

مطالعه تأثیر مشتق جدید تiazولیدینون بر مسیر التهابی با تأکید بر مهار فاکتور رونویسی NF-κB

فرحناز حسن زاده¹، محمود رضا آقامعالی^{2*}، حسین غفوری²، لیلا جمالزاده³، اسداله محمدی⁴

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زیست شناسی، دانشکده پردیس بین الملل، دانشگاه گیلان، رشت

2- استادیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت

3- دانشجوی دکتری گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت

4- استادیار گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت

* رشت، صندوق پستی 41335-19141

aghamaali@guilan.ac.ir

(دریافت مقاله: 94/3/4 پذیرش مقاله: 94/6/17)

چکیده- اخیراً مشتق جدیدی از تiazولیدینون به نام 5- (2 و 4- بیس 4- اتوکسی فینیل آزو -3- هیدروکسی بنزیلیدین) - 2 و 4 تiazولیدینون (TZD-OCH₂CH₃) سنتز شده و خاصیت آنتی اکسیدانی آن به اثبات رسیده است. در این تحقیق اثرات ضدالتهابی این ترکیب (TZD-OCH₂CH₃) و توانایی آن در مهار NF-κB بر روی رده سلولی Raw264.7 بررسی شد.

ابتدا سلولها در محیط حاوی DMEM، FBS و آنتی بیوتیک کشت داده شد و غربالگری سمیت ترکیب مورد مطالعه (TZD-OCH₂CH₃) با آزمایش MTT، با غلظت های (0-120) میکروگرم بر میلی لیتر انجام گرفت. سپس به منظور بررسی اثر مهار ترکیب مورد مطالعه بر NF-κB از کیت مربوط به سنجش NF-κB استفاده شد. برطبق آزمایشها غلظت مهار رشد 50 درصد (IC₅₀) سلولهای Raw264.7 تیمار شده با TZD-OCH₂CH₃، 115 میکروگرم بر میلی لیتر بدست آمد. از طرف دیگر سنجش مهار NF-κB بر روی رده سلولی Raw264.7 با غلظت های 30 و 60 میکروگرم بر میلی لیتر از تiazولیدینون، حاکی از مهار این فاکتور التهابی توسط ترکیب فوق می باشد. بر طبق مطالعات صورت گرفته، نتایج نشان می دهند که ترکیب مذکور با توجه به مهار NF-κB با IC₅₀=48 میکروگرم بر میلی لیتر در رده سلولی Raw264.7، دارای اثرات ضد التهابی قابل ملاحظه ای است و می تواند به عنوان یک عامل شیمی درمانی امیدوار کننده در درمان سرطان در نظر گرفته شود.

کلیدواژگان: تiazولیدینون، MTT، NF-κB، Raw264.7.

1- مقدمه

مسیرهای التهابی اشاره کرد [1]. در دو دهه اخیر مولکولهای متعددی شناسایی شده اند که نقش مهمی در التهاب دارند. این مولکولها شامل فاکتور نکروزکننده تومور (TNF)، اینترلوکین 1 و 6، سیکلواکسیژناز 2

سرطان به معنای رشد، تکثیر و انتشار غیرطبیعی سلولهای بدن می باشد. از میان عوامل و مسیرهای مختلفی که موجب بروز سرطان می شوند، می توان به

اکسیدان‌ها، پپتیدها، پلی‌پپتیدهای مهندسی شده و پروتئین‌های ویروسی و میکروبی را شامل می‌شوند. چندین داروی ضد التهابی غیراستروئیدی (NSAID) از جمله آسپرین، ایبوپروفن، سولینداک و ایندومتاسین نیز می‌توانند مانع فعالیت NF-κB در رده‌های سلولی شوند [11]. علاوه بر ترکیبات و داروهای نام برده که در مهار NF-κB نقش دارند، یک ترکیب سنتزی بسیار مؤثر از مشتقات تiazولیدین با خاصیت ضد التهابی و ضد سرطانی، تiazولیدینون می‌باشد که در موقعیت‌های 2، 3 و یا 5 حاوی اتم سولفور است [12].

تiazولیدینون‌ها از ترکیبات مهم بیولوژیکی می‌باشند که طیف وسیعی از فعالیت‌ها از قبیل خاصیت آنتی‌اکسیدان، ضد باکتری، ضد ویروس، ضد توموری و ضد دیابت را از خود نشان می‌دهند. مشتقات مختلفی از این ترکیب در رده‌های مختلف سلولی مورد بررسی قرار گرفت. یکی از مشتقات تiazولیدینون، 5-(4,2)-بیس-4-اتوکسی فنیل آزو-3-هیدروکسی بنزیلیدین (4,2-TZD-تiazولیدینون) (OCH₂CH₃) می‌باشد که در سال 2014 در دانشکده شیمی دانشگاه گیلان سنتز شد و ویژگی‌های بیولوژیکی آن اثبات شد [13]. با توجه به خواص بیولوژیکی این مشتق جدید تiazولیدینون، در این پژوهش اثر ضد التهابی آن بر روی رده سلولی Raw264.7 با تأکید و تمرکز بر مهار فاکتور کلیدی التهابی NF-κB مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این تحقیق، بررسی اثر ضد التهابی مشتق جدید تiazولیدینون به نام 5-(4,2)-بیس-4-اتوکسی فنیل آزو-3-هیدروکسی بنزیلیدین (4,2-TZD-تiazولیدینون) (OCH₂CH₃) بر روی رده سلولی Raw264.7 از طریق مهار فاکتور التهابی NF-κB می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

1-1- کشت سلول Raw264.7

در این پژوهش از رده سلولی ماکروفاژ موشی به نام

(COX)، متالوپروتئازهای ماتریکس (MMP) و فاکتور رشد اندوتلیال رگی (VEGF) می‌باشند. ویژگی مشترک تمامی مولکول‌های نامبرده این است که همگی به وسیله فاکتور رونویسی NF-κB تنظیم می‌شوند [2]. این فاکتور رونویسی، سلول‌های تأثیرگذار در التهاب و سرطان را به هم مرتبط کرده [3] و چندین فرایند مهم فیزیولوژی از قبیل واکنش‌های ایمنی و التهابی، رشد سلول و آپتوز را تنظیم می‌کند [4]. در بیشتر بافت‌های سرطانی میزان بیان NF-κB افزایش می‌یابد. از جمله فعالیت‌های NF-κB، القاء پیشروی سرطان پروستات و متاستاز تومور به غدد لنفاوی می‌باشد [5]. همچنین پیشروی سرطان ریه [6]، سرطان سینه [7] و پاسخ به شیمی‌درمانی در سرطان سینه [8] همگی با فعالیت NF-κB مرتبط می‌باشند.

مطالعات بیس واس و همکارانش در زمینه بررسی نقش NF-κB در سرطان سینه و تنظیم آپتوز و تکثیر سلول حاکی از آن است که سلول‌های سرطانی سینه برای تکثیر سلول به NF-κB وابسته‌اند و هم زمان از آپتوز اجتناب می‌نمایند [9]. NF-κB در سیتوزول به صورت یک کمپلکس غیرفعال که به پروتئین مهار کننده IκB متصل است، یافت می‌شود [4]. پروتئین IκB، سیگنال جابه‌جایی هسته‌ای هتروداپمر را ایجاد می‌کند، بنابراین از انتقال NF-κB به داخل هسته جلوگیری می‌کند. همچنین این پروتئین مهار کننده، در پاسخ به عوامل مختلف همانند لیپولی ساکارید (LPS)، توسط IKK فسفریله شده و از NF-κB جدا می‌شود، در این شرایط NF-κB، فعال و وارد هسته شده و روی پروموتور COX₂ و iNOS می‌نشیند و با القاء بیان آنها موجب بروز التهاب می‌شود [10].

مطالعات متعدد و گسترده‌ای که در زمینه مهار مسیر فعالیت فاکتور رونویسی NF-κB صورت گرفته است دلالت بر اهمیت مهار این کمپلکس پروتئینی دارد. تاکنون بیش از 750 مهارکننده مسیر NF-κB شناسایی شده‌اند [4] که انواع مختلف مولکول‌های طبیعی و سنتزی، اعم از آنتی

حجمی/حجمی) سنجیده شد. در صورتی که غلظت انتخابی 0/6 درصد بر اساس تست تکمیلی تعیین شده است، لذا به منظور به حداقل رساندن اثر سمیت حلال، غلظت نهایی آن در تمام چاهک‌ها به میزان یکسان و کمتر از 0/6 درصد محاسبه گردید.

3-2- تحریک سلول‌های ماکروفاژی Raw264.7 با لیپو

پلی ساکارید (LPS)

به منظور تحریک و فعال نمودن مسیرهای التهابی، سلول‌های Raw264.7 به مدت 18 ساعت همراه با LPS (غلظت 1 $\mu\text{g/ml}$ در محیط کشت سلول) انکوبه شدند. سپس به منظور مطالعه تأثیر ترکیب TZD-OCH₂CH₃ بر میزان مهار NF- κ B در سلول تحریک شده با LPS و بر اساس نتایج حاصل از تست MTT، سلول‌ها با غلظت‌های 30 و 60 $\mu\text{g/ml}$ از ترکیب مورد نظر به مدت 24 ساعت تیمار شدند.

4-2- سنجش میزان اثر مهارى TZD-OCH₂CH₃ بر NF-

kB(total)

به منظور بررسی تأثیر ترکیب مذکور بر میزان فاکتور NF- κ B، از کیت NF- κ B65 محصول شرکت Invitrogen استفاده گردید. به طور خلاصه، سلول‌های Raw264.7 پس از انجام تیمارهای لازم، با بافر لیزکننده لیز شدند و سوپرناتانت که محتوی پروتئین کل سلولی است جداسازی شد. سطح چاهک‌های مورد استفاده در این کیت توسط یک آنتی‌بادی منوکلونال اختصاصی علیه NF- κ B پوشیده شده است که پس از اضافه کردن استانداردها و نمونه‌ها به چاهک‌ها در طی اولین انکوباسیون، آنتی‌ژن NF- κ B به آن متصل می‌شود. ردیابی آنتی‌ژن‌های اتصال یافته، توسط آنتی‌بادی اختصاصی علیه NF- κ B و به دنبال آن آنتی‌بادی ثانویه کونژوگه به HRP ضد ایمونوگلوبولین خرگوشی، انجام شد. پس از افزودن

RAW264.7 که از بانک سلولی ایران (IBRC) خریداری شد، استفاده گردید. سلول‌های Raw264.7 در محیط کشت کامل (حاوی 90 درصد DMEM، 10 درصد سرم جنین گاوی (FBS) و 1 درصد محلول استرپتومایسین/پنی‌سیلین) در فلاسک 25 cm² کشت داده شده و در دمای 37 درجه سانتی‌گراد و 5 درصد CO₂ و 95 درصد رطوبت سلول انکوبه شدند. همچنین سلول‌ها پس از رسیدن به تراکم مطلوب برای انجام تست‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

2-2- تست سنجش سمیت (MTT)

تست MTT که یکی از روش‌های رنگ‌سنجی متداول برای بررسی میزان سمیت مواد بر حیات سلول است، بر اساس احیای محلول زرد رنگ تترازولیوم به وسیله آنزیم سوکسینات دهیدروژناز میتوکندریایی در سلول‌های زنده و تشکیل بلورهای نامحلول و بنفش رنگ فورمازان انجام می‌شود. به منظور انجام این تست، ابتدا در هر چاهک از پلیت 96 خانه 10×10^3 سلول کشت داده شده و پس از 24 ساعت انکوبه شدن، با غلظت‌های مختلف TZD-OCH₂CH₃ (0، 10، 50، 75، 100، 120 $\mu\text{g/ml}$) ترکیب -TZD-OCH₂CH₃ تیمار شدند. پس از 24 ساعت انکوباسیون، محیط کشت سلولی با 100 میکرولیتر محیط کشت تازه حاوی محلول MTT جایگزین و به مدت 4 ساعت انکوبه گردید. سپس به منظور حل نمودن کریستال‌های فورمازان، 100 میکرولیتر DMSO به هر یک از چاهک‌ها اضافه شد و میزان جذب نمونه‌های تیمار شده در طول موج 570 نانومتر به وسیله دستگاه الیزاریدر خوانده شد. لازم به ذکر است که برای حل نمودن TZD-OCH₂CH₃ از حلال DMSO استفاده شد. همچنین برای بررسی اثر حلال DMSO بر روی سلول‌های RAW264.7، در یک تست تکمیلی تأثیر غلظت‌های مختلف DMSO (0/0، 0/1، 0/2، 0/4، 0/6، 0/8، 1، 1/4%)

مختلف $TZD-OCH_2CH_3$ ، نتایج MTT اختلاف معناداری را در میزان مهار رشد سلول‌های تیمار شده نشان داد (شکل 2) و ترکیب مورد مطالعه، رشد سلول‌ها را به صورت وابسته به دوز مهار نمود. بر اساس این نمودار، غلظتی از ترکیب که توانایی از بین بردن پنجاه درصد سلول‌ها را دارد (IC_{50}) $115 \mu g/ml$ بدست آمد.

3-3- نتایج سنجش NF- κ B

پس از تحریک سلول‌ها با LPS، بر اساس نتایج حاصل از تست MTT، سلول‌ها با غلظت‌های 30 و $60 \mu g/ml$ از $TZD-OCH_2CH_3$ به مدت 24 ساعت تیمار شدند، سپس میزان مهار فاکتور التهابی NF- κ B، با استفاده از کیت سنجش NF- κ B مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از منحنی استاندارد NF- κ B، میزان مهار NF- κ B با غلظت‌های مختلف ترکیب مورد مطالعه به دست آمد، بطوری که در حضور غلظت‌های 30 و $60 \mu g/ml$ از $TZD-OCH_2CH_3$ ، غلظت NF- κ B به میزان قابل ملاحظه‌ای و تا حدود 65 و 86 درصد کاهش یافت. (شکل 3). به عبارتی نتایج نشان داد که با افزایش غلظت ترکیب، میزان مهار فاکتور التهابی NF- κ B نیز افزایش یافت.

سویسترای TMB و توقف واکنش با HCL، میزان جذب در طول موج 450 نانومتر بررسی گردید.

3- نتایج

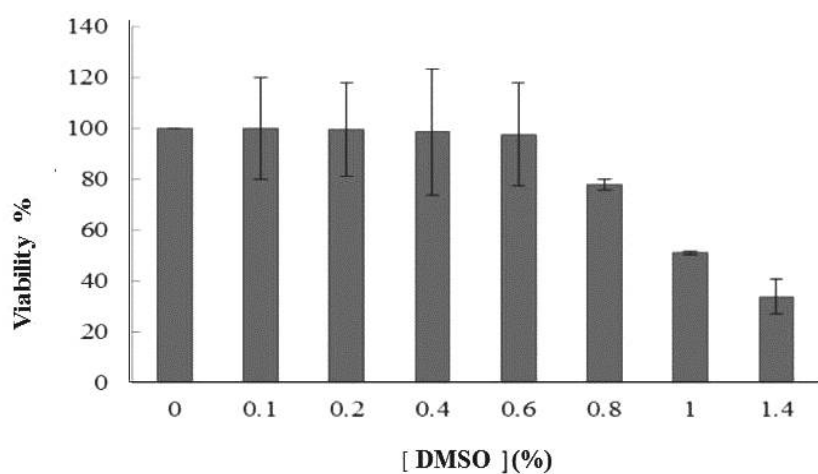
3-1- نتایج اثر سمیت حلال (DMSO) بر روی رده سلولی RAW264.7

به منظور بررسی اثر سمیت حلال (DMSO) بر روی سلول‌های RAW264.7، تست MTT انجام شد. همان‌طور که در شکل 1 مشاهده می‌شود، نتایج حاکی از عدم سمیت معنادار حلال (DMSO) تا غلظت 0/6 درصد بوده و تنها در مقادیر بالاتر از این غلظت، اختلاف معناداری دیده می‌شود ($P < 0/01$). بدین ترتیب با توجه به نتایج بدست آمده از اثرات سمیت DMSO، غلظت مناسب این ماده جهت استفاده به عنوان حلال $TZD-OCH_2CH_3$ ، 0/6% انتخاب شد.

3-2- نتایج بررسی سمیت سلولی مشتق 5- (2) و 4-

بیس 4- اتوکسی فنیل آزو -3- هیدروکسی بنزیلیدین) - 2 و 4 تiazolidinone ($TZD-OCH_2CH_3$)

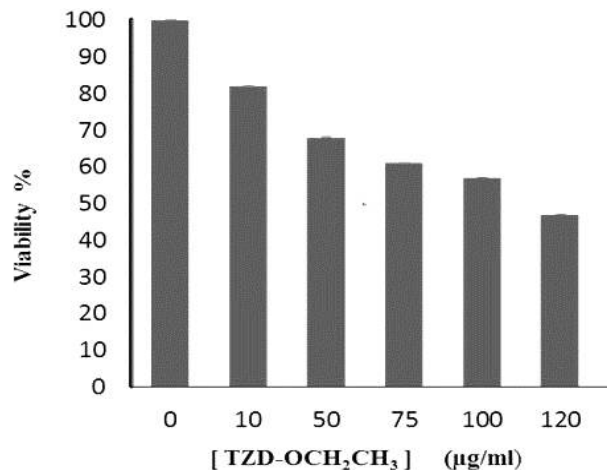
پس از تیمار سلول‌های RAW264.7 با غلظت‌های



شکل 1 درصد سلول‌های زنده Raw264.7 تیمار شده با غلظت‌های مختلف DMSO ($p < 0.01$)

سراسر جهان در حال انجام می‌باشد. تiazولیدینون‌ها از ترکیبات سنتزی هستند که به علت خواص ضد سرطانی و ضد التهابی که دارند بسیار حائز اهمیت‌اند. در گذشته مشتقات مختلفی از این ترکیب مورد مطالعه قرار گرفته است [14]. $\text{TZD-OCH}_2\text{CH}_3$ مشتق جدیدی از تiazولیدینون می‌باشد که در دانشکده شیمی دانشگاه گیلان سنتز شد و خصوصیات بیولوژی آن اثبات گردید [13].

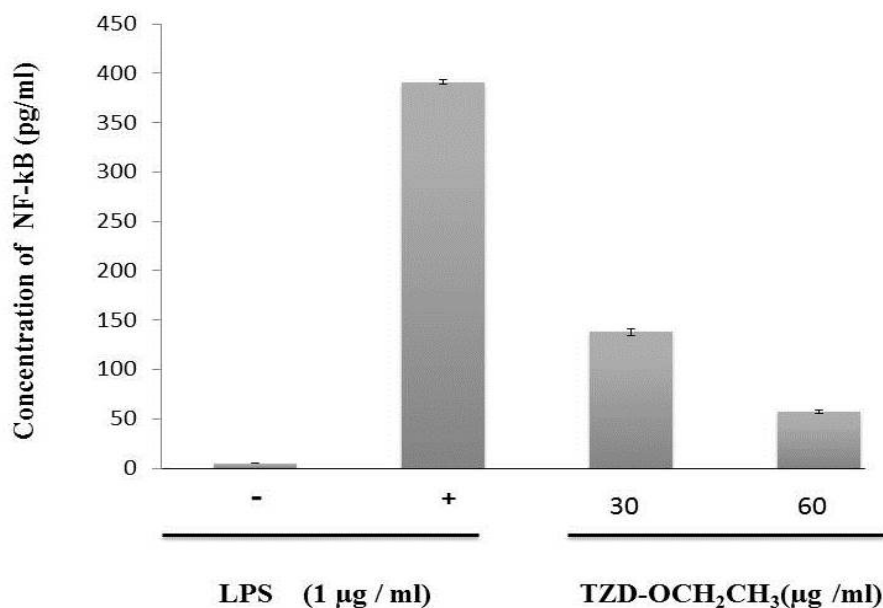
با توجه به توانایی‌های این مشتق جدید، در مطالعه حاضر به منظور بررسی مهار فاکتور التهابی NF- κ B در رده سلولی Raw264.7، از این ترکیب استفاده شد. فاکتور رونویسی NF- κ B، از فاکتورهای بسیار مهمی است که التهاب و سرطان را بهم پیوند می‌دهد [3]؛ در واقع میان NF- κ B و سرطان رابطه تنگاتنگی دیده می‌شود. مطالعات روی مدل‌های موشی نشان داد ارتباط معناداری میان فعالیت NF- κ B و گسترش و پیشروی تومور وجود دارد [15، 16]. با توجه به اهمیت NF- κ B در ایجاد التهاب، در مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر التهابی از این فاکتور استفاده شد.



شکل 2 درصد زنده ماندن سلول‌های Raw264.7 تیمار شده با غلظت‌های مختلف $\text{TZD-OCH}_2\text{CH}_3$ (0-120) میکروگرم بر میلی‌لیتر

4- بحث

امروزه یکی از روش‌های اصلی درمان سرطان شیمی‌درمانی می‌باشد، ولی با توجه به عوارض جانبی این روش درمانی که از مهمترین آنها کاهش تعداد سلول‌های خونی است، به منظور طراحی ترکیبات کارآمدتر در راستای درمان سرطان، تحقیقات بیوشیمیایی گسترده‌ای در

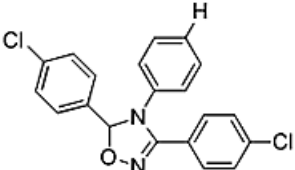
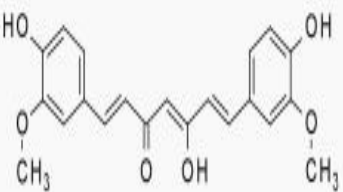
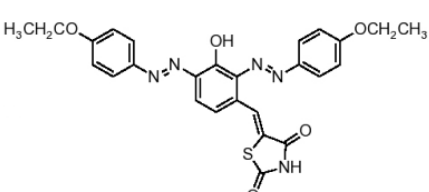


شکل 3 سنجش میزان NF- κ B تولید شده توسط سلول‌های Raw264.7 در حضور و عدم حضور LPS. اثر غلظت‌های 30 و 60 µg/ml مهار NF- κ B بعد از 18 ساعت تیمار سلول‌ها با LPS

NF- κ B به میزان قابل ملاحظه‌ای و تا حدود 65 و 86 درصد کاهش یافت. در مطالعه دیگری که در سال 2008 صورت پذیرفت و تأثیر داروی آرسنیک تری اکسید به عنوان مهار کننده NF- κ B بررسی گردید، گزارش شد که بعد از تیمار سلول‌های تومور، با دوز $1\mu\text{M}$ این دارو، از میزان فعالیت فاکتور رونویسی NF- κ B به میزان معناداری کاسته شد [20]. همچنین در سال 1392 تأثیر ترکیب سنتزی (3,5-bis(4-chlorophenyl)-4,5-dihydro-1,2,4-oxadiazole بر روی میزان بیان NF- κ B مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که در سلول‌های K562 تیمار شده توسط این ترکیب، مقدار NF- κ B نسبت به نمونه کنترل به میزان 50% کاهش یافت [21]. در پژوهش دیگری که در سال 1385 صورت پذیرفت اثر کورکومین به عنوان یک بازدارنده قوی NF- κ B مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که در محیط کشت، کورکومین به طور معناداری باعث کاهش NF- κ B می‌شود [22]. در جدول 1 غلظت مؤثر این ترکیب دارویی در مهار فاکتور التهابی NF- κ B آورده شده است.

با توجه به غیرقطبی بودن TZD-OCH₂CH₃، از DMSO با (غلظت 16 / 0 درصد) به عنوان حلال استفاده شد. در سایر مطالعات نیز از غلظت‌های کمتر از 1 درصد DMSO استفاده شده است [17,18]. به منظور تعیین میزان سمیت ترکیب مورد مطالعه آزمون MTT انجام شد، غلظت‌های بکار رفته (0 - 120) $\mu\text{g/ml}$ از ترکیب TZD-OCH₂CH₃ می‌باشد. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که این ترکیب دارای پتانسیل مهار کنندگی مناسب بر روی سلول Raw264.7 می‌باشد؛ به طوری که IC₅₀ ترکیب مورد مطالعه 115 $\mu\text{g/ml}$ بدست آمد. در تحقیقات دیگر با موضوعات مشابه این آزمون (MTT) برای اندازه‌گیری میزان بقای سلول، به عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌ها می‌باشد [19] در ادامه برای بررسی میزان مهار NF- κ B توسط این ترکیب جدید، از کیت مربوط به سنجش NF- κ B استفاده شد. میزان مهار این فاکتور التهابی با غلظت‌های مختلف TZD-OCH₂CH₃، در شکل 3، آورده شده است. در این شکل دیده می‌شود که در حضور غلظت‌های 30 و 60 $\mu\text{g/ml}$ از TZD-OCH₂CH₃، غلظت

جدول 1 ساختار و غلظت مؤثر 3 مهارکننده فاکتور التهابی NF- κ B

نام آیوپاک ترکیب	ساختار ترکیب سنتز شده	غلظت مؤثر	درصد مهار
3,5-bis(4-chlorophenyl)-4,5-dihydro-1,2,4-oxadiazole		7 $\mu\text{g/ml}$	50%
(1E,6E)-1,7-bis-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-1,6-heptadiene-3,5-dion		8 $\mu\text{g/ml}$	60%
5(2,4-bis(4-ethoxy phenyl)azo-3-hydroxy benzylidene)-2,4 thiazolidinone		$\mu\text{g/ml}$ 30 , 60	65% , 86%

- treatment response in breast cancer. *Current opinion in oncology*. **15**, 405-411.
- [9] Biswas, D. K. and Iglehart, J. D. (2006) Linkage between EGFR family receptors and nuclear factor kappaB (NF-kappaB) signaling in breast cancer. *Journal of cellular physiology*. **209**, 645-652.
- [10] Scheidereit, C. (2006) IKB kinase complexes: gateways to NF-kB activation and transcription. *Oncogene*. **25**, 6685-6705.
- [11] Kopp, E. and Ghosh, S. (1994) Inhibition of NF-kappa B by sodium salicylate and aspirin. *Science*. **265**, 956-959.
- [12] Jain, V. S., Vora, D. K. and Ramaa, C. S. (2013) Thiazolidine-2, 4-diones: Progress towards multifarious applications. *Bioorganic & medicinal chemistry*. **21**, 1599-1620.
- [13] Mohammadi, A., Ghafoori, H., Ghalami-Choobar, B. and Rohinejad, R. (2014) Synthesis, solvatochromic properties and biological evaluation of some novel azo-hydrazone tautomeric dyes. *Journal of Molecular Liquids*. **198**, 44-50.
- [14] Adki, N., Ravi, G., Naseem, S. K. S. and Rao, N. (2012) Synthesis of new biologically active compounds containing linked thiazolyl-thiazolidinone heterocycles. *Organic Communications*. **5**, 160-170.
- [15] Karin, M. and Greten, F. R. (2005) NF-KB: linking inflammation and immunity to cancer development and progression. *Nature Reviews Immunology*. **5**, 749-759.
- [16] Luo, J.-L., Kamata, H. and Karin, M. (2005) IKK/NF-KB signaling: balancing life and death a new approach to cancer therapy. *Journal of Clinical Investigation*. **115**, 2625-2632.
- [17] Chapelsky, S., Batty, S., Frost, M. and Mogridge, J. (2008) Inhibition of anthrax lethal toxin-induced cytolysis of RAW264. 7 cells by celastrol. *PLoS One*. **3**, e1421.
- [18] Singla, R. K., Paul, P., Nayak, P. G. and Bhat, V. G. (2012) Investigation of anthramycin analogs induced cell death in MCF-7 breast cancer cells. *Indo Global J. Pharm. Sci*. **2** 383-389.
- [19] Ravichandiran, V. and Deepa, N. (2012) In-vitro anticancer activity of *Solidago canadensis* L. *Int. J. Res. Pharm. Sci*. **3**, 158-162.
- [20] Tun-Kyi, A., Qin, J. Z., Oberholzer, P. A., Navarini, A. A., Hassel, J. C., Dummer, R. et al (2008) Arsenic trioxide down-regulates antiapoptotic genes and induces cell death in mycosis fungoides tumors in a mouse model. *Annals of oncology*. **19**, 1488-1494.
- در این مطالعه با توجه به نقش NF-κB به عنوان عامل پیش برنده سرطان، و با توجه به کاهش چشمگیر این فاکتور التهابی توسط TZD-OCH₂CH₃، بر طبق نتایج بدست آمده از آزمون MTT و همچنین درصد مهار NF-κB، می توان نتیجه گرفت که TZD-OCH₂CH₃ ترکیبی است که قدرت بالایی در مهار فاکتور التهابی NF-κB دارد و می تواند به عنوان یک عامل شیمی درمانی امیدوار کننده در درمان سرطان در نظر گرفته شود.

5- منابع

- [1] Heidland, A., Klassen, A., Rutkowski, P. and Bahner, U. (2006) The contribution of Rudolf Virchow to the concept of inflammation: what is still of importance? *Journal of nephrology*. **19**, 102-109.
- [2] Garg, A. and Aggarwal, B. B. (2002) Nuclear transcription factor-kappaB as a target for cancer drug development. *Leukemia*. **16**, 1053-1068.
- [3] Pikarsky, E., Porat, R. M., Stein, I., Abramovitch, R., Amit, S., Kasem, S., Gutkovich-Pyest, E., Urieli-Shoval, S., Galun, E. and Ben-Neriah, Y. (2004) NF-kB functions as a tumour promoter in inflammation-associated cancer. *Nature*. **431**, 461-466.
- [4] Gilmore, T. D. and Herscovitch, M. (2006) Inhibitors of NF-kB signaling: 785 and counting. *Oncogene*. **25**, 6887-6899.
- [5] Lessard, L., Begin, L. R., Gleave, M. E., Mes-Masson, A. M. and Saad, F. (2005) Nuclear localisation of nuclear factor-kappaB transcription factors in prostate cancer: an immunohistochemical study. *British journal of cancer*. **93**, 1019-1023.
- [6] Tang, X., Liu, D., Shishodia, S., Ozburn, N., Behrens, C., Lee, J. J., Hong, W. K., Aggarwal, B. B. and Wistuba, I. I. (2006) Nuclear factor-kappaB (NF-kappaB) is frequently expressed in lung and preneoplastic lesions. *Cancer*. **107**. 2637-2646.
- [7] Lerebours, F., Vacher, S., Andrieu, C., Espie, M., Marty, M., Lidereau, R. and Bieche, I. (2008) NF-kappa B genes have a major role in inflammatory breast cancer. *BMC cancer*. **8**, 1471-1482
- [8] Garg, A. K., Hortobagyi, G. N., Aggarwal, B. B., Sahin, A. A. and Buchholz, T. A. (2003) Nuclear factor-kappa B as a predictor of

[22] مهسا محمد آملی، روح‌اله موسوی‌زاده، پروین امینی و باقر لاریجانی (1385) استفاده از مهار کننده فاکتور نسخه‌برداری NF- κ B در جزایر پانکراس، مجله دیابت و لیپید ایران، دوره 6 (شماره 2)، ص.ص. 125-133.

[21] شقایق نوروزی، مهناز نوروزی، سعید آریان، محمد نیبونی، محسن امینی و مونا سلیمی (1392) بررسی مکانیسم سمیت سلولی دو مشتق مهار کننده آنزیم سیکلواکسیژناز 2 در سلول‌های سرطان خون، انجمن فیزیولوژی و فارماکولوژی ایران 18 (1) ص.ص. 16-26.