

اثر ضد سرطانی عصاره آرتمیزیا و داروی سیس پلاتین در القای آپوپتوز و مهار تکثیرسلول‌های A2780 سرطان تخمدان انسان

ندا رضازاده^۱، جواد بهارآرا^۲ و خدیجه نژادشاهرخ‌آبادی^۱

^۱گروه زیست شناسی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران؛ ^۲گروه زیست شناسی و مرکز تحقیقات بیولوژی کاربردی تکوین جانوری، واحد

مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

مسئول مکاتبات: جواد بهارآرا، baharara@mshdiau.ac.ir

چکیده. سیس پلاتین به عنوان یک داروی شیمی درمانی به دلیل عوارض جانبی در مراحل پیشرفته بیماری مشکلاتی ایجاد می‌کند. اخیراً گیاه آرتمیزیا بدلیل داشتن ترکیبات فعال زیستی، اثرات ضد تکثیری و ضد التهابی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این تحقیق بررسی اثر ضد سرطانی و آنتی متاستازی گیاه آرتمیزیا و سیس پلاتین به تنهایی و به صورت ترکیبی در رده سلولی A2780 سرطان تخمدان انسان است. زیستایی سلول‌های A2780 پس از تیمار با عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتمیزیا، سیس پلاتین و توأم آن توسط آزمون MTT ارزیابی شد و تغییرات ریخت‌شناسی هسته سلول با رنگ آمیزی DAPI بررسی شد. القای آپوپتوز توسط آزمون انکسین، اثرات ضد تهاجمی به وسیله سنجش مهاجرت سلولی و تغییرات سطح بیان ژن‌های آپوپتوزی (Bax و P53) و ژن‌های درگیر در متاستاز (MMP2 و MMP9) با استفاده از Real-time PCR مورد سنجش قرار گرفت. داده‌های آزمایش MTT نشان داد که عصاره آرتمیزیا، سیس پلاتین و توأم آن منجر به مرگ نیمی از سلول‌ها شدند. تست DAPI و انکسین V، قطعه قطعه شدن DNA و افزایش درصد آپوپتوز سلولی نسبت به گروه کنترل را نشان داد. در آزمون مهاجرت و Real-time PCR غلظت‌های تیماری منجر به کاهش تهاجم، افزایش بیان ژن‌های آپوپتوزی (Bax و P53) و کاهش بیان ژن‌های درگیر در متاستاز (MMP2 و MMP9) در سلول‌های سرطانی شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که عصاره گیاه آرتمیزیا و داروی سیس پلاتین به تنهایی دارای اثر ضد تکثیری، القا کننده آپوپتوز و دارای اثر آنتی متاستازی مناسب در رده سلولی A2780 است. همچنین، استفاده توأم از این گیاه همراه با سیس پلاتین علاوه بر داشتن اثرات مذکور باعث کاهش غلظت سیس پلاتین و عوارض جانبی ناشی از آن در درمان این بیماری می‌شود.

واژه‌های کلیدی. آزمون انکسین، آزمون مهاجرت، ترکیبات فعال زیستی، ریخت شناسی هسته سلول، زیستایی سلول

Anticancer effect of *Artemisia* extract and cisplatin on the induction of apoptosis and inhibition of proliferation in A2780 human ovarian cancer

Neda Rezazadeh¹, Javad Baharara² & Khadija Nejad Shahrokhbabadi¹

¹Department of Biology, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran; ² Department of Biology and Applied Biology Research Center of Animal Development, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
Correspondent author: Javad Baharara, baharara@mshdiau.ac.ir

Abstract. Cisplatin, as a chemotherapy drug, causes serious side effects in the advanced stages of the cancer. Recently, *Artemisia* has been considered for its bioactive compounds, anti-proliferative and anti-inflammatory effects. The aim of this study was to evaluate the anti-cancer and anti-metastatic effects of the methanolic extract of aerial organs of *Artemisia* and cisplatin, either alone or in combination, in human ovarian cancer cell line A2780. The viability of A2780 cells after treatment with *Artemisia* extract, cisplatin and their combination was evaluated by MTT assay and the alterations in the morphology of the cell nuclei were examined by DAPI staining. The induction of apoptosis was assessed by Annexin V test, cell migration and changes in expression levels of apoptotic genes (Bax and P53) and metastasis (MMP2 and MMP9) using real-time PCR. MTT test data showed that *Artemisia* extract, cisplatin and their combination decreased the viability of ovarian cancer cells. DAPI and Annexin V indicated the DNA fragmentation and

increased percentage of cellular apoptosis in comparison with the control group. The migration and real-time PCR data showed a decline in the cell invasion and expression of genes involved in metastasis (MMP2 and MMP9) in cancer cells while the expression of apoptotic genes (Bax and P53) was increased in the treated groups. The results of this study showed that while both *Artemisia* extract and cisplatin possess anti-proliferative effect, apoptotic and suitable anti-metastatic effects on their own in A2780 cell line, their combination have synergic effects and possess those desired properties in lower concentration of cisplatin, which can reduce the side effects of cisplatin in cancer treatment.

Key words. Annexin test, Bioactive compounds, Cell biology, Cell nucleus morphology, Immigration test

مقدمه

که شامل جداسازی و ارزیابی مولکول‌ها با منشأ طبیعی است، به عنوان داروهای شیمی درمانی در معالجه بالینی سرطان کاربرد دارند که بیشتر آن‌ها محصولات طبیعی همانند مشتقات محصول طبیعی و یا آنالوگ‌های نیمه حساس طبیعی هستند (Gu et al., 2015).

امروزه استفاده از گیاهان دارویی به دلیل اثرات جانبی و هزینه کمتر در مهار فرایند تومورزایی و القای آپوپتوز در سلول‌های سرطانی به عنوان یک راهکار نوین برای مقابله با سرطان است (Kim et al., 2018). در حال حاضر پژوهش‌هایی در مورد اثر گیاهان دارویی در طب سنتی مورد بررسی قرار گرفته است، همچنین از این ترکیبات در درمان بسیاری از بیماری‌ها شامل: آسم، اگزما، سندرم قبل از قاعدگی، روماتوئید، میگرن، سندرم روده تحریک پذیر و سرطان کاربرد دارد (Schutz et al., 2006). در حال حاضر استفاده از موادی مانند آنتی اکسیدان‌های طبیعی در گیاهان دارویی با توجه به آثار مفید آن‌ها در سلامتی به عنوان مکمل‌های غذایی مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (Shali et al., 2018). این مواد بر روی سلول‌های سرطانی اثر سمی دارند و در نابودی سرطان با تأثیر در رادیکال‌ها نقش دارند. البته، کاهش مقدار آنتی اکسیدان منجر به آسیب به سلول‌های بدن می‌شود و به این فرایند آسیب اکسیداتیو می‌گویند که در پیدایش و پیشروی سرطان نقش دارند (Bhikha & Simoloka, 2016).

گیاه آرتیمیزیا یا درمنه متعلق به یکی تیره کاسنیان (Asteraceae) است. این تیره شامل بیش از ۱۶۰۰ سرده و ۲۳۰۰۰ گونه است و انواع متعددی از این گیاه به عنوان اهداف دارویی از اهمیت اقتصادی و کارایی بالایی برخوردار هستند. البته در گذشته، استفاده از گونه‌های کاسنیان در طب سنتی توسط محققان برای بررسی ترکیب شیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی روغن‌های اساسی موجود در آن‌ها مورد پژوهش قرار گرفته است (Vidic et al., 2016). گیاه آرتیمیزیا *Artemisia absinthium* (درمنه) (Firestone & Sundar, 2009) دارای کاربردهای زیادی از جمله داروسازی در برخی از اختلالات زنان و بیماری مالاریا است (Koloren et al., 2019). این گیاه به دلیل ترکیبات فتوشیمیایی و اجزاء منحصر به فرد از جمله

سرطان تخمدان در بین سرطان‌های زنان چهارمین عامل اصلی مرگ و میر است (Moradi et al., 2016). این بیماری در ایران به عنوان رتبه هشتم در بین سرطان‌های شایع و از نظر کشندگی رتبه دوازدهم و شانزدهم با توجه به نوع سرطان را دارد (Masoompour et al., 2011). عوامل مختلفی در ایجاد این بیماری نقش دارند از جمله: دخانیات، الکل، آلودگی آب و مواد غذایی، چاقی، کاهش فعالیت بدنی، عوامل عفونی و میدان‌های الکترومغناطیس است (Razi et al., 2016). راه‌های درمانی رایج در این بیماری شامل جراحی، پرتودرمانی، شیمی درمانی، درمان ترکیبی و لیزر درمانی است (Mansoori et al., 2017). درمان‌های جراحی و شیمی درمانی می‌تواند منجر به نارسایی تخمدان، یائسگی زودرس و از دست دادن توان باروری شود (Zahedi et al., 2012). سیس پلاتین به عنوان یک داروی موثر در درمان این سرطان است که با ایجاد تداخل در مسیرهای آپوپتوز باعث ایجاد سمیت در سلول‌ها می‌گردد (Motaharinia & Nabuini, 2022). این دارو در جهت مهار تکثیر و القا آپوپتوز سلول‌های سرطانی کاربرد دارد با این وجود عوارض جانبی جدی پس از تجویز این دارو در بیماران مشاهده شده است، همچنین در سال‌های اخیر محققان درمان‌های ترکیبی را با هدف کاهش عوارض جانبی داروی سیس پلاتین پیشنهاد کردند و پژوهش‌های فراوانی در زمینه به دست آوردن ترکیباتی موثر به منظور افزایش اثر ضد سرطانی سیس پلاتین در غلظت‌های کم انجام شده است (Liu et al., 2019). برای استفاده از ترکیبات طبیعی شناخت بیشتر مکانسیم‌های دخیل در بیماری سرطان لازم است. یکی از مشکلات سرطان، متاستاز است که شامل انتقال سلول‌های توموری اولیه به بافت‌های اطراف و سپس انتقال این سلول‌ها به گردش خون و خارج شدن از دیواره‌های عروقی به بافت‌های پارانشیم دور دست است (et al., 2017). پژوهش‌هایی در مورد تغییر در ویژگی‌های بیوفیزیکی سلول‌های سرطانی به خواص بیومکانیکی متاستاتیک این سلول‌ها منجر به پیشرفت‌هایی در زمینه درمان سرطان می‌شود (Wirtz et al., 2011). روش‌های نوین شیمی درمانی

عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ میکروگرم/ میلی‌لیتر) و غلظت‌های داروی سیس پلاتین (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۲ میکروگرم/ میلی‌لیتر) و به صورت ترکیبی از غلظت‌های موثر عصاره آرتیمیزیا (۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و داروی سیس پلاتین (۰/۵ و ۰/۷۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در طی مدت زمان ۲۴ ساعت تیمار شدند و زیستایی سلول‌ها با روش MTT مورد ارزیابی قرار گرفت. به این صورت که ۱۰ میکرولیتر از رنگ MTT به هر خانه پلیت اضافه گردید و به مدت سه الی چهار ساعت در محیط تاریک انکوبه شدند. سپس ۸۰ میکرولیتر دی‌متیل سولفواکسید (DMSO) به چاهک‌ها افزوده شد و در نهایت جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۷۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر سنجیده شد. درصد زیست پذیری سلول‌ها با فرمول زیر محاسبه شد (Amini et al., 2019).

۱۰۰ × (میانگین جذب نمونه کنترل / میانگین جذب نمونه

تیمار شده) = درصد سلول‌های زنده

بررسی ریخت‌شناسی هسته‌های سلولی با استفاده از رنگ آمیزی DAPI

رنگ DAPI (۴ و ۶ - دی آمینو - ۲ فنیل ایندول دی هیدروکلراید) به نقاط غنی از آدنین و تیمین در ساختار DNA متصل می‌شود و رنگ فلوئوروسنت از خود ساطع می‌کند، در نتیجه تغییرات ناشی از آپوپتوز از جمله تراکم کروماتین، قطعه قطعه شدن و چروکیده شدن هسته با این روش قابل مشاهده است. جهت انجام این رنگ آمیزی ابتدا سلول‌های A2780 به تعداد 2×10^4 در پلیت‌های ۶ خانه کشت داده شد و بعد از ۲۴ ساعت سلول‌ها با غلظت بهینه عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و توام (آرتیمیزیا ۲۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر همراه با سیس پلاتین ۰/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) به مدت ۲۴ ساعت تحت تیمار قرار گرفتند. سپس محیط رویی سلول‌ها حذف شد و ۱ میلی‌لیتر متانول جهت تثبیت سلول‌ها افزوده شد و با رنگ DAPI رنگ آمیزی شدند. سرانجام ریخت‌شناسی سلول‌ها به وسیله میکروسکوپ فلورسنت (Olympus, Japan) مورد بررسی قرار گرفتند (Dong et al., 2018).

بررسی درصد آپوپتوز توسط آزمون Annexin V- FITC

به منظور تعیین نوع مرگ سلولی از کیت Annexin V- FITC (شرکت Abcam انگلیس) استفاده شد. جهت انجام این تست ابتدا رده سلولی A2780 در پلیت ۶ خانه کشت داده شد و سپس با غلظت موثر عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا

آرتمیسین و مواد آروماتیک یا مشتقات فنل در داروسازی و طب سنتی به عنوان یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی در سراسر جهان مورد تحقیق قرار گرفته است (Abad et al., 2012). گیاهان مذکور دارای مواد مؤثر از قبیل: لیمونن، اوژنول، آلفا و بتاپینن توژون، کاپیلن، کامفور و مقادیر زیادی آرتمیزین است که در تحقیقات متعدد، ترکیبات به دست آمده از این گیاه بر القای آپوپتوز، مهار رگزی، توقف چرخه سلولی در M/G2، متاستاز و مهار رشد تومور در شرایط بالینی و آزمایشگاهی نقش خود را ایفا می‌کنند (Zare Mongabadi et al., 2018).

با توجه به شیوع قابل ملاحظه سرطان تخمدان و عوارض گسترده حاصل از شیمی درمانی، هدف این مطالعه بررسی اثر ضدسرطانی و آنتی متاستازی عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا همراه با سیس پلاتین بر سلول‌های سرطان تخمدان انسان (رده سلولی A2780) و همچنین تغییرات بیان ژن‌های آپوپتوزی (Bax و P53) و ژن‌های درگیر در متاستاز (MMP2 و MMP9) است.

مواد و روش‌ها

تهیه عصاره متانولی گیاه

به منظور استخراج عصاره متانولی، گیاه آرتیمیزیا (*Artemisia absinthium*) با کد ۴۵۹۵۸ از هرباریوم دانشگاه فردوسی مشهد (FUMH) تهیه شد. ابتدا اندام‌های هوایی گیاه خشک و پودر شد. سپس به ازای هر یک گرم از پودر گیاه ۱۰ میلی‌لیتر متانول اضافه و به مدت ۷۲ ساعت در محل تاریک و در دمای اتاق قرار داده شد. پس از گذشت ۷۲ ساعت مخلوط حاصل با استفاده از کاغذ واتمن صاف و در نهایت عصاره‌گیری توسط دستگاه Rotary Evaporator انجام شد. در نهایت متانول عصاره تبخیر و در تاریکی نگهداری گردید (Mehrbakhsh et al., 2020).

تست MTT

سلول‌های سرطان تخمدان انسان رده سلولی A2780 از انستیتو پاستور ایران تهیه و به منظور کشت رده سلولی از محیط کشت RPMI-1640 (شرکت Bioidea، ایران) حاوی ۱۰ درصد FBS و ۱ درصد آنتی بیوتیک (استرپتومایسین/پنی‌سیلین) استفاده شد. تست MTT یک روش رنگ سنجی برای ارزیابی زیستایی سلول‌ها است که براساس تبدیل نمک تترازولیوم زرد رنگ (MTT) در سلول‌های زنده به فورمازان بنفش رنگ است که این تغییر رنگ را می‌توان توسط اسپکتروفتومتری سنجید. جهت انجام این تست ابتدا سلول‌های سرطانی A2780 به تعداد 1×10^4 در هر چاهک از پلیت ۹۶ خانه کشت داده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت، سلول‌های A2780 با غلظت‌های مختلف

صورت گرفت و جهت ساخت cDNA مورد استفاده قرار گرفت. توالی پرایمرها توسط شرکت بن یاخته و تکاپوزیست بترتیب طراحی و سنتز شد و به شرح جدول ۱ مشخص شدند. بیان ژن‌های BAX، MMP 2، p53 و MMP9 در سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780 در گروه‌های شاهد و تیماری با استفاده از دستگاه Bio-Rad Real Time-PCR و رنگ SYBR Green تحت نرم افزار Bio-Rad CFX با روش $\Delta\Delta Ct$ ارزیابی شد.

آنالیز آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار GraphPad Prism 8 و آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) و تست Tukey استفاده شد و نمودار توسط نرم افزار اکسل ترسیم شد. به منظور مقایسه نسبی زنده مانی میان گروه‌ها، داده‌ها با حداقل سه بار تکرار محاسبه شده‌اند و $p < 0.05$ از لحاظ آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج

اثر غلظت‌های مؤثر عصاره آرتیمیزیا، سیس پلاتین و توام بر میزان بقای سلولی

به منظور بررسی زیست‌تایی سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780 تحت تاثیر غلظت‌های ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ میکروگرم/ میلی‌لیتر از عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا و شاهد آزمایشگاهی (حلال DMSO) از تست MTT استفاده شد. نتایج بررسی بقا سلولی نشان داد تیمار سلول‌های A2780 با غلظت‌های مختلف عصاره آرتیمیزیا به صورت وابسته به غلظت باعث مهار تکثیر سلول‌های سرطان تخمدان شد که در غلظت ۲۵۰ میکروگرم / میلی‌لیتر باعث مرگ نیمی (IC50) از سلول‌ها شده است. همچنین در غلظت‌های بالاتر عصاره آرتیمیزیا دارای سمیت سلولی بیشتر بوده و منجر به مرگ سلولی اکثر سلول‌های سرطان تخمدان شد (شکل ۱).

(۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و توام (آرتیمیزیا ۲۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر همراه با سیس پلاتین ۰/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) تیمار شدند. سپس به هر نمونه ۵۰۰ میکرولیتر بافر ۱X Binding Buffer، ۵ میکرولیتر Annexin V-FITC و ۵ میکرولیتر پروپیدیوم یدید افزوده شده و به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق و در محل تاریک انکوبه شدند. در نهایت توسط دستگاه فلو سایتومتری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Motaharinia & Nabini, 2022).

سنجش مهاجرت سلولی

توانایی مهاجرت و تهاجم سلول‌ها با استفاده از تست خراش سنجیده شد. ابتدا سلول‌های A2780 در پلیت ۶ خانه کشت داده شد و بعد از رسیدن سلول‌ها به تراکم مناسب (۸۰ درصد) شکافی توسط نوک پپیت در کف چاهک‌ها ایجاد شد (Amini et al., 2019). سپس سلول‌ها با غلظت‌های عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و توام (آرتیمیزیا ۲۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر همراه با سیس پلاتین ۰/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) به مدت ۲۴ ساعت تیمار شدند. در نهایت میزان مهاجرت سلولی توسط عکس‌برداری و میزان پر شدن خراش در گروه‌های کنترل و تیماری، در زیر میکروسکوپ معکوس (Olympus, Japan) و توسط نرم افزار Image J مورد بررسی قرار گرفت (Bagheri et al 2018).

بررسی میزان بیان ژن‌های درگیر در آپوپتوز و مناستاز با روش

Real Time PCR

تعداد 1×10^6 سلول در فلاسک کوچک کشت داده شد و بعد از گذشت ۲۴ ساعت، سلول‌ها با غلظت مؤثر عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (۲۵۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و توام (آرتیمیزیا ۲۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر همراه با سیس پلاتین ۰/۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) تیمار شدند. سپس جهت بررسی بیان ژن‌های مورد نظر توسط Real Time-PCR استخراج RNA طبق دستور عمل کیت پارس توس

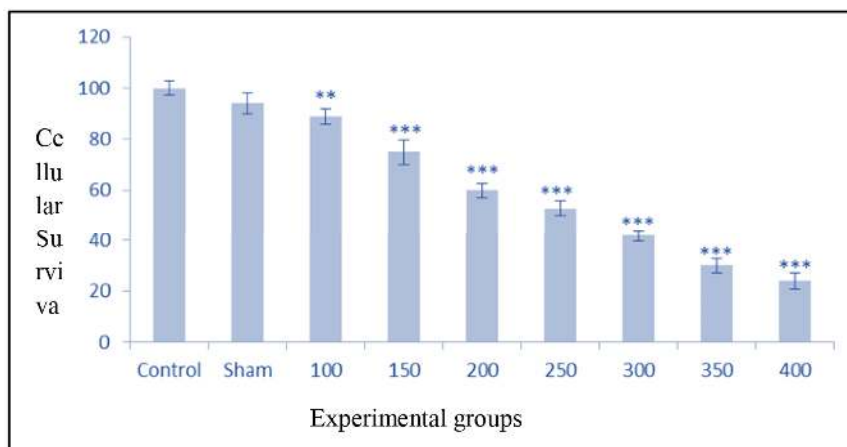
جدول ۱- توالی پرایمرهای مورد استفاده در تکنیک Real-time PCR

Table 1. Sequence of primers used in Real-time PCR technique.

Gene	Sense	Antisense
GAPDH	TGACTTCAACAGCGACACC	TTGCTGTAGCCAAATTCGTT
BAX	TTTGCTTCAGGGTTTCATCCA	CTCCATGTTACTGTCCAGTTCGT
p53	TTGCCGTCCCAAGCAATGGA	TCTGGGAAGGGACAGAAGATG
MMP 2	CTGATAACCTGGATGCCGTCGT	TGCTTCCAAACTTCACGCTCTT
MMP 9	GCCTGCACCACGGACGGTCGCTCC	GAGGTGCCGGATGCCATTCACGTC

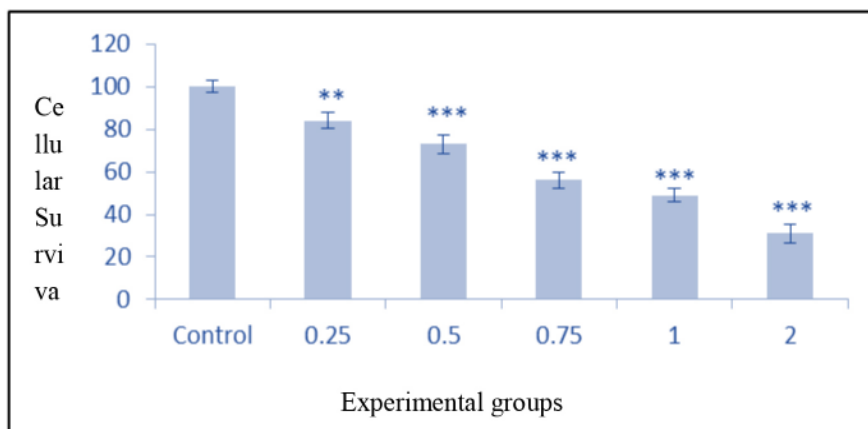
نهایت، نتایج نشان داد زیستایی نیمی از سلول‌های A2780 در غلظت ۰/۵ میکروگرم / میلی‌لیتر داروی سیس پلاتین همراه با غلظت ۲۰۰ میکروگرم / میلی‌لیتر عصاره آرتیمیزیا کاهش یافته است. همچنین نتایج تیمار سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780 با غلظت ۰/۷۵ میکروگرم / میلی‌لیتر از داروی سیس پلاتین همراه با غلظت‌های مؤثر عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میکروگرم / میلی‌لیتر) نشان داد غلظت توام ۰/۷۵ میکروگرم / میلی‌لیتر داروی سیس پلاتین و غلظت ۱۵۰ میکروگرم / میلی‌لیتر عصاره آرتیمیزیا باعث مرگ نیمی (IC50) از سلول‌ها شده است (شکل ۳).

همچنین سلول‌های A2780 را با غلظت‌های مختلف داروی سیس پلاتین (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۲ میکروگرم / میلی‌لیتر) تیمار شدند. نتایج این بررسی نشان داد، داروی سیس پلاتین در غلظت ۱ میکروگرم / میلی‌لیتر می‌تواند باعث مرگ نیمی (IC50) از سلول‌های A2780 شود (شکل ۲). به منظور کاهش غلظت داروی سیس پلاتین و اثرات جانبی آن، در این پژوهش اثر توام غلظت‌های مختلف عصاره آرتیمیزیا و داروی سیس پلاتین بر بقا سلول‌های سرطان تخمدان بررسی شد. در نتیجه سلول‌های A2780 با غلظت ۰/۵ میکروگرم / میلی‌لیتر از داروی سیس پلاتین توام با غلظت‌های مؤثر عصاره آرتیمیزیا (۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میکروگرم / میلی‌لیتر) تیمار شدند. در



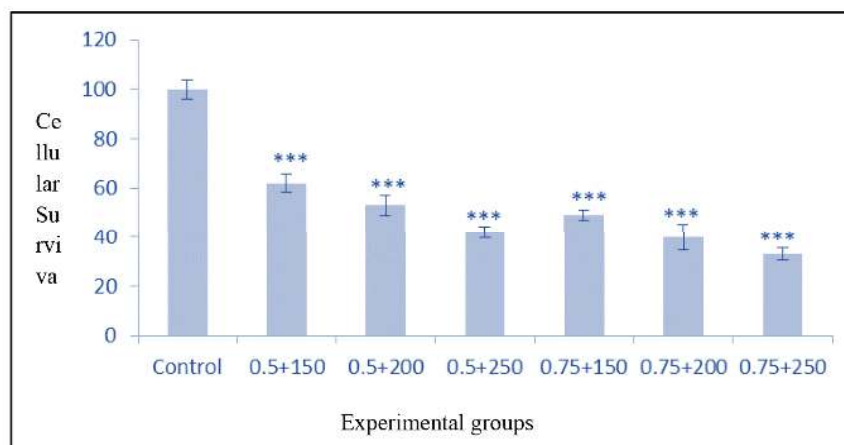
شکل ۱- مقایسه اثر غلظت‌های مختلف عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (μg/ml) بر درصد بقا سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ SD نمایش داده شده است. مقدار P ($**p < 0.01$ و $***p < 0.001$) اختلاف معناداری را در مقایسه با گروه شاهد نشان می‌دهد.

Figure 1. Comparison of the effect of different concentrations of Artemisia aerial organ methanolic extract (μg/ml) on survival of human ovarian cancer cells A2780. Data is displayed as $\pm$ SD mean. P value ($**p < 0.01$ and $***p < 0.001$) showed a significant difference compared to the control group.



شکل ۲- مقایسه اثر غلظت‌های مختلف داروی سیس پلاتین (μg/ml) بر درصد بقا سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ SD نمایش داده شده است. مقدار P ($**p < 0.01$ و $***p < 0.001$) اختلاف معناداری را در مقایسه با گروه شاهد نشان می‌دهد.

Figure 2. Comparison of the effect of different concentrations of cisplatin (μg/ml) on survival in human ovarian cancer cells A2780. Data is displayed as $\pm$ SD mean. P value ($**p < 0.01$ and $***p < 0.001$) showed a significant difference compared to the control group.



شکل ۳- مقایسه اثر غلظت‌های مختلف عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا همراه با داروی سیس پلاتین ($\mu\text{g/ml}$) به صورت توام بر درصد بقا سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ SD نمایش داده شده است. مقدار P ($***p < 0.001$) اختلاف معناداری را در مقایسه با گروه شاهد نشان می‌دهد.

Figure 3. Comparison of the effect of different concentrations of *Artemisia* aerial organ methanolic extract with cisplatin ($\mu\text{g/ml}$) on the percentage of survival in human ovarian cancer cells A2780. Data is displayed as $\pm$ SD mean. The value of P ($***p < 0.001$) shows a significant difference compared to the control group.

رنگ آمیزی DAPI

رنگ آمیزی DAPI به منظور بررسی ریخت‌شناسی هسته سلول‌های A2780 تحت تاثیر غلظت‌های موثر عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (250 میکروگرم / میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (1 میکروگرم / میلی‌لیتر) و توام (0.5 میکروگرم / میلی‌لیتر داروی سیس پلاتین همراه با 200 میکروگرم / میلی‌لیتر عصاره آرتیمیزیا) انجام شد. نتایج حاصل از رنگ آمیزی DAPI، تغییرات مورفولوژیک هسته همچون فشردگی، چروکیدگی هسته و تشکیل اجسام آپوپتوتیک در سلول‌های سرطان تخمدان تیمار شده با غلظت‌های مختلف عصاره آرتیمیزیا، داروی سیس پلاتین و توام را در مقایسه با گروه کنترل را نشان داد (شکل ۴).

تست Annexin V- FITC

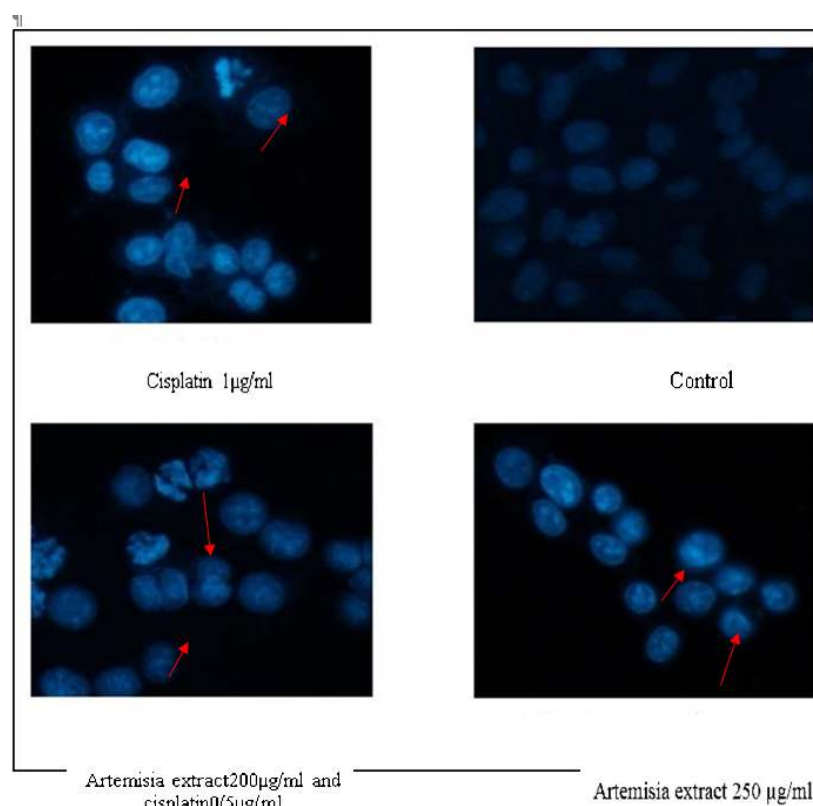
انکسین V می‌تواند به طور انتخابی به فسفاتیدیل سرین متصل شود و در نتیجه به عنوان مارکری برای تشخیص سلول‌های آپوپتوزی استفاده شود. در این مطالعه سلول‌های سرطان تخمدان با غلظت‌های مهاري (IC_{50}) عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا (250 میکروگرم / میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (1 میکروگرم / میلی‌لیتر) و توام (0.5 میکروگرم / میلی‌لیتر داروی سیس پلاتین همراه با 200 میکروگرم / میلی‌لیتر عصاره آرتیمیزیا) تیمار شدند. نتایج به صورت منحنی‌های دارای چهار ناحیه (سلول‌های سالم، آپوپتوز اولیه، آپوپتوز ثانویه، نکروز) مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به منحنی‌های حاصل از تست انکسین، مشاهده شد که در غلظت‌های تیماری، درصد آپوپتوز سلولی نسبت به گروه کنترل افزایش یافته است (شکل ۵).

سنجش مهاجرت سلولی

به منظور بررسی اثر ضد متاستازی، سلول‌های سرطان تخمدان انسان توسط غلظت‌های مؤثر عصاره آرتیمیزیا، سیس پلاتین و توام تیمار شدند. نتایج این بررسی نشان داد در گروه کنترل سلول‌های A2780 ناحیه خراش را پر کرده که این نشان دهنده مهاجرت و تهاجم این سلول‌ها است. درحالی که (250 میکروگرم / میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (1 گروه‌های تیماری با عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتیمیزیا میکروگرم / میلی‌لیتر) و توام (0.5 میکروگرم / میلی‌لیتر داروی سیس پلاتین همراه با 200 میکروگرم / میلی‌لیتر عصاره آرتیمیزیا) باعث کاهش مهاجرت و میزان تهاجم سلول‌های سرطان تخمدان شد (شکل ۶).

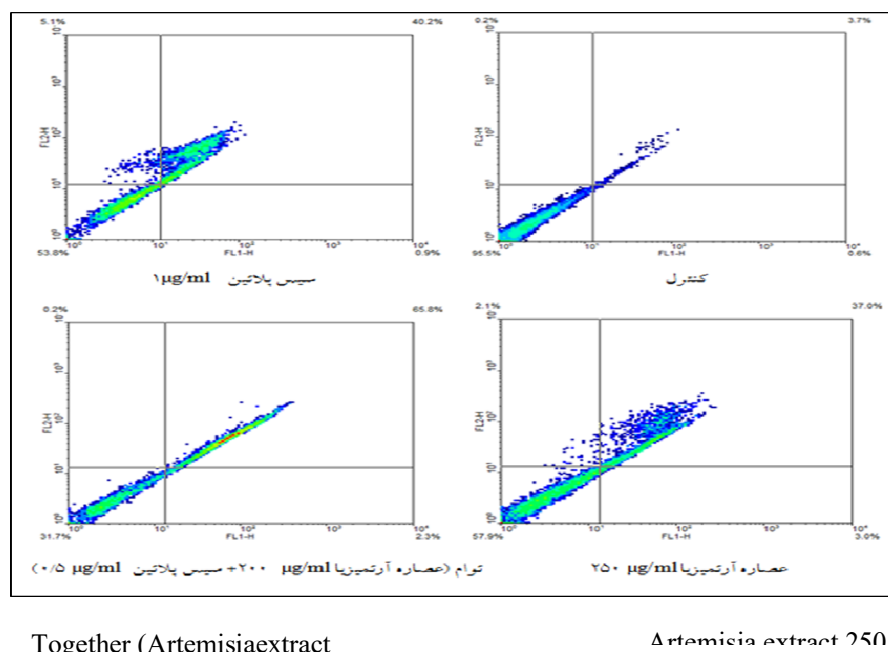
بررسی بیان ژن توسط آزمون Real-Time PCR

در این پژوهش بیان ژن‌های دخیل در آپوپتوز و متاستاز شامل BAX، p53، MMP2 و MMP9 در سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780 با استفاده از روش Real-Time PCR مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد بیان ژن‌های آپوپتوزی در سلول‌های سرطان تخمدان پس از تیمار با غلظت‌های مهاري (IC_{50}) عصاره آرتیمیزیا (250 میکروگرم / میلی‌لیتر)، داروی سیس پلاتین (1 میکروگرم / میلی‌لیتر) و توام (0.5 میکروگرم / میلی‌لیتر داروی سیس پلاتین همراه با 200 میکروگرم / میلی‌لیتر عصاره آرتیمیزیا) افزایش یافت. همچنین در این گروه‌های تیماری بیان ژن‌های MMP9 و MMP2 در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت (شکل ۷).



شکل ۴- رنگ آمیزی DAPI نشان دهنده تغییرات در هسته سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780 در گروه‌های کنترل و تیماری (بزرگنمایی X400) پیکان قرمز قطعه قطعه شدن هسته را نشان می‌دهد.

Figure 4. DAPI staining showing changes in the nucleus of human A2780 ovarian cancer cells in control and treatment groups (X400 magnification). The red arrow indicates the fragmentation of the nucleus.



Together (Artemisia extract

Artemisia extract 250

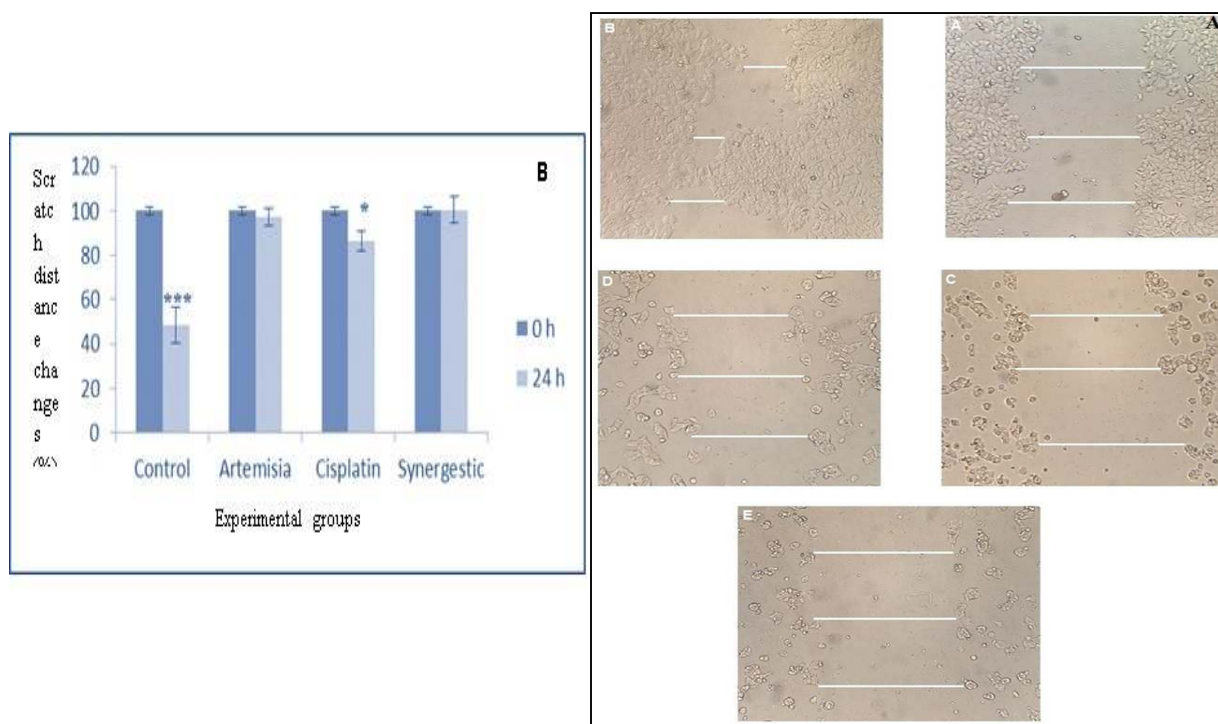
شکل ۵- نتایج بررسی آپوپتوز در سلول‌های سرطان تخمدان انسان A2780 در گروه‌های کنترل و تیماری براساس آزمون Annexin V-FITC.

Figure 5. Results of apoptosis in human ovarian cancer cells A2780 in control and treatment groups based on Annexin V-FITC test.

بحث

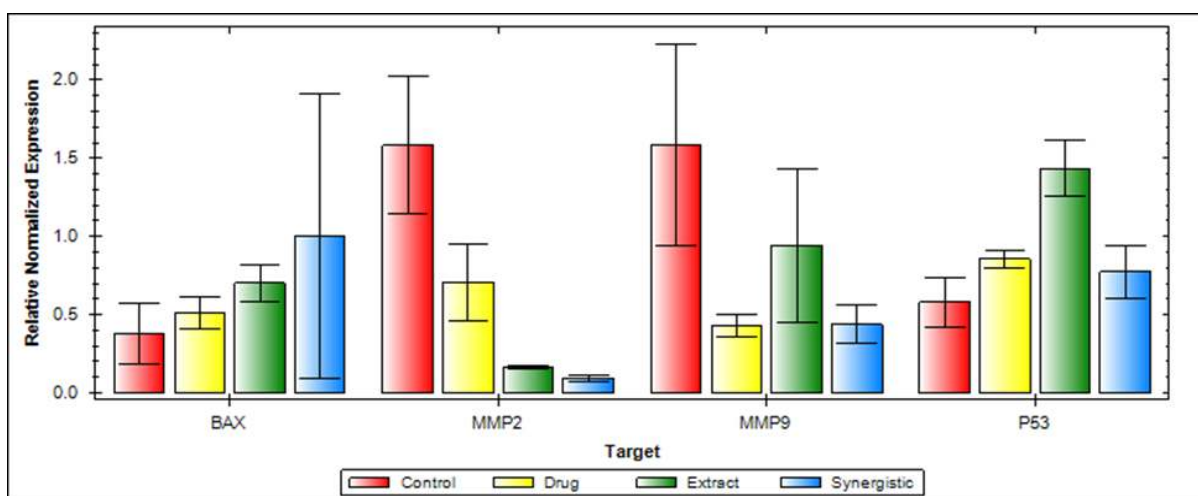
سرطان تخمدان، یکی از بیماری‌های بسیار کشنده است که برای سلامت و ایمنی زنان در جهان به عنوان یک خطر جدی شناخته شده است که به علت پیش آگهی ضعیف آن در اکثر افراد، بیماری در مراحل آخر تشخیص داده می‌شود (Hua et al., 2016). اگر چه استفاده از روش‌های جراحی و شیمی درمانی منجر به پیشرفت در جنبه‌های بالینی و پزشکی شده است اما در اغلب افرادی که از شیمی درمانی استفاده کردند عود بیماری مشاهده شده است که نشان دهنده مقاومت این بیماری در برابر شیمی درمانی است (Liu et al; 2016). امروزه استفاده از ترکیبات جایگزین داروهای شیمیایی، مانند گیاهان و فراورده‌های طبیعی که دارای اثرات ضد سرطانی همراه با سمیت کمتر و میزان اثرگذاری بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، به

همین علت گیاه دارویی آرتمیزیای که دارای ترکیبات فعال زیستی همچون آرتمیزین است که به دلیل داشتن خواص ضد سرطانی و ضد آپوپتوزی قادر است به عنوان مطلوب ترین روش برای درمان سرطان استفاده شود (Zare Mongabadi et al., 2018). مطالعات اخیر نشان می‌دهد، در حالی که گیاه آرتمیزیای دارای اثرات ضد تکثیری و مهاری در رده‌های سلولی سرطانی مختلف است، در سلول‌های طبیعی دارای سمیت سلولی کمتری است (Taleghani et al., 2019). همچنین مشخص شده است که این گیاهان و ترکیبات طبیعی در رده‌های سلولی مختلف و در شرایط متفاوت آزمایشگاهی دارای سمیت سلولی و اثرات ضد سرطانی متفاوتی هستند (Zyad et al., 2017). در نتیجه با توجه به شیوع گسترده سرطان تخمدان در ایران و جهان، در این مطالعه از رده سلولی A2780 سرطان تخمدان انسان استفاده شد.



شکل ۶- مهاجرت سلولی. الف) اثر غلظت‌های عصاره متانولی اندام‌های هوایی آرتمیزیای، سیس پلاتین و توام آن بر مهاجرت سلول‌های سرطان تخمدان انسان (A2780). A) سلول‌های A2780 در زمان ایجاد خراش (ساعت صفر). B) گروه کنترل پس از گذشت ۲۴ ساعت. C) تیمار سلول‌ها با عصاره آرتمیزیای (۲۵۰ میکروگرم / میلی‌لیتر) تیمار سلول‌ها با داروی سیس پلاتین (۱ میکروگرم / میلی‌لیتر) E) تیمار توام سلول‌ها (۰/۵ میکروگرم / میلی‌لیتر داروی سیس پلاتین همراه با ۲۰۰ میکروگرم / میلی‌لیتر عصاره آرتمیزیای). ب) نمودار بررسی تغییرات فاصله خراش در گروه‌های تجربی. داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ SD نمایش داده شده است. مقدار P ($*p < 0.05$ و $***p < 0.001$) اختلاف معناداری را در مقایسه با گروه شاهد نشان می‌دهد.

Figure 6. Cell migration. Effect of *Artemisia* aerial organ methanolic extract, cisplatin extract and its synergistic effect on human ovarian cancer cell migration (A2780). A) A2780 cells at the time of scratching. B) Control group after 24 hours. C) Treatment of cells with *Artemisia* extract (250 μg / ml) D) Treatment of cells with cisplatin (1 μg / ml). E) Synergistic treatment of cells (0.5 μg / ml cisplatin with 200 μg / ml *Artemisia* extract). Diagram of scratch distance alterations in experimental groups. Data is displayed as $\pm$ SD mean. P value ($*p < 0.05$ and $***p < 0.001$) showed a significant difference compared to the control group.



شکل ۷- تغییرات سطح بیان ژن‌های BAX, p53, MMP2 و MMP9 در سلول‌های سرطان تخمدان توسط Real-Time PCR.

Figure 7. Changes in expression levels of BAX, p53, MMP2 and MMP9 genes in ovarian cancer cells by Real-Time PCR.

اکسیداتیو، شکستگی DNA دو رشته‌ای و کاهش پروتئین ترمیم ترکیبی همولوگ RAD51 می‌شود، همچنین منجر به حساسیت سلول‌های سرطانی تخمدان به سیس پلاتین می‌شود (Wang et al., 2015). نتایج تحقیق ما نیز هم راستا با این مطالعات نشان داد که کاربرد توام گیاه آرتمیزیا و سیس پلاتین باعث افزایش حساسیت سلول‌های سرطان تخمدان به سیس پلاتین و کاهش غلظت این دارو شد، همچنین رنگ‌آمیزی DAPI نشان داد که DNA سلول‌های تیمار شده با غلظت‌های مهاري (IC₅₀) عصاره آرتمیزیا (۲۵۰ میکروگرم/ میلی‌لیتر) دچار آپوپتوز شده و به صورت قطعه قطعه است. طی تحقیقی در سال ۲۰۱۳ مشخص شد تمام قسمت‌های گیاه آرتمیزیا سبزی که در دو منطقه جغرافیایی اصفهان و خراسان رویش یافته باعث ایجاد مرگ سلولی در رده سرطان سینه MCF7 شده است (Gordanian et al., 2013). در مطالعه حاضر نیز عصاره قسمت‌های هوایی گیاه آرتمیزیا رویش یافته در منطقه خراسان بر سلول‌های سرطان تخمدان A2780 بررسی شد. نتایج تست انکسین در مطالعات ما نشان دهنده افزایش آپوپتوز در سلول‌های A2780 پس از تیمار با عصاره آرتمیزیا است. افزایش سطح بیان ژن‌های BAX و p53 نیز تاییدکننده افزایش آپوپتوز و فعال شدن مسیر میتوکندریایی در سلول‌های سرطان تخمدان است. در نتیجه با توجه به تغییرات سطح بیان این ژن‌ها و سایر مطالعات انجام شده بر گونه‌های مختلف گیاه آرتمیزیا می‌توان مکانسیم احتمالی القای مسیر میتوکندریایی از طریق تنظیم پروتئین‌های پروآپوپتوزی را پیشنهاد داد (Kim et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر اثر سمیت عصاره متانولی شش گونه آرتمیزیای ترکیه‌ای به نام های

در مطالعه‌ای که توسط برخی محققین در سال ۲۰۱۵ انجام گردید، اثر عصاره اتانولی ریشه گیاه *Bupleurum chinense* روی رده سلولی HO- 8910 سرطان تخمدان مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌های آن‌ها نشان داد که استفاده این گیاه تأثیر قابل توجهی در نابودی سلول‌های سرطانی دارند (Gu et al., 2015)، که با نتایج تحقیق حاضر هم راستا است. بدین صورت که اثر عصاره متانولی اندام‌های هوایی گیاه آرتمیزیا بر روی سرطان تخمدان رده سلولی A2780 بررسی شد.

با سنجش مهاجرت سلولی مشخص شد که عصاره الکلی گیاه آرتمیزیا بر روی رده سلولی A2780 مؤثر است و باعث کاهش تهاجم این سلول‌ها گردید که این اثر ضد سرطانی گیاه را اثبات می‌نماید. علاوه بر این کاربرد توام عصاره آرتمیزیا و سیس پلاتین منجر به کاهش مقدار داروی شیمی درمانی مورد استفاده شد و اثر ضد تکثیری و آپوپتوزی آن بر روی سلول‌های سرطان تخمدان مشاهده گردید، بدین صورت که آزمون MTT کاهش زیستایی سلول‌های A2780 را نشان داد. همچنین رنگ آمیزی DAPI، آزمون انکسین و بررسی بیان ژن‌های BAX و p53 نشان دهنده افزایش آپوپتوز در سلول‌های تیمار شده با عصاره آرتمیزیا همراه با سیس پلاتین است، علاوه بر این با بررسی سنجش مهاجرت سلولی مشخص شد که عصاره الکلی گیاه آرتمیزیا بر روی رده سلولی A2780 مؤثر است و باعث کاهش تهاجم این سلول‌ها گردید که این اثر ضد تکثیری گیاه بر علیه سلول‌های سرطانی اثبات می‌نماید. محققین در سال ۲۰۱۵ در طی پژوهشی اثرات ضد سرطانی مشتقات آرتمیسینین بر روی سرطان تخمدان را بیان کردند که این مواد منجر به استرس

REFERENCES

- Abad, M.J., Bedoya, L.M., Apaza, L. & Bermejo, P. 2012. The *Artemisia* L. genus: a review of bioactive essential oils. *Molecules* 17: 2542-2566.
- Amini, E., Nabiuni, M., Baharara, J., Behzad, S.B., Seyfi, D. & Salek, F. 2019. Investigating the anticancer effect of *Lippia citriodora* leaf alcoholic extract: in suppression of A2780 ovarian cancer cell metastasis via restoration of E-cadherin expression. *Journal of Cell & Tissue* 10: 24-34. (In Persian).
- Bagheri, M., Fazli, M. & Ahmadiankia, N. 2018. Study the effect of sulforaphane on the expression of CXCR4 and snail in breast cancer cells. *Journal of Knowledge & Health in Basic Medical Sciences* 13: 8-13. (In Persian).
- Dong, X., Ni, B., Fu, J., Yin, X., You, L., Leng, X. & Ni, J. 2018. Emodin induces apoptosis in human hepatocellular carcinoma HepaRG cells via the mitochondrial caspase-dependent pathway. *Oncology Reports* 40: 1985-1993.
- Gordanian, B., Behbahani, M., Carapetian, J. & Fazilati, M. 2013. Evaluation of cytotoxicity of sagebrush plain extract on human breast cancer MCF7 cells. *Armaghane Danesh-Yasuj University of Medical Sciences Journal* 3: 241-251. (In Persian).
- Gu, L.Y., Chen, Z., Zhao, J., Ruan, X.J., Zhao, S.Y. & Gao, Hui. 2015. Antioxidant, anticancer and apoptotic effects of the *Bupleurum chinense* root extract in HO-8910 ovarian cancer cells. *Journal of the Balkan Union of Oncology* 20: 1341-1349.
- Hua, X., Yu, L., You, R., Yang, Y., Liao, J., Chen, D. & Yu, L. 2016. Association among dietary flavonoids, flavonoid subclasses and ovarian cancer risk: a meta-analysis. *PLOS ONE* 11: 1-15.
- Kim, E.J., Kim, G.T., Kim, B.M., Lim, E.G., Kim, S.Y. & Kim, Y.M. 2017. Apoptosis-induced effects of extract from *Artemisia annua* Linné by modulating PTEN/p53/PDK1/Akt/ signal pathways through PTEN/p53-independent manner in HCT116 colon cancer cells. *BMC Complementary Medicine and Therapies* 28: 1-12.
- Kim, J., Jung, K.H., Yan, H.H., Cheon, M.J., Kang, S., Jin, X., Park, S., Oh, M.S. & Hong, S.S. 2018. *Artemisia capillaris* leaves inhibit cell proliferation and induce apoptosis in hepatocellular carcinoma. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 18: 1-10.
- Koloren, O., Koloren, Z., Atli Sekeroglu, Z., Colayvaz, M. & Karanis, P. 2019. Amoebicidal and amoebistatic effects of *Artemisia argyi* methanolic extracts on *Acanthamoeba castellanii* trophozoites and cysts. *Acta Parasitologica* 64: 63-70.
- Lambert, W.A., Pattabiraman, R.D. & Winberg, A.R. 2017. Emerging biological principles of metastasis. *Cell* 168: 670-691.
- Liu, L., Fan, J., Ai, G., Liu, J., Luo, N., Li, C. & Cheng, Z.h. 2019. Berberine in combination with cisplatin induces necroptosis and apoptosis in ovarian cancer cells. *Biological Research* 52:1-14.
- Artemisia vulgaris* - *Artemisia absinthium* *Artemisia santonicum arborescens* - *Artemisia campestris* - *Artemisia scoparia* - در چند رده سلولی شامل رده سلولی سرطان ریه A549، سرطان سینه MCF7، سرطان رحم HeLa را نشان داد (Zare Mongabadi et al., 2018). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان دهنده اثر سیتوتوکسیک عصاره آرتیمیزیا گونه *Artemisia absinthium* بر سلول‌های سرطان تخمدان انسان است که تست MTT کاهش زیستایی سلول و مهار تکثیر سلول‌های سرطان تخمدان را با افزایش غلظت عصاره آرتیمیزیا تایید کرد. همچنین کاربرد توأم عصاره آرتیمیزیا و داروی سیس پلاتین افزایش آپوپتوز و کاهش زیستایی در سلول‌های سرطان تخمدان را با غلظت کمتر از داروی سیس پلاتین را نشان داد.

نتیجه گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که کاربرد توأم عصاره آرتیمیزیا به همراه داروی سیس پلاتین دارای اثر ضد تکثیری و القا کننده آپوپتوز در سلول‌های سرطان تخمدان انسان رده سلولی A2780 است. عصاره آرتیمیزیا همراه با سیس پلاتین باعث افزایش آپوپتوز و قطعه قطعه شدن DNA در سلول‌های سرطان تخمدان شد، همچنین کاهش مهاجرت و تهاجم سلول‌ها پس از بیمار نشان دهنده اثر ضد متاستازی آن است. با توجه به عوارض جانبی داروهای شیمی درمانی و توجه بیشتر محققین به استفاده روزافزون از فراورده‌های طبیعی، عصاره آرتیمیزیا می‌تواند گزینه مناسبی برای کاهش غلظت و عوارض جانبی داروی سیس پلاتین باشد، بنابراین می‌توان بیان کرد که هم‌افزایی عصاره گیاه آرتیمیزیا با سیس پلاتین می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای مطالعات بیشتر بر روی سرطان تخمدان مورد استفاده قرار گیرد، البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که برای تجاری سازی این گونه فراورده‌ها نیاز به تحقیقات بیشتر بر روی مدل‌های جانوری و بالینی است.

سیاسگزاری

بدین وسیله از تمامی همکاران و دوستان در پژوهشکده خوارزمی و گروه زیست‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد کمال تشکر و قدر دانی را دارم. ضمناً نویسندگان در تحقیق، پژوهش و نگارش مقاله هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

- Liu, X., Gao, Y., Shen, J., Yang, W., Choy, E., Mankin, H., J. Hornicek, F. & Duan, Z.H. 2016. Cyclin-dependent kinase 11 (CDK11) is required for ovarian cancer cell growth in vitro and in vivo, and its inhibition causes apoptosis and sensitizes cells to paclitaxel. *Molecular Cancer Therapeutics* 15: 1691-1702.
- Mansoori, B., Mohammadi, A., Davudian, S., Shirjang, S. & Baradaran, B. 2017. The different mechanisms of cancer drug resistance: a brief review. *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 7: 339-348.
- Masoompour, S.M., Yarmohammadi, H., Rezaianzadeh, A. & Lankarani, K.B. 2011. Cancer incidence in southern Iran, 1998-2002: results of population-based cancer registry. *Cancer Epidemiol* 35: 42-47.
- Mehrbakhsh, A., Baharara, J., Zafar Balanejad, S. & Kerachian, M.A. 2020. Effect of cannabis sativa extract on induced damage to electromagnetic fields on ovarian follicle maturation and hormonal surface changes in mice. *Nova Biologica Reperta* 7: 267-277. (In Persian).
- Moradi, Y., Jafari, M., Chaichian, S.H., Khateri, S., Akbarian, A.R., Moazzami, B., Mansori, K., Mahmodi, Y. & Samie, S. 2016. Trends in ovarian cancer incidence in Iran. *Iranian Journal of Cancer Prevention* 9: 1-5.
- Motaharinia, M. & Nabiuni, M. 2022. Study of cisplatin effects in comparison with curcumin on Cdc42 gene expression in human Calu-6 lung carcinoma cell line. *Nova Biologica Reperta* 8: 253-264. (In Persian).
- Razi, S., Ghoncheh, M., Mohammadian-Hafshejani, A., Aziznejhad, H., Mohammadian, M. & Salehiniya, H. 2016. The incidence and mortality of ovarian cancer and their relationship with the human development index in Asia. *Ecancermedical Science* 10: 1-11.
- Schutz, K., Carle, R. & Schieber, A. 2006. *Taraxacum*—a review on its phytochemical and pharmacological profile. *Journal of Ethnopharmacology* 107: 313-323.
- Shali, R., Neamati, A. & Ardalan, P. 2018. Investigating the cytotoxic effect and antioxidant properties of green synthesized silver nanoparticles from the root of *Persicaria bistorta* on human liver cancer cell line (Hep G2). *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences* 26: 133-142.
- Simoloka, A. & Bhikha, P.R. 2016. Four foods that fight cancer. *Ascience of Medicine the Artoccare* 2: 1-12.
- Taleghani, A., Emami, S.A. & Tayarani-Najaran, Z. 2019. Artemisia promising plant for the treatment of cancer. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 28: 1-22.
- Vidic, D., Cavar Zeljkovic, S., Dizdar, M. & Maksimovic, M. 2016. Essential oil composition and antioxidant activity of four Asteraceae species from Bosnia. *Journal of Essential Oil Research* 28: 1-13.
- Wang, B., Hou, D., Liu, Q., Wu, T., Guo, H., Zhang, X. & Zou, Y. 2015. Artesunate sensitizes ovarian cancer cells to cisplatin by downregulating RAD51. *Cancer Biology & Therapy* 16: 1548-1556.
- Wirtz, D., Konstantopoulos, K. & Searson, P.C. 2011. The physics of cancer: the role of physical interactions and mechanical forces in metastasis. *Nature Reviews Cancer* 11: 512-522.
- Zahedi, P., Aminimoghaddam, S., Sayahpour, F.A., Haghpahan, V., Amiri, P. & Fereidoni, F. 2012. Association of surviving gene polymorphism with endometrial cancer. *International Journal Gynecol Cancer* 22: 35-37.
- Zare Mongabadi, M., Farhadi, M., Torabzadeh Khorasani, P. & Hedayati, M.H. 2018. Comparison of the apoptotic effects of Iranian Artemisia (*Artemisia scoparia* and *A. sieberi*) with Taxol on SK_BR3 breast cancer cell line. *Razi Journal of Medical Sciences* 25: 70-80.
- Zyad, A., Tilaoui, M., Jaafari, A. & Oukerrou, M.A. 2017. More insights into the pharmacological effects of artemisinin. *Phytotherapy Research* 2017: 1-14.

How to cite this article:

Rezazadeh, N., Baharara, J., Shahrokhbabadi, M.H. & Mostafavi, Kh. 2023. Anticancer effect of *Artemisia* extract and cisplatin on induction of apoptosis and inhibition of proliferation in A2780 human ovarian cancer. *Nova Biologica Reperta* 9: 246-256. (In Persian).

رضازاده، ن.، بهارآرا، ج. و نژادشاهرخ‌آبادی، خ. ۱۴۰۱. اثر ضد سرطانی عصاره آرتمیسیا و داروی سیس پلاتین در القای آپوپتوز و مهار تکثیرسلول‌های A2780 سرطان تخمدان انسان. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۹: ۲۴۶-۲۵۶.