



Extensional Article

Inhibitory effects of essential oils and extracts of medicinal plants on plant pathogenic fungi and bacteria

Samaneh Samavat^{1✉}, Mahdiyeh Salehi Vozhdehnazari¹, Pegah Sayyad-Amin²

1- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, 2- Department of Horticultural Science and Landscape Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 06.07.2021

Accepted: 10.24.2021

Samavat S, Salehi Vozhdehnazari M, Sayyad-Amin P (2022) Inhibitory effects of essential oils and extracts of medicinal plants on plant pathogenic fungi and bacteria. *Plant Pathology Science* 11(1):113-121. Doi: 10.2982/PPS.11.1.113.

Abstract

The use of essential oils and extracts of medicinal plants is one of the environmentally friendly methods in the management of plant diseases caused by fungi and bacteria. The antimicrobial effect of essential oils and extracts of various medicinal plants such as thyme, cloves, savory, garlic, licorice and fennel has been proven and their active ingredient has also been identified. Based on these studies, the possibility of introducing, formulating and using essential oils and extracts of medicinal plants or any of their components with antimicrobial properties, as an alternative method of using chemical toxins in the management of fungal and bacterial diseases of plants can be provided.

Keywords: Garlic, Savory, Thyme

✉ Corresponding author: samaneh.samavat@gmail.com

مقاله ترویجی

اثر بازدارندگی اسانس و عصاره گیاهان دارویی بر قارچها و باکتریهای بیمارگر گیاهان

سمانه سماوات^۱✉، مهدیه صالحی وژده نظری^۱، پگاه صیاد امین^۲

۱- مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، ۲- گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۲

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۷

سماوات س، صالحی وژده نظری م، صیاد امین پ (۱۴۰۰) اثر بازدارندگی اسانس و عصاره گیاهان دارویی بر قارچها و باکتریهای بیمارگر گیاهان. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱۱(۱): ۱۲۱-۱۱۳.

Doi: 10.2982/PPS.11.1.113.

چکیده

استفاده از اسانس و عصاره گیاهان دارویی از جمله روش‌های سازگار با محیط‌زیست در مدیریت بیماری‌های گیاهی ناشی از قارچها و باکتری‌ها محسوب می‌شود. اثر ضد میکروبی اسانس و عصاره گیاهان دارویی متعددی مانند آویشن، میخک، مرزه، سیر، شیرین بیان و رازیانه ثابت شده و ماده موثره آنها نیز شناسایی شده است. بر اساس این پژوهشها امکان معرفی، فرمولاسیون و بکارگیری اسانس و عصاره گیاهان دارویی و یا هر یک از اجزای آنها با خواص ضد میکروبی، به عنوان روشی جایگزین مصرف سمهای شیمیایی در مدیریت بیماریهای قارچی و باکتریایی گیاهان می‌تواند فراهم آید.

واژگان کلیدی: آویشن، سیر، مرزه

مقدمه

تهدیدات ناشی از مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌های شیمیایی بر سلامتی انسان و محیط‌زیست منجر به تلاش برای یافتن روش‌های جایگزین کم‌خطر و سازگار با طبیعت شده است. در این میان گیاهان دارویی از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. از آنجایی که کشور ایران از موقعیت جغرافیایی خاص و تنوع آب و هوایی برخوردار است، انواعی از گیاهان دارویی بومی و غیر بومی در آن می‌روید (Ayatollahi et al. 1996). گیاهان دارویی به دلیل نیاز آبی پایین، دوره رشد منطبق با زمان نزولات آسمانی، حفاظت از فرسایش خاک، حساسیت کمتر در برابر حمله آفات و بیمارگرهای گیاهی و امکان درآمدزایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. در سال‌های اخیر اثرات ضد میکروبی انواعی از اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی علیه طیفی از بیمارگرهای قارچی، باکتریایی، ویروسی و نامتودی در حوزه پزشکی، دامپزشکی و گیاهپزشکی به اثبات رسیده است (Osée Muyima et al. 2004). مقاله حاضر با هدف مروری بر

✉ نویسنده مسئول: samaneh.samavat@gmail.com

اثرات ضد میکروبی انواعی از اسانسها و عصاره‌های گیاهان دارویی علیه برخی از بیمارگرهای قارچی و باکتریایی گیاهی و نیز معرفی انواع ساز و کارهای بازدارندگی و اجزای اصلی تشکیل دهنده آنها تدوین شده است.

اثر بازدارندگی اسانسها و عصاره‌های گیاهی

علیه قارچهای بیمارگر گیاهان

تاکنون اثر ضدقارچی (قارچ‌کشی و یا قارچ ایستایی) انواعی از اسانسها و عصاره‌های گیاهی علیه دامنه‌ای از بیمارگرهای قارچی گیاهان به اثبات رسیده است (شکل ۱). در جدول (۱) به مثال‌هایی در این زمینه پرداخته شده است.

جدول ۱. مثال‌هایی از اثرات ضد میکروبی اسانس و عصاره برخی گیاهان دارویی علیه بیمارگرهای قارچی گیاهی.

Table 1. Examples of antimicrobial effects of the essential oil and extract of some medicinal plants against plant fungal pathogens.

میزبان Host	قارچ بیمارگر هدف Target pathogenic fungi	اسانس/عصاره Essential oil (EO)/ Extract (E)	گیاه دارویی Medicinal plant	منابع References
-	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Rhizopus stolonifer</i> <i>Aspergillus flavus</i>	EO	savory	Rasooli and Owilia, 2005
-	<i>Rosellinia necatrix</i>	EO	cinnamon	Wang et al. 2005
wheat	<i>Fusarium graminearum</i>	EO	thyme	Lahooji et al. 2010
-	<i>B. cinerea</i> <i>Penicillium digitatum</i> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Rhizoctonia solani</i>	EO	sagebrush	Samavat et al. 2008
wheat	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	EO	cumin, rosemary	Mohammadkhani and Yekta 2019
boxwood	<i>Calonectria pseudonaviculata</i>	EO	ajowan, lavender, thyme	Samavat and Karimzadeh Asl 2018
papaya	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	EO	rosemary	Dias et al. 2020
Cucurbita ceae	<i>Didymella bryoniae</i>	EO	pepper yarrow, fragrant grass, eucalyptus, fliss flower	Stangarlin et al. 2011
tobacco	<i>S. sclerotiorum</i>	E	aqti	Abdi et al. 2018
-	<i>Monilinia fructigena</i> <i>Verticillium dahlia</i>	EO	marjoram	Zeinali et al. 2019
wheat	<i>F. graminearum</i>	E	licorice	Ganjali et al. 2018



شکل ۱. اثر اسانس آویشن در بازدارندگی از رشد ریشه قارچ *Calonectria pseudonaviculata* (چپ) در قیاس با شاهد (راست) (Samavat and Karimzadeh Asl 2018).

Figure 1. The effect of thyme essential oil on inhibiting the growth of *Calonectria pseudonaviculata* (left) in comparison with the control (right) (Samavat and Karimzadeh Asl 2018).

میزان فعالیت ضدقارچی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی مختلف، علیه بیمارگرهای قارچی مختلف متفاوت است. به عنوان مثال اسانس نعنای فلفلی با اینکه در قیاس با اسانس زیره سیاه و آویشن از اثرات ضدقارچی مطلوبتری علیه *Rhizoctonia solani* Kühn. و *Macrophomina* (Tassi) Goid. اما در مهار *phaseolina* برخوردار است، اما در مهار *Fusarium* Schlecht. emend. Snyder & Hansen. *Penicillium verrucosum* Dierckx. و *oxysporum* چندان کارا نیست (Raveau et al. 2020).

علیه باکتریهای بیمارگر گیاهان

به طور کلی باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی، به اسانس‌ها حساس‌ترند. زیرا باکتری‌های گرم منفی، به دلیل داشتن غشا بیرون سلولی از نفوذ ترکیبات آبگریزی چون اسانس‌ها ممانعت می‌کنند و در نتیجه مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند (Mosch and Zeller 1998). در جدول (۲) به مثال‌هایی در این زمینه پرداخته شده‌است.

جدول ۲. مثالهایی از اثرات ضد میکروبی اسانس و عصاره برخی گیاهان دارویی علیه بیمارگرهای باکتریایی گیاهی.

Table 2. Examples of antimicrobial effects of the essential oil and extract of some medicinal plants against plant bacterial pathogens.

میزبان Host	باکتری بیمارگر هدف Target pathogenic bacteria	اسانس/عصاره Essential oil (EO)/ Extract (E)	گیاه دارویی Medicinal plant	منابع References
quince and cotoneaster	<i>Erwinia amylovora</i>	E	mistletoe, papital	Mosch and Zeller 1998
cabbage bean tomato	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	E	willow, papital	Mosch and Zeller 1998
stone fruits	<i>X. arboricola</i> pv. <i>pruni</i>	EO and E	wild thyme	Gulluce 2007
-	<i>Ralstonia solanacearum</i> <i>Brenneria nigrifluens</i> <i>Pantoea stewartii</i>	EO	basil	Moghaddam et al. 2014
-	<i>Rhizobium radiobacter</i>	EO	savory	Ashrafi and Hassanzadeh 2012
rice	<i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>	EO	fennel	Shabani et al. 2018
lettuce and tomato	<i>Clavibacter michiganensis</i> sp. <i>michiganensis</i> <i>X. axanopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i> <i>X. axanopodis</i> pv. <i>vitians</i>	EO	savory	Kotan et al. 2013
button mushroom	<i>P. tolaasii</i>	EO and E	eucalyptus	Ansari Dezfouli et al. 2012
grape	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	EO	thyme	Farri and Khezri 2012

ساز و کار اثر ضد میکروبی اسانسها و عصاره‌های گیاهی

اسانسها و عصاره‌های گیاهی مختلف، ترکیبات ضد میکروبی متنوعی دارند. به همین دلیل ممکن است از ساز و کارهای ضد میکروبی مختلفی برخوردار باشند. چربی دوستی اسانسها در فعالیت ضد میکروبی آنها نقش مهمی ایفا می‌کند. از ترکیبات عمده اسانسهای گیاهی، فنولها (Phenols) و ترپنوییدها (Terpenoids) هستند که ماهیت چربی دوستی دارند. این ترکیبات اغلب موجب آسیب‌های ساختاری و عملکردی در عوامل میکروبی می‌شوند. به این ترتیب به دنبال ورود به درون دولایه لیپیدی غشای سیتوپلاسمی، فعالیت ضد میکروبی خود را با اختلال در نفوذپذیری غشاء، تعادل اسمزی سلول و جریان

انتقال یون اعمال می‌کنند و با پروتئین‌های غشاء برهمکنش می‌دهند (Prakash et al. 2015). به عنوان مثال، ترکیبات فنولی همچون تیمول (thymol)، کارواکرول (carvacrol) و اوژنول (Eugenol) موجود در برخی اسانس‌ها منجر به تجزیه لیپیدهای دیواره سلولی، میتوکندری‌ها و پروتئین‌های غشاء و در نتیجه تغییر در غلظت یون‌های H^+ و K^+ ، نشت ترکیبات ضروری سلولی، لخته شدن سیتوپلاسم، کاهش ذخیره ATP درون سلولی و در نهایت منجر به مرگ سلول‌های میکروب می‌شوند (Burt 2004). فعالیت ضد میکروبی اسانس‌های حاوی لینالول (linalool) نیز به دلیل تخریب غشاء سلولی قارچ‌ها و باکتری‌های بیمارگر است (An et al. 2021). از دیگر ساز و کارهای ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی می‌توان به القای مقاومت سیستمیک در گیاهان و ممانعت از ساخت پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها در سلول‌های قارچی و باکتریایی اشاره کرد (Sanchooli et al. 2015).

مواد مؤثره اسانس‌های گیاهی

تاکنون بیش از هفتاد هزار ترکیب شیمیایی مختلف در گیاهان شناخته شده است که سی هزار نوع آن جزء متابولیت‌های ثانویه هستند (Gholami 2003). از حدود سه هزار نوع اسانس گیاهی شناخته شده، ۳۰۰ نوع آن دارای ارزش اقتصادی هستند (Burt 2004).

اجزای اسانس‌ها به طور کلی به دو گروه مختلف تقسیم می‌شوند. گروه اصلی شامل ترپن‌ها (Terpenes) و ترپنوئیدها و گروه دیگر شامل ترکیبات آروماتیک (Aromatic) فنیل پروپانوئیدها (Phenylpropanoids) هستند. برخی از ترپن‌های موجود در اسانس‌ها شامل سیمین (cymene)، ترپینن (Terpinene)، لیمونن (Limonene)، سابینن (Sabinene) و پینن (Pinene) هستند. ترپنوئیدها شامل الکل‌ها، استرها (Esters)، آلدئیدها (Aldehydes)، کتون (Ketone) و فنول هستند. ژرانیول منتول (Geraniol menthol)، لینالول، سیترونلول (Citronellol)، کارون (Caron)، تیمول، کارواکرول، ژرانیل استات (Geranyl acetate)، نرال (Neral)، ۱ و ۸-سوینئول (1,8-cineole) از ترکیبات ترپنوئید شناخته شده در اسانس‌ها هستند. سینامالدهید (Cinnamaldehyde)، سینامیل‌الکل (Cinnamyl alcohol)، چاویکول (Chavicol)، اوژنول، استراگول (Estragole)، متیل‌اوژنول (Methyl eugenol) و متیل‌سینامات (Methyl cinnamate)، از گروه فنیل پروپانوئید هستند (Burt 2004). مقدار و حتی نوع این اجزاء نه تنها در اسانس گیاهان دارویی مختلف متفاوت است بلکه برای هر گیاه به شرایط محیطی و جغرافیایی منطقه، زمان برداشت و نوع اندام گیاهی مورد اسانس‌گیری بستگی دارد (Jualang Azlan et al. 2005). به عنوان مثال، لینالول (۶۸٪) در اسانس گشنیز، لیمونن (۵۴٪) و α و β -پینن (به ترتیب ۳/۵٪ و ۷٪) در اسانس کاج چتری، کارواکرول (۶۵٪) و تیمول (۱۵٪) در اسانس مرزنگوش و منتول

(۵۹٪) و منتون (Menthone) (۱۹٪) در اسانس نعنای فلفلی به عنوان اجزای اصلی و مسئول خواص آنها هستند (Raveau et al. 2020).

نتیجه گیری

شناخت موارد موفق از کاربرد ضد میکروبی اسانسها و عصاره های گیاهی، سازوکارها و اجزای اصلی سازنده آنها نه تنها منتج به هموار کردن مسیر پژوهش های آینده در زمینه امکان سنجی بکارگیری این ترکیبات گیاهی و یا حتی هر یک از اجزای آنها با خواص ضد میکروبی به عنوان روشی جایگزین با مصرف سموم شیمیایی در کشاورزی می شود، بلکه امکان کشف سریعتر اثرات ضدقارچی و باکتریایی سایر گیاهان دارویی بر اساس قرابت خانوادگی و یا تشابهت با آنها در اجزای اصلی تشکیل دهنده را میسر می سازد. افزون بر این تلاش محققان در دستیابی به فرمولاسیون های کارآمد از این ترکیبات گیاهی ارزشمند و یا اجزای ضد میکروبی آنها راه را برای کاربرد آنها در عرصه بیش از پیش هموار می نماید.

References

منابع

1. Abdi M, Zolfaghari A, Sajjadi, A (2018) The antifungal effect of some plant extractes on control of *Sclerotinia sclerotiorum* growth. 23th National Congress of Plant Pathobiology. Gorgan, Iran P.882. (In Persian with English Abstract).
2. An Q, Ren JN, Li X, Fan G, Qu SS, Song Y, Lia Y, Pan SY (2021) Recent updates on bioactive properties of linalool. Food and Function 12:10370-10389.
3. Ansari Dezfouli L, Hasanzadeh N, Rezaee MB (2012) Antimicrobial activity of essential oil and extracts of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. on *Pseudomonas tolaasii* under In vitro & In vivo conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28:710-719. (In Persian with English Abstract).
4. Ashrafi J, Hasanzadeh N (2012) Antibacterial effects of savory essential oil (*Satureja officinalis*) and two copper compounds in control of grape crown gall by sunflower in greenhouse. Proceedings of 20th Congress of Plant Protection. p.501. (In Persian with English Abstract).
5. Ayatollahi SAM, Kobarfard F, Asgarpanah J, Rahmati Roodsari M, Fanai Gh, Choudhary MI (2009) Diterpenoids of *Otostegia persica* (Burm.) Boiss. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences 174:290-393.
6. Burt S (2004) Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. International Journal of Food Microbiology 94:223-253.
7. Dias BL, Costa PF, Dakin MS, Mou rao DSC, Dias FR, de Sousa RR, Osorio PRA, Ferreira TPS, Campos FS, Santos GRD (2020) Control of papaya fruits anthracnose by essential oils of medicinal plants associated to different coatings. Journal of Medicinal Plants Research 14:239-246.

8. Farri K, Khezri M (2019) Effect of thyme essential oil on the growth of bacterial agent of crown gall and the effect of streptomycin on essential oil activity. 11th Congress of Horticultural Sciences, Urmia, Iran. 1-5. (In Persian).
9. Ganjali H, Abkhoo J, Dehmardeh E (2018) Effect of extracts of *Glycyrrhiza glabra*, *Cinnamomum zeylanicum* and *Ocimum basilicum* on *Fusarium graminearum* control and expression of essential genes in zearalenone biosynthetic pathway. *Biologic Control of Plant Pests and Diseases* 7:58-64. (In Persian with English Abstract).
10. Gholami, B (2003) Plant secondary metabolites and the use biologic application of them in agricultural ecosystems. 3rd national congress of development of application of biologic compounds and use of fertilizer and poison in agriculture. Survey Institute of Seed and Seedling Breeding 512p. (In Persian).
11. Gulluce M (2007) Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*. *Food Control* 103:1449-1456.
12. Jualang Azlan G, Marziah M, Radzali M, Johari R (2005) Accumulation of physalin in cells and tissues of *Physalis minima* (Linn.). *Acta Horticulturae* 676:53-59.
13. Kotan R, Dadasoğlub F, Karagoz K, Cakirc A, Ozerd H, Kordali S, Cakmakci R, Dikbase R (2013) Antibacterial activity of the essential oil and extracts of *Satureja hortensis* against plant pathogenic bacteria and their potential use as seed disinfectants. *Scientia Horticulturae* 153:34-41.
14. Lahooji A, Mirablofathy M, Karami-Osboo R. (2010) Effect of *Zataria multiflora* and *Satureja hortensis* essential oil thymol and carvacrol on growth of *Fusarium gramineum* isolates and deoxynivalenol production. *Iranian Journal of Plant Pathology* 46:11-13. (In Persian with English Abstract).
15. Moghaddam M, Alymanesh MR, Mehdizadeh L, Mirzaei H, Ghasemi Pirbalouti A (2014) Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Ocimum ciliatum*, as a new source of methyl chavicol, against ten phytopathogens. *Industrial Crops and Products* 59:144-148.
16. Mohammadkhani N, Yekta A (2019) Antifungal activity of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils on wheat infected by *Bipolaris sorokiniana*. *Journal of Agriculture Science and Stable Production* 93:181-196. (In Persian with English Abstract).
17. Mosch J, Zeller W (1998) Application of plant extracts as resistance inductors against bacterial diseases. *Mitteilungen-Biologischen Bundesanstalt Fur Land Und Forstwirtschaft* 357:158-159.
18. Osée Muyima NY, Nziweni S, Mabinya L (2004) Antimicrobial and antioxidative activities of *Tagetes minuta*, *Lippia javanica* and *Foeniculum vulgare* essential oils from the Eastern Cape Province of South Africa. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 7:68-78.

19. Prakash B, Kedia A, Mishra PK, Dwivedy AK, Dubey NK (2015) Assessment of chemically characterized *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and its major compounds as plant-based preservative in food system based on their efficacy against food-borne molds and aflatoxin secretion and as antioxidant. *International Journal of Food Science and Technology* 50:1792-1798.
20. Rasooli I, Owlia P (2005) Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production. *Photochemistry* 66:2851-2856.
21. Raveau R, Fontaine J, Lounès-Hadj Sahraoui A (2020) Essential oils as potential alternative biocontrol products against plant pathogens and weeds: a review. *Foods* 9:1-31.
22. Samavat S, Farzaneh M, Ahmadzadeh M, Behboudi K (2008) Growth inhibition of four phytopathogenic fungi by essential oil of *Artemisia aucheri* Boiss.. *Proceedings of 18th Iranian Plant Protection Congress, Hamedan, Iran, p.303.* (In Persian with English Abstract).
23. Samavat S, Karimzadeh Asl K (2019) Chemical composition and antifungal efficacy of five essential oils against *Calonectria pseudonaviculata*, the causal agent of boxwood blight: an *in vitro* study. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 52:18-29.
24. Sanchooli N, Ghafari M, Gharayi A (2015) The investigation of antifungal essential oils of Shirazi thyme, green hawk nut, aromatic clove tree in comparison with formalin on fungi inducing aflatoxin *Aspergillus parasiticus*. *Comparative Pathobiology, Scientific, Research* 12:1961-1968. (In Persian).
25. Shabani B, Rezaei R, Charehgani H, Salehi A (2018) Antibacterial effect of some essential oils on rice pathogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* and non pathogenic bacteria *Pseudomonas fluorescens* CHA0. *Biological Control of Plant Pests and Diseases* 7:93-97. (In Persian with English Abstract).
26. Stangarlin JR, Kuhn OJ, Assi L, Schwan-Estrada KR (2011) Control of plant diseases using extracts from medicinal plants and fungi. *Science Against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances.* Badajoz: Formatex 2:1033-1042.
27. Wang SY, Chen PF, Chag ST. (2005). Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi. *Bioresource Technology* 96:813-818.
28. Zeinali R, Hasani A, Ghoosta Y (2019) Antifungal effect of leaf and flower essential oils of marjoram on *Verticillium* and *Monilinia*. *11th Congress of Horticultural Sciences, Urimia, Iran.* (In Persian with English Abstract).