Evaluation of the effects of chrysin- omega-3 and quercetin- omega-3 fatty acids complexes on proliferation and apoptosis in A-735 melanomas cell line

Hamide Malikhan[1], Elham Siasi Torbati[2] , Ahmad majd[3], Nematollah Gheibi[4]

1. Ph.D. Student in Molecular Genetic, Department of Genetics, Collage of Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. ORCID ID: 0000-0003-1741-4181

2. Assistant Professor, Department of Genetic, Collage of Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. ORCID ID: 0000-0003-2204-0508

3. Professor, Department of Biology, Collage of Sciences, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. ORCID ID: I0000-0003-4272-021X

4.Professor, Cellular and Molecular Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran., (Corresponding Author), Tel:028-22302634, Email: gheibi_n@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0001-7503-0894

ABSTRACT

Background and Aim: Recent studies on the treatment of melanoma, have focused on designing efficient methods with low side effects. The aim of the present study was to investigate the effect of quercetin- omega-3 and chrysin- omega-3 complexes on proliferation and apoptosis in the A-375 melanoma cell line.

Materials and Methods: The cells were cultured and then were treated with different concentrations of quercetin- omega-3 and chrysin- omega-3 complexes. MTT assay and flow cytometry were used to evaluate the effects of the above compounds on the rate of cell proliferation and apoptosis.

Results: Chrysin- omega-3 and quercetin- omega-3 complexes in the experimental concentrations, inhibited cell growth in a time and concentration-dependent manner. No significant changes in cell growth rate were observed after 24 and 48 hours of treatment with 0-125µM of chrysin- omega-3 complex. However, concentrations of 150, 175 ,and 200µM chrysin- omega-3 complex significantly decreased the growth of melanoma cells after 24 and 48h ($p < 0.05$). After 72hours, the inhibitory effect was more potent, so that the inhibitory effect was also seen in lower concentrations (100 and 125µm). The highest rate of induction of apoptosis was observed after 72hours ($p < 0.05$). In regard to quercetin- omega-3 complex, the results of the study were similar.

Conclusion: Antiproliferative effects of quercetin- omega-3 and chrysin- omega-3 complexes on melanoma cells are very promising, and suggest these compounds can be considered as potential therapeutic candidates.

Keywords: Melanoma, Quercetin, Chrysin, Omega-3, Apoptosis

Received: Sep 19, 2019 **Accepted:** Oct 3, 2020

How to cite the article: Hamide Malikhan, Elham Siasi Torbati, Ahmad majd, Nematollah Gheibi. Evaluation of the effects of chrysin- omega-3 and quercetin- omega-3 fatty acids complexes on proliferation and apoptosis in A-735 melanomas cell line. SJKU 2021;25(6):35-47.

Copyright © 2018 the Author (s). Published by Kurdistan University of Medical Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

بررسی اثر کمپلکس کرایسین و کوئرستین با اسید چرب امگا–۳ بر روی میزان تکثیر و اپوپتوز در سلول های A-375 ملانوما

حمیده ملیخان[۱]، الهام سیاسی تربتی[۲]، احمد مجد[۳]، نعمت الله غیبی[۴]

۱. دانشجوی دکتری ژنتیک مولکولی، گروه ژنتیک، دانشکده علوم، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۳-۱۷۴۱-۴۱۸۱

۲.استادیار، گروه ژنتیک، دانشکده علوم، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۳-۲۲۰۴-۰۵۰۸

۳.استاد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۳-۴۲۷۲-I۰۲۱X

۴.استاد، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین،ایران (نویسنده مسئول). تلفن: ۰۲۸-۲۲۳۰۲۶۳۴- پست الکترونیک: gheibi_n@yahoo.com. کد ارکید: ۰۰۰۰-۰۰۰۱-۷۵۰۳-۰۸۹۴

چکیده

زمینه و هدف: برای درمان ملانوما، مطالعات اخیر بر طراحی روش‌های کارآمد و با عوارض جانبی کم، متمرکز شده‌اند. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر کمپلکس کوئرستین و کرایسین با امگا-۳ بر میزان تکثیر سلولی و آپوپتوز در رده سلولی A-375 ملانوما می‌باشد.

مواد و روش ها: سلول‌های رده A-375 ملانوما کشت داده شده، سپس با غلظت‌های مختلف کمپلکس کوئرستین و کرایسین با امگا-۳ تیمار شدند. برای بررسی اثر ترکیبات فوق بر میزان تکثیر سلول‌های ملانوما از تست MTT و برای بررسی اثر آنها بر میزان آپوپتوز از روش فلوسایتومتری استفاده شد.

یافته‌ها: کمپلکس کرایسین و کوئرستین با امگا-۳ در غلظت‌های مورد آزمایش، باعث مهار رشد وابسته به زمان و غلظت سلول-های ملانوما شد. بعد از گذشت ۲۴ و یا ۴۸ ساعت از تیمار سلول های با ۱۲۵-۰ میکرومولار کرایسین ، تغییر معنی داری بر میزان رشد سلول ها دیده نشد. اما غلظت های ۱۵۰، ۱۷۵ و ۲۰۰ میکرومولار کرایسین در ترکیب با اسیدچرب امگا-۳ باعث کاهش معنی دار رشد سلول های ملانوما بعد از گذشت ۲۴ و یا ۴۸ ساعت گردید($p<۰/۰۵$). بعد از گذشت ۷۲ ساعت، اثر مهاری قوی‌تر بود، به‌طوری که در غلظت‌های پایین‌تر کرایسین(۱۰۰ و ۱۲۵ میکرومولار) نیز اثر مهاری دیده شد. بیشترین القای آپوپتوز بعد از گذشت ۷۲ ساعت مشاهده شد($p <۰/۰۵$) نتایج در مورد کوئرستین نیز مشابه بود.

نتیجه گیری: اثرات ضدتکثیری ترکیب کوئرستین و کرایسین با امگا ۳ بر روی سلول‌های ملانوما بسیار امیدوارکننده است و نشان می دهد که این ترکیبات می توانند به عنوان یکی از گزینه های بالقوه درمانی در نظر گرفته شوند.

کلمات کلیدی: ملانوما، کوئرستین، کرایسین، امگا-۳، آپوپتوز

وصول مقاله:۹۸/۶/۲۸ اصلاحیه نهایی: ۹۹/۶/۸ پذیرش:۹۹/۷/۱۲

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

مقدمه

ملانوما تهاجمی‌ترین سرطان پوست است که منشاء آن از ملانوسیت‌های پوستی، و ایجاد آن عمدتا به دلیل اثر پرتوهای فرابنفش است(۱). داده‌های اپیدمیولوژیک، حاکی از افزایش مداوم و چشم‌گیر بروز این سرطان در طی دهه-های گذشته است(۲). از عوامل خطر دیگر، می‌توان خال-های چندگانه مادرزادی، قرار گرفتن در معرض عوامل سمی و سرکوب سیستم ایمنی بدن را نام برد(۲). همانند اشکال دیگر سرطان، پیشرفت ملانوما با برخی تغییرات مولکولی در سلول‌های سرطانی مرتبط است که به آن‌ها امکان پایداری و زنده ماندن به هنگام کمبود مواد مغذی، و مقاومت در برابر شرایط نامساعد را می‌دهد(۳). این سلول‌ها می‌توانند سیستم ایمنی میزبان را فریب دهند، در هیپوکسی زنده بمانند، استرس اکسیداتیو ایجاد کنند، و درنهایت تمایل روزافزونی برای متاستاز دارند که خطرناک‌ترین مرحله بیماری در بیماران ملانوم به شمار می‌رود (۴). در طی چند سال گذشته، درمان ملانوما با معرفی رویکردهای جدید از جمله روش‌های هدف‌مند و ایمونولوژیک، پیشرفت‌های چشم‌گیری را نشان داده است و دوره جدیدی در درمان این نوع سرطان، پیش رو وجود دارد(۴).

اسیدهای چرب امگا ۳ (ω-3 یا n-3) خانواده مهمی از اسیدهای چرب اشباع نشده (Polyunsaturated fatty acid: PUFAs) و مواد مغذی مهمی هستند که در رشد طبیعی و توسعه بافت‌های مختلف انسانی نقش دارند (۵-۷). این اسیدهای چرب اشباع نشده بلند زنجیره، به طور عمده از ایکوزاپنتانوئیک اسید (Eicosapentaenoic Acid: EPA) و دکوزاهگزانوئیک اسید (Docosahexaenoic acid: DHA) تشکیل شده‌اند. DHA همراه با غذا، دریافت و یا از طریق اکسیداسیون β- EPA تامین می‌شود (۸). PUFAهای n-3 به‌جز نقشی که در عملکردهای فیزیولوژیک دارند، می‌توانند بر برخی بیماری‌های مزمن مانند سرطان تأثیر بگذارند. در واقع n-3 PUFAs، یا هر یک از اسیدهای چرب EPA و DHA به صورت خالص می‌توانند فعالیت ضد نئوپلاستیکی انجام دهند، و در پیش-گیری از سرطان و هم‌چنین در درمان آن نقش مهمی داشته باشند(۶, ۷, ۹, ۱۰). آثار ضدسرطانی این اسیدهای چرب به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها در بدن است. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که اسیدهای چرب امگا-۳ باعث مهار رشد سلول‌های سرطانی، القاء آپوپتوز، تعدیل بیان ژن‌های دخیل در تنظیم بقای سلولی، و تنظیم مسیرهای سیگنالینگ مرتبط با مرگ و یا رشد سلولی مثل مسیر WNT/β-catenin، به‌ویژه در ملانوما می‌شوند(۱۱, ۱۲).

از سوی دیگر، تحقیقات نشان داده است که فلاونوئیدهای طبیعی مانند کوئرستین و کرایسین می‌توانند گزینه‌های مناسبی برای درمان ملانوما باشند(۱۳, ۱۴). کوئرستین یکی از پلی‌فنول‌های موجود در رژیم غذایی است که در میوه‌ها، سبزیجات و سایر محصولات گیاهی از جمله پیاز، کلم بروکلی، کلم، پرتقال، زغال اخته، سیب و چای یافت می شود(۱۵). کوئرستین فعالیت ضد تکثیری و پیش‌آپوپتوزی را در انواع مختلف سلول‌های سرطانی نشان داده است. کوئرستین به آسانی توسط تایروزیناز به ترکیبات مختلفی تبدیل می‌شود و همین امر، سبب افزایش فعالیت ضد سرطانی آن می‌شود(۱۶). علاوه بر این، با توجه به این‌که بیان تایروزیناز در طول تومورزایی افزایش می‌یابد، و فعالیت آن با تغییرات پیگمنتاسیون در هر دو مرحله ابتدایی و انتهایی آسیب‌های ملانوسیتیک همراه است، پس کوئرستین می‌تواند برای درمان ملانوما استفاده شود (۱۴, ۱۶). کرایسین در عسل و برخی گیاهان وجود دارد (۱۳). مطالعات نشان داده‌اند که کرایسین از طریق فعال‌سازی مسیر سیگنالینگ میتوکندریایی(داخلی) آپوپتوز، آثار ضد تکثیری قوی خود را در ملانوما اعمال می‌کند(۱۳, ۱۷). در نتیجه با توجه به اهمیت این دو فلاونوئید در درمان ملانوما، و نیز نظر به اثرات قوی ضد سرطانی اسیدچرب های امگا - ۳، هدف پژوهش حاضر آن است تا اثرات کمپلکس

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

کوئرستین و کرایسین با اسیدهای چرب امگا-۳ را در میزان تکثیر و آپوپتوز سلول‌های رده A-375 ملانوما مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش ها

کشت سلول:

رده سلولی A-375 ملانوما از مجموعه بانک سلولی انستیتو پاستور (تهران، ایران) خریداری شد. محیط DMEM حاوی ۱۰٪ سرم جنینی غیرفعال شده با گرما و 100U/ml پنی سیلین/استرپتومایسین برای کشت سلول‌ها استفاده شد. پلیت‌های کشت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تحت CO_2 ۵٪ نگهداری شدند.

بررسی میزان بقا و تکثیر سلولی به روش MTT:

برای تعیین میزان بقا و تکثیر سلول‌ها از روش MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) بر اساس پروتوکل قبلی (۱۸) استفاده شد. به طور خلاصه، ۲۵۰۰ سلول از رده A-375 ملانوما در هر یک از چاهک‌های پلیت‌های ۹۶ خانه کشت داده شد. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون ، سلول‌ها در معرض غلظت‌های مورد نظر از کمپلکس کوئرستین و کرایسین با امگا-۳ قرار گرفتند. آزمایشات برای هر گروه در سه تکرار و با گروه کنترل تیمار نشده در سه زمان مختلف ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انجام شد. پس از گذشت زمان‌های مورد نظر، محیط کشت قبلی، حذف و ۲۰۰µl از محیط DMEM با ۱۰٪ FBS و ۱۰٪ MTT (5 mg/mL) (سیگما، ایالات متحده) اضافه شد. پس از انکوباسیون به مدت ۴ساعت دیگر، محصول فورمازون احیا یافته داخل سلولی با جایگزینی ۱۰۰ میکرولیتر از محیط DMEM-1640 با همان حجم دی متیل سولفوکساید (DMSO) حل شد. مقادیر جذب در ۵۷۰ نانومتر با دستگاه میکروپلیت‌ریدر (BioTek ELX800, USA) اندازه‌گیری شد. غلظت مهار کننده نصف حداکثر (IC50) از هر آزمایش محاسبه شد.

بررسی میزان آپوپتوز با روش فلوسایتومتری:

سلول‌ها (۱۰۰۰۰ سلول) در مراحل اولیه و انتهایی آپوپتوز با رنگ‌آمیزی Annexin V-FITC و پروپیدیوم‌یدید (PI) کیت تجاری شرکت IQ product، و با استفاده از دستگاه فلوسایتومتری BD FACS Calibur (BD biosciences, San Jose, CA, USA) مورد شناسایی قرار گرفتند. به طور خلاصه، سلول‌های A-375 در پلیت‌های ۶ خانه با تراکم $۲/۵ \times ۱۰^{۵}$ کشت داده شدند و با غلظت‌های محاسبه شده برای IC50 هر یک، یعنی ۱۵۲، ۱۴۹ و ۱۳۰ میکرومولار کرایسین، و ۱۹۰، ۹۳ و ۱۸۱ میکرومولار کمپلکس کوئرستین با امگا-۳، به ترتیب هر یک به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت انکوبه شدند. برای رنگ-آمیزی، سلول‌ها با PBS شسته و با بافر اتصال انکوبه شدند. به ۲۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون سلولی، ۵ میکرولیتر از انکسین V-FITC و ۱۰ میکرولیتر از ترکیب PI اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی انکوبه شد(۱۸). سپس سلول‌ها با استفاده از دستگاه فلوسایتومتر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

آنالیز آماری:

کلیه نتایج حاصل از این مطالعه در رابطه با MTT و فلوسایتومتری با استفاده از روشهای آماری one way ANOVA و two way ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نمودارها در هر دو مورد با استفاده از نرم افزار گرف پد، با سطح معنی داری $p<۰/۰۵$ گزارش شده‌اند.

یافته‌ها

تیمار سلول‌ها با غلظت‌های(۲۰۰-۰ میکرومولار) کمپلکس کرایسین با اسید چرب امگا-۳ باعث مهار معنی‌دار رشد سلول‌های ملانوما به صورت وابسته به غلظت و وابسته به زمان شد. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، بعد از گذشت ۲۴ و ۴۸ ساعت از تیمار سلول‌ها با ۱۲۵-۰ میکرومولار کمپلکس کرایسین با اسید چرب امگا-۳، تغییر

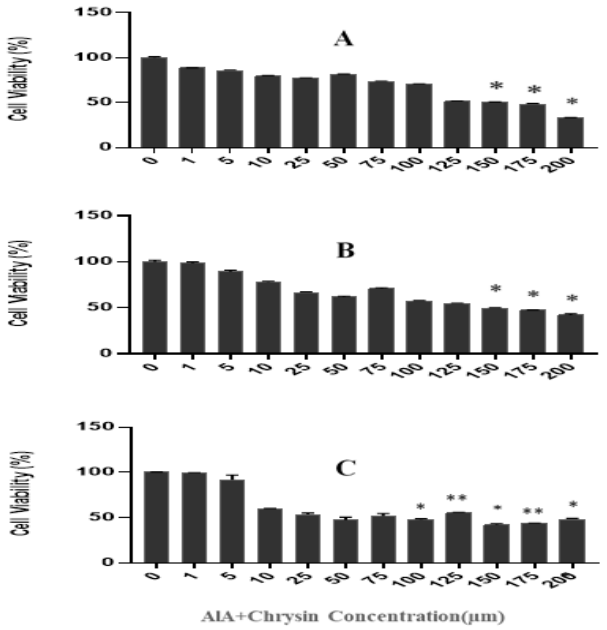
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

معنی‌داری در میزان رشد سلول‌ها دیده نشد. اما غلظت‌های ۱۵۰، ۱۷۵ و ۲۰۰ میکرومولار کمپلکس کرایسین با اسیدچرب امگا-۳ باعث کاهش معنی‌دار رشد سلول‌های ملانوما بعد از گذشت ۲۴ و ۴۸ ساعت گردید($p <$ ۰/ ۰۵). بعد از گذشت ۷۲ ساعت اثر مهاری قوی‌تر بود، به طوری- که در غلظت‌های پایین‌تر کرایسین (۱۰۰ و ۱۲۵ میکرومولار) نیز اثر مهاری دیده شد. یافته‌های حاصل در مورد کمپلکس کوئرستین با اسید چرب امگا-۳ نیز مشابه بود. اثرات مهاری این ترکیب نیز وابسته به غلظت و زمان بود (شکل ۲). بعد از گذشت ۲۴ و ۴۸ ساعت در محدوده غلظتی ۲۰۰-۱۲۵ میکرومولار کوئرستین، بیشترین اثر مهاری بر میزان رشد سلولی سلول‌های ملانوما دیده شد ($p<$۰/۰۵) .میزان مهار در غلظت‌های کمتر(۱۰۰-۰ میکرومولار) از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. از طرفی ۷۲ ساعت بعد از تیمار سلول‌ها با غلظت ۲۰۰-۷۵ میکرومولار کمپلکس کوئرستین با اسیدچرب امگا-۳، مهار رشد سلول ها ازلحاظ آماری معنی‌دار بود که نشان دهنده اثرات قوی‌تر در مقایسه با ۲۴ و ۴۸ ساعت تیمار می باشد. با مقایسه نتایج فوق، اثر مهاری کمپلکس کوئرستین با امگا ۳، در هر سه زمان مورد مطالعه، بیشتر از اثر مهاری کمپلکس کرایسین با امگا ۳ نشان داده شد؛ به این صورت که در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت، کمپلکس کرایسین با امگا ۳ در غلظت‌های پایین‌تر از ۱۲۵ میکرومولار اثر مهاری معنی داری نشان نداد، ولی کمپلکس کوئرستین با امگا ۳ در همین زمان‌ها، در غلظت ۱۰۰ نیز اثر را نشان داد. هم‌چنین در زمان ۷۲ ساعت، اثر مهاری برای کرایسین در غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۲۵ نیز مشاهده شد که این امر در مورد کوئرستین مربوط به غلظت پایین‌تر یعنی ۷۵ میکرومولار بود. در مرحله بعد، برای بررسی تاثیر کمپلکس کرایسین و کوئرستین با اسیدهای چرب امگا-۳ بر میزان آپوپتوز رده سلولی A-375 ملانوما، از روش فلوسایتومتری با انکسین-V استفاده شد. ابتدا سلول‌ها با غلظت‌های محاسبه شده برای IC50 هریک یعنی ۱۵۲، ۱۴۹ و ۱۳۰ میکرومولار کرایسین و ۱۹۰، ۹۳ و ۱۸۱میکرومولار کمپلکس کوئرستین با اسید چرب امگا-۳، به ترتیب هر یک به مدت۲۴، ۴۸، و ۷۲ ساعت تیمار شدند. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، بیشترین القای آپوپتوز بعد از گذشت ۷۲ ساعت رخ داده است($p<$۰/۰۵). طبق شکل ۴، نتایج در مورد کوئرستین نیز مشابه بود و تیمار سلول ها به مدت ۷۲ساعت اثر قوی‌تری بر میزان القای آپوپتوز در سلول‌های ملانوما داشت ($p<$۰/۰۵) کمپلکس کرایسین یا کوئرستین با اسیدهای چرب امگا-۳ با غلظت‌های فوق باعث القای معنی‌دار آپوپتوز به صورت وابسته به زمان و غلظت گردید؛ به‌طوری که قوی‌ترین اثر بعد از گذشت ۷۲ ساعت و در غلظت‌های بالاتر دیده شد (شکل ۵)

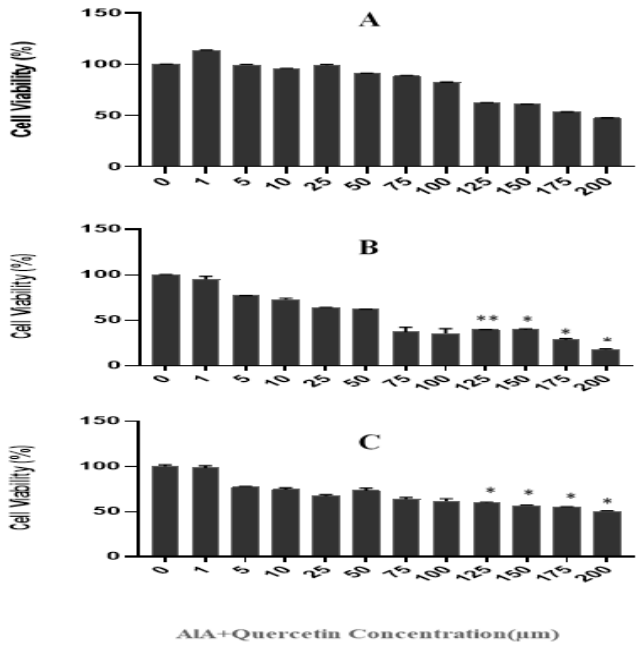
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]



شکل ۱. آنالیز بقای سلول‌ها پس از مواجهه با غلظت‌های مختلف کمپلکس کرایسین با امگا-۳

A : پس از ۲۴ ساعت، B: پس از ۴۸ ساعت، C: پس از ۷۲ ساعت

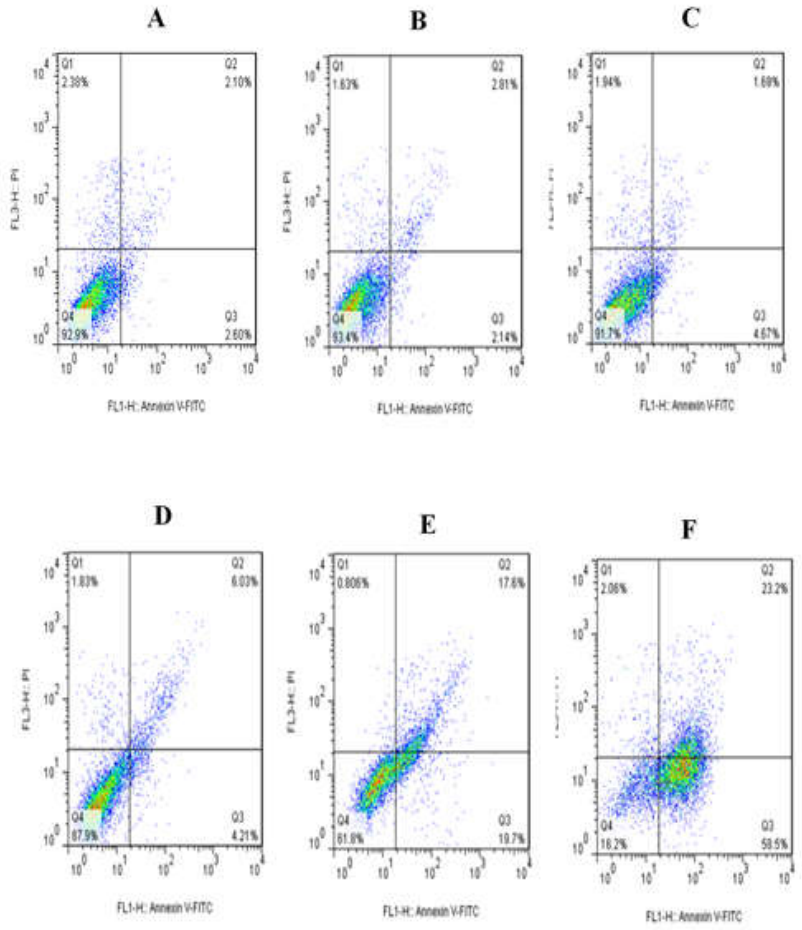


شکل ۲. آنالیز بقای سلول‌ها پس از مواجهه با غلظت‌های مختلف کمپلکس کوئرستین با ترکیب امگا-۳

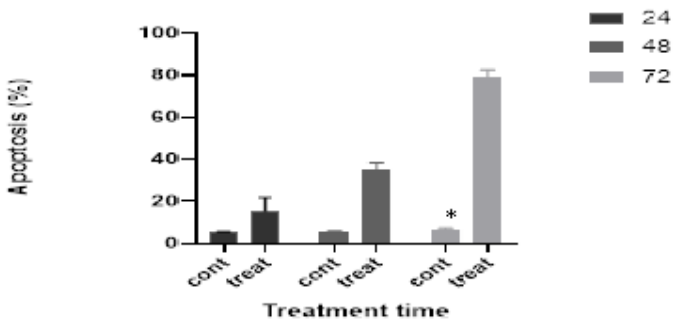
A: پس از ۲۴ ساعت، B: پس از ۴۸ ساعت، C: پس از ۷۲ ساعت

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]



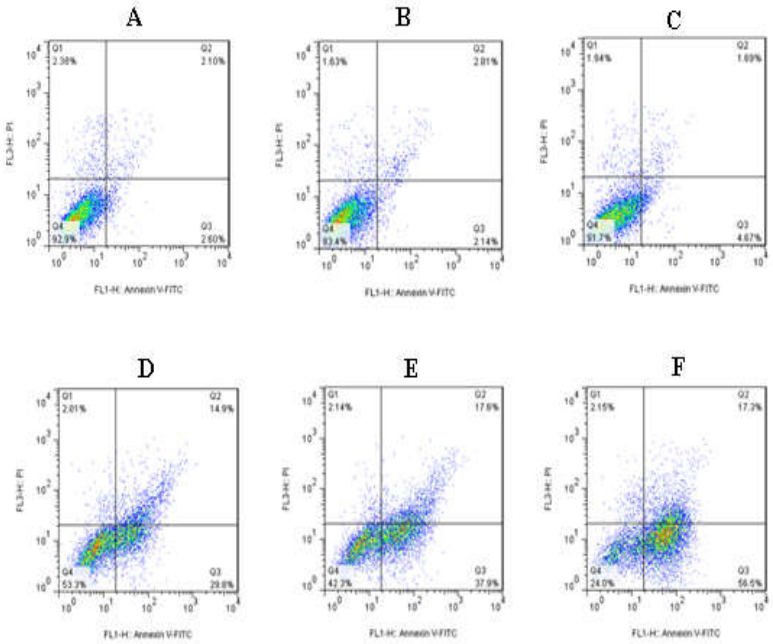
شکل ۳. نتایج مربوط به آزمون رنگ‌آمیزی Annexin/ PI سلول‌های A: کنترل ۲۴ ساعت، B:کنترل ۴۸ ساعت، C: کنترل ۷۲ ساعت، D: تیمار شده با غلظت 152µm کمپلکس کرایسین با امگا-۳ بعد از ۲۴ ساعت، E: تیمار شده با غلظت 149µm کمپلکس کرایسین با امگا-۳ بعد از ۴۸ ساعت، F: تیمار شده با غلظت 130µm کمپلکس کرایسین با امگا-۳ بعد از ۷۲ ساعت.



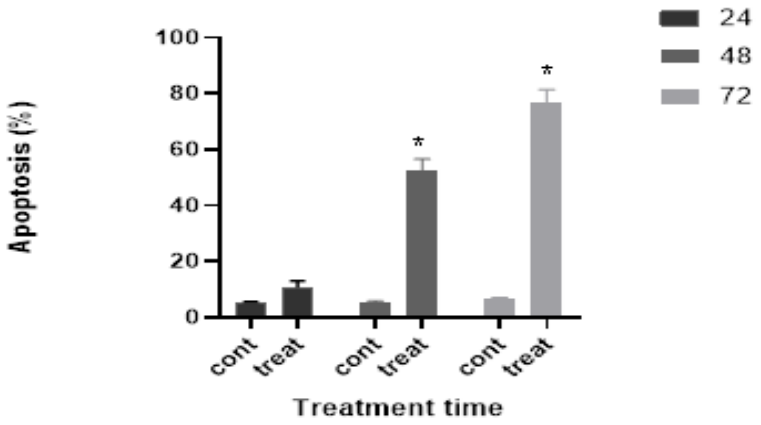
شکل ۴. مقایسه میزان آپوپتوز سلول‌های تیمارشده با غلظت‌های µm 152 ، µm 149 و 130µm کمپلکس کرایسین با امگا-۳ به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت با کنترل

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]



شکل ۵. نتایج مربوط به آزمون رنگ‌آمیزی Annexin/ PI سلول‌های A: کنترل ۲۴ ساعت، B:کنترل ۴۸ ساعت، C: کنترل ۷۲ ساعت، D: تیمار شده با غلظت 190µm کمپلکس کوئرستین با امگا-۳ بعد از ۲۴ ساعت، E: تیمار شده با غلظت 93µm کمپلکس کوئرستین با امگا-۳ بعد از ۴۸ ساعت، F: تیمار شده با غلظت 181µm کمپلکس کوئرستین با امگا-۳ بعد از ۷۲ ساعت.



شکل۶. مقایسه میزان آپوپتوز سلول‌های تیمارشده با غلظت‌های 190µm، 93µm و 181µm کمپلکس کوئرستین با امگا-۳ به ترتیب به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت با کنترل

بحث

در مطالعه حاضر، تیمار سلول‌های A-375 ملانوما با غلظت‌های مختلف کمپلکس کرایسین و کوئرستین با اسیدهای چرب امگا-۳، باعث مهار رشد به صورت وابسته به زمان و غلظت شد. از طرفی این ترکیبات باعث القای قوی آپوپتوز نیز شدند. در دهه گذشته نتایج مطالعات اپیدمیولوژیک بیانگر اثرات مهاری اسیدهای چرب امگا-۳

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

در سرطان‌های مختلف می‌باشد. به عنوان مثال، تیمار سلول-های سرطانی کولورکتال با اسیدهای چرب امگا-۳ موجب مهار رشد سلول‌ها و القای آپوپتوز با تجمع سلول‌ها در فاز G2/M شد(۱۹, ۲۰). در مطالعه‌ای دیگر، Hawcroft و همکارانش با تیمار سلول‌های سرطانی روده بزرگ با اسیدهای چرب امگا-۳ باعث کاهش رشد تومور و کاهش تکثیر سلول‌های سرطانی شدند(۲۱). Sam و همکاران در مطالعه‌ای بر روی سلول‌های سرطانی خون نشان دادند که اسیدهای چرب امگا-۳ به صورت وابسته به زمان و وابسته به غلظت باعث مهار سلول‌های سرطانی می‌شوند (۲۲). نتایج مشابه در سرطان ملانوما نیز مشاهده شده است که در آن، تیمار سلول‌های سرطانی ملانوما با اسیدهای چرب امگا-۳ باعث مهار قوی سلول‌های سرطانی و القای آپوپتوز و نیز مهار متاستاز شده است(۲۳). رحمانی و همکاران نیز در پژوهش خود، علاوه بر بررسی اثر اسیدهای چرب امگا-۳ بر روی بیان ژن Wt-1 ، اثر آنتی‌پرولیفریتیو آن بر روی سلول‌های رده MIA PaCa-2 (سرطان پانکراس) را در غلظت‌های ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرومولار نشان دادند(۲۴). در مطالعه‌ای دیگر، اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ اثر قابل توجهی بر بقای سلول‌های SKOV-3 (سلول‌های سرطانی تخمدان) نشان ندادند ولی قادر به القای آپوتوز در آنها بودند؛ این مطالعه پیشنهاد داد اثر این اسیدهای چرب بر بقای سلول‌ها بستگی به غلظت آنها و هم چنین بستگی به نوع سلول مورد مطالعه دارد؛ به این صورت که در غلظت‌های پایین (۵۰۰-۳۰۰ میکرومولار) سبب پیشرفت چرخه سلولی ودر غلظت‌های بالای ۵۰۰ میکرومولار سبب مهار رشد سلول‌های SKOV-3 می‌شود. غلظت‌های مشخصی (Critical concentration) از اسیدهای چرب قادر به مقابله با سلول‌های سرطانی خواهند بود که این غلظت به نوع سلول و نوع اسید چرب بستگی دارد(۲۵). هم‌چنین اسیدهای چرب غیر اشباع، تخریب تایروزیناز توسط کمپلکس پروتئازوم را افزایش می‌دهند؛ در حالی که اسیدهای چرب اشباع ، عملکرد متضادی دارند(۲۶).

بیوسنتز ملانین و سایر رنگدانه‌ها در ملانوسیت‌ها توسط آنزیمی حاوی مس به نام تایروزیناز، کاتالیز می‌شود(۱۶, ۲۸). تایروزیناز، هیدروکسیلاسیون تیروزین به دی-هیدروکسی‌فنیل‌آلانین(L-DOPA) و L-DOPA به دوپاکوئینین را کاتالیز می‌کند. کوئینون‌ها به نوبه خود به ملانین و دیگر ترکیبات پلی‌فنولی تبدیل می‌شوند(۲۹). سنتز ملانین سبب تولید پراکسید هیدروژن و دیگر گونه‌های فعال اکسیژن(ROS) شده و این امر سبب می‌شود ملانوسیت‌ها تحت استرس شدید اکسیداتیو قرار بگیرند.(۳۰).

در میان ترکیبات طبیعی، فلاونوئیدها، ترکیباتی پلی فنولی با وزن مولکولی کم و از لحاظ شیمیایی دارای ساختار فنیل بنزوپیرون (C6- C3-C6) هستند و بر اساس سطح اشباع، جانشینی حلقه C و باز بودن حلقه مرکزی پیرون به گروههای مختلفی تقسیم می شوند(۳۱). مطالعات بیولوژیکی و فارماکولوژیکی نشان می‌دهند که پلی‌فنول‌های رژیم غذایی، مانند کوئرستین و کرایسین، دارای ویژگی-های آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی، ضد چاقی، ضد سرطانی و سایر خواص می‌باشند (۲۸, ۳۲, ۳۳). به‌ویژه نقش ضد سرطانی کوئرستین و کرایسین به طور گسترده در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است (۳۴). اتیولوژی و پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها به طور مستقیم با استرس اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل بین تشکیل و خنثی‌سازی اکسیدان‌ها، مرتبط است (۳۵-۳۸). اثرات مفید کوئرستین بر روی بافت‌های طبیعی به مکانیسم‌های مختلف، به ویژه اثرات آنتی اکسیدانی آن نسبت داده شده است. در خانواده فلاونوئیدها، کوئرستین قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان در برابر گونه‌های اکسیداتیو واکنش‌پذیر (ROS) است و ظرفیت آنتی اکسیدانی آن عمدتا به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل روی حلقه فنلی B است (۳۹). اثرات ضد سرطانی کوئرستین در سرطان‌های روده بزرگ، کبد و

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

ملانوما نیز به طور مستقیم با خصوصیات آنتی‌اکسیدانی آن مرتبط است. کوئرستین مهار کننده قوی رشد سلول‌های سرطانی ملانوما و القا کننده آپوپتوز می‌باشد(۴۰). مطالعات نشان داده‌اند که اثرات کوئرستین به غلظت آن در بافت، نحوه متابولیسم و دسترسی زیستی به آن بستگی دارد (۴۳). در مطالعه راپاسینگ و همکاران با عنوان بررسی فعالیت آنتی پرولیفریتیو آسیلهای بلندزنجیره استری شده با کوئرستین گلوکوزید (Quercetin-3-O-glucoside) بر سلولهای HepG2 کارسینومای هپاتوسلولار، شش اسید چرب از جمله EPA و DHA با کوئرستین-۳-O-گلوکوزید (فرم رایج کوئرستین درگیاهان) بصورت آنزیماتیک، استریفیه شده و اثرات آنتی پرولیفراتیو آنها بر سلول‌های HepG2 کارسینومای هپاتوسلولار در مقایسه با دو داروی شیمی درمانی به نام‌های سیس پلاتین و سورافنیب، بررسی گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که استر اسیدهای چرب با کوئرستین گلوکوزید، اثر مهاری قابل توجهی بر سلولهای HepG2 داشت؛ به طوری که پس از ۶ تا ۲۴ ساعت تیمار سلولی با این استرها، رشد ۸۵ تا ۹۰ ٪ از سلولها مهار گردید. این در حالی است که استر اسیدهای چرب با کوئرستین گلوکوزید، نسبت به داروی سورافنیب، اثر سمی ناچیزی بر سلولهای نرمال کبدی داشت(۴۴). در مطالعه‌ای دیگر، استرهای EPA, DHA و ALA با Q3G، در مقایسه با Q3G به تنهایی، اثر مهاری قابل توجهی بر اکسیداسیون LDL القا شده با Cu^{2+} و رادیکال پراکسیل داشتند. در نهایت، نتایج این مطالعه نشان داد که استریفیکاسیون خاصیت لیپوفیلیسیته آنتی اکسیدانت-ها را افزایش داده، کوئرستین استریفیه شده با اسیدهای چرب، لیپوفیلیسته بیشتری از کوئرستین غیرکونژوگه داشته، و قدرت بیشتری برای مهار اکسیداسیون لیپیدهایی مانند LDL دارد.

افزایش لیپوفیلیسیته دسترسی زیستی فلاونوئیدها را تحت تاثیر قرار می دهد و می تواند جذب سلولی و در نتیجه دسترسی زیستی آنها را افزایش دهد. امگا۳ خواص ضد تکثیری زیادی دارد ولی استفاده از آن به دلیل این که مستعد اکسیداسیون است، محدود است؛ ترکیب اسیدهای چرب غیر اشباع با فلاونوئیدهای مشخصی با خواص آنتی اکسیدانی قوی، آنها را از اکسیداسیون محافظت و خواص بیولوژیکی فلاونوئیدها را افزایش می دهد. استرهای Q3G خواص آنتی‌اکسیدانی تشدید یافته‌ای به خاطر افزایش لیپوفیلیسیته نشان داده‌اند. همچنین آنتی‌اکسیدانت های لیپوفیلیک و هیدروفوبیک، در محیط‌های با لیپوفیلیسیته مختلف، اثرات متفاوتی خواهند داشت(۴۵).

مطالعات نشان داده‌اند علاوه بر کوئرستین، کرایسین نیز یک ترکیب پلی‌فنولی قوی با اثرات مهاری بر روی سلول‌های سرطانی مختلف به ویژه ملانوما می باشد. برای مثال، Xue و همکاران گزارش کرده‌اند که کرایسین باعث مهار رشد سلول‌های سرطانی ملانوما بدون تاثیر بر روی سلول‌های سالم از طریق فعال‌سازی مسیر میتوکندریایی آپوپتوز می شود(۱۳). از طرفی، Sassi و همکاران نیز نشان دادند که در مدل حیوانی و نیز رده های سلولی ملانوما، کرایسین باعث القای آپوپتوز و مهار رشد تومور می‌شود(۱۷). مطالعه جمالی و همکاران نشان داد استریفیکاسیون امگا-۳ با کرایسین اثر مهاری از نوع رقابتی بر روی تایروزیناز قارچی دارد. این مطالعه به وضوح نشان داد الحاق دو ماده اسید چرب امگا-۳ و امگا-۶ با کرایسین در قالب مشتقات جدید، آثار مهاری قوی‌تری نسبت به هر یک از این ترکیبات به صورت جداگانه دارد(۲۶).

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، برای اولین بار اثر کمپلکس کوئرستین و کرایسین با اسید چرب امگا-۳ بر روی میزان تکثیر و آپوپتوز سلول‌های سرطانی ملانوما بررسی گردید. مطابق با مطالعات فوق، این مطالعه کاهش معنی دار تکثیر در این سلولها به صورت وابسته به زمان و غلظت را نشان داد. هم چنین بررسی نتایج حاصل از تکنیک فلوسایتومتری، بعد از تیمار سلول ها با این ترکیبات، افزایش معنی دار مرگ

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

سلولی به روش آپوپتوز را به صورت وابسته به غلظت و زمان نشان داد. نتایج این مطالعه در قیاس با مطالعات ذکر شده، نشان می‌دهد که عملکرد ضد توموری کمپلکس اسیدهای چرب امگا-۳ با کوئرستین و کرایسین بر روی سلول‌های ملانوما، قوی‌تر از اثر هر یک از آنها به تنهایی، و هم‌چنین اثر کمپلکس کوئرستین با امگا۳، قوی تر از اثر کمپلکس کرایسین با آن است. به این صورت که در زمان-های ۲۴ و ۴۸ ساعت، کمپلکس کرایسین با امگا۳ در غلظت‌های پایین فاقد اثر مهاری معنی‌دار، ولی کمپلکس کوئرستین با امگا۳ در این زمان‌ها، با وجود غلظت پایین‌تر، واجد اثر مهاری بر سلول‌های ملانوما بود. هم‌چنین ، اثر مهاری برای کوئرستین در زمان ۷۲ ساعت، در غلظتی پایین-تر نسبت به کرایسین مشاهده شد.به این ترتیب استفاده از کمپلکس‌های فوق برای درمان ملانوما می‌تواند بسیار امیدبخش باشد. لذا بررسی اثرات ضد توموری این ترکیبات جدید در مطالعات In vivo و بررسی کامل ویژگی های ضد سرطانی آنها پیشنهاد می گردد.

تشکر و قدردانی

ضمن سپاس و قدردانی از حمایت معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی قزوین و واحد تهران شمال دانشگاه آزاد اسلامی، در این مطالعه هیچ حمایت مالی و تعارض منافع وجود ندارد. کد کمیته اخلاق این پژوهش IR.QUMS.REC.1397.329 می‌باشد.

منابع

1.Geller AC, Clapp RW, Sober AJ, Gonsalves L, Mueller L, Christiansen CL, et al. Melanoma epidemic: an analysis of six decades of data from the Connecticut Tumor Registry. J Clin Oncol. 2013;31(33):4172.
2.Mattia G, Puglisi R, Ascione B, Malorni W, Carè A, Matarrese P. Cell death-based treatments of melanoma: conventional treatments and new therapeutic strategies. Cell Death Dis. 2018;9(2):112.
3.Apalla Z, Lallas A, Sotiriou E, Lazaridou E, Ioannides D. Epidemiological trends in skin cancer. Dermatol Pract Concept. 2017;7(2):1.
4.Matarrese P, Ascione B, Ciarlo L, Vona R, Leonetti C, Scarsella M, et al. Cathepsin B inhibition interferes with metastatic potential of human melanoma: an in vitro and in vivo study. Mol cancer. 2010;9(1):207.
5.Burlingame B, Nishida C, Uauy R, Weisell R. Fats and fatty acids in human nutrition: introduction. Ann Nutr Metab. 2009;55(1-3):5-7.
6.Riediger ND, Othman RA, Suh M, Moghadasian MH. A systemic review of the roles of n-3 fatty acids in health and disease. J Am Diet Assoc. 2009;109(4):668-79.
7.Calder PC. Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: effects, mechanisms and clinical relevance. Biochim Biophys Acta. 2015;1851(4):469-84.
8.Abdi J, Garssen J, Faber J, Redegeld F. Omega-3 fatty acids, EPA and DHA induce apoptosis and enhance drug sensitivity in multiple myeloma cells but not in normal peripheral mononuclear cells. J Nutr Biochem. 2014;25(12):1254-62.
9.Molfino A, Amabile MI, Mazzucco S, Biolo G, Farcomeni A, Ramaccini C, et al. Effect of oral docosahexaenoic acid (DHA) supplementation on DHA levels and omega-3 index in red blood cell membranes of breast cancer patients. Front Physiol. 2017;8:549.
10.Bhagat U, Das UN. Potential role of dietary lipids in the prophylaxis of some clinical conditions. Arch Med Sci. 2015;11(4):807.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

11.Serini S, Zinzi A ,Vasconcelos RO, Fasano E, Riillo MG, Celleno L, et al. Role of β-catenin signaling in the anti-invasive effect of the omega-3 fatty acid DHA in human melanoma cells. J Dermatol Sci. 2016;84(2):149-59.
12.Serini S, Fasano E, Piccioni E ,Monego G, Cittadini AR, Celleno L, et al. DHA induces apoptosis and differentiation in human melanoma cells in vitro: involvement of HuR-mediated COX-2 mRNA stabilization and β-catenin nuclear translocation. Carcinogenesis. 2011;33(1):164-73.
13.Xue C ,Chen Y, Hu DN, Iacob C, Lu C, Huang Z. Chrysin induces cell apoptosis in human uveal melanoma cells via intrinsic apoptosis. Oncol Lett. 2016;12(6):4813-20.
14.Harris Z, Donovan MG, Branco GM, Limesand KH, Burd R. Quercetin as an emerging anti-melanoma agent: a four-focus area therapeutic development strategy. Front Nutr. 2016;3:48.
15.Russo GL, Ungaro P. Epigenetic Mechanisms of Quercetin and Other Flavonoids in Cancer Therapy and Prevention. Epigenetics of Cancer Prevention: Elsevier; 2019. 187-202.
16.Kubo I, Nitoda T, Nihei K-i. Effects of quercetin on mushroom tyrosinase and B16-F10 melanoma cells. Molecules. 2007;12(5):1045-56.
17.Sassi A, Maatouk M, Bzéouich IM, Hatira SA-B, Jemni-Yacoub S, Ghedira K, et al. Chrysin, a natural and biologically active flavonoid suppresses tumor growth of mouse B16F10 melanoma cells: In vitro and In vivo study. Chem Biol Interact. 2018;283:10-9.
18.Yousefi R, Imani M, Ardestani SK, Saboury AA, Gheibi N, Ranjbar B. Human calprotectin: effect of calcium and zinc on its secondary and tertiary structures, and role of pH in its thermal stability. Acta Biochim Biophys Sin. 2007;39(10):795-802.
19.Jordan A, Stein J. Effect of an omega-3 fatty acid containing lipid emulsion alone and in combination with 5-fluorouracil (5-FU) on growth of the colon cancer cell line Caco-2. Eur J Nutr. 2003;42(6):324-31.
20.Kalbkhani F, Sam MR. The effect of fish-oil derived eicosapentaenoic acid on cell proliferation and caspase-3 activity in human colorectal cancer cell line. Tehran Univ Med J. 2018;76(6):374-9.
21.Hawcroft G, Loadman PM, Belluzzi A, Hull MA. Effect of eicosapentaenoic acid on E-type prostaglandin synthesis and EP4 receptor signaling in human colorectal cancer cells. Neoplasia. 2010;12(8):618.
22.Sam MR, Esmaeillou M, Sam S, Shokrgozar MA. Fish-oil-derived eicosapentaenoic acid decreases survivin expression and induces wt-p53 accumulation with caspase-3 activation in acute lymphoblastic leukemia cells. Hum Exp Toxicol. 2018;37(7):714-24.
23.Li J, Chen CY, Arita M, Kim K, Li X, Zhang H, et al. An omega-3 polyunsaturated fatty acid derivative, 18-HEPE, protects against CXCR4-associated melanoma metastasis. Carcinogenesis. 2018;39(11):1380-8.
24.Rahmani B, Naserpour Farivar T, Azad M, Sahmani M, Gheibi N. The effects of omega-3 PUFA (ALA) on WT1 gene expression in pancreatic cancer cell line (MIA PaCa-2). World Family Medicine. 2018;16(2):275-281.
25.Hajighasemi S, Azad M, Karimipoor M, Rahimi H, Foroughi F, et al. (2018) Dual Effects of Omega -6, and -9 Fatty Acids on Ovarian Cancer Cell Viability and Their Ability to Induce Apoptosis. Adv Proteomics Bioinform: APBI-106. DOI: 10.29011/APBI -106.100006
26.Jamali Z , Zare K, Gheibi N. Effect of chrysin omega-3 and 6 fatty acid esters on mushroom tyrosinase activity, stability, and structure. J Food Biochem. 2018;e12728.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]

27.Metodiewa D, Jaiswal AK, Cenas N, Dickancaite E, Segura-Aguilar J. Quercetin may act as a cytotoxic prooxidant after its metabolic activation to semiquinone and quinoidal product. Free Radic Biol Med. 1999;26:107–116.
28.Gheibi N, Taherkhani N, Ahmadi A, Haghbeen K, Ilghari D. Characterization of inhibitory effects of the potential therapeutic inhibitors, benzoic acid and pyridine derivatives, on the monophenolase and diphenolase activities of tyrosinase. Iran J Basic Med Sci. 2015;18(2):122-9.
29.Baharara J, Tayarani Najjaran Z, Amini E, Salek F. The Inhibitory Effect of Crocin on Melanogenesis of B16F10 Melanoma Cell Line. JSSU. 2016; 24 (6) :479-490.
30.Abdolmaleki F, Gheibi N, Ahmadpour Yazdi H. Inhibitory Effect of Myricetin on Melanoma Cells (A375). Novel Biomed. 2017;5(3):104-8.
31.Wang L, Tu YC, Lian TW, Hung JT, Yen JH, Wu MJ. Distinctive antioxidant and antiinflammatory effects of flavonols. J Agric Food Chem. 2006; 54(26):9798-804.
32.Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radic Biol Med. 1996;20:933–956.
33.Nam JS, Sharma AR, Nguyen LT, Chakraborty C, Sharma G, Lee SS. Application of Bioactive Quercetin in Oncotherapy: From Nutrition to Nanomedicine. Molecules. 2016; 21(1):E108.
34.Dhalla NS, Temsah RM, Netticadan T. Role of oxidative stress in cardiovascular diseases. J Hypertens. 2000; 18(6):655-73.
35.Uttara B, Singh AV, Zamboni P, Mahajan RT. Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options. Curr Neuropharmacol. 2009;7(1):65-74.
36.Reddy VP, Zhu X, Perry G, Smith MA. Oxidative stress in diabetes and Alzheimer's disease. J Alzheimers Dis. 2009;16(4):763-74.
37.Locatelli F, Canaud B, Eckardt KU, Stenvinkel P, Wanner C, Zoccali C. Oxidative stress in end-stage renal disease: an emerging threat to patient outcome. Nephrol Dial Transplant. 2003 Jul;18(7):1272-80.
38.Murota K, Terao J. Antioxidative flavonoid quercetin: implication of its intestinal absorption and metabolism. Arch Biochem Biophys. 2003 ;417(1):12-7
39.Tanigawa S, Fujii M, Hou DX. Stabilization of p53 is involved in quercetin-induced cell cycle arrest and apoptosis in HepG2 cells. Biosci Biotechnol Biochem. 2008;72(3):797-804.
40.Ranelletti FO, Maggiano N, Serra FG, Ricci R, Larocca LM, Lanza P, Scambia G, Fattorossi A, Capelli A, Piantelli M. Quercetin inhibits p21-RAS expression in human colon cancer cell lines and in primary colorectal tumors. Int J Cancer. 2000; 85(3):438-45.
41.Soengas MS, Lowe SW. Apoptosis and melanoma chemoresistance. Oncogene. 2003; 22(20):3138-51.
42.Awad HM, Boersma MG, Vervoort J, Rietjens IM. Peroxidase-catalyzed formation of quercetin quinone methide-glutathione adducts. Arch Biochem Biophys. 2000; 378(2):224-33.
43.Sudan S., Rupasinghe H. V. Antiproliferative activity of long chain acylated esters of quercetin-3-O-glucoside in hepatocellular carcinoma HepG2 cells. Exp. Biol. Med. 2015; 240(11): 1452–64.
44.Warnakulasuriya SN, Ziaullah, Rupasinghe HP. Long chain fatty acid acylated derivatives of quercetin-3-o-glucoside as antioxidants to prevent lipid oxidation. Biomolecules. 2014; 4(4):980-93

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: 10.52547/sjku.25.6.35]