



DOI: 10.22092/ijm.2022.358546



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۳/۱۲

آثار ضدسرطانی برخی از اسانس‌های گیاهی

فاطمه عسکری^{۱*}، فاطمه سفیدکن^۲، سمانه اسدی صنم^۱، مینا کوه‌جانی گرجی^۱ و بهاره الهوردی-ممقانی^۳

چکیده

سرطان از بیماری‌های پیچیده و دومین عامل مرگ‌ومیر در دنیا است. سالانه ۸ میلیون نفر در اثر ابتلا به سرطان جان خود را از دست می‌دهند. اسانس‌ها از نظر شیمیایی دارای ترکیب‌های فرار معطری هستند که نقش‌های متفاوتی را در گیاهان ایفا می‌کنند و برخی از آنها در درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌شوند. در این مقاله، آثار ضدسرطانی تعدادی از گیاهان معطر و ترکیب‌های شیمیایی اسانس آنها با استفاده از نتایج تحقیقات انجام‌شده در بخش تحقیقات گیاهان دارویی، اجرای فاز ۳ از طرح «بررسی ترکیب‌های متشکله اسانس گیاهان معطر ایران» و بررسی برخی مقالات مروری و تحقیقاتی سایر محققان ارائه می‌شود. بررسی منابع مختلف با استفاده از مقالات معتبر نشان می‌دهد، ترکیب‌های شیمیایی مانند آلفا-بیزابول، آلفا-هومولن، الین، اوژنول، بتا-کاروفیلین، تیمول، تیموکینون، ژراتینول، ژرماکرون، فarnesol، لیمونن، نرولیدول فعالیت ضدسرطانی چشمگیری دارند. ترکیب‌های مشابه موجود در اسانس تعدادی از گیاهان دارویی همچون گونه‌های مختلف آویشن، بابونه، بومادران، درمنه، ریحان، رازیانه، زردچوبه، زنجبیل، زیره، سرو، گل راعی، علف لیمو، مرزه، مریم‌گلی و نعنا نشان‌دهنده فعالیت ضدسرطانی آنهاست که در بررسی‌های تحقیقاتی تأیید شده است.

واژه‌های کلیدی: سرطان، گیاهان دارویی، ترکیب‌های شیمیایی، اسانس

Anticancer effects of some plant essential oils

F. Askari^{1*}, F. Sefidkon², S. Asadi Sanam¹, M. Kouhjani Gorji¹ and B. Allahverdi-Mamaghani³

Abstract

Cancer is a complex disease and the second cause of death worldwide. Eight million individuals die from cancer every year. Essential oils are aromatic compounds that have various roles in plants and are also used to treat different disorders and complaints. In this paper, the anti-cancer effects of some aromatic plants and their essential oils are based on the results of research projects conducted in research papers. Medicinal and Aromatic Plant Division and project of "Study of essential oils in Iranian aromatic plants" as well as review and research papers were presented. Among chemical compounds, α -Bisabolol, α -Humulene, elemene, eugenol, b-caryophyllene, thymol, thymoquinone, geraniol, germacrone, Farnesol, Limonene, and Nerolidol exhibited anticancer activity. Some medicinal plants such as *Thymus vulgaris*, *Juniperus* spp, *Matricaria chamomilla*, *Achillea santolina*, *Artemisia* spp, *Foeniculum vulgare*, *Curcuma* spp, *Zingiber* spp, *Carum carvi*, *Hypericum* spp, *Cymbopogon* spp, *Satureja* spp, *Salvia* spp, and *Mentha* spp show remarkable anticancer activity.

Keywords: Cancer, medicinal plants, chemical compounds, essential oil.

*- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
پست الکترونیک نویسنده مسئول: fatemeh_askari2002@yahoo.com و faskari@rifr-ac.ir

۲- استاد پژوهش، بخش تحقیقات گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- دانش‌آموخته دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

1*- Assistant Prof., Medicinal Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. *Corresponding author E- mail: fatemeh_askari2002@yahoo.com, faskari@rifr-ac.ir

2- Prof., Medicinal Plants Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- PhD in Plant physiology, Natural Science faculty, Tabriz University, Tabriz, Iran.



● مقدمه

سرطان از بیماری‌های پیچیده و دومین عامل مرگ‌ومیر در دنیا است و سالانه ۸ میلیون نفر در اثر ابتلا به سرطان جان خود را از دست می‌دهند (Andrade et al., 2018). اسانس‌ها از نظر شیمیایی متابولیت‌های ثانویه معطری هستند که نقش‌های متفاوتی را در گیاهان از جمله دفاع در مقابل موجودات گیاه‌خوار، حشرات، میکروارگانیسم‌ها و برهم‌کنش گیاهان دارند. براساس گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه و روش‌های استخراج اسانس و ترکیب‌های شیمیایی اسانس‌های گیاهی تغییر می‌کند. اسانس‌ها از نظر شیمیایی به ترکیب‌های اکسیژن‌دار و هیدروکربنی تقسیم می‌شوند. ترکیب‌های اکسیژن‌دار شامل استر، آلدئید، الکل، کتون، فنل و ترکیب‌های اکسید شده هستند. ترکیب‌های هیدروکربنی از واحدهای ایزوپرن تشکیل شده‌اند و شامل مونوترپن‌ها، سزکوئی‌ترین‌ها و دی‌ترین‌ها هستند (Blowman et al., 2018). اولین مقاله مرتبط با خواص ضدسرطانی اسانس‌ها در سال ۱۹۶۰ چاپ شد و تا سال ۲۰۱۴ بیش از ۵۰۰ مقاله در این ارتباط تهیه و منتشر شد و خواص ضدسرطانی بیش از ۱۰۰ اسانس از ۲۰ خانواده گیاهی آزمون شد (Bayala et al., 2014). در ایران نیز، گیاهان دارویی ضدسرطان، در پژوهش نجف‌پورنوبی و همکاران (۱۳۸۶) معرفی شده است. براساس مطالعات انجام‌شده ترکیب‌های لیمونن، ژرانیول، تیمول، تیموکینون، فاریسول، آلفا-بیزابولول، المن، بتا-کاریوفیلین، آلفا-هومولن، نرولیدول، ژرماکرن و اوژنول خواص ضدسرطانی دارند، در مجموع، اسانس‌های گیاهی می‌توانند به‌عنوان جایگزین، یا عامل مکمل در درمان انواع سرطان استفاده شوند (Andrade et al., 2018). آثار اسانس‌ها بر سرطان‌های متعدد شامل سرطان‌های مغزی نخاعی، سرطان پوست، سرطان خون، سرطان استخوان، سرطان پستان، سرطان کولون، سرطان کلیه، سرطان کبد، سرطان ریه، سرطان تخمدان، سرطان لوزالمعده و سرطان پروستات تأیید شده است (Bayala et al., 2014).

● خاصیت ضدسرطانی ترکیب‌های شیمیایی اسانس

در این مقاله ابتدا، خاصیت ضدسرطانی تعدادی از ترکیب‌های شیمیایی اسانس شامل آلفا-بیزابولول، آلفا-هومولن، المن، اوژنول، بتا-کاریوفیلین، تیمول، تیموکینون، ژرماکرون، ژرانیول، فاریسول، لیمونن، نرولیدول بررسی می‌شود، سپس تعدادی از گیاهان دارویی مؤثر بر سرطان و ترکیب‌های شیمیایی اسانس آنها معرفی می‌شوند. در شکل ۱ فرمول باز تعدادی از ترکیب‌های شیمیایی و در شکل ۲ تصاویر گیاهان آورده شده است.

● آلفا-بیزابولول (α -Bisabolol)

این ترکیب از گیاه بابونه آلمانی *Matricaria chamomilla* (شکل ۱-A) و برخی از گونه‌های صنوبر و درمنه استخراج می‌شود و بر سرطان‌های پانکراس، کبد، مغز، پستان و لوسمی مؤثر است (Seki et al., 2011; Cavalieri et al., 2004). از میان گیاهانی که اسانس آنها بررسی شده، *Pycnocyta aucherana* حاوی بتا-بیزابولول است.

● آلفا-هومولن (α -Humulene)

آلفا-هومولن (شکل ۱-B) در گیاه رازک *Humulus lupulus* به میزان ۳۶ درصد و در گونه‌های *Salvia* به میزان ۱۵ درصد وجود دارد و بر سرطان کولون، ریه، پروستات و پستان مؤثر است (Legault & Pichette, 2008). نتایج تحقیقات انجام‌شده پیرامون اسانس گیاهان معطر ایران نشان داد، گونه‌های گیاهی شامل *Teucrium melissoides*، *Pycnocyta spinosa*، *Nepeta glomerulosa*، *Dittrich- Achillea filipendulina* و *ia graveolens* حاوی آلفا-هومولن هستند، بنابراین می‌توانند بر سرطان کولون، ریه، پروستات و پستان مؤثر باشند. ترکیب آلفا-هومولن در گونه *Stachys latata* (۲۴/۹ درصد)، *Marrubium as- tracanicum* (۱۶/۹ درصد) و در گونه *tane camara* (۱۰/۸ درصد) شناسایی شد.

● المن (α -elemene)

مشتقات المن شامل آلفا، بتا، گاما و دلتا المن است که در میان این ترکیب‌ها بتا-من (شکل ۱-C) بیشترین آثار ضدتوموری را نشان می‌دهد. بتا-من رشد سلول‌ها را در مراحل

مختلف چرخه سلولی G1 و G2 متوقف می‌کند و بازدارنده رشد تومور از طریق القای مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلولی است. بتا-من آثار ضدسرطانی بر سرطان‌های مختلف از جمله سرطان ریه، سرطان کبد، مغزی نخاعی، سرطان معده، سرطان پوست و سرطان تخمدان دارد (Liu et al., 2010; Li et al., 2005). نتایج تحقیقات انجام‌شده پیرامون اسانس گیاهان معطر ایران نشان داد، گونه‌های گیاهی شامل *Lantana camera*، *Humulus lupulus*، *Nepeta bracteata*، *Lallemantia peltata*، *Cymbopogon olivieri* و *Bunium badghayzi* حاوی بتا-من هستند و می‌توانند بر ضدسرطان‌های مختلف از جمله سرطان ریه، سرطان کبد، مغزی نخاعی، سرطان معده، سرطان پوست و سرطان تخمدان مؤثر باشند. بتا-من به میزان ۵/۳ درصد در گونه *Humulus lupulus* و ۵/۱ درصد در گونه *Lallemantia peltata* شناسایی شد.

● اوژنول (α -eugenol)

اوژنول (شکل ۱-D) در ساقه و برگ میخک *Syzygium aromaticum* (۹۰ درصد)، برگ‌های دارچین *Cinnamomum zey-lanicum* (۸۰ درصد) و ریحان *Ocimum basilicum* (۲۰ درصد) وجود دارد. اوژنول در القای آپوپتوزیس در سلول‌های پوست، لوسمی، معده، کولون و پستان نقش دارد (Ghosh et al., 2005).

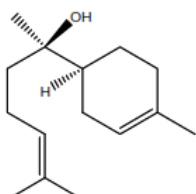
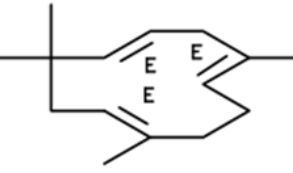
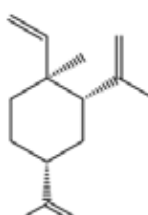
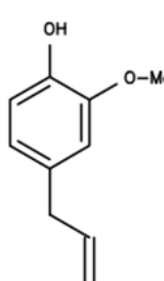
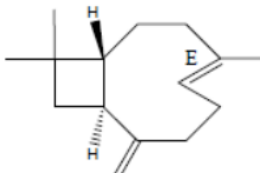
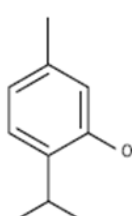
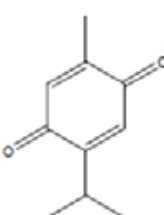
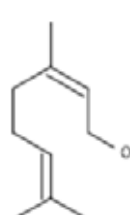
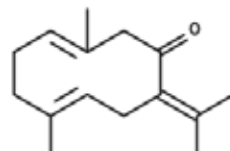
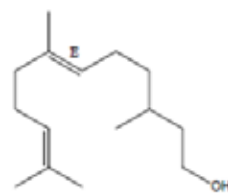
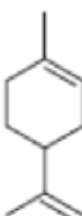
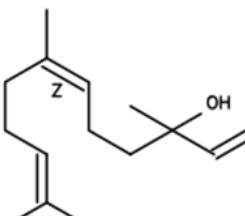
● بتا-کاریوفیلین (β -caryophyllene)

بتا-کاریوفیلین (شکل ۱-E) در جوانه‌های میخک *Syzygium aromaticum* و *caryophyllata* و *Eugenia sativa* به میزان ۷۵ درصد و *Piper nigrum* به میزان ۳۵ درصد وجود دارد و بر ضدسرطان پروستات و پستان مؤثر است (Park et al., 2011). نتایج تحقیقات انجام‌شده در مورد اسانس گیاهان معطر ایران نشان داد، گونه‌های گیاهی شامل گونه‌های متعددی از جنس سالویا (*Salvia*) مثل *Salvia bracte- ata* و برخی گونه‌های دیگر مثل *Humulus lupulus* مقدار بالایی بتا-کاریوفیلین دارند. بتا-کاریوفیلین (۲۵/۳ درصد) در گونه *Humulus lupulus* در ایران شناسایی شد.

تیمول (Thymol)

تیمول (شکل ۱-۱) در اعضای خانواده *Lamiaceae* مانند مرزنجوش، آویشن و مرزه یافت می‌شود و در سرطان‌های پوست، استخوان، مغز و نخاع، ریه، سینه، خون، کبد و کولون مؤثر است

El Babili *et al.*; Satooka, 2012 & Kubo) (شکل ۲-۱) شد (Http://pdb.rifir-ac.) نتایج تحقیقات انجام‌شده در مورد اسانس گیاهان معطر ایران نشان داد، همه گونه‌های بومی آویشن در ایران درصد بالایی تیمول در اسانس خود دارند که از میان آنها آویشن دناپی *Trachyspermum* (2011). تیمول در گونه *Trachyspermum copticum*، هیبرید *Thymus kotschyanus* *T. migricus* (۶۰ درصد)، *T. vulgaris* (۷۰ درصد) شناسایی

		
A	B	C
		
D	E	F
		
G	H	I
		
J	K	L

شکل ۱- فرمول باز ترکیب‌های شیمیایی

A: آلفا-بیزابول، B: آلفا-هومولن، C: بتا-امن، D: اوژنول، E: بتا-کاریوفیلن، F: تیمول، G: تیمو کینون، H: ژرانیول، I: ژرماکرون، J: فارنسل، K: لیمونن، L: نرولیدول



با حدود ۹۰ درصد تیمول در اسانس بسیار شاخص است. به علاوه برخی گونه‌های مرزه مثل *Satureja mu-tica* و *Satureja spicigera* هم در اسانس سرشاخه گل‌دار خود حاوی میزان زیادی تیمول هستند.

تیمو کینون (Thymoquinone)

تیمو کینون (شکل ۱-G) در سیاهدانه *Nigella sativa* به میزان ۲۴ درصد و در زیره سیاه *Carum carvi* وجود دارد. این ترکیب از اکسیداسیون تیمول و کارواکرول به وجود می‌آید و مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی را در سلول‌های سرطانی کولون القا می‌کند. تیموکینون در سرطان ریه، کبد، پوست و پستان مؤثر است (Attoub et al., 2013).

ژرانیول (Geraniol)

ژرانیول (شکل ۱-H) ترکیب عمده برخی از گونه‌های رز، *Cymbopogon martini* (به میزان ۸۵ درصد) و شمعدانی عطری (۲۵-۵۰ درصد)، علف لیمو (۳۰ درصد) و تعدادی از گونه‌های گیاهان دارویی است. ژرانیول بر سرطان‌های متعددی از جمله سرطان پروستات، کلیه، کبد، کولون، پانکراس، پستان، دهان و پوست مؤثر است. در غلظت $100 \mu\text{M}$ بازدارنده تکثیر سلول‌های سرطانی کشت شده کولون است. همچنین می‌تواند حجم تومور را در غلظت 150 mg/kg به میزان ۲۶ درصد کاهش دهد (Carnesecci et al., 2004). ژرانیول موجب توقف چرخه سلولی در غلظت $0.25 \mu\text{M}$ و القای مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی در غلظت 60 mg/kg در سلول‌های سرطانی پروستات می‌شود (Kim et al., 2011). در بررسی اسانس گیاهان معطر ایران، کموتیپ ژرانیول در تعدادی از گیاهان دارویی ایران و در گونه‌های *Thymus eriocalyx* (۵۰/۵ درصد)، هیبرید *T. kotschyanus trautvetteri* (۵۰/۴ درصد)، *T. kotschyanus* (۶۰/۱ درصد) و *T. lancifolius* (۶۰/۴ درصد) شناسایی شد.

ژرماکرون (Germacrone)

ژرماکرون (شکل ۱-I) (۲ تا ۱۰ درصد)

در گونه زردچوبه (*Curcuma longa*) از خانواده زنجبیل وجود دارد و موجب توقف چرخه سلولی و القای مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی در غلظت ۵۰ تا $200 \mu\text{M}$ می‌شود (Zhong et al., 2011). ژرماکرون (۵/۶ درصد) در گونه *Teucrium polycephalum subsp polycephalum* (۵ درصد) در گونه *T. chamaedrys* از گونه‌های گیاهان دارویی ایران شناسایی شده است.

فارنسول (Farnesol)

فارنسول (شکل ۱-J) همانند ژرانیول در سرطان پانکراس مفید است. بازدارندگی کامل رشد تومور در غلظت 20 g/kg در یک دوره ۵ هفته‌ای مشاهده شد (Burke et al., 1997).

لیمونن (Limonene)

لیمونن (شکل ۱-K) در بیشتر اسانس‌های گیاهی وجود دارد. حدود ۹۰ درصد اسانس لیمو و گونه‌های جنس *Citrus* را لیمونن تشکیل می‌دهد. لیمونن بر ضدسرطان‌های نوروبلاستوما، لوسمی، سرطان پستان، کبد، شش، سرطان پوست و سایر اندام‌ها مؤثر است. استفاده از $0.2/100$ میلی‌لیتر لیمونن دو بار در هفته در یک دوره هشت هفته‌ای موجب کاهش علائم در سرطان روده و شش به میزان ۳۳ درصد می‌شود (Wattenberg, 1991 & Coccia). لیمونن در گیاهان دارویی ایران شامل کموتیپ‌های *Pimpinella affinis* به میزان $70/8$ درصد و $90/5$ درصد *Nepeta heliotropifolia* به میزان $40/1$ درصد شناسایی شده است.

نرولیدول (Nerolidol)

نرولیدول (شکل ۱-L) در گونه *Melaleuca quinqueneruva* (۲۵ درصد) و در گونه *Artemisia chamaemelifolia* (۲۲ درصد) وجود دارد. این ترکیب یک سزکوئی‌ترین الکلی است که فعالیت ضدتومور بر ضد سلول‌های سرطانی ریه و کولون در غلظت‌های $46 \mu\text{g/ml}$ دارد (Sylvestre et al., 2007).

● گیاهان معطر مؤثر بر سرطان‌های مختلف

گونه‌های مختلف آویشن

تحقیقات متعددی پیرامون ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه‌های آویشن (شکل ۲-A) در ایران انجام شده است که نشان‌دهنده مقدار بالایی از تیمول به‌عنوان یک ترکیب ضدسرطان در اسانس این گونه‌هاست. ترکیب عمده اسانس گونه‌های *T. kotschyanus*، *T. persicus* و *T. pubescens* شامل تیمول و در گونه‌های *T. serphyllum*، *T. Carnosus* گاما-ترپینن و پاراسیمین ترکیب‌های عمده اسانس در مرحله پیش از گل‌دهی و گل‌دهی بودند (سفیدکن و عسکری، ۱۳۸۱). ترکیب‌های شیمیایی اسانس *T. kotschyanus* شامل کارواکرول و تیمول بود که تحت تأثیر روش تقطیر و دوره رشد گیاه قرار گرفت (سفیدکن و بیدگلی، ۱۳۸۱). در اسانس جمعیت‌های *T. migricus*، ترکیب‌های تیمول، گاما-ترپینن و پاراسیمین شناسایی شد (یاوری و همکاران، ۱۳۸۹). ترکیب‌های تیمول و کارواکرول در نمونه‌های کشت شده *T. kotschyanus* و *T. vulgaris* مشاهده شد (کاوه و همکاران، ۱۳۹۲). در گونه *T. eriocalyx* کموتیپ تیمول شناسایی شد (کلوندی و همکاران، ۱۳۹۳) و در گونه *T. daenesis* تیمول ترکیب عمده اسانس بود (میرزا و همکاران، ۱۳۹۴). براساس مطالعات انجام‌شده، اسانس تعدادی از گونه‌های آویشن (شکل ۲-A) آثار ضدسرطانی را نشان دادند. آثار ضدتومور اسانس گونه *T. vulgaris* حاوی ترکیب‌های عمده پارا-سیمین (۴۳/۱۰ درصد) و تیمول (۳۹/۷۶ درصد) با استفاده از سلول‌های MCF-7 و MDA-MB-231 ارزیابی شد. اسانس‌ها آثار مرگ برنامه‌ریزی شده اولیه و ضدتکثیر سلولی را نشان دادند (Kubatka et al., 2019). مطالعه دیگری غلظت‌های سمیت سلولی و فعالیت ضدتکثیر سلولی اسانس *T. vulgaris* با استفاده از آزمون MTT و سلول‌های MCF-7، H460 و MOIT-4 ارزیابی شد. ترکیب‌های عمده اسانس شامل تیمول (۳۶/۷ درصد)، پارا-سیمین (۳۰ درصد)، گاما-ترپینن (۹ درصد) و کارواکرول (۳/۶ درصد) است. نتایج این مطالعه نشان داد، اسانس در یک مسیر وابسته

به غلظت بازدارنده تکثیر سلول‌های تومور است (Niksic et al., 2021).

گونه‌های مختلف بابونه

مطالعات انجام شده در گونه‌های بابونه ایران نشان داد، ترکیب‌های آلفا-بیزابول، ترانس فارنسون، سیس-بتا-فارنزن و کامازولن در جمعیت‌های گونه *Matricaria chamomilla* (شکل ۲-B) وجود دارد (جایمند و رضایی، ۱۳۸۱). همچنین در گونه *M. recutita* و *M. aurea* ترکیب‌های آلفا-بیزابولن اکسید A، آلفا-بیزابولن اکسید A و کامازولن شناسایی شد (جلالی و همکاران، ۱۳۸۷). ترکیب‌های بتا-فارنزن، آلفا-بیزابولن اکسید B، آلفا-بیزابولن، کامازولن و آلفا-بیزابولن اکسید A در نمونه‌های کشت شده *M. recutita* رقم پرسو شناسایی شد (عبادی و همکاران، ۱۳۸۹). اسانس گونه *M. chamomilla* واریته *chamomilla* دارای ترکیب‌های آلفا-بیزابولن اکسید A (۳۵/۷۴ درصد)، آلفا-بیزابولن اکسید A (۱۹/۰۷ درصد)، سیس-بتا-فارنزن (۶/۶۳ درصد) و کامازولن (۶/۴۶ درصد) آثار سمیت ضعیف سلولی بر ضد سلول‌های Hela و سلول‌های LnCap نشان داد (Mahdavi et al., 2020).

گونه‌های مختلف بومادران

ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه‌های مختلف بومادران ایران (شکل ۲-C) شناسایی شده است، در گونه‌های بومادران بیابانی (*Achillea albicaulis*)، بومادران زرد (*A. beibersteinii*) و بومادران زاگرسی (*A. filipendula*) ترکیب‌های ۸،۱-سینتول، پارا-سیمن، لیمون و بورنتول گزارش شد (جایمند و رضایی، ۱۳۷۹)؛ واعظ شهرستانی و سفیدکن، ۱۳۹۷). در گونه بومادران کوهستانی (*A. vermicularis*) ترکیب‌های کامفور، ۸،۱-سینتول، ترانس-p-منت-۲-ان-۱-ال و ساینین در اندام‌های گل و برگ شناسایی شد (جایمند و رضایی، ۱۳۸۱)؛ محمودزاده حسینی و همکاران، ۱۳۹۴). در گونه *A. eriophora* ترکیب‌های ۸،۱-سینتول، بتا-پینن و آلفا-توزن، در اندام‌های گل و برگ و با استفاده از روش‌های مختلف تقطیر به

دست آمد (جایمند و رضایی، ۱۳۸۳). در گونه بومادران هزاربرگ (*A. millefolium*) تیپ‌های شیمیایی ۸،۱-سینتول، آلفا-پینن، پارا-سیمن، کامفور و لیمونن شناسایی شد (خیری و همکاران، ۱۳۹۱)؛ قنبری و سوری، ۱۳۹۳). در گونه *A. nobilis* ترکیب‌های سیس کریزانتول و آلفاتوزن در اندام‌های گل و برگ شناسایی شد (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۴). اسانس گونه *A. santolina* (شکل ۲-C) با

تحقیقات

متعددی پیرامون

ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه‌های آویشن (شکل ۲-A) در ایران انجام شده است که نشان‌دهنده مقدار بالایی از تیمول به‌عنوان یک ترکیب ضدسرطان در اسانس این گونه‌هاست.

ترکیب‌های کامفور (۱۷/۱ درصد)، اسپاجونول (۷/۳ درصد)، بورنتول (۷/۳ درصد)، فعالیت سمیت سلولی بر ضد سلول‌های MCF-7 را در یک مسیر وابسته به غلظت نشان می‌دهد. اسانس در غلظت‌های ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ $\mu\text{g/ml}$ زنده‌مانی و تکثیر سلول‌ها را در مقایسه با سلول‌های کنترل کاهش داد (Afkhami & Zare, 2021).

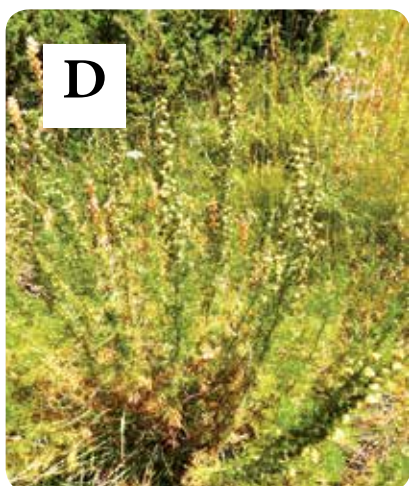
گونه‌های مختلف درمنه

ترکیب‌های شیمیایی در اسانس تعدادی از گونه‌های درمنه ایران (شکل ۲-D) شناسایی شده است. در گونه *Artemisia persica* ترکیب‌های لاسینیاتافورانون‌ای، ارتودوگلاسیا اکسیدسی، ترانس پینوکاروتول، پینوکارون، آلفا-پینن، ۱،۸-سینتول در نمونه رویشگاهی شناسایی شد (رامک و سفیدکن، ۱۳۸۷). در گونه *A. aucheri* ترکیب‌های ژرانیل استات، آلفا-سیترال، لینالول، ژرانیل و Z-سیترال شناسایی شد (محبوبی و قاضیان بیدگلی، ۱۳۸۸). آثار سمیت سلولی گونه *A. persica* با ترکیب شیمیایی بتا-توزن (۷۵/۲۳ درصد) و گونه *A. turcomanica* با ترکیب‌های شیمیایی ۸،۱-سینتول

(۱۹/۲۳ درصد)، کامفور (۱۵/۵۵ درصد) و فیلی فوفلون (۱۵/۵۳ درصد) بر سلول‌های MCF-7 با شاخص IC50 برای گونه *A. turco-* $\mu\text{g/ml}$ *persica* ۰/۱۵ و گونه *A. Nikbakht* $\mu\text{g/ml}$ *manica* ۰/۱ ارزیابی شد (et al., 2014). فعالیت سمیت سلولی اسانس گونه *A. indica* با ترکیب‌های شیمیایی آرتمیزیاکتون (۴۲/۱ درصد)، ژرمارکن B (۸/۶ درصد)، بورنتول (۶/۱ درصد)، سیس-کری سانتیل استات (۴/۸ درصد) بر ضد سلول‌های سرطانی THP1 (سلول‌های سرطانی خون)، A549 (سلول‌های سرطانی ریه)، Hep2 (سلول‌های سرطانی کبد) و Caco-2 (سلول‌های سرطانی کولون) ارزیابی شد و اسانس بازدارندگی رشد وابسته به غلظت را با شاخص IC50 ۱۰ تا ۲۵ $\mu\text{g/ml}$ نشان داد (Rashid et al., 2013). فعالیت سمیت سلولی گونه *A. jordanica* شامل برنیل استات (۶۳/۴۰ درصد) و اندوبورنتول Coca2، بر ضد سلول‌های MCF7 و HepG2 ارزیابی شد (Jaradat, 2021).

ریحان

ترکیب‌های شیمیایی گونه *Ocimum ba-* *silicum* ایران (شکل ۲-E) در مطالعات مختلف شناسایی شده است. در گونه *O. basilicum* کشت شده در دو مطالعه جداگانه ترکیب‌های ژرانیل، ژرانیل، لینالول و کارواکرون، لینالول و لیمونن شناسایی شد (عبادی و همکاران، ۱۳۹۲)؛ مومنی منفرد و همکاران، ۱۳۹۷). آثار ضدسرطانی گونه *O. basilicum* در مطالعات مختلف تأیید شده است. آثار ضدتومور گونه *O. basilicum* با ترکیب‌های عمدۀ لینالول، اوژنول، اوکالیپتول، ترانس-آلفا-برگاموتن و گاما-کادینن بر ضد دودمان‌های سلولی MDA-MB231، Aburjai) U-87-MG، MCF-7، تأیید شد (et al., 2020). اسانس *O. basilicum* دارای ترکیب‌های شامل اوژنول، ایزواوژنول و لینالول بر ضد سلول‌های سرطانی سلول‌های Hela، سلول‌های سرطانی پوست FemX، سلول‌های سرطانی خون K562 و سلول‌های سرطان تخمدان SKOV3 مؤثر بود و ترکیب



شکل ۲- تصویر تعدادی از گیاهان دارویی
 A: *Thymus* spp., B: *Matricaria chamomilla*, C: *Achillea santolina*, D: *Artemisia* spp., E: *Ocimum basilicum*, F: *Foeniculum vulgare*,
 G: *Curcuma* spp.

ایزوآونول مؤثرتر از اوژنول بود (Zarlaha et al., 2014). آثار ضدسرطانی اسانس *O. basilicum* دارای ترکیب‌های استراگول (۷۵/۴۵ درصد)، ۸،۱-سینثول (۷/۵۶ درصد)، لینالول (۰/۱ / ۵ درصد)، ترانس آنتول (۳/۷۲ درصد) و متیل اوژنول (۳/۴۸ درصد) بر ضد سلول‌های سرطانی خون HL60 تأیید شد (Mahmoud, 2013).

رازیانه

در گیاه رازیانه *Foeniculum vulgare* ترکیب‌های عمده اسانس شامل ترانس آنتول، لیمونن، فنچون، استراگول و ۸،۱-سینثول شناسایی شد (سفیدکن، ۱۳۸۰؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۰). آثار ضدسرطانی رازیانه (شکل ۲-۲) در مطالعات مختلف تأیید شده است. ترکیب عمده اسانس *F. vulgare* شامل ترانس-آنتول به میزان (۳۶/۸ درصد) دارای فعالیت سمیت سلولی اسانس بر ضد سلول‌های Hela (سلول‌های سرطانی رحم)، سلول‌های Caco2 (سلول‌های سرطانی بدخیم روده)، MCF-7 (سلول‌های سرطانی بدخیم پستان)، CCRF-CEM (سلول‌های سرطانی لمفوسیت T) با IC50 تا ۳۰ تا ۲۱۰ mg/L-1 تأیید شد (Sharopov et al., 2017). ترکیب‌های شیمیایی ترانس آنتول (۸۰/۶۳ درصد)، ال-فنچون (۱۱/۵۷ درصد)، استراگول (۳/۶۷ درصد) و لیمونن (۲/۶۸ درصد) در گونه *F. vulgare* فعالیت ضدسرطانی اسانس بر ضد سلول‌های سرطانی پستان (MDA-Mb) و سلول‌های سرطانی رحم (Hela) با IC50 ۱۰ μg/mL دارد (Akhbari et al., 2019). ترکیب‌های عمده اسانس *F. vulgare* شامل آنتول (۵۵/۳۳ درصد) و استراگول (۱۱/۵۷ درصد) شناسایی شد و فعالیت ضدسرطانی اسانس بر ضد سلول‌های MCF-7 با شاخص IC50 ۱۰ μg/mL ± ۵/۷ تأیید شد (El-Garawani et al., 2019). ترکیب‌های عمده اسانس سه جمعیت *F. vulgare* از استان‌های کرمان، گلستان و آذربایجان شرقی شامل ترانس آنتول (۴۹/۶۴ تا ۷۸/۶۸ درصد)، فنچون (۸/۴ تا ۱۰/۵ درصد)، لیمونن (۵/۶ تا ۶/۷۰ درصد) دارای آثار سمیت سلولی بر ضد سلول‌های

MCF-7 است (Ghasemian et al., 2020).

گونه‌های زردچوبه

گونه‌های مختلف جنس *Curcuma* (شکل ۲-۲) نیز آثار ضدسرطانی دارند. از گونه *Curcuma longa* ترکیب‌های مختلفی از جمله بتا-سزکوئی فلاندرن، آلفا-کورکومن، آر-تورمرون، آلفا-تورمرون، بتا-تورمرون و گاما-تورمرون جدا شد. ترکیب بتا-سزکوئی فلاندرن دارای آثار ضدتقسیمات سلولی بر ضد سلول‌های سرطانی خون، سلول‌های سرطانی مغز استخوان و سلول‌های سرطانی کولون بود که با ترکیب شیمیایی کورکومین قابل مقایسه است (Tyagi et al., 2015).

از گونه *Curcuma longa* ترکیب‌های مختلفی از جمله بتا-سزکوئی فلاندرن، آلفا-کورکومن، آر-تورمرون، آلفا-تورمرون، بتا-تورمرون و گاما-تورمرون جدا شد. ترکیب بتا-سزکوئی فلاندرن دارای آثار ضدتقسیمات سلولی بر ضد سلول‌های سرطانی خون، سلول‌های سرطانی مغز استخوان و سلول‌های سرطانی کولون بود که با ترکیب شیمیایی کورکومین قابل مقایسه است

فعالیت ضدسرطانی ترکیب‌های اصلی اسانس جمعیت‌های گونه *C. aromatica* شامل دهیدرو-۹-فرمیل سیکلوایزولانجیفلون (۲/۶۶-۳۶/۸۳ درصد)، ژرماکرون (۴/۳۱-۱۶/۵۳ درصد)، آر-تورمرون (۲/۵۲-۱۷/۶۹ درصد)، تورمرون (۲/۶۲-۱۸/۳۸ درصد)، آرمانتین (۰/۷۵-۱۳/۲۶ درصد)، بتاسزکوئی-فلاندرن (۰/۳۳-۱۱/۳۲ درصد)، آر-کورکومن (۰/۲۹-۱۰/۵۲ درصد) بر ضد سلول‌های سرطانی پوست و پروستات نشان داده شد (Xiang et al., 2017).

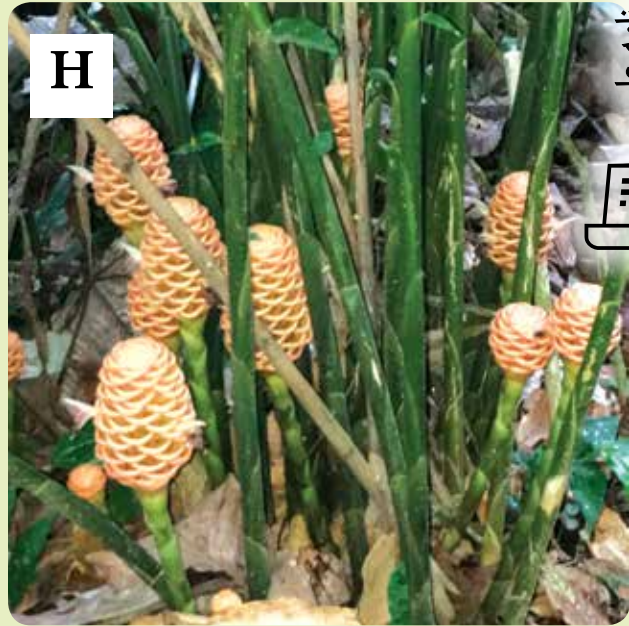
گونه‌های زنجبیل

آثار ضدسرطانی گونه‌های جنس *Zingiber* (شکل ۲-۲) در تعدادی از مطالعات اثبات شده

است. فعالیت سمیت سلولی نانوفرمولاسیون اسانس *Zingiber ottensii* دارای ترکیب‌های Zerumbone (۲۵/۲۱ درصد)، سایپین (۲۳/۳۵ درصد)، ترین-۴-ال (۱۵/۹۷ درصد) بر ضد سلول‌های A549، MCF-7، Hela، ZOEO، K562 نشان داده شد (Panyajai et al., 2022). اسانس گونه *Z. officinale* فعالیت سمیت سلولی مؤثری بر ضد سلول‌های DLA و EAC نشان داد. شاخص IC50 برای سلول‌های DLA (۱۱ μg/mL) و برای سلول‌های EAC (18 μg/mL) بود. همچنین اسانس این گونه سمیت سلولی بر ضد سلول‌های L929 (۴۱ μg/mL) و سلول‌های Vero (بیش از ۱۰۰ μg/mL) نشان داد. تیمار تومورها با اسانس زنجبیل در غلظت ۵۰۰ mg/kg و ۱۰۰۰ mg/kg به طور معنی‌داری حجم تومورها را به میزان ۵۴/۴ درصد و ۶۲/۴ درصد کاهش داد (Jeena et al., 2015). در مطالعه دیگری اسانس زنجبیل فعالیت سمیت سلولی مؤثری (μg/L) (۱۲۹/۹ mL) بر ضد سلول‌های Hela نشان داد (Santos et al., 2016).

گونه‌های زیره

ترکیب‌های شیمیایی در گونه‌های مختلف زیره ایران (شکل ۲-۲) شناسایی شده است. ترکیب‌های عمده در نمونه کشت شده زیره سبز *Cuminum cyminum* شامل کومینیل آلدئید، P-منتا-۱،۴-دی ان-۷-ال، گاما-ترینین، P-منتا-۱،۳-دی ان-۷-ال و بتا-پینن شناسایی شد (احمدی، ۱۳۷۹). در زیره سیاه کشت‌شده، ترکیب‌های کارون و لیمونن شناسایی شد (احمدی، ۱۳۸۰). نانوامولسیون اسانس *C. carvi* القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی با شاخص IC50 ۱۲/۵ μg/mL بر سلول‌های سرطانی کولون HT-۲۹ هستند (Khatamian et al., 2019). نانوامولسیون اسانس زیره سیاه فعالیت ضدسرطانی بر ضد سلول‌های سرطانی پستان (TUBO) با شاخص IC50 ۳۱/۲۵ μg/mL با استفاده از آزمون MTT دارد (خاتمیان، ۱۳۹۸). کارون در غلظت‌های بالاتر از ۱۰۰ mg/L^{-۱} میزان زنده‌مانی سلول‌های سرطانی را کاهش می‌دهد (Aydin



ادامه شکل ۲- تصویر تعدادی از گیاهان دارویی
H: *Zingiber* spp., I: *carum carvi*, J: *Juniperus* spp., K: *Hypericum* spp., L: *Cymbopogon* spp.

گونه‌های سرو

ترکیب‌های شیمیایی و آثار ضدسرطانی در تعدادی از گونه‌های *Juniperus* ایران (شکل ۲-۱) مطالعه شده است. ترکیب‌های آلفا-پینن، لیمونن، ترنس-وربنول، سیس-وربنول، وربنون، گاما-المن و المول در برگ گونه *Juniperus excelsa* شناسایی شد (صالحی شانجانی و میرزا، ۱۳۸۱). در گونه *J. horizontalis* ترکیب‌های ساینن، لیمونن، بورنیل‌استات و میرسن، ترکیب‌های عمده اسانس برگ و میوه بودند (احسانی و همکاران، ۱۳۹۱). آلفا-پینن (۲۷/۷۳٪) در گونه *J. excelsa* سمیت سلولی بر ضد سلول‌های سرطانی MCF-7 ($IC_{50}=0.084 \mu g/ml$) و MDA-MB-231 ($IC_{50}=0.09 \mu g/ml$) T47-D ($IC_{50}=0.124 \mu g/ml$) نشان داده شد (Khanavi et al., 2018). در اندام‌های مختلف گونه *J. oxycedrus* ترکیب‌های آلفا-پینن، میرسن، لیمونن و ژرماکرن D شناسایی شد. سلول‌های MCF-7 ($IC_{50}=19.1 ppm$) و K562 ($IC_{50}=35.1 ppm$) به اسانس برگ حساسیت نشان دادند و سلول‌های SH-SY5Y ($IC_{50}=30.8 ppm$) به اسانس میوه حساس بودند (Najar et al., 2020). ترکیب‌های شیمیایی آلفا-پینن و بتا-میرسن در برگ و میوه *J. oxycedrus* آثار ضدسرطانی بر ضد سلول‌های سرطانی پستان دارند (El-Abid et al., 2019).

گونه‌های گل راعی

در اسانس گونه *Hypericum perforatum* ترکیب‌های آلفا-پینن (۶۵ درصد)، ساینن (۸ درصد)، بتا-پینن (۷ درصد) و ترانس‌اوسیمین (۴ درصد) شناسایی شد (باباخانو و همکاران، ۱۳۷۷). اسانس تعدادی از گونه‌های *Hypericum icum* (شکل ۲-۲) دارای آثار ضدسرطانی هستند، ترکیب‌های میرتنول، کارواکرول و آلفا-پینن در هیدروسل *Hypericum perforatum* زیرگونه *perforatum veronense* دارای فعالیت ضدسرطانی بر ضد سلول‌های

سرطانی Hela (سلول‌های سرطانی رحم)، HCT116 (سلول‌های سرطانی کولون) و U20S (سلول‌های سرطانی استخوان) است (Vuko et al., 2021). اسانس *H hircinum L.* دارای ترکیب‌های سزکوئی‌ترین δ -se-cis- β -guaiene، linene، (E)-caryophyllene است، فعالیت ضدتکثیر سلول‌های سرطانی بر ضد سلول‌های سرطانی گلیوبلاستوما (T98G)، سلول‌های سرطانی پروستات (PC3)، سلول‌های سرطانی سنگفرشی (A431) و سلول‌های سرطانی پوست (B16F1) با استفاده از آزمون MTT گزارش شد (Quassinti et al., 2013).

علف لیمو

ترکیب‌های شیمیایی شناسایی شده در گونه *Cymbopogon olivieri* (شکل ۲-۱) شامل بی‌پریتون، دی‌هیدرو-اوسیمین، ترانس‌آلفا-کادینول و المول شناسایی شد (رضایی و جایمند، ۱۳۸۰). آثار سمیت سلولی اسانس برگ و ساقه جمعیت‌های مختلف گونه *C. citratus* بر دودمان‌های مختلف سلول‌های سرطانی ریه ارزیابی شد. مهم‌ترین ترکیب شیمیایی اسانس این گونه سیترال (۶۱/۲۰ تا ۷۰/۴۶ درصد) بود. سایر ترکیب‌های شناسایی شده شامل کمفن، والریانول، اپی-آلفا-مورول است. بسته به نوع سلول‌های سرطانی و جمعیت‌های گونه گیاهی آثار سمیت سلولی متفاوتی مشاهده شد. آثار سیتوکسیک اسانس‌ها شامل القای مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی و توقف چرخه سلولی بود (Trang et al., 2020). آثار ضدتومور اسانس گونه *C. citratus* و ترکیب شیمیایی کارواکرول در موش‌های ماده مبتلا به سرطان سینه (القاشده با ترکیب شیمیایی (7,12-dimethylbenz-[a]-anthracene) (DMBA) ارزیابی شد. کارواکرول در غلظت ۱۰۰ mg/kg موجب کاهش معنی‌دار اندازه تومور شد (Rojas-Armas et al., 2020). ترکیب عمده اسانس *C. giganteus* شامل لیمونن (۱۹/۳۳ درصد)، Mentha-1(7),8-dien-2-ol cis (۱۷/۳۴ درصد)، Mentha-1(7),8-dien-2-ol trans (۱۳/۹۵ درصد)،

trans-Mentha-2,8-diene-para-ol (۱۳/۹۱ درصد)، Mentha-2,8-diene-1-ol, cis-para (۸/۱۰ درصد) و ترکیب شیمیایی اسانس گونه *Citrus citratus* شامل ژرانیال (۴۸/۱۸ درصد) و نرال (۳۴/۳۷ درصد) دارای آثار ضدسرطان بر سرطان پروستات و سرطان‌های مغزی نخاعی است، نتایج این مطالعه نشان داد، اسانس این دو گونه به‌ویژه ترکیب شیمیایی سیترال دارای آثار ضدسرطان هستند (Bayala et al., 2018).

گونه‌های مختلف مرزه

ترکیب شیمیایی اسانس در گونه‌های مختلف مرزه (شکل ۲-۲) شناسایی شد. کارواکرول و گاما-تریپین در گونه *S. hortensis* (میرزا و احمدی، ۱۳۸۰؛ عباسی و همکاران، ۱۳۸۴)، کارواکرول در گونه *S. rechingeri* جمع‌آوری شده از رویشگاه (عباسی و همکاران، ۱۳۸۴)، تریپین و کارواکرول به‌عنوان ترکیب‌های عمده اسانس در گونه *S. laxiflora* در مرحله قبل و بعد از گل‌دهی (تیموری و همکاران، ۱۳۸۱)، ترکیب‌های پارا-سیمن، کارواکرول در نمونه رویشگاهی و تیمول، پارا-سیمن و کارواکرول در نمونه جمع‌آوری شده از مزرعه در گونه *S. bachtiarica* شناسایی شد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۸). ترکیب عمده پارا-سیمن (۴۶/۵ درصد) گونه *S. rechingeri* بازدارنده تکثیر سلول‌های سرطانی SW480 ($IC_{50}=6/15 \mu g/ml$)، MCF7 ($IC_{50}=125 \mu g/ml$)، JET3 ($IC_{50}=250 \mu g/ml$) در یک مسیر وابسته به غلظت بود (Arman et al., 2021). ترکیب‌های عمده اسانس *S. montana* زیرگونه *pisidica* شامل تیمول، کارواکرول، کارواکرول متیل‌اتر و بتا-لینالول آثار سمیت سلولی را بر ضد سلول‌های Hela و MDA-MB453 با ارزش $IC_{50}=63/5 \mu g/ml$ و $IC_{50}=72/3 \mu g/ml$ نشان داد (Kundaković et al., 2014). اسانس *S. khusiztanica* دارای کارواکرول (۹۲/۸۷ درصد) و لیمونن (۱/۲ درصد) بر ضد سلول‌های MCF-7، SW480، Vero،



ادامه شکل ۲- تصویر تعدادی از گیاهان دارویی ، M: *Satureja* spp, N: *Salvia* spp, O: *Mentha* spp

لینالول (۱۹ درصد)، بتا-سدرن (۱۴/۶۴ درصد)، بتا-المن (۱۳/۳۳ درصد) ترکیب‌های عمده اسانس *S. macrosiphon* آثار سمیت سلولی بر ضد سلول‌های MCF-7، MDA-MB231 و T47D با شاخص IC50 (۰/۱۵ µg/mL) نشان داد (Eftekhari et al., 2017). ترکیب شیمیایی اسانس گونه *S. verbenaca* دارای ترکیب‌های هگزادکانوئیک اسید (۲۳/۱ درصد) (در نمونه رویشگاه) و هگزاهیدروفارنزیل استون (۹/۷ درصد) (در نمونه کشت شده) آثار مرگ سلول‌ها بر ضد سلول‌های سرطانی پوست M14 نشان داد (Russo et al., 2015).

گونه‌های مختلف نعنا

ترکیب‌های شیمیایی اسانس در گونه‌های مختلف نعنا (شکل ۲-O) در ایران شناسایی شده است. در گونه *M. longifolia* ترکیب‌های پیریتون، ۸،۱-سینتول، پیریتون در برگ و گل (جایمند و همکاران، ۱۳۸۰) در گونه *M. piperita* ترکیب‌های ایزومنتول، ایزومنتون، بتا-اوسیمین، کارواکرول و پولگون (جایمند و همکاران، ۱۳۸۱) و در گونه *M. piperita* ترکیب‌های منتول، منتون، منتوفوران شناسایی شد (میرزا و همکاران، ۱۳۸۹). نانو فرمولاسیون اسانس گونه *M. longifolia* و *M. pulegium* در غلظت ۶۰۰ µg/ml باعث کاهش زنده‌مانی دودمان‌های سلول‌های سرطانی به میزان ۱۰ درصد شد. پولگون (۴۷/۶ درصد)، ۸،۱-سینتول (۱۲/۶ درصد)،

رشد و القای مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی را بر ضد سلول‌های سرطانی پوست نشان دادند (Russo et al., 2013). فعالیت ضد سرطانی اسانس *S. officinalis* شامل آلفا-توزن، ۸،۱-سینتول و کامفور بر ضد سلول‌های سرطانی کولون تأیید شد (Luca et al., 2020). در گونه *S. verticillata* ترکیب‌های بتا-کاربوفیلین (۲۴/۷ درصد)، گاما-مورولن (۲۲/۸ درصد)، لیمونن (۷/۹ درصد)، آلفا-هومولن (۷/۸ درصد) و در گونه *S. santolinifolia* ترکیب‌های آلفا-پینن، بتا-پینن و لیمونن شناسایی شد (Sefidkon & Khajavi, 1999). اسانس *S. verticillata* دارای ترکیب‌های شیمیایی ترانس-کاربوفیلین (۲۴/۴۰ درصد)، بتا-فلاندرن (۹/۰۸ درصد)، آلفا-هومولن (۸/۶۱ درصد)، بی‌سیکلوزرمارکن (۶/۳۲ درصد)، اسپاچولنول (۵/۸۹ درصد) و بتا-پینن (۵ درصد) فعالیت سمیت سلولی بر ضد سلول‌های سرطانی HT-29 و Coca2 (سلول‌های سرطانی کولون)، T47D (سلول‌های سرطانی پستان)، NIH-3T3 (سلول‌های فیبروبلاست جنین موش) نشان داد و بیشترین فعالیت سمیت سلولی بر ضد سلول‌های Coca2 بود (Khosravi et al., 2014). اسانس گونه *S. sclarea* فعالیت ضد سرطانی بر ضد سلول‌های Hela در یک مسیر وابسته به غلظت و در غلظت‌های مختلف ۰،۲۵، ۰،۵۰، ۰،۷۵، ۱،۰۰ و ۱۲۵ با میانگین شاخص IC50 (۶۹/۰۱ ±) (۸۰/۰) نشان دادند (Durgha et al., 2016).

در یک مسیر وابسته به غلظت بازدارنده تکثیر سلول‌های سرطانی با شاخص IC50 تا ۱۲۵ µg/ml است (Yousefzadi et al., 2014).

گونه‌های مختلف مریم‌گلی

ترکیب شیمیایی در تعدادی از گونه‌های مریم‌گلی ایران (شکل ۲-N) شناسایی شد. ترکیب‌های بتا-کاربوفیلین، اسکلارنول، هگزریل اکتانوات و بی‌سیکلوزرمارکن در گونه *S. atropatana* (میرزا، ۱۳۸۱) ترکیب‌های بتا-کاربوفیلین، گاما-مورولن و بی‌سیکلوزرمارکن در مرحله پیش از گل‌دهی و گل‌دهی کامل در گونه *S. bracteata* (هوشیدری و همکاران، ۱۳۸۵) و ترکیب‌های شیمیایی بی-سیکلوزرمارکن، آلفا-پینن، ساینین و بتا-پینن در گونه *S. Lachnocalyx* (میرزا و باهرنیک، ۱۳۸۶) شناسایی شد. در گونه *S. officinalis* ترکیب‌های آلفا-توجون، کامفور و بتا-توزن در مراحل پیش از گل‌دهی، گل‌دهی و پس از گل‌دهی شناسایی شد (میرزا و همکاران، ۱۳۸۹). اسانس *S. officinalis* دارای ترکیب‌های آلفا-توزن، ۱،۸-سینتول و کامفور در غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ µg/ml موجب کاهش زنده‌مانی سلول‌های MCF-7 (سلول‌های سرطانی پستان)، سلول‌های Hela (سلول‌های سرطانی رحم)، سلول‌های LNCap (سلول‌های سرطانی پروستات) شدند (Privitera et al., 2019). ترکیب‌های عمده اسانس *S. officinalis* شامل آلفا-توزن، کامفور، بورنتول، گاما-مورولن و اسکلارنول فعالیت بازدارندگی

منتوفوران (۴/۶ درصد) و لیمون (۳/۹ درصد) در گونه *M. longifolia* و پولگون (۶۹ درصد)، ترانس سیکلو هگزانون (۹/۴ درصد) در گونه *M. pulegium* ترکیب‌های عمده اسانس بودند (Ke-*lidari et al.*, 2022). نانومولسیون اسانس *M. piperita* دارای ترکیب‌های منتول (۳۱ درصد)، منتون (۲۲/۱ درصد)، کمفن (۷ درصد)، منتوفوران (۶ درصد) و ایزومنتون (۵/۸ درصد) فعالیت ضدسرطانی بر ضد سلول‌های سرطانی پستان بعد از گذشت ۲۴ نشان داد (Abedinpour *et al.*, 2021). فعالیت ضدسرطانی اسانس *M. spicata* دارای مونوترپن‌های اکسیژنی (۶۷/۲ درصد) و مونوترپن‌های هیدروکربنی (۲۰/۸ درصد) بر ضد سلول‌های T47D، HCT116 و MCF-7 با شاخص بازدارندگی اسانس از ۲۷۹ تا ۹۷۵ $\mu\text{g/mL}$ ارزیابی شد (Bardaweel *et al.*, 2018).

● بحث و نتیجه‌گیری

ترکیب‌های شیمیایی گونه‌های مختلف آویشن در مطالعات مختلف شناسایی و آثار ضدسرطانی تعدادی از آنها از جمله گونه *T. vul-garis* تأیید شده است. مطالعه آثار ضدسرطانی سایر گونه‌های آویشن ایران پیشنهاد می‌شود. ترکیب‌های اسانس تعدادی از گونه‌های بابونه ایران نیز شناسایی و آثار ضدسرطانی گونه *M. chamomilla*، واریته *chamomilla* ثابت شده است. مطالعه آثار ضدسرطانی سایر گونه‌های بابونه نیز، توصیه می‌شود. ترکیب‌های شیمیایی تعدادی از گونه‌های بومادران ایران در طرح‌های تحقیقاتی شناسایی شده و آثار سمیت سلولی گونه *Achillea santolina* نشان داده شد. بررسی آثار ضدسرطانی گونه‌های بومادران ایران نیز پیشنهاد می‌شود. شناسایی ترکیب‌های شیمیایی اسانس تعدادی از گونه‌های درمنه ایران انجام و آثار ضدسرطانی گونه‌های *Artemisia persica*، *A. turcomanica*، *A. indica jordanica* تأیید شده است. ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه *Ocimum basilicum* در مطالعات مختلف شناسایی و آثار ضدسرطانی آن تأیید شده است. شناسایی ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه *Foeniculum vulgare* در مطالعات مختلف تأیید شده است و آثار ضدسرطانی اسانس *F. vulgare* در چند مطالعه ثابت شده است.

آثار ضدسرطانی اسانس گونه‌های زردچوبه و زنجبیل در مطالعات مختلف تأیید شده است. ترکیب‌های شیمیایی اسانس زیره سبز و زیره سیاه شناسایی و آثار ضدسرطانی آنها ثابت شده است. ترکیب‌های شیمیایی اسانس *Juniperus excelsa* و *J. horizontalis* شناسایی و آثار ضدسرطانی *J. excelsa* و *J. oxycedrus* تأیید شده است. ترکیب شیمیایی اسانس گونه *Hypericum perforatum* شناسایی و فعالیت ضدسرطانی تعدادی از گونه‌های این جنس تأیید شده است. ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه *Cymbopogon olivieri* شناسایی و آثار ضدسرطانی تعدادی از گونه‌های این جنس مشخص شده است. ترکیب‌های شیمیایی تعدادی از گونه‌های مرزه ایران شناسایی و مطالعات آثار ضدسرطانی گونه‌های *Satureja rechingeri*، *S. montana*، *S. khusiztanica* انجام شده است. مطالعه آثار ضدسرطانی سایر گونه‌های مرزه توصیه می‌شود. ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه‌های مختلف مریم‌گلی ایران شناسایی شده است. آثار ضدسرطانی و سمیت سلولی گونه‌های *S. sclarea*، *S. verticillata*، *S. officinalis*، *S. macrosiphon*، *S. verbenaca* تأیید شده است. بررسی آثار ضدسرطانی سایر گونه‌های مریم‌گلی نیز پیشنهاد می‌شود. شناسایی ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه‌های مختلف نعنا در ایران انجام و آثار ضدسرطانی گونه‌های *M. longifolia*، *M. pulegium*، *M. piperita*، *M. spicata* نشان داده شده است.

در مجموع در این مقاله آثار ضدسرطانی برخی از ترکیب‌های شیمیایی اسانس و تعدادی از گیاهان دارویی ضدسرطان معرفی شده است. این مقاله براساس مطالعات انجام‌شده در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و نتایج حاصل از اجرای فاز ۳ طرح «بررسی ترکیب‌های متشکله اسانس گیاهان معطر ایران» تدوین شده است، در پایان پیشنهاد می‌شود از گیاهان معرفی شده در این مقاله در مطالعات آثار ضدسرطانی اسانس‌های گیاهی استفاده شود.

● منابع

احسانی، ا.، اکبری نوبایی، ک.، تیموری، م.، ابراهیم‌زاده، م. و خادم، ع.، ۱۳۹۱. بررسی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس و اثر ضدباکتریایی برگ و میوه

Juniperus horizontalis Moench. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۳): ۵۰۹-۵۲۲. احمدی، ل.، ۱۳۷۹. شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس زیره سبز *Cuminum cyminum L.* تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۶: ۹۷-۱۱۳. احمدی، ل.، ۱۳۸۰. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس زیره سیاه (*Carum carvi L.*) رویش یافته در منطقه آبارچای استان اردبیل. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۸: ۱۲۱-۱۳۳.

احمدی، ش.، سفیدکن، ف.، باباخانلو، پ.، عسکری، ف.، خادمی، ک.، ولی زاده، ن. و کریمی فر، م.، ۱۳۸۸. مقایسه ترکیب‌های موجود در اسانس مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica Bunge*) در مراحل قبل از گل‌دهی و گل‌دهی کامل در روبشگاه و مزرعه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵ (۲): ۱۵۹-۱۶۹.

باباخانلو، پ.، میرزا، م.، سفیدکن، ف.، احمدی، ل.، برازنده، م.م. و عسکری، ف.، ۱۳۷۷. بررسی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گل راعی *Hypericum perforatum L.* تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۱ (۱): ۹۳-۱۰۲.

تیموری، م.، باهرنیک، ز. و میرزا، م.، ۱۳۸۱. فعالیت ضد میکروبی اسانس گیاه مرزه (*Satureja laxi flora G. koch*) قبل و بعد از گل‌دهی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۳: ۵۹-۶۷.

جایمند، ک. و رضایی، م.ب.، ۱۳۷۹. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه‌های بومادران بیابانی، زرد زاگرس *Achillea albicaulis*، *Achillea bibersteinii C.A. Mey*، *Achillea filipendula Lam*، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۵ (۱): ۲۷-۴۶.

جایمند، ک.، میرزا، م.، جم‌زاد، ز. و فاکر باهر، ز.، ۱۳۸۰. بررسی اسانس پونه زیبا *Mentha longifolia Hud. Var. calliantha (L.)*. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۱: ۹-۱۱.

جایمند، ک.، رضایی، م.ب. و عسکری، ف.، ۱۳۸۱. مقایسه دو دستگاه تقطیر با بخار (طراحی جدید) و آثار آنها بر میزان و ترکیب‌های اسانس نعناع فلفلی *Mentha x piperita L.* تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۸: ۱۱-۲۲.

جایمند، ک. و رضایی، م.، ۱۳۸۱. بررسی ترکیب‌های اسانس بابونه دارویی (*Matricaria chamomilla L.*) در مناطق تهران، همدان و کازرون. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۳: ۱۱-۲۴.

جایمند، ک. و رضایی، م.، ۱۳۸۱. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس بومادران کوهستانی *Achillea vermicularis Trin.* تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۵: ۴۹-۵۸.

جایمند، ک. و رضایی، م.، ۱۳۸۳. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس گل و برگ گیاه *Achillea eriophora DC* با روش‌های تقطیر. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر



- ایران، ۲۰(۱): ۸۹-۹۸. جلالی، ز.، سفیدکن، ف.، عصاره، م. و عطاری، ف.، ۱۳۸۷. مقایسه سسکوئیترین‌های موجود در اسانس گیاهان *Matricaria recutita* L. و *Anthemis hyaline* DC Schultz-Bip. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۱): ۳۱-۳۷. خاتمیان، ن.، همایونی تبریزی، م. و اردلان، ب.، ۱۳۹۸. تأثیر نانوامولسیون اسانس گیاه زیره سیاه بر سلول‌های سرطانی رده TUBO و سلول‌های نرمال L929 و سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن. مجله پزشکی ارومیه، ۳۰(۴): ۳۱۵-۳۲۱.
- خیری، ع.، سفیدکن، ف.، دلشاد، م.، فتاحی مقدم، م. و ایزدی‌دریندی، ع.، ۱۳۹۱. بررسی تنوع فیتوشیمیایی اسانس بومادران هزاربرگ (*Achillea millefolium* L.) رویشگاه‌های مختلف ایران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸(۴): ۷۷۹-۷۶۷.
- رامک، پ. و سفیدکن، ف.، ۱۳۸۷. مقایسه کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی *Artemisia persica* Boiss. در مزرعه و رویشگاه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۲): ۱۸۹-۱۹۷.
- رضایی، م. و جایمند، ک.، ۱۳۸۰. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس کاه مکی (*Cymbopogon olivieri* (Boiss.) Bor) و معطر ایران، ۱۰: ۷۵-۸۳.
- رضایی، م.، جایمند، ک.، مجد، ا. و مداح، س.، ۱۳۸۰. تأثیر زمان جمع‌آوری بر میزان اسانس و ترکیب‌های شیمیایی اندام‌های گیاه رازیانه *Foeniculum vulgare* Mill. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۱: ۱۱-۲۳.
- سفیدکن، ف.، ۱۳۸۰. بررسی کمی و کیفی اسانس رازیانه *Foeniculum vulgare* Mill. در مراحل مختلف رشد. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۰: ۸۵-۱۰۴.
- سفیدکن، ف. و عسکری، ف.، ۱۳۸۱. مقایسه کمی و کیفی اسانس پنج گونه آویشن. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۲: ۲۹-۵۱.
- سفیدکن، ف. و رحیمی بیدگلی، ع.، ۱۳۸۱. بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*) در دوره رشد گیاه و با روش‌های مختلف تقطیر. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۱(۱): ۱-۲۲.
- صالحی‌شانجانی، پ. و میرزا، م.، ۱۳۸۱. مطالعه اسانس ارس *Juniperus excelsa*. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۷(۱): ۱۱۹-۱۹۶.
- کاه، ش.، زینلی، ح.، صفایی، ل.، مداح عارفی، ح. و افلاکیان، س.، ۱۳۹۲. مقایسه خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی جمعیت‌های مختلف آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss. & Hohen) با نمونه‌هایی از آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹(۱): ۱۱۶-۱۲۹.
- کلوندی، ر.، میرزا، م.، عطری، م.، حسام‌زاده حجازی، م.، جم‌زاد، ز. و صفی‌خانی، ک.، ۱۳۹۳. معرفی هفت کموتایپ جدید از گونه *Thymus eriocalyx* (Ronniger) Jalas در ایران با بررسی تنوع ترکیب‌های اسانس در افراد جمعیت‌های مختلف این گونه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰(۱): ۱۰۱-۱۲۲.
- قتیری، م. و سوری، م.، ۱۳۹۳. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس بومادران هزاربرگ (*Achillea millefolium* L.) در رویشگاه‌های مختلف استان آذربایجان شرقی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰(۴): ۵۲۹-۵۳۸.
- عبادی، م.ت.، عزیزی، م.، امیدبگی، ر. و حسن‌زاده خیاط، م.، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تاریخ کاشت و نوبت برداشت بر عملکرد گل، درصد و اجزای اسانس بایونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) رقم پرسو (Presov). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶(۲): ۲۱۳-۲۲۶.
- عبادی، م.، رحمتی، م.، عزیزی، م.، حسن‌زاده خیاط، م. و دادخواه، ع.، ۱۳۹۲. بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹(۲): ۴۲۵-۴۳۷.
- عباسی، خ.، سفیدکن، ف. و یمینی، ی.، ۱۳۸۴. مقایسه بازده و ترکیب‌های اسانس دو گونه مرزه *Satureja* و *Satureja hortensis* L. *rechingeri* Jamzad با استفاده از روش تقطیر و استخراج با سیال فوق بحرانی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۱(۳): ۳۰۷-۳۱۸.
- عسکری، ف.، سفیدکن، ف. و میرزا، م.، ۱۳۸۲. مقایسه کمی و کیفی اسانس *Thymus pubescens* Boiss. et *Kotschy ex Celak* در رویشگاه‌های مختلف استان تهران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۹(۲): ۱۲۵-۱۳۶.
- عظیمی، ر.، سفیدکن، ف. و منفرد، ا.، ۱۳۹۴. معرفی یک کموتایپ غنی از سیس-کریزانتنول از گیاه *Achillea nobilis* L. دهنده اسانس گل، برگ، ساقه و سرشاخه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱(۶): ۹۴۵-۹۵۵.
- محبوبی، م. و قاضیان بیدگلی، ف.، ۱۳۸۸. بررسی ترکیب شیمیایی و خاصیت ضد میکروبی اسانس *Artemisia aucheri* Boiss. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵(۳): ۲۹۹-۴۰۴.
- محمودزاده حسینی، م.، سفیدکن، ف.، صالحی‌شانجانی، پ. و نجفی، غ.، ۱۳۹۴. استخراج، شناسایی و مقایسه ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گل، برگ، ساقه و سرشاخه گلدار بومادران کوهستانی (*Achillea vermicularis* Trin.) تحقیقات
- گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱(۵): ۷۴۳-۷۵۲. مومنی منفرد، م.، محمودی سورستانی، م.، ذوالفقاری، م. و ملک زاده، م.، ۱۳۹۷. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی اسانس برخی از توده‌های ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط آب‌وهوایی اهواز. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۴(۲): ۲۸۶-۲۹۷.
- میرزا، م. و احمدی، ل.، ۱۳۸۰. مقایسه ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس مرزه زراعی *Satureja hortensis* به دو روش تقطیر با بخار آب و تقطیر با آب. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۷: ۵۵-۷۰.
- میرزا، م.، ۱۳۸۱. استخراج و بررسی ترکیب‌های موجود در اسانس مریم‌گلی آذربایجانی (*Salvia atro-patana* Bunge). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۲: ۵۳-۶۵.
- میرزا، م. و پاهرنیک، ز.، ۱۳۸۶. استخراج و شناسایی ترکیب‌های شیمیایی اسانس گیاه *Salvia lachnocalyx* Hedge. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۲): ۲۷۸-۲۸۴.
- میرزا، م.، قریشی، ب. ف. و بهادری، آ.، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر زمان برداشت بر کمیت و کیفیت اسانس دو گونه *Mentha piperita* L. و *Salvia officinalis* L. در استان خوزستان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶(۴): ۵۳۱-۵۴۳.
- میرزا، م.، شریفی عاشورآبادی، ا. و الهوردی مقانی، ب.، ۱۳۹۴. بررسی کمی و کیفی اسانس گونه‌های آویشن (*Thymus*) کاشته شده در باغ گیاه شناسی ملی ایران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱(۵): ۸۶۴-۸۸۰.
- نجف‌پور نوایی، م.، سفیدکن، ف. و میرزا، م.، ۱۳۸۶. معرفی گیاهان دارویی ضد سرطان ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۳۶۱ صفحه.
- واعظ شهرستانی، ع. و سفیدکن، ف.، ۱۳۹۷. ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس اندام‌های مختلف بومادران زرد (*Achillea biebersteinii* Afan.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۴(۱): ۴۰-۴۹.
- هوشیدری، ف.، سفیدکن، ف. و جم‌زاد، ز.، ۱۳۸۵. شناسایی و مقایسه ترکیب‌های موجود در اسانس مرحله برداشت. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲(۳): ۲۰۹-۲۱۵.
- یاوری، ع.، ناظری، و.، سفیدکن، ف. و حسینی، م.، ۱۳۸۹. بررسی ترکیب‌های شیمیایی اسانس آویشن آذربایجانی (*Thymus migricus* Klokov & Desj.-.) در رویشگاه‌های مختلف استان آذربایجان غربی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶(۱): ۱۴-۲۱.

Abedinpour, N., Ghanbariasad, A., Taghinezhad, A. and Osanloo, M., 2021. Preparation of Nanoemulsions of *Mentha piperita* Essential Oil and Investigation of Their Cytotoxic Effect

- sition and anti-cancer properties of *Juniperus oxycedrus* L. essential oils on estrogen receptor-positive breast cancer cells. *Journal of Functional Foods*, 59: 261-271.
- El Babili, F., Bouajila, J., Souchard, J.P., Bertrand, C., Bellvert, F., Fouraste, I., Moulis, C. and Valentin, A., 2011. Oregano: clinical analysis and evaluation of its antimalarial, antioxidant, and cytotoxic activities. *Journal of Food Science*, 76(3): 512-518.
- El-Garawani, I., El Nabi, H.S., Nafie, E. and Almeldin, S., 2019. *Foeniculum Vulgare* and *Pelargonium Graveolens* Essential Oil Mixture Triggers the Cell Cycle Arrest and Apoptosis in MCF-7 Cells, Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry, 19(9), <https://dx.doi.org/10.2174/1573399815666190326115116>.
- El-Readi, M.Z., Eid, H.H., Ashour, M.L., Eid, S.Y., Labib, R.M., Sporer, F. and Wink, M., 2013. Variations of the chemical composition and bioactivity of essential oils from leaves and stems of *Liquidambar styraciflua* (Altingiaceae). *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 65: 1653-1663.
- Essien, E.E., Ogunwande, I.A., Setzer, W.N. and Ekundayo, O., 2012. Chemical composition, antimicrobial, and cytotoxicity studies on *S. erianthum* and *S. macranthum* essential oils. *Pharmaceutical Biology*, 50: 474-80.
- Ghasemian, A., Al-Marzoqi, A.H., Mostafavi, S.K.S., Khudiar Alghanimi, Y. and Teimouri, M., 2020. Chemical Composition and Antimicrobial and Cytotoxic Activities of *Foeniculum vulgare* Mill Essential Oils. *Journal of Gastrointestinal Cancer*, 51: 260-266. <https://doi.org/10.1007/s12029-019-00241-w>
- Ghosh, R., Nadiminty, N., Fitzpatrick, J.E., Alworth, W.L., Slaga, T.J. and Kumar, A.P., 2005. Eugenol causes melanoma growth suppression through inhibition of E2F1 transcriptional activity. *Journal of Biological Chemistry*, 280(7): 5812-5819.
- Hsu, S-S., Lin, K-L., Chou C-T., Chiang, A-J., W-Z., Chang, H-T., Tsai, J-Y., Liao, W-Ch., Huang, F-D., Huang, J.K., Chen, I-S., S-I., Kuo, C-C. and Jan, Ch-R., 2011. Effect of thymol on Ca²⁺ homeostasis and viability in human glioblastoma cells. *European Journal of Pharmacology*, 670 (1): 85-91.
- Jaradat, N., 2021. Phytochemical Profile and in Vitro Antioxidant, Antimicrobial, Vital Physiological Enzymes Inhibitory and Cytotoxic Effects of *Artemisia jordanica* Leaves Essential Oil from Palestine. *Molecules*, 26: 2831.
- Jeena, K., Liju, V.B. and Kuttan, R., 2015. and Alternative Medicine, Article ID 3149362, 12 p.
- Bayala, B., Bassole, I.H.N., Scifo, R., Gnoula, Ch., Morel, L., Lobaccaro, J-M., A. and Sempore, J., 2014. Anticancer activity of essential oils and their chemical components - A review, *American Journal of Cancer Research*, 4(6):591-607.
- Burke, Y.D., Stark, M.J., Roach S.L., Sen S.E. and Crowell P.L., 1997. Inhibition of pancreatic cancer growth by the dietary isoprenoids farnesol and geraniol. *Lipids*, 32(2): 151-156.
- Cai, L., Ye, H., Li, X., Lin, Y., Yu, F., Chen, J., Li, H. and Liu, X., 2013. Chemical constituents of volatile oil from *Pyrolae herba* and antiproliferative activity against SW1353 human chondrosarcoma cells. *International Journal of Oncology*, 42: 1452-1458.
- Carnesecchi, S., Bras-Goncalves, R., Bradaia, A., Zeisel, M., Gossé, F., Poupon, M-F. and Raul, F., 2004. Geraniol, a component of plant essential oils, modulates DNA synthesis and potentiates 5-fluorouracil efficacy on human colon tumor xenografts. *Cancer Letters*, 215(1): 53-59.
- Cavaliere, E., Mariotto, S., Fabrizi, C., Carcereri de Prati, A., Gottardo, R., Leone, S., Valentino Berra, L., Maria Lauro, G., Ciampa, A.R. and Suzuki, H., 2004. α -Bisabolol, a nontoxic natural compound, strongly induces apoptosis in glioma cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 315(3): 589-594.
- Detoni, C.B., de Oliveira, D.M., Santo, I.E., Pedro A.S., El-Bacha, R., da Silva Velozo, E., Ferreira, D., Sarmiento, B. and de Magalhães Cabral-Albuquerque, E.C., 2012. Evaluation of thermal-oxidative stability and anti glioma activity of *Zanthoxylum tin-goassuiba* essential oil entrapped into multiand unilamellar liposomes. *Journal of Liposome Research*, 22: 1-7.
- Durgaha, H., Thirugnanasampandan, R., Ramya, G. and Ramanth, M.G., 2016. Inhibition of inducible nitric oxide synthase gene expression (iNOS) and cytotoxic activity of *Salvia sclarea* L. essential oil, *Journal of King Saud University-Science*, 28(4): 390-395.
- Eftekhari, M., Shams Ardekani, M.R., Amini, M., Akbarzadeh, T., Safavi, M., Karimpour, E. and Khanavi, M., 2017. Biological Activities of the Essential Oil and Total Extract of *Salvia macrosiphon* Boiss. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, 8:82-86.
- El-Abid, H., Amaral, C., Cunha, S.C., Augusto, T.V., Fernandes, J.O., Correia-da-Silva, G., Teixeira, N. and Moumni, M., 2019. Chemical composition and anticancer activity of essential oil of *Salvia sclarea* L. on Human Breast Cancer Lines. *BioNanoScience*, 11: 428-436.
- Aburjai, T.A., Mansi, K., Azzam, H., Alqudah, D.A., Alshaer, W. and Abuirjei, M., 2020. Chemical Compositions and Anticancer Potential of Essential Oil from Greenhouse-cultivated *Ocimum basilicum* Leaves. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 82(1):178-183.
- Afkhami, F. and Zare, N., 2021. Phytochemical Composition and Cytotoxic Effects of Essential Oil of Inflorescences of *Achillea santolina* L. Growing in Iran, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 24 (6): 1291-1299.
- Akhbari, M., Kord, R., Jafari Nodooshan, S. and Hamed, S., 2019. Analysis and evaluation of the antimicrobial and anticancer activities of the essential oil isolated from *Foeniculum vulgare* from Hamedan, Iran. *Natural Product Research*, 33(11): 1629-1632.
- Andrade, M.A., Braga, M.A., Cesar, P.H.S., Trento, M.V.C., Espósito, M.A., Silva, L.F. and Marcussi, S., 2018. Anticancer Properties of Essential Oils: An Overview. *Current Cancer Drug Targets*, 18(10): 957-966.
- Arman, M., Pirian, K., Alinaghizadeh, M., Khosheghbal, F., Nahavandi, R. and Tamadoni Jahromi, S., 2021. Study of compounds, cytotoxicity and biological activities of essential oil of *Satureja rechingeri* Jamzad. *Advances in Traditional Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s13596-021-00596-1>
- Attoub, S., Sperandio, O. and Raza, H., Arafat, KH., Al-Salam, S., Ahmed Al Sultan, M., Al Safi, M., Takahashi, T. and Adem, A., 2013. Thymoquinone as an anticancer agent: evidence from inhibition of cancer cells viability and invasion *in vitro* and tumor growth *in vivo*. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 27(5): 557-69.
- Aydın, E., Türkez, H. and Sait Keleş, M., 2015. Potential anticancer activity of carvone in N2a neuroblastoma cell line Toxicology and Industrial health, 31 (8): 764-772.
- Bardaweel, S.K., Bakchiche, B., ALSalamat, H.A., Rezzoug, M., Gherib, A. and Flamini, G., 2018. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1): 201. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2274-x>.
- Blowman, K., Magalhães, M., Lemos, M.F.L., Cabral, C. and Pires, I.M., 2018. Anticancer Properties of Essential Oils and Other Natural Products, Evidence-Based Complementary



- Cytotoxic Effect of Its Essential Oils on Human Cell Lines, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(4): 756-771.
- Ni, X., Suhail, M.M., Yang, Q., Cao, A., Fung, K.M., Postier, R.G., Woolley, C., Young, G., Zhang, J. and Lin, H.K., 2012. Frankincense essential oil prepared from hydrodistillation of *Boswellia sacra* gum resins induces human pancreatic cancer cell death in cultures and in a xenograft murine model. *BMC Complementary Medicine and Therapies*; 12: 253.
- Nikbakht, M.R., Sharifi, S., Emami, S.A. and Khodaie, L., 2014. Chemical composition and antiproliferative activity of *Artemisia persica* Boiss. and *Artemisia turcomanica* Gand. essential oils. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 9(2): 155-163.
- Niksic, H., Becic, F., Koric, E., Gusic, I., Omeragic, E., S., Miladinovic, B. and Duric, K., 2021. Cytotoxicity screening of *Thymus vulgaris* L. essential oil in brine shrimp nauplii and cancer cell lines. *Scientific Reports* 11, 13178 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92679-x>
- Paik, S.Y., Koh, K.H., Beak, S.M., Paek, S.H. and Kim, J.A., 2005. The essential oils from *Zanthoxylum schinifolium* pericarp induce apoptosis of HepG2 human hepatoma cells through increased production of reactive oxygen species. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28: 802-807.
- Panyajai, P., Chueahongthong, F., Viriyaadhamma, N., Nirachonkul, W., Tima, S., Chiampanichayakul, S., Anuchapreeda, S. and Okonogi, S., 2022. Anticancer activity of *Zingiber ottensii* essential oil and its nanoformulations. *PLoS One*, 17(1): e0262335.
- Park, K-R., Nam, D. and Yun, H-M., 2011. β -Caryophyllene oxide inhibits growth and induces apoptosis through the suppression of PI3K/AKT/mTOR/S6K1 pathways and ROS-mediated MAPKs activation. *Cancer Letters*, 312(2): 178-188.
- Privitera, G., Luca, T., Castorina, S., Passanisi, R., Ruberto, G. and Napoli, E., 2019. Anticancer activity of *Salvia officinalis* essential oil and its principal constituents against hormone-dependent tumour cells. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 9: 24-28
- Quassinti, L., Lupidi, G., Maggi, F., Sagratini, G., Papa, F., Vittori, S., Bianco, A. and Bramucci, M., 2013. Antioxidant and antiproliferative activity of *Hypericum hircinum* L. subsp. majus (Aiton) N. Robson essential oil. *Natural Product*
- Milenković, M. and Lakušić, B., 2014. Cytotoxicity and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from *Satureja montana* subsp. pisdica (Lamiaceae). *Natural Product Communications*, 9.4: 1934578X1400900437.
- Legault, J. and Pichette, A., 2008. Potentiating effect of β -caryophyllene on anticancer activity of α -humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 59(12): 1643-1647.
- Li, X., Wang, G., Zhao, J., Ding, H., Cunningham, C., Chen, F., Flynn, D.C., Reed, E. and Li, Q.Q., 2005. Antiproliferative effect of β -elemene in chemoresistant ovarian carcinoma cells is mediated through arrest of the cell cycle at the G2-M phase. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 62(7-8): 894-904.
- Li, Q., Wang, G., Huang, F., Banda, M. and Reed, E., 2010. Antineoplastic effect of beta-elemene on prostate cancer cells and other types of solid tumour cells. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 62: 1018-1027.
- Liu, J., Zhang, Y., Qu, J., Xu, L., Hou, K., Zhang, J., Qu, X. and Liu, Y., 2011. β -Elemene-induced autophagy protects human gastric cancer cells from undergoing apoptosis. *BMC Cancer*, 11: 183.
- Liu, J., Hu, X-J., Jin, B., Qu, X-J., Hou, K-Z. and Liu, Y-P., 2012. β -Elemene induces apoptosis as well as protective autophagy in human non-small-cell lung cancer A549 cells. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 64(1): 146-153.
- Luca, T., Napoli, E., Privitera, G., Musso, N., Ruberto, G. and Castorina, S., 2020. Antiproliferative Effect and Cell Cycle Alterations Induced by *Salvia officinalis* Essential Oil and Its Three Main Components in Human Colon Cancer Cell Lines *Chemistry and Biodiversity*, 17: e2000309.
- Mahdavi, B., Ghorat, F., Nasrollahzadeh, M.S., Hosseini-Tabar, M. and Rezaei-Seresht, H., 2020. Chemical Composition, Antioxidant, Antibacterial, Cytotoxicity, and Hemolyses Activity of Essential Oils from Flower of *Matricaria chamomilla* var. Chamomilla, Anti-Infective Agents, 18(3) <https://dx.doi.org/10.2174/2211352517666190528114041>.
- Mahmoud, G.I., 2013. Biological effects, antioxidant and anticancer activities of marigold and basil essential oils. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(10): 561-572.
- Najar, B., Pistelli, L. and Buhagiar, J., 2020. Volatilomic Analyses of Tuscan *Juniperus oxycedrus* L. and in vitro
- Antitumor and cytotoxic activity of ginger essential oil (*Zingiber officinale Roscoe*). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 8: 341-344.
- Jo, J.R., Park, J.S., Park, Y.K., Chae, Y.Z., Lee, G.H., Park, G.Y. and Jang, B.C., 2012. *Pinus densiflora* leaf essential oil induces apoptosis via ROS generation and activation of caspases in YD-8 human oral cancer cells. *International Journal of Oncology*, 40: 1238-1245.
- Kelidari, H.R., Alipanah, H., Roozitalab, Gh., Ebrahimi, M. and Osanloo, M., 2022. Anticancer Effect of Solid-Lipid Nanoparticles Containing *Mentha longifolia* and *Mentha pulegium* Essential Oils: In Vitro Study on Human Melanoma and Breast Cancer Cell Lines. *Biointerface Research in applied Chemistry*, 12(2): 2128-2137.
- Khanavi, M., Enayati, A., Shams Ardekani, M., Akbarzadeh, T., Karimpour Razkenari, E. and Eftekhari, M., 2019. Cytotoxic Activity of *Juniperus excelsa* M. Bieb. Leaves Essential Oil in Breast Cancer Cell Lines. *Research Journal of Pharmacognosy*, 6(2): 1-7.
- Khatamian, N., Homayouni Tabrizi, M., Ardalan, P., Yadamani, S. and Darchini Maragheh, A., 2019. Synthesis of Carum Carvi essential oil nanoemulsion, the cytotoxic effect, and expression of caspase 3 gene. *Journal of Food Biochemistry*, 43: e12956.
- Khosravi Dehaghi, N., Ostad, S.N., Maafi, N., Pedram, S., Ajani, Y., Hadjiakhoondi, A. and Khanavi, M., 2014. Cytotoxic activity of the essential oil of *Salvia verticillata* L. *Research Journal of Pharmacognosy* 1(3): 27-33.
- Kim, S-H., Bae, H-C., Park, E-J., Lee, C.R., Kim, B-J., Lee, S., Park, H.H., Kim, S-J., So, I., Kim, T.W. and Jeon, J-H., 2011. Geraniol inhibits prostate cancer growth by targeting cell cycle and apoptosis pathways. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 407(1): 129-134.
- Kubatka, P., Uramova, S., Kello, M., Kajo, K., Samec, M., Jasek, K., Vybohova, D., Liskova, A., Mojzis, J., Adamkov, M., Zubor, P., Smejkal, K., Svajdlenka, E., Solar, P., Samuel, S.M., Zulli, A., Kassayova, M., Lasabova, Z.; Kwon, T.K., Pec, M., Danko, J. and Büsselberg, D., 2019. Anticancer Activities of *Thymus vulgaris* L. in Experimental Breast Carcinoma In Vivo and In Vitro. *International Journal of Molecular Sciences*, 20: 1749.
- Kundaković, T., Stanojković, T., Kolundžija, B., Marković, S., Šukilović, B.,

- Wattenberg, L.W. and Coccia, J.B., 1991. Inhibition of 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone carcinogenesis in mice by D-limonene and citrus fruit oils. *Carcinogenesis*, 12(1): 115–117.
- Wu, S., Wei, F.X., Li, H.Z., Liu, X.G., Zhang, J.H. and Liu, J.X., 2013. Chemical composition of essential oil from *Thymus citriodorus* and its toxic effect on liver cancer cells. *Journal of Chinese medicinal materials*, 36: 756-759.
- Yousefzadi, M., Riahi-Madvar, A., Hadian, J., Rezaee, F., Rafiee, R. and Biniiaz, M., 2014. Toxicity of essential oil of *Satureja khuzistanica*: in vitro cytotoxicity and anti-microbial activity. *Journal of Immunotoxicology*, 11(1): 50-55.
- Yu, J.Q., Liao, Z.X., Cai, X.Q., Lei, J.C. and Zou, G.L., 2007. Composition, antimicrobial activity and cytotoxicity of essential oils from *Aristolochia mollissima*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 23: 162-167.
- Zarlaha, A., Kourkoumelis, N., Stanogkovic, T.P. and Kovala-Demertzi, D., 2014. Cytotoxic activity of essential oil and extracts of *Ocimum basilicum* against human carcinoma cells. Molecular docking study of iso eugenol as potent cox and lox inhibitor. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 9(3): 907– 917.
- Xiang, H., Zhang, L., Yang, Zh., Chen, F., Zheng, X. and Liu, X., 2017. Chemical compositions, antioxidative, antimicrobial, anti-inflammatory and antitumor activities of *Curcuma aromatica* Salisb. essential oils. *Industrial Crops and Products*, 108: 6-16.
- Zhong, Z., Chen, X., Tan, W., Xu, Z., Zhou, K., Wu, T., Cui, L. and Wang, Y., 2011. Germacrone inhibits the proliferation of breast cancer cell lines by inducing cell cycle arrest and promoting apoptosis. *European Journal of Pharmacology*, 667(1-3): 50–55.
- Zu, Y., Yu, H., Liang, L., Fu, Y., Efferth, T., Liu, X. and Wu, N., 2010. Activities of ten essential oils towards *Propionibacterium acnes* and PC-3, A-549 and MCF-7 cancer cells. *Mol Basel Switz*, 15: 3200-3210.
- K. and Nagino, M., 2011. Antitumor effects of α -bisabolol against pancreatic cancer. *Cancer Science*, 102(12): 2199–2205.
- Sigurdsson, S., Ogmundsdottir, H.M. and Gudbjarna, S., 2005. The cytotoxic effect of two chemotypes of essential oils from the fruits of *Angelica archangelica* L. *Anticancer Research*, 25: 1877-80.
- Sharopov, F., Valiev, A., Satyal, P., Gulmurodov, I., Yusufi, S., Setzer, W.N. and Wink, M., 2017. Cytotoxicity of the Essential Oil of Fennel *Foeniculum vulgare* from Tajikistan. *Foods*, 6(9):73.
- Sun, X.Y., Zheng, Y.P., Lin, D.H., Zhang, H., Zhao, F. and Yuan, C.S., 2009. Potential anti-cancer activities of Furanodiene, a Sesquiterpene from *Curcuma wenyujin*. *The American Journal of Chinese Medicine*, 37: 589-596.
- Sylvestr, M., Pichette, A., Lavoie, S., Longtin, A. and Legault, J., 2007. Composition and cytotoxic activity of the leaf essential oil of *Comptonia peregrina* (L.) coult. *Phytotherapy Research*, 21(6): 536–540.
- Trang, D.T., Hoang, T.K.V., Nguyen, T.T.M., Van Cuong, P., Dang, N.H., Dang, H.D., Nguyen Quang, T. and Dat N.T., 2020. Essential Oils of Lemon-grass (*Cymbopogon citratus* Stapf) Induces Apoptosis and Cell Cycle Arrest in A549 Lung Cancer Cells. *Biomed Research International*, 5924856.
- Tyagi, A.K., Prasad, S., Yuan, W., Li, S. and Aggarwal, B.B., 2015. Identification of a novel compound (β -sesquiphellandrene) from turmeric (*Curcuma longa*) with anticancer potential: Comparison with curcumin," *Investigational New Drugs*, 33(6): 1175–1186.
- Yu, J.Q., Liao, Z.X., Cai, X.Q., Lei, J.C. and Zou, G.L. 2007. Composition, antimicrobial activity and cytotoxicity of essential oils from *Aristolochia mollissima*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 23: 162-167.
- Vuko, E., Dunkić, V., Ruščić, M., Nazlić, M., Mandić, N., Soldo, B., Šprung, M. and Fredotović, Ž., 2021. Chemical Composition and New Biological Activities of Essential Oil and Hydro-sol of *Hypericum perforatum* L. ssp. *Veronense* (Schränk) H. Lindb. *Plants*, 10(5): 1014.
- Walia, M., Mann, T.S., Kumar D., Agnihotri V.K. and Singh, B., 2012. Chemical Composition and in Vitro Cytotoxic Activity of Essential Oil of Leaves of *Malus domestica* Growing in Western Himalaya (India). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*: 649727.
- Research, 27: 862-868.
- Rashid, S., Rather, M.A., Shah, W.A. and Bhat, B.A., 2013. Chemical composition, antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activities of the essential oil of *Artemisia indica* Willd. *Food Chemistry*, 138: 693-700.
- Rojas-Armas, J.P., Arroyo-Acevedo, J.L., Palomino-Pacheco, M., Herrera-Calderón, O., Ortiz-Sánchez, J.M., Rojas-Armas, A., Calva, J., Castro-Luna, A. and Hilario-Vargas, J., 2020. The Essential Oil of *Cymbopogon citratus* Stapf and *Carvacrol*: An Approach of the Antitumor Effect on 7,12-Dimethylbenz[α]anthracene (DMBA)-Induced Breast Cancer in Female Rats. *Molecules*, 25(14): 3284.
- Russo, A., Formisano, C., Rigano, D., Senatore, F., Delfino, S., Cardile, V., Rosselli, S. and Bruno, M., 2013. Chemical composition and anticancer activity of essential oils of Mediterranean sage (*Salvia officinalis* L.) grown in different environmental conditions. *Food and Chemical Toxicology*, 55:42-47.
- Russo, A., Cardile, V., Graziano, A.C.E., Formisano, C., Rigano, D., Canzoneri, M., Bruno, M. and Senatore, F., 2015. Comparison of essential oil components and in vitro anticancer activity in wild and cultivated *Salvia verbenaca*. *Natural Product Research*, 29(17): 1630-1640.
- Saab, A.M., Guerrini, A., Sacchetti, G., Maietti, S., Zeino, M., Arend, J., Gambari, R., Bernardi, F. and Efferth, T., 2012. Phytochemical analysis and cytotoxicity towards multidrug-resistant leukemia cells of essential oils derived from Lebanese medicinal plants. *Planta Medica*, 78: 1927-1931.
- Santos, P.A.S.R., Avançaço, G.B., Nerilo, S.B., Marcelino, R.I.A., Janeiro, V., Valadares, M.C. and Machinski, M., 2016. Assessment of Cytotoxic Activity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), Turmeric (*Curcuma longa* L.), and Ginger (*Zingiber officinale* R.) Essential Oils in Cervical Cancer Cells (HeLa). *The Scientific World Journal*, Article ID: 9273078, 8 p.
- Satooka, H. and Kubo, I., 2012. Effects of thymol on B16-F10 melanoma cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(10): 2746–2752.
- Sefidkon, F. and Khajavi, M.S., 1999. Chemical composition of the essential oils of two *Salvia* species from Iran: *Salvia verticillata* L. and *Salvia santolinifolia* Boiss. *Flavour and Fragrance Journal*, 14: 77-78.
- Seki, T., Kokuryo, T., Yokoyama, Y., Suzuki, H., Itatsu, K., Nakagawa, A., Mizutani, T., Miyake, T., Uno, M., Yamauchi,