Journal of Ardabil University of Medical Sciences

Vol. 17, No. 4, Winter 2018, Pages 465-475

Effect of Embelin on Inhibition of Cell Growth and Induction of Apoptosis in k562 Cell Line

Bargeshadi Z, Pazhang Y*

Departement of Biology, Faculty of Sciences, Urmia University, Urmia, Iran
**** Corresponding author.*** Tel/Fax: +984431944229, E-mail: y.pazhang@urmia.ac.ir

Recieved: Jun 20, 2017 Accepted: Dec 21, 2017

ABSTRACT

Background & objectives: Cancer is one of the leading causes of morbidity and mortality worldwide. Leukemia is a cancer of blood cells and bone marrow, which is characterized by abnormal growth of white blood cells, known as blasts. Chronic myeloid leukemia is a clonal hematopoietic stem cell disorder that accounts for 15-20 percent of adult leukemia. Embelin, a natural compound found in the fruit of Embeliaribes plant, has low toxicity and potent anticancer properties. Several studies have shown that the anticancer properties of Embelin are due to inhibition of XIAP (X-linked inhibitor of the apoptosis protein) and modulation of NF-kB signaling pathway. The aim of this study was to investigate the effect of Embelin on the growth and apoptosis of K562 cell line.

Methods: K562 cells were cultured in RPMI-1640 medium containing 10 % FBS and 1% penicillin. Then, the cells were treated with different concentrations of Embelin (2, 4, 6, 8 μM/ml) for 72 hours. MTT assay was used to determine the viability of cells. Hoechst staining and DNA electrophoresis were used for apoptosis analysis.

Result: Based on the results of MTT assay, Embelin inhibited the viability of K562 cells. The results of Hoechst staining showed that DNA fragmentation was increased in the treated cells. DNA electrophoresis analysis revealed that Embelin induced apoptosis.

Discussion: As the results showed, Embelin inhibited the cell growth and induced apoptosis in K562 cells time- and dose-dependently. Therefore, Embelin may be a candidate for treatment of chronic myeloid leukemia.

Keywords: K562 Cell Line; Apoptosis; Embelin; Anticancer Effect.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

تاثیر ترکیب Embelin بر مهار رشد سلولی و القای آپوپتوز در سلول سرطانی رده K562

زینب برگشادی، یعقوب پاژنگ*

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

* نویسنده مسئول. تلفاکس: ۰۴۴۳۱۹۴۴۲۲۹ پست الکترونیک: y.pazhang@urmia.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: سرطان یکی از علل عمده مرگ و میر در سراسر جهان است. بیماری لوسمی یک نوع سرطان خون و مغز استخوان است که با افزایش غیرطبیعی سلول‌های سفید خون به نام بلاست مشخص می‌شود. در این میان لوسمی میلوئیدی مزمن (CML) اختلال کلونال سلول‌های بنیادی خون‌ساز است که مسئول ۲۰-۱۵ درصد لوسمی‌های بزرگسالان می‌باشد. Embelin به طور طبیعی در میوه Embelia یافت می‌شود. Embelin ترکیب گیاهی است که سمیت کمی داشته و دارای خاصیت ضدسرطان قوی می‌باشد. مطالعات متعدد نشان می‌دهد که ویژگی ضد سرطان Embelin به دلیل توانایی آن در مهارکردن پروتئین مهار کننده آپوپتوز به نام XIAP و تنظیم مسیرNF-κB می‌باشد.هدف از این تحقیق بررسی اثر ترکیب Embelin بر روی رشد و آپوپتوز رده سلولی k562 F,N.

روش کار: ابتدا سلول‌های k562 در محیط حاوی RPMI-1640 و ۱۰٪FBS و پنی‌سیلین ۱٪ کشت داده شدند و سپس به مدت ۷۲ ساعت با غلظت‌های مختلف از Embelin به صورت (۲.۴.۶.۸ میکرومول بر میلی لیتر) تیمار شدند. برای بررسی زنده‌مانی سلول‌ها از تست MTT استفاده شد. از رنگ‌آمیزی هوخست و الکتروفورز DNA برای بررسی وقوع آپوپتوز استفاده شد.

یافته ها: بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایش MTT، Embelin باعث کاهش رشد در سلول‌های تیمارشده گردید. رنگ‌آمیزی هوخست نشان داد در سلول‌های تیمارشده DNAی قطعه‌قطعه شده افزایش یافته است، همچنین الکتروفورز DNA، القای آپوپتوز توسط Embelin را نشان داد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج به دست آمده Embelin باعث کاهش بقای سلولی و القا آپوپتوز در سلول‌های K562 می‌شود و تاثیرآن وابسته به غلظت ترکیب و مدت زمان تیمار می‌باشد. بنابراین می‌توان از این ترکیب به عنوان یک راهکار در درمان لوسمی میلوئید مزمن استفاده کرد.

واژه های کلیدی: رده سلولی k562، آپوپتوز، Embelin، اثرات ضد سرطانی

دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۳۰ **پذیرش:** ۱۳۹۶/۰۹/۳۰

مقدمه

سرطان یک گروه از بیماری‌هایی است که با رشد غیرعادی سلول‌ها و تهاجم و گسترش آنها از یک عضو مبدا، به قسمت‌های دیگر بدن مشخص می‌شوند. بیش از ۲۰۰ نوع ازسرطان تا به امروز طبقه بندی شده اند [۱]. لوسمی[1] نوعی سرطان خون یا مغز استخوان است که با تولید و افزایش غیرمعمول گلبول‌های‌سفید مشخص می‌شوند. لوسمی یکی از سرطان‌های بدخیم اولیه است که با تولید miRNA

[1] Leukemia

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

غیرنرمال در ارتباط است، اگر چه پیداکردن رابطه دقیق آن نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد [۲].

لوسمی میلوئیدی مزمن (CML)[1]

اختلال کلونال سلول‌های بنیادی خون‌ساز است که منجر به تظاهر کروموزوم فیلادلفیا t۹:۲۲ یا ژن bcr/abl در سلول‌های آسیب دیده می‌شود، افزایش تعداد گلبول‌های سفید و نابالغ مثل میلوسیت‌ها در خون محیطی ازجمله تظاهرات بیماری است. تعداد پلاکت‌ها معمولا افزایش یافته، امکان وجود بازوفیلی و بزرگی طحال نیز شایع می‌باشد. این بیماری به صورت تیپیک افراد میانسال را درگیر می‌کند و مسئول ۲۰-۱۵ درصد از لوسمی‌های بزرگسالان می‌باشد. میزان بروز آن تا اواسط دهه پنجم زندگی به کندی می‌باشد، ولی در بین ٤٠ تا ٥٠ سالگی میزان بروز به سرعت افزایش می‌یابد [۳].

آپوپتوز [2]یک فرآیند بیولوژیکی حیاتی با هدف مرگ سلول است که تکثیر سلولی را کنترل می‌کند. در سرطان مقاومت به آپوپتوز افزایش می‌یابد. یکی از مکانیسم‌هایی که از طریق آن سلول‌های تومور که برای به دست آوردن مقاومت در برابر آپوپتوز از آن استفاده می‌کنند بیان بالای پروتئین مهارکننده آپوپتوز (IAP)[3] می‌باشد[٤]. مهارکننده‌های آپوپتوز با بقای تومور مقاوم به شیمی درمانی، موجب پیشرفت بیماری می‌شوند. این پروتئین‌ها مرگ سلولی را از طریق تنظیم کاسپازها کنترل می‌کنند، همچنین به عنوان مهم‌ترین تنظیم کننده‌های مسیرهای پیام‌رسانی داخل سلولی نقش دارند به ویژه فعال سازی فاکتور κB در مسیر NF- κB[4] را موجب می‌شوند [۵]. به طور کلی ۸ نوع پروتئین مهارکننده آپوپتوز (IAP) در انسان وجود دارد. XIAP پروتئین مهارکننده آپوپتوز وابسته به کروموزم X است که بطور مستقیم به کاسپازها متصل شده (کاسپاز ۳،۷) و مهار کاسپازی را موجب شده و باعث مهار آپوپتوز می‌شود. درحالی که IAPهای سلولی مانع از تجمع پروتئین‌های القاکننده آپوپتوز در مسیرهای پیام‌رسانی شده و بیان مولکول‌های آنتی‌آپوپتوز را تنظیم می‌کنند [۶]. گزارش‌های متفاوتی درباره ارتباط لوسمی میلوئید حاد (AML)[5] و میزان XIAP وجود دارد. در دو مطالعه بیان پایین XIAP در سیتوژنتیک و اثربخشی مطلوب در بیماری لوسمی میلوئید گزارش شده است [۸،۷].

ماده موثره Embelin با ساختار شیمیایی 2,5 benzoquinone-3dihydroxy—1,4undecyl، از نوعی گیاه دارویی به نام Embelia به دست می‌آید (گونه Embelia .R) و دارای طیف گسترده‌ای از خواص دارویی است. هزاران سال قبل از Embelin برای درمان تب و بیماری‌های التهابی و بیماری‌های دستگاه گوارش استفاده می‌شد، این خاصیت ممکن است به دلیل مهار رادیکال‌های آزاد اکسیدکننده و خاصیت آنتی اکسیدانی این گیاه باشد [۹]. Embelin حداقل سمیت را دارا بوده و دارای خاصیت ضدسرطانی قوی می‌باشد، مطالعات متعدد نشان می‌دهد که ویژگی ضدسرطانی آن به دلیل توانایی آن در مهار کردن پروتئین مهارکننده آپوپتوز به نام XIAP و تنظیم مسیر NF-κB می‌باشد [۱۰].

در این مطالعه اثر Embelin بر روی رشد سلول‌های لوسمی میلوئید مزمن انسانی، رده K562 مورد بررسی قرار گرفته است.

روش کار

در یک مطالعه تجربی از سلول‌های سرطانی K562 که از بانک سلولی انستیتو پاستور ایران، تهران خریداری شدند، استفاده گردید. برای کشت سلول‌ها از محیط کشت RPMI 1640 (Gibco، آمریکا)، پنی‌سیلین استرپتومایسین و FBS(Sigma، آمریکا)

[1] Chronic Myeloid Leukemia
[2] Apoptosis
[3] Inhibitor of Apoptosis Protein
[4] Nuclear Factor Kappa-Light-Chain-Enhancer of Activated B Cells
[5] Acute Myeloid Leukemia

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

استفاده شد. سلول‌ها در محیط RPMI حاوی ۱۰٪ سرم جنین گاوی (FBS) و ۱٪ پن استریپ کشت داده شد. شرایط لازم برای کشت سلول‌های K562 دمای ۳۷ درجه و رطوبت ۹۵٪ و CO۲، ۵٪ می‌باشد. با استفاده از انکوباتورکشت سلولی، کشت سلول‌ها در شرایط ذکر شده صورت گرفت.

تهیه غلظت‌های مختلف از ترکیب Embelin

ترکیب Embelin از شرکت سیگما خریداری شد. با استفاده از وزن مولکولی ترکیب، مقدار مورد نیاز از ترکیب Embelin برای تهیه محلول استوک، محاسبه و توسط ترازوی دیجیتالی دقیق وزن و در حلال DMSO[1] حل شد. سپس غلظت‌های ۸،۶،۴، ۲ میکرومولار از ترکیب تهیه شد.

بررسی اثرات سیتوتوکسیک ترکیب Embelin با آزمون MTT

در این روش به منظور بررسی اثرات ضد توموری ترکیب Embelin، ۵۰۰۰ سلول در هر چاهک پلیت ۹۶ خانه ای به همراه محیط کشت حاوی رقت‌های ۸،۶،۴،۲ میکرومول از ترکیب به هر چاهک اضافه شد. ۳ چاهک ردیف اول در پلیت به عنوان چاهک کنترل، ۳ چاهک ردیف دوم با حلال DMSO تیمار شد. پس از ۷۲ ساعت ۱۰ میکرولیتر از محلول MTT[2] (۱ میلی‌گرم از پودر MTT بر ۱ میلی لیتر بافر PBS[3]) بر روی هر چاهک اضافه شده و به مدت ٤ ساعت انکوبه گردید. پس از ٤ ساعت به هر چاهک ۱۰۰ میکرولیتر DMSO خالص اضافه شد. بعد از ۲۰ دقیقه انکوباسیون و حل شدن رسوب، نور جذب شده در طول موج ٥٤٠ نانومتر توسط دستگاه الایزا ریدر ثبت گردید. بر اساس جذب هر چاهک نسبت به چاهک کنترل، میزان زنده‌مانی[4] نمونه‌های تیمار به دست آمد.

[1] Dimethyl sulfoxide
[2] 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide
[3] Phosphate Buffered Saline
[4] Viability

محاسبه IC50 ترکیب Embelin توسط نرم‌افزار Compusyn

نرم افزار Compusyn توسط دو دانشمند Chou, و Talalay درمورد بررسی اثر دارو طرح‌ریزی شده است. این نرم افزار جهت تعیین IC50[5] دارو (غلظتی از دارو که باعث مرگ نیمی از سلول‌ها می‌شود) و بررسی اثر سینرژیسم دو ترکیب به کار می‌رود و از شاخص ترکیبی CI[2] برای توصیف برهم‌کنش ترکیباتی مانند دارو استفاده می‌کند[۱۱]. برای محاسبه IC50 از این نرم افزار استفاده شد.

بررسی آپوپتوز از طریق رنگ‌آمیزی هوخست[6]

در این روش در دو چاهک یک پلیت ٢٤ خانه ای دو میلی لیتر محیط کشت حاوی ۲×۱۰[5] سلول اضافه شد. چاهک اول به عنوان کنترل در نظر گرفته شد. چاهک دوم با غلظت IC50 ترکیب Embelin تیمار شد. بعد از ۷۲ ساعت انکوباسیون سلول‌های هر چاهک سانترفیوژ شدند. برای فیکس کردن سلول‌ها روی رسوب سلولی ۲۰۰ میکرولیتر متانول ریخته و به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد گذاشته شد. بعد از سانترفیوژ سلول‌ها، بر روی ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون سلولی در بافر PBS ،۱ میکرولیتر از رنگ هوخست (Hoechst 3342) اضافه شده و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه انکوبه شد. در نهایت بعد از سانترفیوژ و حل کردن رسوب سلولی در ۵۰ میکرولیتر از بافر PBS و سپس ۱۰میکرولیتر از آن روی لام میکروسکوپی قرار داده شد. سپس توسط میکروسکوپ فلورسنت مشاهده و عکس‌برداری گردید. با استفاده از رنگ‌آمیزی هوخست 3342 بررسی وقوع مرگ سلولی و تشخیص مرگ سلولی از نوع آپوپتوز صورت گرفت. از میکروسکوپ فلوروسنت جهت مشاهده سلول‌های رنگ گرفته استفاده شد. برای مطالعه آپوپتوز به وسیله میکروسکوپ فلورسنت، در رنگ‌آمیزی با رنگ

[5] Half Maximal Inhibitory Concentration
[6] Hoechst

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

هوخست سلول‌های طبیعی به صورت یکنواخت دیده می‌شوند، درصورتی که هسته سلول‌های آپوپتوز شده به واسطه متراکم شدن کروماتین و قطعه قطعه شدن هسته، به طور غیرمنظم و به صورت نقاط درخشان قابل مشاهده است.

بررسی آپوپتوز با استفاده از تکنیک الکتروفورز DNA

بدین منظور تعداد $\frac{2\times10^6}{Ml}$ سلول در فلاسک کشت داده شد. یک فلاسک بعنوان کنترل در نظر گرفته شد و فلاسک بعدی با غلظت IC50 محاسبه شده برای ترکیب Embelin، تیمار شد. این فلاسک‌ها به مدت ۷۲ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتیگراد و CO_2 ٪۵ انکوبه شدند. پس از گذشت ۷۲ ساعت سلول‌های هر فلاسک به صورت مجزا در میکروتیوپ‌های ۱میلی‌لیتری جمع‌آوری شدند تا استخراج DNA روی آن‌ها انجام بگیرد. بدین صورت که ابتدا ۶۰۰ میکرولیتر بافرلیز بر روی سلول‌ها اضافه، و به همراه ۲۰ میکرولیتر پروتئیناز K در دمای ۵۶ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت انکوبه شدند. بر روی محلول سلولی، محلول فنول /کلروفرم/ ایزوآمیل الکل با نسبت ۱:۲۴:۲۵ اضافه شد. محلول رویی به دقت برداشته و در میکروتیوپ تمیز ریخته شد و سپس به روی آن محلول NaCI ۶ مولار و دوبرابر حجم محلول، اتانول مطلق به هر نمونه اضافه و DNA نمونه‌ها رسوب داده شد. سپس برای ته‌نشینی، نمونه‌ها به مدت یک شب در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از سانترفیوژ در دمای ٤ درجه و برداشت مایع رویی رسوب DNA در بافر TE با pH= ۸ حل و جهت الکتروفورز آماده شد. DNA آماده شده توسط دستگاه الکتروفورز با ولتاژ ۸۰ ولت به مدت یک ساعت در ژل آگارز یک درصد حاوی اتیدیوم بروماید جداسازی گردید. مولکول‌های DNA بر حسب وزن خود بر روی ژل حرکت و ایجاد باند نمودند. در نهایت توسط دستگاه ژل‌داک عکس‌برداری از ژل صورت گرفت. در سلول‌های آپوپتوز شده DNA به صورت قطعات اولیگونوکلئوتیدی می‌باشد، این DNA قطعه قطعه شده توسط الکتروفورز قابل مشاهده است. DNA ژنومی سلول‌های تیمار شده به صورت اسمیر یا لکه روی ژل الکتروفورز دیده می‌شود [۱۲].

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

نمودارها در نرم افزار Excel رسم شد و داده‌های بدست آمده نیز توسط T-Test از نرم افزار Excel جهت بررسی ارتباط غلظت داروی تیمار شده و زمان تیمار در مقایسه با نمونه کنترل در سطح $p\leq$۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد. مقادیر ارائه شده در نمودارها به صورت میانگین سه تکرار مستقل± انحراف استاندارد می‌باشد.

یافته ها

بررسی اثرات سیتوتوکسیک ترکیب Embelin بر روی سلول‌های سرطانی رده K562

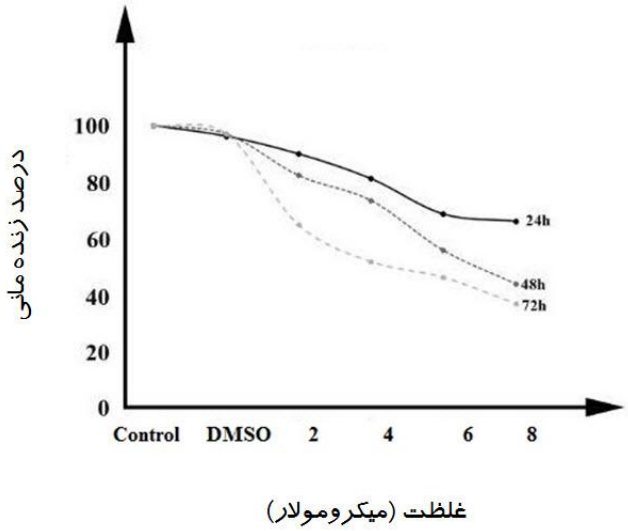
در این تحقیق برای بررسی اثرات سیتوتوکسیک ترکیب Embelin برروی سلول‌های K562 از روش رنگ سنجی MTT استفاده شد. اثرات مهاری ترکیب در ٤ غلظت ۲،٤،۶،۸ میکرومولار بمدت ۲٤،٤۸،۷۲ ساعت برروی رشد سلول‌ها بررسی شد. بدین منظور ۵۰۰۰ سلول کشت داده شد و با مقادیر مختلف ترکیب Embelin تیمار شدند. نتایج بدست آمده از آزمون MTT بعد از گذشت ۷۲ ساعت نشان‌دهنده تاثیر این ترکیب بر کاهش رشد سلولی در مقایسه با گروه کنترل بود، به طوری که اثر کاهندگی رشد سلول‌ها ارتباط معنی‌دار مستقیمی با غلظت دارو، و مدت زمان تیمار با دارو داشت. بطوری‌که در ۷۲ ساعت تیمار با غلظت ۸ میکرومولار، از ترکیب بیشترین کاهش در رشد سلول‌ها مشاهده شد، که برابر با ۶۰ درصد کاهش رشد سلولی بود (نمودار ۱). داده‌های حاصل به نرم افزار Compusyn وارد و IC50 ترکیب Embelin در غلظت‌های تیمارداده شده محاسبه گردید، که مقدار آن برابر با ٤ میکرومولار بود، یعنی در غلظت ٤ میکرومولار ٪۵۰

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

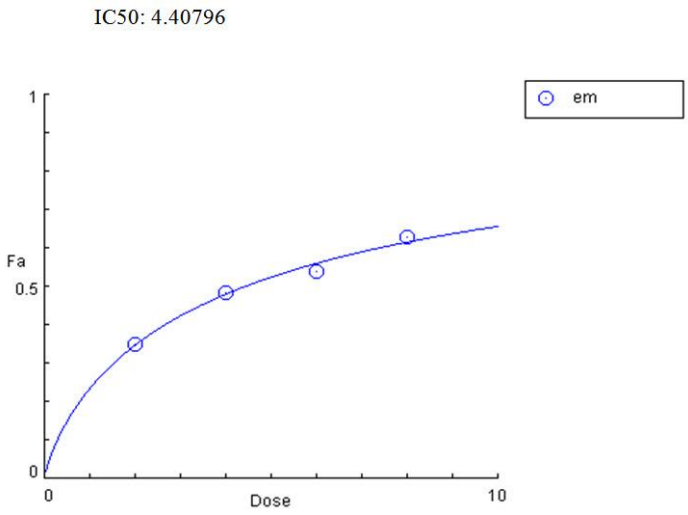
از سلول‌ها در مقایسه با سلول‌های کنترل دچار مرگ سلولی شدند (نمودار ۲). در تمامی غلظت‌ها و زمان‌های ۲۴،۴۸،۷۲ ساعت کاهش رشد سلول‌ها معنی‌دار بود.

اثرات مورفولوژیک ترکیب Embelin بر روی سلول‌های K562

شکل ظاهری سلول‌های تیمارشده بعد از ۲۴،۴۸،۷۲ ساعت تیمار با غلظت IC50 محاسبه شده از ترکیب Embelin توسط میکروسکوپ معکوس مشاهده و عکس‌برداری شد. مشاهدات نشان داد که تیمار با دارو باعث تغییر در شکل ظاهری سلول‌ها و از بین‌بردن شکل منظم در مورفولوژی سلول‌ها می‌شود. به طوری که شکل ظاهری سلول‌ها نشان‌دهنده وقوع آپوپتوز در آن‌ها می‌باشد و با افزایش غلظت و زمان اثر دارو تعداد سلول‌های دارای مورفولوژی آپوپتوتیک بیشتر می‌شود (شکل ۱).

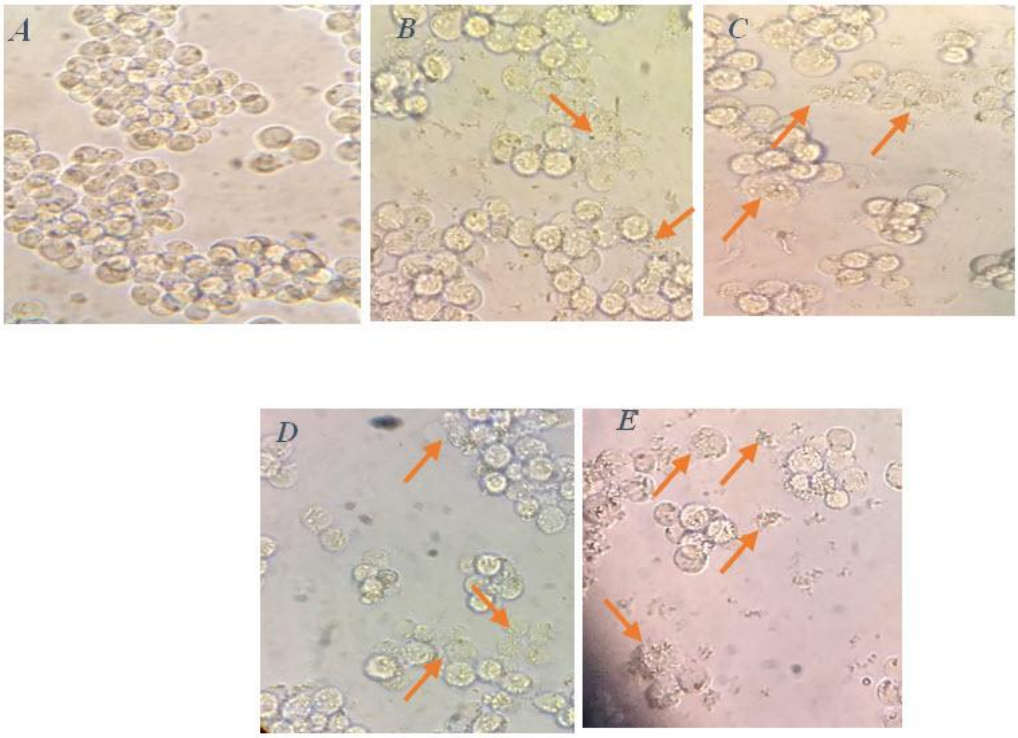


نمودار ۱. تاثیر غلظت‌های مختلف ترکیب Embelin بر میزان زنده‌مانی سلول‌های K562 در زمان‌های ۲۴،۴۸،۷۲ ساعت.اثرات سیتوتوکسیک این ترکیب به صورت وابسته به زمان و غلظت می‌باشد، طبق نمودار، میزان زنده مانی سلولهای سرطانی با افزایش غلظت کاهش می‌یابد.



نمودار ۲. محاسبه غلظت IC50 ترکیب Embelin توسط نرم افزار Compusyn، این نمودار حاصل برآیند نقاط داده شده به نرم افزار می‌باشد. Fa:: fraction affected بر همکنش‌های موثر

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

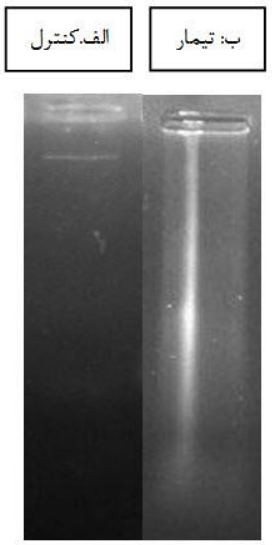


شکل ۱. اثرات مورفولوژیک ترکیب Embelin بر روی سلول‌های K562 بعد از ۷۲ ساعت. بزرگنمایی ۴۰

A: سلول‌های کنترل، B: سلول‌های تیمار با غلظت ۲ میکرومولار، C: سلول‌های تیمار با غلظت ٤ میکرومولار، D: سلول‌های تیمار با غلظت ۶ میکرومولار، E: سلول‌های تیمار با غلظت ۸ میکرومولار

تکنیک الکتروفورز جهت بررسی وقوع آپوپتوز در سلول‌های K562 تیمار شده توسط ترکیب Embelin

به منظور بررسی آپوپتوز توسط الکتروفورز DNA، سلول‌های K562 به مدت ۷۲ ساعت توسط غلظت IC50 محاسبه شده ترکیب Embelin که معادل ٤ میکرومولار بدست آمد، تیمار شدند. همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود DNA استخراج شده از سلول‌های تیمار شده بر روی ژل الکتروفورز حرکت می‌کند و ایجاد اسمیر می‌کند که نشان‌دهنده قطعه‌قطعه‌شدن DNA و وجود آپوپتوز در سلول‌های تیمارشده می‌باشد در حالی که DNA سلول‌های کنترل به صورت تک باند بر روی ژل ظاهر می‌شود.

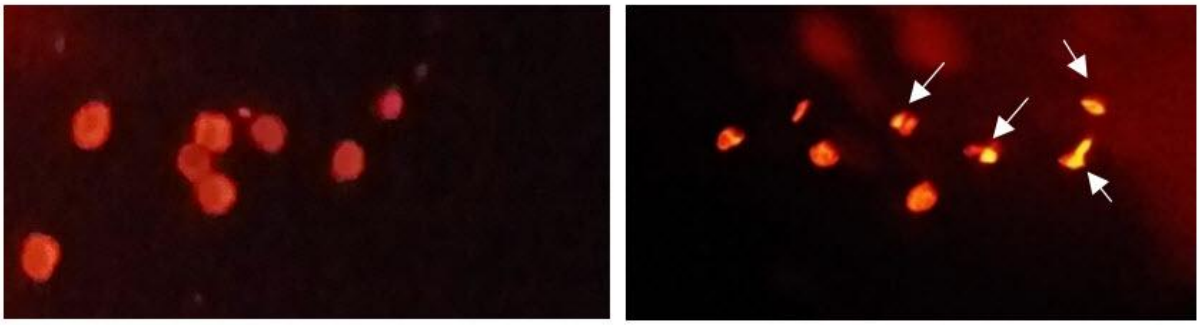


شکل۲. بررسی آپوپتوز سلولهای K562 بر روی ژل الکتروفورز. شکل الف، DNAی سلول‌های بدون تیمار بر روی ژل الکتروفورز. شکل ب، DNAی سلول‌های تحت تیمار با غلظت Embelin IC50 بعد از 72 ساعت بر روی ژل الکتروفورز.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

بررسی آپوپتوز با استفاده از رنگ آمیزی هوخست

به منظور بررسی وقوع آپوپتوز در این تکنیک، سلول‌های K562 به‌مدت ۷۲ ساعت با غلظت IC50 محاسبه شده ترکیب Embelin تیمار شده و پس از رنگ‌آمیزی هوخست با میکروسکوپ فلورسانس مشاهده و عکس‌برداری شد. قطعه قطعه شدن هسته‌های سلول‌های تیمار شده و نقاط درخشان غیرمنظم و تشکیل قطعات سلولی در مقایسه با سلول‌های کنترل که دارای هسته کامل و رنگ یکنواختی بودند، نشان‌دهنده وقوع مرگ سلولی از نوع آپوپتوز بود. در نمونه‌های تیمارشده هسته‌های آپوپتوتیک بیشتر بودند که این نشان‌دهنده آپوپتوز توسط Embelin می‌باشد.



شکل ۳. سلول‌های K562 رنگ‌آمیزی شده با Hoechst زیر میکروسکوپ فلورسانس .شکل چپ سلول‌های بدون تیمار، راست سلول‌های تیمارشده توسط غلظت IC50 ترکیب Embelin بمدت ۷۲ ساعت، پیکانها نشان دهنده سلولهای آپوپتوتیک هستند.

بحث

از آنجا که مقاومت اکتسابی سلول به آپوپتوز یکی از مارکرهای اصلی سرطان است، مهارکننده‌های داخلی آپوپتوز می‌توانند به عنوان اهداف بالقوه در درمان سرطان در نظر گرفته شوند. علاوه بر این، مهارکننده‌های آپوپتوزی در تنظیم فعالیت‌های سلولی از قبیل، تکثیر، تمایز و مهاجرت، و همچنین پاسخ‌های پیش التهابی و ایمنی نقش دارند [۱۳]. مهارکننده‌های آپوپتوز (IAP) گروهی از پروتئین‌ها هستند که به عنوان تنظیم کننده‌های منفی کاسپازها و مرگ سلولی شناخته شده اند [١٤]. مهم‌ترین ویژگی پروتئین‌های مهارکننده آپوپتوز کنترل مسیرهای پیام رسانی وابسته به یوبی کویئتین (UB) می‌باشد که باعث تنظیم فاکتور κB در مسیر (NF-κB) و تنظیم پروتئین کیناز وابسته به مسیر MAPK[1] می‌شود، که باعث بیان‌شدن ژن‌های درگیر در التهاب، ایمنی، مهاجرت سلولی، و بقای سلولی می‌شود [۱۵]. باتوجه به بیان بالای پروتئین‌های مهارکننده آپوپتوز در سرطان و اهمیت فعالیت آنها در بقای تومورهای سرطانی و همچنین مقاومت در برابر داروهای ضدسرطانی، این پروتیئن‌ها را به عنوان اهداف بالقوه در درمان سرطان می‌توان در نظر گرفت. بدین منظور استراتژیهای متعددی مانندمولکول‌های کوچک به عنوان آنتاگونیست‌های IAP و الیگونوکلئوتیدهای آنتی سنس به کارگرفته شده اند [۶].

IAP ها از طریق اتصال به کاسپازها مرگ سلولی را کنترل می‌کنند. XIAP، نوعی مهارکننده آپوپتوزی است که به طور اختصاصی به کاسپازهای ۳،۷،۹ متصل می‌شود و از طریق مهار فعالیت افکتورهای پایین دست این کاسپازها را مهار می‌کند [۱۶]. این پروتئین‌ها به عنوان تنظیم‌کننده‌های مسیر آبشاری گیرنده‌های TNFعمل می‌کنند. TNF شامل دو نوع گیرنده TNFR1, FAS که حاوی دمین‌های مرگ هستند و این دمین‌ها باعث فعال شدن مسیر آبشاری می‌شود، این گیرنده‌ها در التهاب، گردش خون و

[1] Mitogen-Activated Protein Kinase

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

پاسخ‌های ایمنی نقش دارند [۱۷]. از آنجایی که تنظیم‌کننده‌های آپوپتوزی نقش ویژه‌ای در فعال‌کردن فاکتورهای ضدآپوپتوزی شامل (Bcl-2,Bcl-xL) و غیرفعال کردن فاکتورهای آپوپتوتیک (p53) و کاهش مقاومت سلول‌های سرطانی را موجب می‌شوند، می‌توان از آن‌ها به عنوان یک استراتژی در درمان سرطان استفاده کرد [۱۸].

XIAP یکی از بهترین، موثرترین و قوی‌ترین مهارکننده‌های درونی کاسپازاست، و به عنوان یک تنظیم‌کننده کلیدی فیزیولوژیک در مرگ سلولی در نظر گرفته می‌شود [۱۹،۲۰]. همچنین ارتباط بین XIAP و مقاومت سلول‌های سرطانی به شیمی‌درمانی در برخی مطالعات نشان داده شده است [۲۱،۲۲].

Embelin ترکیب استخراج شده از گیاهEmbelia rib با اتصال به پروتئین (XIAP) و مهار این پروتئین، موجب مهار مسیرهای التهابی می‌شود [۲۳].

Embelin منجر به کاهش بقای سلولی و مهار رشد به صورت وابسته به دوز و زمان می‌شود، علاوه بر این Embelin باعث دپلاریزاسیون پتانسیل غشاءِ میتوکندری شده و تنظیم بیان پروتئین (XIAP) می‌شود، همچنین با فعال‌سازی کاسپاز ۹ منجر به القای آپوپتوز در سلول‌های لوسمی انسانی می‌شود [۲۴]. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند از لحاظ مولکولی، Embelin ژن‌های درگیر در سرطان را در سلول‌های سرطانی مختلف مورد هدف قرار می‌دهد، برای مثال در مطالعات اخیر Embelin از طریق تنظیم بیان PPARc در سرطان روده موجب مهار رشد سلولی و القای آپوپتوز می‌شود [۲۵].

در مطالعه حاضر همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تغییرات مورفولوژی سلول‌های تیمار در مقایسه با سلول‌های کنترل مشهود است. Embelin با اثر بر روی سلول‌های رده k562 باعث کاهش رشد و تکثیر سلولی می‌شود. با افزایش دوز ترکیب و مدت زمان تیمار، اثر کاهندگی بر رشد سلول‌ها افزایش می‌یابد. Embelin در شرایط آزمایشگاهی اثرات سیتوتوکسیک در رده سلولی فیبروسارکوما داشته و همچنین مشتقات Embelin مانند 5-O-ethylembelin و 5- O-methylembelin باعث مهار رشد و تکثیر در لوسمی رده سلولی HL-60 انسانی و همچنین سلول‌های Hela در سرطان دهانه رحم را موجب می‌شود [۲۶].

با استفاده از تست MTT بقای سلولی و زنده‌مانی سلول‌ها بررسی می‌شود [۲۷]. بدین منظور در نمودار ۱ در مطالعه حاضر بقای سلول‌های سرطانی تیمارشده با غلظت‌های مختلف ترکیب Embelin در مقایسه با سلول‌های کنترل محاسبه و ترسیم گردیده است. بر اساس نتایج حاصله ملاحظه می‌شود بقای سلول‌های تیمار نسبت به سلول‌های کنترل کاهش یافته است، به طوری که افزایش غلظت ترکیب Embelin و افزایش مدت زمان تیمار کاهش بیشتر در رشد سلولی را نشان می‌دهد.

مطالعه دیگری القای آپوپتوز در سلول‌های لوسمی انسانی توسط Embelin که از طریق کاهش بیان XIAP در این سلول‌ها است را نشان می‌دهد [۲۸].

در مطالعات اخیر Embelin باعث کاهش بقای سلول‌های سرطانی معده، القای آپوپتوز، افزایش فعالیت ضدتوموری 5-FU در سلول‌های سرطانی معده می‌شود. همچنین Embelin باعث القای توقف چرخه سلولی در فاز S ,G2/M می‌شود. از لحاظ مولکولی Embelin باعث کاهش بیان پروتئین (XIAP) و پروتئین‌های تنظیم کننده چرخه سلولی، مانند CDK1 CDC25B, CDC25C, cyclinB1, CDK2 می‌شود. علاوه بر این Embelin می‌تواند چندین مسیر مرتبط با رشد سلولی و آپوپتوز مانند JAK/STAT, p38/ MAPK, AKT/PI3K و p53 تنظیم کند [۲۹]. لیگاند القای آپوپتوز مرتبط با فاکتور نکروز توموری (TRAIL) می‌تواند موجب القای آپوپتوز در سلول‌های توموری، بدون ایجاد سمیت در سلول‌های سالم شود، که به عنوان یک راه

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

امیدوارکننده در درمان سرطان محسوب می‌شود. Embelin می‌تواند با اثر بر این لیگاند باعث مهار رشد سلول‌های لوسمی و همچنین فعال کردن مسیر کاسپازها و علاوه بر این، تنظیم مسیر NF-κB و کاهش رونویسی از ژن‌های این مسیر شود [۳۰].

در ادامه برای مطالعات مرگ سلولی از رنگ‌آمیزی هوخست و الکتروفورز DNA استفاده شد. مشاهدات میکروسکوپی نشان دادند سلول‌های تیمار شده با ترکیب Embelin در مقایسه با سلول‌های کنترل دارای هسته‌های آپوپتوتیک بوده که نشان‌دهنده القای آپوپتوز توسط ترکیب Embelin می‌باشد (شکل ۳). همچنین نتایج الکتروفورز در شکل ۲ نشان داد در نمونه‌های تیمار DNA به صورت قطعات اسمیر دیده می‌شود، وجود این قطعات نشان‌دهنده آپوپتوز در نمونه‌های تیمارشده با ترکیب Embelin می‌باشد.

نتیجه گیری

یافته‌های این تحقیق نشان داد ترکیب Embelin دارای اثرات کشندگی، ضدتکثیر سلولی و محرک آپوپتوز است، به طوری که Embelin در رده سلولی K562 باعث کاهش رشد سلولی و القای آپوپتوز به صورت وابسته به زمان و وابسته به دوز می‌شود. از آنجایی که ماده موثر یک گیاه به عنوان یک داروی استاندارد با کمترین خطرات اثر جانبی در نظر گرفته می‌شود، با توجه به حداقل سمیت و اثر مهاری Embelin بر کاهش رشد و تکثیر سلول‌های K562 می‌توان از این ترکیب به عنوان یک پیشنهاد در درمان سرطان لوسمی میلوئید مزمن استفاده کرد. از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به عدم استفاده ترکیب Embelin در موارد انسانی اشاره کرد که تاکنون تاثیر این ترکیب بر روی انسان مورد مطالعه قرار نگرفته است.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه تصویب شده در دانشگاه ارومیه با شماره ٤١٧/ت‌د.ت/٢ استخراج شده است. بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه به دلیل تامین بودجه این طرح تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1-Pecorino L. Molecular Biology of Cancer,Mechanisms, Targets, and Therapeutics, 3nded. United Kingdom; Oxford University Press,OUP, 2012:1-2.
2-Fernandes Q. MicroRNA: Defining a new niche in Leukemia. Blood rev. 2017 May; 31(3):129-138.
3-Deininger, MW, Goldman JM, Melo JV. The molecular biology of chronic myeloid leukemia. Blood. 2000 Nov;96(10): 3343-3356.
4-Nachmias B, Ashhab Y, Ben-Yehuda D. The inhibitor of apoptosis protein family (IAPs): an emerging therapeutic target in cancer. Semin Cancer Biol. 2004 Aug; 14(4): 231-243.
5-Kocab AJ, Duckett CS. Inhibitor of apoptosis proteins as intracellular signaling intermediates. FEBS J. 2016 Jan;283(2):221-31.
6-Fulda S, Vucic D. Targeting IAP proteins for therapeutic intervention in cancer. Nat Rev Drug Discov. 2012 Feb; 11(2): 109-24.
7-Tamm I, Richter S, Scholz F, Schmelz K, Oltersdorf D, Karawajew L, et al. XIAP expression correlates with monocytic differentiation in adult de novo AML: impact on prognosis. Hematol J. 2004 Jan;5 (6): 489–495.
8-Tamm I, Kornblau SM, Segall H, Krajewski S, Welsh K, Kitada S, et al. Expression and prognostic significance of IAP-family genes in human cancers and myeloid leukemias. Clin Cancer Res.2000 May; 6(5): 1796–1803.
9-Joshi R, Kamat JP, Mukherjee T. Free radical scavenging reactions and antioxidant activity of embelin: biochemical and pulse radiolytic studies. Chem Biol Interact. 2007Apr; 167(2): 125-34.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]

10-Shah P, Djisam R, Damulira H, Aganze A, Danquah M. Embelin inhibits proliferation, induces apoptosis and alters gene expression profiles in breast cancer cells. Pharmacol Rep.2016 Jun; 68(3): 638-644.
11-Bijnsdorp IV, Giovannetti E, Peters GJ. Analysis of drug interactions. Methods Mol Biol. 2011; 731: 421-34.
12-Singh NP. A simple method for accurate estimation of apoptotic cells. Exp cell res. 2000 Apr;256(1):328-37.
13-Philchenkov A, Miura K. The IAP Protein Family, SMAC Mimetics and Cancer Treatment. Crit Rev Oncog. 2016; 21(3-4): 185-202.
14-Gyrd-Hansen M, Meier P. IAPs: from caspase inhibitors to modulators of NF-kappaB, inflammation and cancer. Nat Rev Cancer, 2010 Aug. 10(8): 561-74.
15-Silke J, Meier P. Inhibitor of Apoptosis (IAP) Proteins–Modulators of Cell Death and Inflammation. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2013 Feb; 5(2). pii: a008730.
16-Hunter AM, LaCasse EC, Korneluk RG. The inhibitors of apoptosis (IAPs) as cancer targets. Apoptosis.2007 Sep; 12(9): 1543-1568.
17-Walczak H. TNF and ubiquitin at the crossroads of gene activation, cell death, inflammation, and cancer. Immunol Rev. 2011 Nov; 244(1): 9-28.
18-Pistritto G, Trisciuoglio D, Ceci C, Garufi A, D'Orazi G. Apoptosis as anticancer mechanism: function and dysfunction of its modulators and targeted therapeutic strategies. Aging (Albany NY). 2016 Apr; 8(4): 603-19.
19-Siegelin MD, Gaiser T, Siegelin Y. The XIAP inhibitor embelin enhances TRAIL mediated apoptosis in malignant gliomacells by down-regulation of the short isoform of FLIP. Neurochem Int. 2009 Nov ;55(6):423-30.
20-Mori T, Doi R, Kida A, Nagai K, Kami K, Ito D, et al. Effect of the XIAP inhibitor embelin on TRAIL-induced apoptosis of pancreatic cancer cells. J Surg Res. 2007 Oct ;142(2):281-6.
21-Sapi E, Alvero AB, Chen W, O'Malley D, Hao XY, Dwipoyono B, et al. Resistance of ovarian carcinoma cells to docetaxel is XIAP dependent and reversible by phenoxodiol. Oncol Res. 2004 Jan ;14(11-12):567-78.
22-Muris JJ, Cillessen SA, Vos W, van Houdt IS, Kummer JA, van Krieken JH, et al. Immunohistochemical profiling of caspase signaling pathways predicts clinical response to chemotherapy in primary nodal diffuse large B-cell lymphomas. Blood. 2005 Apr. 105(7):2916-23.
23-Reuter S, Prasad S, Phromnoi K, Kannappan R, Yadav VR, Aggarwal BB. Embelin Suppresses Osteoclastogenesis Induced by RANKL and Tumor cells In Vitro Through Inhibition of the NF-κB Cell Signaling Pathway. Mol Cancer Res. 2010 Oct; 8(10): 1425-36.
24-Hu R, Zhu K, Li Y, Yao K, Zhang R, Wang H, et al. Embelin induces apoptosis through down-regulation of XIAP in human leukemia cells. Med Oncol. 2011 Dec; 28(4):1584-1588.
25-Dai Y, Qiao L, Chan KW, Yang M, Ye J, Ma J. Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma contributes to the inhibitory effects of embelin on colon carcinogenesis. Cancer Res. 2009 Jun; 69(11):4776–4783.
26-Xu M, Cui J, Fu H, Proksch P, Lin W, Li M. Embelin derivatives and their anticancer activity through microtubule disassembly. Planta Med. 2005 Oct. 71(10):944–948.
27-Ferrari M, Fornasiero MC, Isetta AM. MTT colorimetric assay for testing macrophage cytotoxic activity in vitro. J Immunol Methods. 1990 Aug ;131(2):165-72.
28-Hu R, Zhu K, Li Y, Yao K, Zhang R, Wang H, et al. Embelin induces apoptosis through down-regulation of XIAP in human leukemia cells. Med Oncol. 2011Dec; 28(4):1584-8.
29-Wang DG, Sun YB, Ye F, Li W, Kharbuja P, Gao L, et al. Anti-tumor activity of the X-linked inhibitor of apoptosis (XIAP) inhibitor embelin in gastric cancer cells. Mol Cell Biochem. 2014 Jan;386(1-2):143-52.
30-Yang T, Lan J, Huang Q, Chen X, Sun X, Yang P, et al. Embelin sensitizes acute myeloid leukemia cells to TRAIL through XIAP inhibition and NF-κB inactivation. Cell Biochem Biophys. 2015 Jan; 71(1): 291-7.

[Downloaded from ejournals.arums.ac.ir on 2025-08-03]