

اثر آپوتوتیک و آنتی‌پرولیفراتیو فرکشن‌های گیاه *Juniperus excelsa* بر روی رده سلولی لوسمی لنفوبلاستیک حاد (Nalm-6)

لیلا نورآذر^۱، سمیه اسماعیلی^۲، پرگل مشاتی^۱، احمد قره‌باغیان^۳، سینا سالاری^۴

چکیده

سابقه و هدف

لوسمی لنفوبلاستی حاد، از بدخیمی‌های خونی رده لنفوئیدی می‌باشد. عوارض جانبی داروهای شیمی درمانی که از ابتدا در درمان سرطان مورد توجه بودند، علت گرایش به سمت داروهای گیاهی بودند. مطالعه‌های گذشته بر روی گیاه جونپروس اکسلسا حاکی از وجود خاصیت ضد سرطانی بر روی برخی رده‌های سلولی سرطانی بود. هدف از این مطالعه، بررسی اثرات کشندگی و انتخاب فرکشن توکسیک‌تر گیاه جونپروس اکسلسا بر روی رده سلولی ALL (Nalm-6) و سلول‌های طبیعی PBMC بود.

مواد و روش‌ها

در یک مطالعه تجربی، میزان سیتوتوکسیسیتی فرکشن‌ها از طریق آزمون‌های زنده‌مانی سلولی و فعالیت متابولیک ارزیابی شد. با استفاده از این دو آزمون، فرکشن توکسیک‌تر انتخاب گشته و سپس میزان آپتوز سلولی به روش رنگ‌آمیزی آنکسین V و پروپیدیوم یدید به کمک فلوسیتومتری برای آن محاسبه شد. هر آزمون سه بار تکرار گردید. از آزمون one-way ANOVA و SPSS ۲۳ برای آنالیز آماری داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

یافته‌ها نشان داد که دوز ۲/۵ $\mu\text{g/mL}$ و ۴ $\mu\text{g/mL}$ به ترتیب فرکشن کلروفرمی و اتردوپترولی گیاه جونپروس، بدون تاثیر معنادار بر سلول‌های PBMC، درصد زنده‌مانی و فعالیت متابولیک سلول‌های Nalm-6 را به طور معنادار کاهش داد ($p < ۰/۰۱$). فرکشن آبی آن فاقد اثرات سیتوتوکسیک بود. با این آزمون‌ها، فرکشن توکسیک‌تر کلروفرمی انتخاب شد. آپتوز سلول‌های Nalm-6 با فرکشن کلروفرمی توسط فلوسیتومتری، افزایش حدود ۱۳ برابری در مقایسه با گروه تیمار نشده نشان داد ($p < ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد فرکشن کلروفرمی و اتردوپترولی گیاه جونپروس، دارای خاصیت کشندگی و آنتی‌پرولیفراتیو بوده و سلول‌های Nalm-6 را وارد چرخه آپتوز می‌کند.

کلمات کلیدی: لوسمی لنفوبلاستیک حاد، آپتوز، جونپروس

تاریخ دریافت: ۹۹/۴/۱۶

تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۲۵

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خوندشناسی آزمایشگاهی و بانک خون - دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی - تهران - ایران
- ۲- PhD فارماکولوژی - دانشیار گروه داروسازی سنتی - مرکز تحقیقات طب سنتی و مفردات پزشکی - دانشکده طب سنتی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی - تهران - ایران
- ۳- PhD ایمونوهما‌تولوژی بالینی - استاد دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی - مرکز تحقیقات بیماری‌های خونی مادرزادی کودکان دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی - تهران - ایران
- ۴- مؤلف مسئول: فوق تخصص خون و سرطان بالغین - استادیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی - بیمارستان آیت اله طالقانی - تهران - وانجک - ایران - کدپستی: ۱۹۸۵۷-۱۱۱۵۱

مقدمه

لوسمی لنفوبلاستی حاد (ALL)، یکی از انواع بدخیمی‌های خونی است که با تکثیر پیش‌سازهای لنفوئیدی در مغز استخوان همراه می‌باشد که توأم با کودکان و بزرگسالان را درگیر می‌کند. سالانه به طور تقریبی، ۶۰۰۰ مورد ابتلا به این سرطان در ایالت متحده امریکا گزارش می‌شود که بیشترین رنج سنی بیماران بین کودکان و نوجوانان است (۱). دو گروه سنی کودکان زیر ۱۵ سال و افراد بالای ۵۰ سال در این لوسمی بیشترین ابتلا را دارند و شایع‌ترین پیک سنی درگیر در ALL کودکان، بین ۲ تا ۵ سال می‌باشد (۲). این بدخیمی در کودکان با پیش‌آگهی مطلوب همراه است اما در بزرگسالان به صورت یک بیماری کشنده بروز می‌یابد (۳). از شایع‌ترین علائم ALL می‌توان به کبودی یا خونریزی ناشی از ترومبوسیتوپنی، خستگی و رنگ پریدگی ناشی از کم‌خونی و عفونت ناشی از نوتروپنی اشاره کرد. در تشخیص ALL، ارتشاح سلول‌های لوسمی به کبد، طحال، غدد لنفاوی و مדיاستن و ایجاد لنفادنوپاتی کمک کننده است (۱). پیشرفت مداوم در توسعه درمان‌های مؤثر باعث شده است که میزان بهبودی در کودکان به بیش از ۸۰٪ افزایش یابد و رویکردهای نوینی در جهت افزایش بقای عاری از سرطان ایجاد شود که به موجب آن شاهد کاهش عواض داروهای شیمی درمانی خواهیم بود (۴). همان‌طور که می‌دانیم عوارض جانبی داروهای شیمی درمانی سرکوب شدید سیستم ایمنی، پوکی استخوان، نوروٹوکسیسیته و غیره، از محدودیت‌های این درمان است. از آن‌جا که داروهای گیاهی به علت داشتن منشأ طبیعی در مقایسه با داروهای شیمیایی دارای عوارض جانبی کمتری بوده و به دلیل این که با ارگانسم زنده از جمله بدن انسان سازگاری بیشتری دارند، تمایل به مصرف آن‌ها رو به افزایش است و اکنون نیز به عنوان منبع مکملی برای داروهای شیمی درمانی مورد توجه هستند (۵). اخیراً به کارگیری داروهای گیاهی در زمینه بهبود سرطان مورد توجه محققان قرار گرفته‌اند. شناخت ترکیبات مؤثره در این گیاهان و جداسازی، تخلیص و به کارگیری آن‌ها در زمینه تحقیقات سرطان نشان داده است که این ترکیبات قادرند باعث مهار رشد و

القای آپوپتوز شده در نهایت منجر به مرگ سلول سرطانی شوند. با نظر به این که داروهایی با پایه گیاهی تأثیرگذاری و پایداری بیشتر و عوارض جانبی کمتر و هم‌چنین از لحاظ چرخه تولید، صرفه اقتصادی بالاتری نسبت به داروهای سنتتیک دارند، تمایل بیشتری در مصرف داروهای گیاهی به عنوان مکمل یا جایگزین داروهای سنتتیک در بین جوامع مختلف مشاهده می‌شود (۶). امروزه، حدوداً ۵۵٪ از داروهایی که به عنوان ضد سرطان در بالین بیمار مورد استفاده قرار می‌گیرد، از منابع گیاهی به دست آمده است (۷). گیاه جونپروس اکسلسا (*Juniperus excelsa* ; *J. excelsa*)، یک درخت یا درختچه‌ای همیشه سبز از خانواده کوپرساسیا (*Cupressaceae*) است که در کشورهای ناحیه بالکان، ترکیه، سوریه، لبنان، گرجستان، دامنه قفقاز و قسمت شرقی ایران وجود دارد و فرم‌های اصلاح شده متعددی از آن در ایران کاشته می‌شود که مردم محلی، آن را با نام ارس یا اردوج می‌شناسند (۸). جونپروس یک گیاه دارویی است که در گذشته برای درمان قاعدگی دردناک، سرفه و برونشیت مورد استفاده قرار می‌گرفت. هم‌چنین فعالیت ضد میکروبی متعددی در میوه و برگ‌های این گیاه علیه برخی پاتوژن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (۹، ۸). مطالعه‌های اخیر در مورد ترکیبات با منبع پودوفیلوتوکسین و دئوکسی پودوفیلوتوکسین موجود در عصاره برگ این گیاه نشان داد که این ترکیبات، خاصیت سیتوتوکسیک بر علیه سلول‌های سرطانی از خود نشان می‌دهند (۱۰). اثرات سیتوتوکسیک این عصاره بر روی رده‌های سلولی مربوط به تومورهای جامد مانند رده سلولی Hela نیز در مقاله‌ای مشابه به اثبات رسیده است (۱۱). در مطالعه مشابه، عصاره تام جونپروس اکسلسا، آپوپتوز را در سلول‌های سرطانی رده لنفوبلاستی Reh و Nalm-6 القا کرد و هم‌چنین توانست با اثر سینرژی، دوز داروی شیمی‌درمانی وین کریستین را در این دو رده سلولی کاهش دهد (۵). از طرف دیگر برخی از مطالعه‌ها تایید کرده‌اند که می‌توان از این عصاره به عنوان یک ماده نگهدارنده مواد غذایی استفاده کرد، چرا که خاصیت ضد میکروبی داشته و بر روی بدن انسان تأثیر سوء نخواهد گذاشت (۱۲). در این مطالعه رده سلولی Nalm-6 که الگوی از لوسمی ALL است، به دلیل

شیوع بیشتر در بین کودکان و پیش آگهی ضعیف آن در بزرگسالان، به عنوان رده سلولی مورد مطالعه برگزیده شد و برای اولین بار اثرات کشندگی سه فرکشن نامبرده گیاه فوق به طور خاص بر روی رده سلولی Nalm-6 و سلول‌های طبیعی تک هسته‌ای خون فرد سالم (PBMC) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

۱- آماده‌سازی عصاره:

در یک مطالعه تجربی، ۳۰ گرم از پودر گیاه خشک به نسبت ۱ به ۱۰ با حلال غیر قطبی پترولیوم اتر مخلوط شد. مخلوط ایجاد شده پس از ۲۴ ساعت قرارگیری بر روی شیکر، صاف و فرکشن به دست آمده با روتاری تغلیظ یافت. پس از خشک شدن کامل نمونه تغلیظ شده در زیر هود شیمیایی، فرکشن خشک اتردوپترولی حاصل شد. در ادامه با افزودن حلال کلروفرم با نسبت ۱ به ۱۰ به باقیمانده خشک شده گیاه از مرحله قبل و تکرار فرآیند شرح داده شده، فرکشن کلروفرمی به دست آمد. از افزودن حلال متانولی به باقی‌مانده خشک، فرکشن متانولی استخراج گردید. در انتها با افزودن آب به عنوان حلال قطبی، عصاره آبی حاصل شد که با استفاده از دستگاه فریزدرایر، فرکشن خشک آبی استخراج شد. فرکشن‌های به دست آمده تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. تمامی مراحل استخراج فرکشن‌ها در مرکز تحقیقات طب سنتی و مفردات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و زیر نظر متخصص فارماکونوزی انجام گرفت. به منظور تهیه ذخیره اولیه از فرکشن‌ها، ۲۰ میلی‌گرم از هر یک از فرکشن‌های خشک درون ویال، با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شد و به استثنای فرکشن آبی، ۱ میلی‌لیتر از DMSO به عنوان حلال استفاده گردید. از محیط کشت RPMI به عنوان حلال برای فرکشن آبی استفاده شد. غلظت نهایی استوک فرکشن‌ها ۲۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود و تا زمان تیمار سلول‌ها با غلظت‌های مورد نظر، در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. محیط کشت RPMI برای رقیق‌سازی فرکشن‌ها از استوک اولیه استفاده شد و غلظت نهایی DMSO در غلظت‌های مورد مطالعه به

زیر ۰/۰۱ رسید و نیازی به کنترل DMSO نبود. مخلوط حاضر را به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده و پس از طی این مدت، نمونه را با کاغذ صافی و قیف صاف کرده و حجم مایع به دست آمده را با روتاری کم نمودیم. پس از آن نمونه تغلیظ شده را درون ویال وزن شده ریخته و منتظر خشک شدن کامل آن شدیم که فرکشن حاصل از آن، فرکشن اتردوپترولی است. سپس ویال محتوی تفاله گیاه را وزن کرده و از اختلاف وزن نمونه خشک شده و ویال وزن شده، وزن تفاله خشک به دست می‌آید. آن را زیر هود به نسبت ۱ به ۱۰ با حلال کلروفرم مخلوط نمودیم. ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده و سپس مانند مرحله قبل آن را صاف کردیم. مایع صاف شده را تغلیظ کرده و زیر هود خشک نمودیم که فرکشن کلروفرمی از آن به دست آمد. در مرحله بعد، تفاله را با حلال متانول به طریق گفته شده ۲۴ ساعت خیسانده و صاف کردیم. نمونه صاف شده را تغلیظ کرده و به عنوان فرکشن متانولی استفاده نمودیم. روی تفاله باقی‌مانده به نسبت ۱ به ۱۰ آب ریخته و با قیف بوخنر صاف نمودیم و مایع زیرین آن که فرکشن آبی است، درون ظرف فریزدرایر ریخته و داخل فریزر گذاشتیم.

۲- کشت سلولی و تیمار سلول‌ها:

مطالعه انجام شده از نوع تجربی بود و بدین منظور از رده سلولی Nalm-6 مربوط به لوسمی لنفوبلاستیک حاد استفاده شد. هم‌چنین سلول‌های PBMC به عنوان سلول‌های تک هسته‌ای خونی طبیعی و کنترل، برای ارزیابی عدم تأثیر دارو بر سلول‌های خونی مورد استفاده قرار داده شد. رده سلولی Nalm-6 از بانک سلولی انستیتو پاستور ایران (تهران، ایران) تهیه شد. به منظور کشت سلولی، ابتدا مراحل یخ‌زدایی سلول‌ها از تانک ازت انجام شد. سپس سلول‌ها در محیط RPMI 1640 (آمریکا، جیبکو) حاوی ۱۰٪ FBS و ۱٪ پنی‌سیلین - استرپتومایسین کشت داده شدند. فلاسک‌های کشت سلولی در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد با ۵٪ CO₂ انکوبه شدند. برای جداسازی سلول‌های PBMC، مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از خون فرد طبیعی در ضد انعقاد هپارین گرفته شد و به نسبت ۱ به ۱ با PBS

پس از ۳-۵ دقیقه زیر میکروسکوپ بررسی گردید. اساس این آزمایش بدین ترتیب است که سلول‌های زنده نسبت به ورود رنگ تریپان‌بلو نفوذ ناپذیر می‌باشند، در حالی که سلول‌های مرده رنگ را جذب می‌نمایند. میزان زنده‌مانی سلول‌های زنده با فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد زنده‌مانی سلول‌ها} = \frac{\text{تعداد سلول‌های زنده}}{\text{تعداد کل سلول‌ها (مرده + زنده)}} \times 100$$

۴- آزمون MTT به منظور سنجش فعالیت متابولیک:

برای سنجش تاثیر عصاره‌های کلروفرمی، اتردوپترولی و آبی گیاه جونیپروس اکسل‌س بر میزان فعالیت متابولیک، سلول‌های لوسمیک Nalm-6 و طبیعی PBMC با دوزهای مختلف از فرکشن‌ها در چاهک‌های پلیت ۹۶ خانه تیمار شدند. پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد و ۵٪ CO₂، به سلول‌های داخل هر چاهک ۱۰ میکرولیتر محلول MTT (4,5 dimethyl diphenyl tetrazolium bromide) با غلظت ۵ mg/mL اضافه شد و پلیت مجدداً به مدت ۳ ساعت در انکوباتور قرار گرفت. در طی زمان انکوباسیون، رنگ تترازولیوم موجود در محلول MTT به وسیله آنزیم سوکسینات دهیدروژناز احیا می‌شود. احیا و شکسته شدن این رنگ موجب تولید کریستال‌های آبی رنگ فورمازان می‌شود. میزان رنگ تولید شده با تعداد سلول‌هایی که از نظر فعالیت متابولیک فعال هستند (سلول‌های زنده) رابطه مستقیم دارد.

در ادامه پلیت با دور ۲۰۰۰ g به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شده و پس از خالی کردن محلول رویی، ۱۰۰ میکرولیتر حلال DMSO برای حل رسوب رنگی فورمازان ایجاد شده که نامحلول در آب هستند به هر چاهک اضافه شد و جذب نوری چاهک‌ها با استفاده از دستگاه رنگ سنجی EISA-reader در طول موج ۵۷۰ نانومتر قرائت گردید. درصد فعالیت متابولیک سلول‌ها طبق فرمول بالا محاسبه گردید.

فیلتر شده رقیق گردید. یک سوم حجم نهایی هر فالكون، فایکول ریخته شد و خون رقیق شده به آرامی با سمپلر از کنار دیواره فالكون بر روی فایکول ریخته شد. به دلیل سمی بودن فایکول، باید این مرحله به سرعت انجام گردد. سلول‌ها به همراه فایکول در سانتریفوژ بدون ترمز با دور ۶۰۰ g به مدت ۲۵ دقیقه سانتریفوژ شدند.

پس از پایان سانتریفوژ، از پایین به بالا شاهد ۴ لایه سلولی شامل گلبول‌های قرمز، گرانولوسیت‌ها، فایکول، سلول‌های PBMC و در نهایت پلاسما هستیم. لایه پلاسما با سمپلر به آرامی دور ریخته شد. سلول‌های PBMC که لایه ابر ماندی را تشکیل داده بودند، توسط پیپت پاستور استریل به یک فالكون تمیز منتقل و جهت شست و شو و خروج فایکول به آن PBS فیلتر شده اضافه شد. سلول‌ها با دور ۳۵۰ g به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ شدند. این کار سه مرتبه تکرار گردید. در مرحله آخر پس از خروج مایع رویی، محیط کشت RPMI به همراه FBS و آنتی‌بیوتیک اضافه شد و در پلیت ۶ خانه کشت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد با ۵٪ CO₂ انکوبه گردید. بعد از این که سلول‌ها به قدر کافی رشد کردند، سلول‌های Nalm-6 و PBMC با غلظت‌های مختلف از فرکشن کلروفرمی، اتردوپترولی و آبی به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت تیمار شدند. غلظت‌های مختلف عصاره‌ها با استفاده از محیط کشت استریل رقیق سازی و تهیه شد و تمامی آزمایش‌ها برای افزایش دقت کار سه بار تکرار گردید.

۳- رنگ‌آمیزی تریپان‌بلو:

برای شمارش سلول‌های زنده جهت بررسی میزان بقا و تکثیر سلول‌های تیمار شده نسبت به کنترل، از رنگ‌آمیزی تریپان‌بلو و لام هموسیتومتر (نئوبار) استفاده شد. پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت از کشت سلول‌ها با غلظت‌های ذکر شده از فرکشن‌های کلروفرمی، اتردوپترولی و آبی گیاه جونیپروس اکسل‌س در چاهک‌های پلیت ۲۴ خانه، رنگ تریپان‌بلو به نسبت ۱ به ۱ به محیط موجود در چاهک‌ها اضافه شد و

$$\text{درصد فعالیت متابولیک سلولی} = \frac{\text{میانگین جذب نوری سلول‌های تیمار شده با دوزهای مختلف فرکشن میانگین جذب نوری سلول‌های کنترل}}{\text{میانگین جذب نوری سلول‌های تیمار شده با دوزهای مختلف فرکشن میانگین جذب نوری سلول‌های کنترل}} \times 100$$

۵- آزمون فلوسیتومتری به منظور سنجش میزان آپوپتوز: به منظور تایید آپوپتوز در سلول‌های لوسمیک تحت تاثیر فرکشن‌های جونیپروس اکسلسا، از آزمون فلوسیتومتری انکسین PI/V استفاده شد. ابتدا سلول‌ها در محیط RPMI حاوی FBS ۱۰٪ در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد حاوی ۵٪ CO₂ به منظور دسترسی به تعداد مورد نظر از سلول‌ها، کشت شدند. طبق دستورالعمل کیت (Annexin V Apoptosis Detection Kit FITC، بیوساینس) برای هر آزمون به ۳×۱۰^۵ سلول در هر میلی‌لیتر نیاز است. سلول‌ها در پلیت ۶ خانه با غلظت‌های ۱/۵ تا ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر عصاره کلروفرمی جونیپروس اکسلسا به مدت ۴۸ ساعت تیمار شدند. و هم‌چنین ۲ نانوگرم در میلی‌لیتر داروی وین کریستین تیمار و به مدت ۴۸ ساعت انکوبه شدند.

بعد از انکوباسیون، سلول‌ها به فالكون منتقل شده و سانتریفوژ شدند و مایع رویی آن دور ریخته شد. رسوب سلولی پس از یک بار شستشو با PBS، با ۵۰۰ میکرولیتر از بافر باند کننده X ۱ مواجهه شد. در ادامه ۵ میکرولیتر انکسین V به نمونه‌ها اضافه شد و پس از ۱۰ دقیقه انکوباسیون در تاریکی، این بار ۵ میکرولیتر رنگ PI (Propidium Iodide) اضافه و مجدداً ۱۰ دقیقه انکوبه شد. سپس نمونه‌ها به ویال‌های مربوط به فلوسیتومتری منتقل شدند و میزان خروج فسفاتیدیل سرین در سطح سلول‌ها توسط دستگاه فلوسیتومتری مورد سنجش قرار گرفت و نتایج توسط نرم‌افزار FlowJo 7.6.1 آنالیز شد.

یافته‌ها

اثر فرکشن‌های کلروفرمی، اتردوپترولی و آبی گیاه *J. excelsa* بر روی شاخص زنده‌مانی سلول‌های Nalm-6 و PBMC:

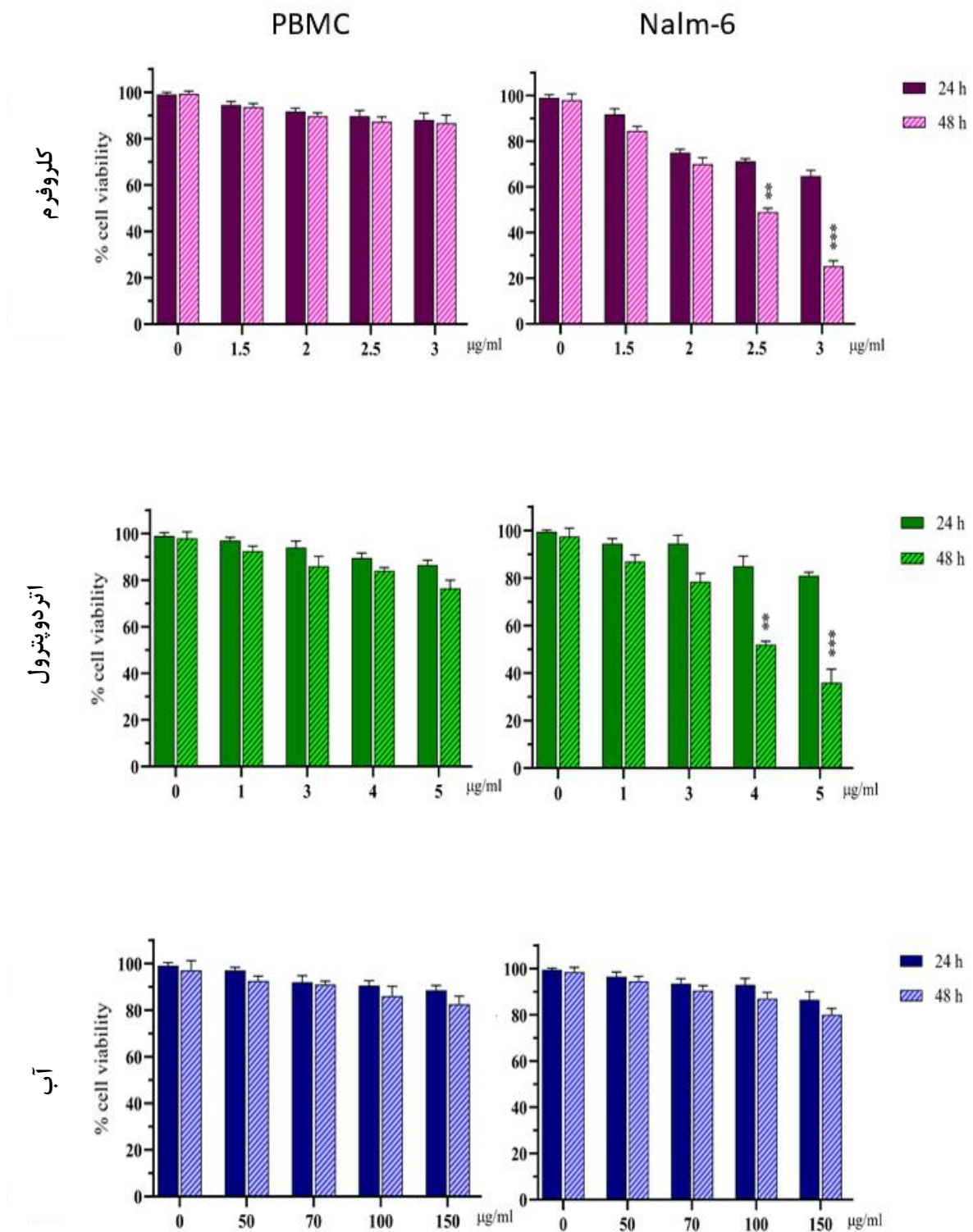
نتایج آزمایش زنده‌مانی سلولی پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت از تیمار سلول‌ها با فرکشن‌های یاد شده از گیاه جونیپروس اکسلسا، نشان داد که غلظت ۲/۵ و ۳ میکروگرم در میلی‌لیتر از فرکشن کلروفرمی پس از ۴۸ ساعت نسبت به گروه کنترل (تیمار نشده)، میزان زنده‌مانی سلولی را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. در فرکشن اتردوپترولی کاهش

معنادار درصد سلول‌های زنده پس از ۴۸ ساعت در غلظت ۴ و ۵ میکروگرم در میلی‌لیتر نسبت به گروه کنترل رخ داد در حالی که فرکشن آبی فاقد اثرات سایتوتوکسیک قابل مشاهده در بازه غلظتی مورد آزمایش بود.

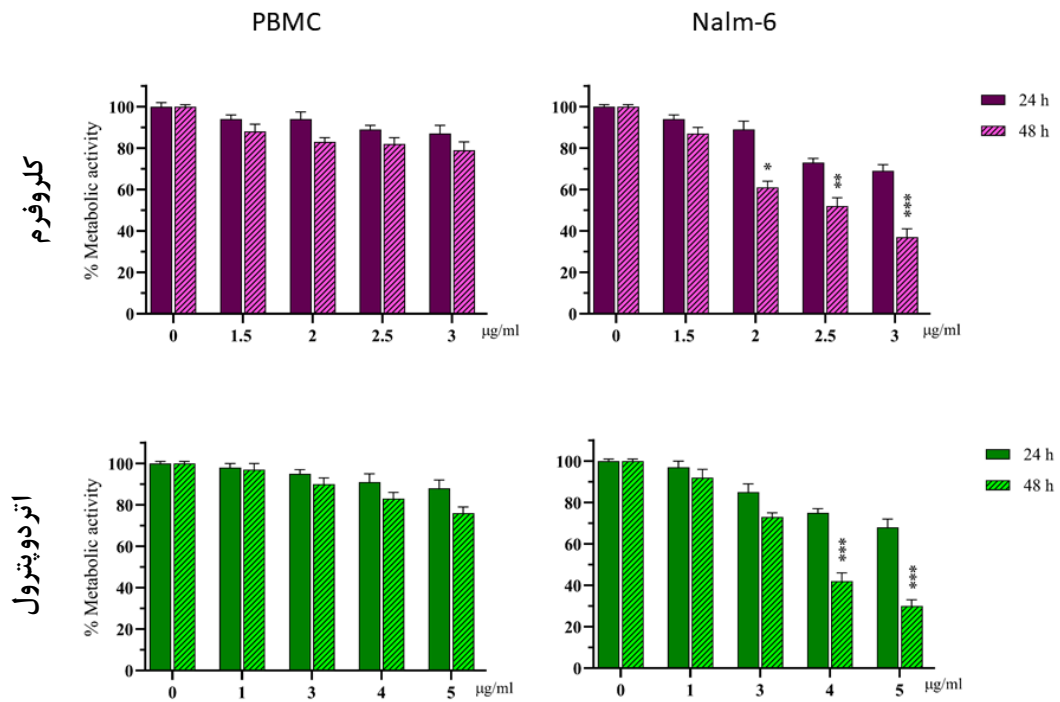
هم‌چنین سلول‌های PBMC به عنوان سلول‌های طبیعی خونی در تیمار با فرکشن‌های ذکر شده، کاهش معناداری در میزان زنده‌مانی سلولی نشان ندادند. پس از مشاهده تاثیرات فرکشن‌ها بر شاخص زنده‌مانی سلولی، به دلیل بی‌اثر بودن فرکشن آبی بر سلول‌های Nalm-6 در غلظت‌های ۵۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر، این عصاره در ادامه برای آزمون‌های بیشتر از مطالعه خارج شد (نمودار ۱).

اثر فرکشن‌های کلروفرمی و اتردوپترولی بر فعالیت متابولیک سلول‌های Nalm-6 و PBMC:

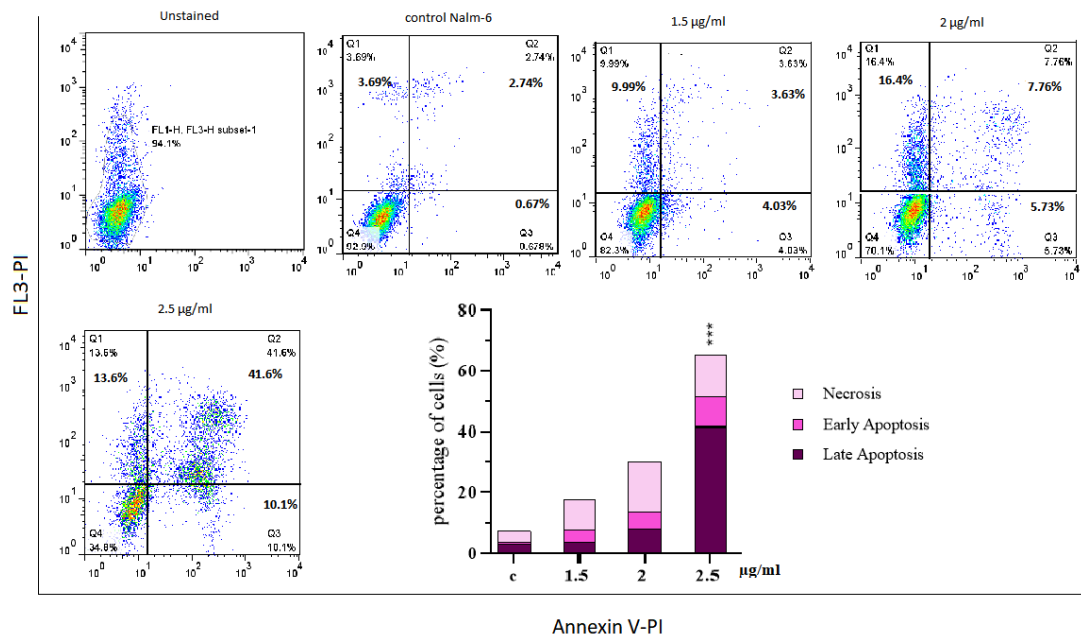
نتایج حاصل از بررسی فعالیت متابولیکی سلول با روش MTT نشان داد که پس از ۴۸ ساعت از تیمار سلول‌های Nalm-6 با فرکشن کلروفرمی و اتردوپترولی گیاه جونیپروس، به صورت وابسته به دوز و زمان کاهش معناداری در فعالیت متابولیکی سلول‌ها نسبت به گروه کنترل (تیمار نشده) رخ داد. بدین ترتیب که در فرکشن کلروفرمی با شروع افزایش غلظت از ۲ میکروگرم در میلی‌لیتر بین دو گروه تیمار ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت، اختلاف معنادار در درصد فعالیت متابولیک سلول‌ها مشاهده شد. هم‌چنین طبق نتایج آزمون MTT، دوز IC₅₀ فرکشن کلروفرمی پس از ۴۸ ساعت تیمار سلولی که حداقل ۵۰٪ از سلول‌ها در آن زنده هستند، ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر محاسبه گردید. فرکشن اتردوپترولی نیز با افزایش غلظت از ۴ میکروگرم در میلی‌لیتر در دو گروه زمانی ذکر شده، اختلاف معنادار در درصد فعالیت متابولیک سلول‌ها را نشان داد. طبق این آزمون، دوز IC₅₀ فرکشن اتردوپترولی نیز ۴ میکروگرم در میلی‌لیتر محاسبه شد. سلول‌های PBMC با غلظت‌های ذکر شده با این فرکشن‌ها تیمار شد و کاهش مختصری در فعالیت متابولیک سلولی گزارش گردید که معنادار نبود (نمودار ۲).



نمودار ۱: تاثیر فرکشن‌های کلروفرمی، آرتیپترولی و آبی گیاه *J. excelsa* بر شاخص زنده‌مانی سلول‌های لوسمیک Nalm-6 و سلول‌های PBMC
 (**بیانگر $p < 0.05$ ، **بیانگر $p < 0.01$ و ***بیانگر $p < 0.001$).



نمودار ۲: بررسی و مقایسه میزان فعالیت متابولیک سلول‌های لوسمیک Nalm-6 و سلول‌های PBMC پس از تیمارهای ۲۴ و ۴۸ ساعت با فرکشن‌های کلروفرمی، اتروپترولی و آبی گیاه *J. excelsa* (*بیانگر $p < 0.05$ ، **بیانگر $p < 0.01$ و ***بیانگر $p < 0.001$).



شکل ۱: بررسی میزان آپوپتوز سلول‌های Nalm-6 توسط آزمون فلوسیتومتری پس از ۴۸ ساعت با دوزهای ۱/۵ تا ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر از فرکشن کلروفرمی گیاه *J. excelsa*.

بررسی آپوپتوز با روش فلوسیتومتری/انکسین PI/V:

نتایج حاصل از آنالیز فلوسیتومتری آپوپتوز سلولی نشان داد که فرکشن کلروفرمی گیاه جونیپروس، قادر به افزایش قابل توجه آپوپتوز در سلول‌های Nalm-6 به صورت وابسته به دوز می‌شود. درصد سلول‌های انکسین V مثبت طی تیمار با غلظت ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر فرکشن کلروفرمی از ۱ درصد در سلول‌های کنترل، به ۱۰ درصد در سلول‌های تیمار شده افزایش یافت. همچنین درصد سلول‌هایی که هر دو مارکر انکسین V و PI را مثبت نشان دادند از ۳ درصد در سلول‌های گروه کنترل، به ۴۱ درصد در سلول‌های تیمار شده با غلظت ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر از این فرکشن افزایش یافت (شکل ۱).

آزمون‌های آماری:

داده‌های مطالعه با کمک نرم‌افزار SPSS۲۳ آنالیز شد. برای ارزیابی اختلاف آماری بین گروه‌های مورد مطالعه (تیمار شده و کنترل) از آزمون one-way-ANOVA استفاده شد و از $p < 0/05$ برای معناداری آزمون‌ها استفاده گردید. همچنین $p < 0/01$ و $p < 0/001$ به ترتیب نشانگر میزان معناداری بیشتر نسبت به گروه کنترل بودند.

بحث

لوسمی لنفوبلاستیک حاد (ALL) در دسته شایع‌ترین گروه لوسمی‌ها قرار دارد و به طور میانگین سالانه حدود ۳۰٪ از بدخیمی‌های کودکان را به خود اختصاص می‌دهد. نتایج مطالعه حاضر بر روی فرکشن‌های مختلف گیاه جونیپروس نشان از اثر مهارى رشد بر روی رده سلولی Nalm-6 داشت. یافته‌های به دست آمده از آزمون زنده‌مانی و فعالیت متابولیک سلولی نشان داد که در فرکشن کلروفرمی، دوزهای ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر به بالا پس از ۴۸ ساعت به طور معناداری نسبت به کنترل، درصد سلول‌های زنده را کاهش داد. پس از آن اثرات سایتوتوکسیک فرکشن اتردوپترولی در غلظت‌های بالاتر از ۴ میکروگرم در میلی‌لیتر به طور معناداری باعث کاهش بقای سلولی گردید. این درحالی است که فرکشن آبی حتی تا غلظت ۱۵۰ میکروگرم در میلی‌لیتر فاقد اثرات مهارى رشد بود. در مطالعه‌ای که توسط اسماعیلی و همکاران در

سال ۲۰۱۴ انجام شد، اثرات سایتوتوکسیک عصاره تام جونیپروس و فرکشن‌های کلروفرمی، اتردوپترولی و متانولی آن بر روی رده‌های سلولی MCF-7، HepG-2، MDA-MB-468، WEHI-164 و A-549 توسط آزمون MTT بررسی شد و نشان داد که IC50 فرکشن‌های یاد شده به مراتب پایین‌تر از عصاره تام این گیاه می‌باشد (۱۳). همچنین در مطالعه دیگری که در ایران انجام شد، اثر سایتوتوکسیک عصاره اتانولی برگ و دانه‌های دو زیر گونه از گیاه جونیپروس بر روی رده‌های سلولی KB، Hela و MDA-MB-468 بررسی گردید.

نتایج نشان داد غلظت‌های بالاتر از ۵ میکروگرم در میلی‌لیتر دارای اثرات سایتوتوکسیک می‌باشد (۱۱). در مطالعه دیگری، اثر عصاره متانولی و فرکشن‌های کلروفرمی و اتردوپترولی این گیاه بر مهار رشد تومور بررسی گردید. نتایج حاصل از آن نشان داد که عصاره متانولی با ۸۶٪ و فرکشن اتردوپترولی با ۴۶٪ نسبت به داروی وینکریستین به ترتیب دارای بیشترین و کمترین اثر مهارکنندگی رشد تومور است (۱۴). در مطالعه پیش رو، نتایج به دست آمده از بررسی آپوپتوز سلولی با آزمون فلوسیتومتری نشان داد غلظت ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر از فرکشن کلروفرمی توانست به طور قابل ملاحظه‌ای (۱۳ برابر) میزان آپوپتوز سلولی را نسبت به گره کنترل افزایش دهد. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده شد، در این غلظت بیش از نیمی از سلول‌ها دچار آپوپتوز شده و مارکرهای انکسین V و PI را بیان کردند که همسو با نتایج آزمون MTT بود. در مطالعه درویشی و همکارانش، اثر آپوپتوتیک عصاره متانولی این گیاه بر روی رده سلولی بررسی گردید. در مطالعه آن‌ها، غلظت ۴ میکروگرم در میلی‌لیتر به عنوان IC50 عصاره متانولی بر روی رده سلولی Nalm-6 و Reh معرفی گردید. آن‌ها نشان دادند که عصاره متانولی جونیپروس اکسلسا با داروی وینکریستین به طور معنادار دارای اثر سینرژی بوده و توانست دوز وینکریستین را در رده سلولی Nalm-6 و Reh کاهش دهد (۵).

در بررسی‌های انجام شده پیرامون عصاره گیاه جونیپروس اکسلسا، مشخص شد که بیشترین اجزای مولکولی موجود در آن به ترتیب شامل ترکیبات

رده‌های سلولی CEM-C1J 45.01 و CCRF-CEM بررسی گردید و نشان دادند که بین میزان پودوفیلوتوکسین و دئوکسی پودوفیلوتوکسین و اثرات کشندگی این گیاه رابطه معناداری وجود دارد (۱۰). ساب و همکاران در بررسی انجام شده بین دو رده سلولی حساس به دارو CCRF-CE و مقاوم به دارو CEM/ADR5000 نسبت به روغن گیاه *J. excelsa*، نشان دادند هیچ مقاومت دارویی نسبت به روغن استخراج شده از این گیاه مشاهده نشد (۱۷).

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، برای اولین بار اثرات کشندگی فرکشن‌های مختلف گیاه *J. excelsa* بر روی رده سلولی Nalm-6 بررسی شد. بر اساس اختلاف قطبیت متابولیت‌های ثانویه، می‌توان استنباط کرد که ترکیبات موجود در فرکشن‌های کلروفرمی، اتردوپترولی و آبی *J. excelsa* متفاوت بوده و اساس تفاوت در میزان کشندگی آن‌ها می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد در مطالعه‌های بعدی پیرامون این گیاه، مکانیسم ایجاد آپوپتوز توسط فرکشن‌های یاد شده در سلول‌های سرطانی بررسی شود و ترکیبات ثانویه این گیاه، به عنوان پایه‌ای برای ساخت ترکیبات جدید ضد سرطان مورد استفاده قرار گیرد.

فنولی (۲۱/۵۴ mg/g)، فلاونوئیدها (از عصاره یا فرکشن ۱۷/۹۶ mg/g)، تانن‌ها (از عصاره یا فرکشن ۱۵/۲۳ mg/g) و دیترپن‌ها (از عصاره یا فرکشن ۱۴/۴۳ mg/g) می‌باشد. همچنین این ترکیبات دارای اثرات متعدد بر فرآیندهای حیاتی سلول از جمله متابولیسم، چرخه سلولی، آپوپتوز و ایجاد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است. با توجه به حلال‌های متنوع مورد استفاده در فرآیند فرکشن‌گیری از عصاره‌های گیاهی، مولکول‌های مختلف از نظر قطبیت و ویژگی‌های ساختاری در طی این پروسه، جداسازی می‌شوند. طبق مطالعه‌های انجام شده بر روی ترکیبات موجود در فرکشن‌ها و عصاره *J. excelsa*، آکالوئیدها در فرکشن اتردوپترولی وجود ندارند. از آن‌جا که ترکیبات آکالوئیدی به شدت دارای خاصیت آنتی‌پرولیفراتیو هستند، از این رو به نظر می‌رسد علت اختلاف موجود در میزان سایتوتوکسیسیته بین فرکشن کلروفرمی و اتردوپترولی مربوط به وجود آکالوئیدها در فرکشن کلروفرمی باشد (۱۵، ۱۴). از جمله دیگر ترکیبات ثانویه موجود در این گیاه می‌توان به پودوفیلوتوکسین و دئوکسی پودوفیلوتوکسین اشاره کرد که خواص ضد تومورال آن به اثبات رسیده است (۱۶). در مطالعه اوج و همکارانش، گیاه *J. excelsa* به عنوان منبع غنی از این ترکیبات محسوب شده اثرات کشندگی آن بر

References:

- Hunger SP, Mullighan CG. Acute lymphoblastic leukemia in children. *N Engl J Med* 2015; 373(16): 1541-52.
- Stelljes M, Marks DI. Acute Lymphoblastic Leukemia in Adults. *The EBMT Handbook*: Springer; 2019. p. 531-8.
- Inaba H, Greaves M, Mullighan CG. Acute lymphoblastic leukaemia. *Lancet* 2013; 381(9881): 1943-55.
- Pui CH, Robison LL, Look AT. Acute lymphoblastic leukaemia. *Lancet* 2008; 371(9617): 1030-43.
- Darvishi M, Esmaeili S, Dehghan-Nayeri N, Mashati P, Gharehbaghian A. Anticancer effect and enhancement of therapeutic potential of Vincristine by extract from aerial parts of *Juniperus excelsa* on pre-B acute lymphoblastic leukemia cell lines. *J Appl Biomed* 2017; 15(3): 219-26.
- Prakash O, Kumar A, Kumar P. Anticancer potential of plants and natural products. *Am J Pharmacol Sci* 2013; 1: 104-15.
- Gach K, Długosz A, Janecka A. The role of oxidative stress in anticancer activity of sesquiterpene lactones. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* 2015; 388(5): 477-86.
- Asili J, Emami S, Rahimizadeh M, Fazly-Bazzaz B, Hassanzadeh M. Chemical and antimicrobial studies of *Juniperus sabina* L. and *Juniperus foetidissima* Willd. essential oils. *J Essential Oil Bearing Plants* 2010; 13(1): 25-36.
- Muhammad I, Mossa J, El-Feraly F. Antibacterial diterpenes from the leaves and seeds of *Juniperus excelsa* M. Bieb. *Phytotherapy Research* 1992; 6(5): 261-4.
- Och M, Och A, Cieśla Ł, Kubrak T, Pecio Ł, Stochmal A, et al. Study of cytotoxic activity, podophyllotoxin, and deoxypodophyllotoxin content in selected *Juniperus* species cultivated in Poland. *Pharm Biol* 2015; 53(6): 831-7.
- Sadeghi-aliabadi H, Emami A, Sadeghi B, Jafarian A. *In vitro* cytotoxicity of two subspecies of *Juniperus*

- excelsa on cancer cells. Iran J Bas Med Sci 2009; 11(4): 250-3.
- 12- Lesjak M, Beara I, Orčić D, Anačkov G, Knežević P, Mrkonjić Z, *et al.* Bioactivity and chemical profiling of the *Juniperus excelsa*, which support its usage as a food preservative and nutraceutical. International Journal of Food Properties 2017; 20(sup2): 1652-63.
- 13- Esmaeili S, Hamzeloo-Moghadam M, Ghaffari S, Mosaddegh M. Cytotoxic activity screening of some medicinal plants from south of Iran. Research Journal of Pharmacognosy 2014; 1(4): 19-25.
- 14- Nabi S, Ahmed N, Khan MJ, Bazai Z, Yasinzai M, Al-Kahraman Y. *In vitro* antileishmanial, antitumor activities and phytochemical studies of methanolic extract and its fractions of *Juniperus Excelsa* Berries. World Applied Sciences Journal 2012; 19(10): 1495-500.
- 15- Panche AN, Diwan AD, Chandra SR. Flavonoids: an overview. J Nutr Sci 2016; 5: e47.
- 16- Tavares WR, Seca AML. The current status of the pharmaceutical potential of *Juniperus L.* metabolites. Medicines 2018; 5(3): 81.
- 17- Saab AM, Guerrini A, Sacchetti G, Maietti S, Zeino M, Arend J, *et al.* Phytochemical analysis and cytotoxicity towards multidrug-resistant leukemia cells of essential oils derived from Lebanese medicinal plants. Planta Med 2012; 78(18): 1927-31.

Original Article

Investigating the apoptotic and anti-proliferative effects of *Juniperus excelsa* fractions on Acute Lymphoblastic leukemia cell line (Nalm-6)

Noorazar L.¹, Esmaeili S.², Mashati P.¹, Gharehbaghian A.^{1,3}, Salari S.⁴

¹School of Allied Medical Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²Traditional Medicine and Materia Medica Research Center, School of Traditional Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³Pediatric Congenital Hematologic Disorders Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

⁴Medical Oncology, Hematology, Taleghani Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Objectives

Acute lymphoblastic leukemia is a hematological malignancy of lymphoid lineage. Side effects of chemotherapy drugs is a major reason for the tendency to use Herbal medicines. Previous studies on *Juniperus excelsa* (J.excelsa) have shown anti-cancer properties on some cancer cell lines. This study aimed to investigate the effect of three fractions of J.excelsa on acute lymphoblastic leukemia cells (Nalm-6) and normal mononuclear cells (PBMC), and find a more toxic fraction.

Materials and Methods

In this experimental study, the cytotoxic activity of these fractions in Nalm-6 was determined using Viability and MTT assay. By these tests, the more toxic fraction was selected and apoptosis was assessed and confirmed with Annexin-V/propidium iodide staining by flow cytometry. Each test was repeated at least three times. Statistical analysis was assessed by one-way ANOVA and SPSS 23.

Results

The results showed that concentrations of 2.5 and 4 µg/ml of chloroform and etherdopetrol fractions of J.excelsa, without considerable effect on PBMC, reduced significantly the cell viability and metabolic activity of Nalm-6 ($p < 0.01$). Also, aquae fraction had no cytotoxic effect on Nalm-6 and normal cells. The more toxic fraction, which was chloroform fraction, was selected by these tests. According to the flow cytometry test, treated Nalm-6 cells with chloroform fraction demonstrated a 13-fold increase in the number of apoptotic cells compared with control ($p < 0.001$).

Conclusions

Our study showed that chloroform and etherdopetrol fractions have cytotoxic and antiproliferative effects on leukemic cells (Nalm-6) and induce apoptosis.

Key words: Acute Lymphoblastic Leukemia, Apoptosis, *Juniperus*

Received: 6 Jul 2020

Accepted: 15 Aug 2020

Correspondence: Salari S., MD. Adult Hematologist Oncologist. Assistant Professor of Medical Oncology, Hematology, Taleghani Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Sciences.

Postal Code: 1985711151, Tehran, Iran. Tel: (+9821) 22439982; Fax: (+9821) 22439784

E-mail: s.salari@sbmu.ac.ir