301):552-4.
19. Smith GP. Filamentous fusion phage: novel expression vectors that display cloned antigens on the virion surface. *Science* 1985;228(4705):1315-7.
20. Baradaran B, Majidi J, Hassan Z, Abdolalizadeh J. Large scale production and characterization of anti-human IgG monoclonal antibody in peritoneum of Balb/c mice. *Am J Biochem Biotechnol* 2006;1(4):186-192.
21. Mostafaie A, Abdolalizadeh J. Immunogens of *Brucella abortus* (S19) identified by two-dimensional gel electrophoresis and immunoblotting. *Iran J Med Sci* 2005;30(1):10-15.
22. Towbin H, Staehelin T, Gordon J. Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications. *Proc Natl Acad Sci USA* 1979;76(9):4350-4.
23. Chen W, Zhang J, Zhang T, et al. Improved isolation of anti-rhTNF-alpha scFvs from phage display library by bioinformatics. *Mol Biotechnol* 2009;43(1):20-8.



24. Elliott MJ, Maini RN, Feldmann M, et al. Treatment of rheumatoid arthritis with chimeric monoclonal antibodies to tumor necrosis factor. *Arthritis Rheum* 1993;36(12):1681-90.
25. Palladino MA, Bahjat FR, Theodorakis EA, Moldawer LL. Anti-TNF-alpha therapies: the next generation. *Nat Rev Drug Discov* 2003;2(9):736-46.
26. Chan AC, Carter PJ. Therapeutic antibodies for autoimmunity and inflammation. *Nat Rev Immunol* 2010;10(5):301-16.
27. Dommasch E, Gelfand JM. Is there truly a risk of lymphoma from biologic therapies? *Dermatol Ther* 2009;22(5):418-30.
28. Ferrandiz C, Carrascosa JM, Boada A. A new era in the management of psoriasis? The biologics: facts and controversies. *Clin Dermatol* 2010;28(1):81-7.
29. Smolen JS, Weinblatt ME. When patients with rheumatoid arthritis fail tumour necrosis factor inhibitors: what is the next step? *Ann Rheum Dis* 2008;67(11):1497-8.
30. Nelson AL, Reichert JM. Development trends for therapeutic antibody fragments. *Nat Biotechnol* 2009;27(4):331-7.
31. Joosten V, Lokman C, Van Den Hondel CA, Punt PJ. The production of antibody fragments and antibody fusion proteins by yeasts and filamentous fungi. *Microb Cell Fact* 2003;2(1):1.
32. Zhu Z, Zapata G, Shalaby R, Snedecor B, Chen H, Carter P. High level secretion of a humanized bispecific diabody from *escherichia coli*. *Biotechnology (NY)* 1996;14(2):192-6.
33. Le Gall F, Bove JM, Garnier M. Engineering of a single-chain variable-fragment (scFv) antibody specific for the stolbur phytoplasma (Mollicute) and its expression in *escherichia coli* and tobacco plants. *Appl Environ Microbiol* 1998;64(11):4566-72.
34. Hudson PJ, Kortt AA. High avidity scFv multimers; diabodies and triabodies. *J Immunol Methods* 1999;231(1-2):177-89.
35. Colcher D, Pavlinkova G, Beresford G, Booth B, Choudhury A, Batra S. Pharmacokinetics and biodistribution of genetically-engineered antibodies. *Q J Nucl Med* 1998;42(4):225-41.
36. Thie H, Meyer T, Schirrmann T, Hust M, Dubel S. Phage display derived therapeutic antibodies. *Curr Pharm Biotechnol* 2008;9(6):439-46.