در دسترس بصورت الکترونیک @ www.jscw.icrc.ac.ir

نشریه علمی مطالعات در دنیای رنگ، جلد ۹، شماره ۱، (۱۳۹۸) ۵۸-۴۱

نوع مقاله: مروری

مروری بر خواص ضدباکتری، ضدمیکروب و ضدقارچ ترکیبات گیاهی و کاربرد آنها در منسوجات

زهرا احمدی[1*]، فاطمه غلامی هوجقان[2]

۱- استادیار، دانشکده هنرهای کاربردی،گروه فرش، دانشگاه هنر، تهران، ایران، صندوق پستی ۱۵۹۱۶۳۴۳۱۱.

۲- دانشجوی دکترا، گروه مطالعات عالی هنر، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران، صندوق پستی:۱۴۱۵۵۶۴۵۸۳.

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۱۷ تاریخ بازبینی نهایی: ۹۸/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۴ در دسترس به‌صورت الکترونیک: ۹۸/۰۲/۲۴

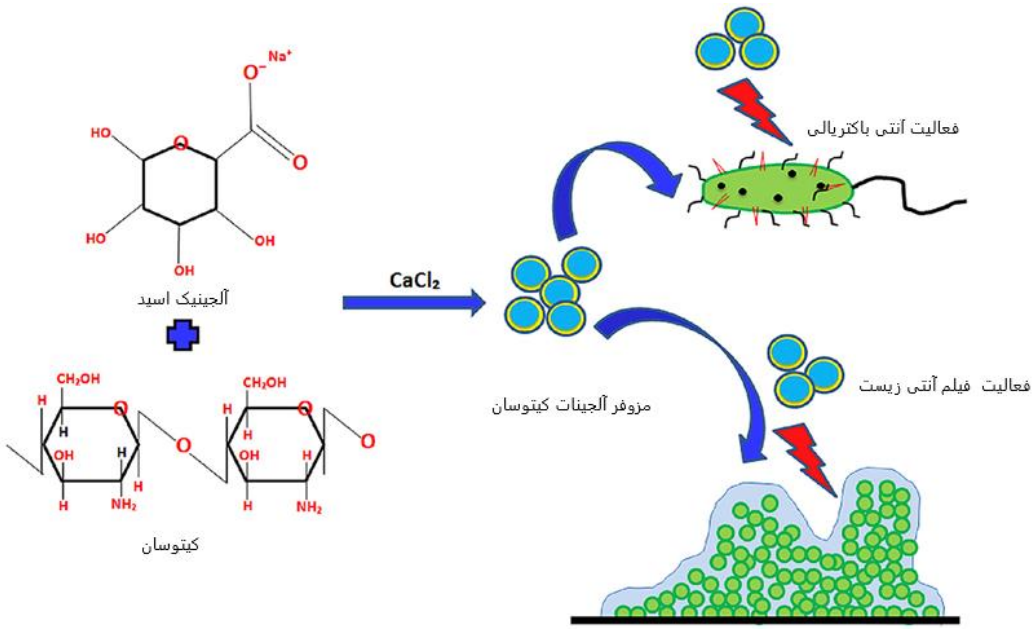
چکیده

گیاهان بسیاری در سراسر جهان شناخته شده اند که دارای خواص دارویی-پزشکی از جمله خواص ضدباکتری، ضدمیکروبی و ضدقارچ هستند. ترکیبات شیمیایی ضدباکتری و یا ضدمیکروبی احتمال ایجاد حساسیت یا آلرژی در کاربر را دارند. علاوه بر این در فرآیند تولید و به کارگیری می‌توانند پساب‌های زیادی را وارد محیط‌زیست کنند که تصفیه و بازیافت آنها هزینه بر است. تحقیقات زیادی در این رابطه انجام شده که با بهره‌گیری از ترکیبات گیاهی دارای این خاصیت بتوان خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروبی و قارچ را در منسوجات ایجاد نمود. منسوجات یکی از ملزومات ضروری است که همه انسان‌ها به وفور در زندگی خود از آن‌ها استفاده می‌نمایند. امروزه به دلایل مختلفی از جمله مشکلات زیست محیطی تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی به جای مواد مصنوعی در صنایع نساجی از جمله فرآیند رنگرزی افزایش یافته است. علاوه بر این در فرآیند رنگرزی استفاده از برخی ترکیبات گیاهی (رنگ‌دهنده و یا غیررنگی) می‌تواند خواص ضدباکتری، ضدمیکروبی و ضدقارچ را حاصل نماید. این پژوهش مطالعات صورت گرفته در این حوزه و نتایج حاصل را به صورت مجموعه‌ای مدون نموده تا در تحقیقات آتی و کاربردی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی

ضدباکتری، مواد رنگزای گیاهی، منسوجات، رنگرزی طبیعی، ضدمیکروبی.

چکیده تصویری



*نویسنده مسئول: ahmadi@art.ac.ir

Ministry of Science, Research and Technology
Institute for Color Science and Technol

Available online @ www.jscw.icrc.ac.ir

Journal of Studies in Color World, Vol. 9, No.1, (2019) 41-58
Type: Review paper

نشریه علمی
مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

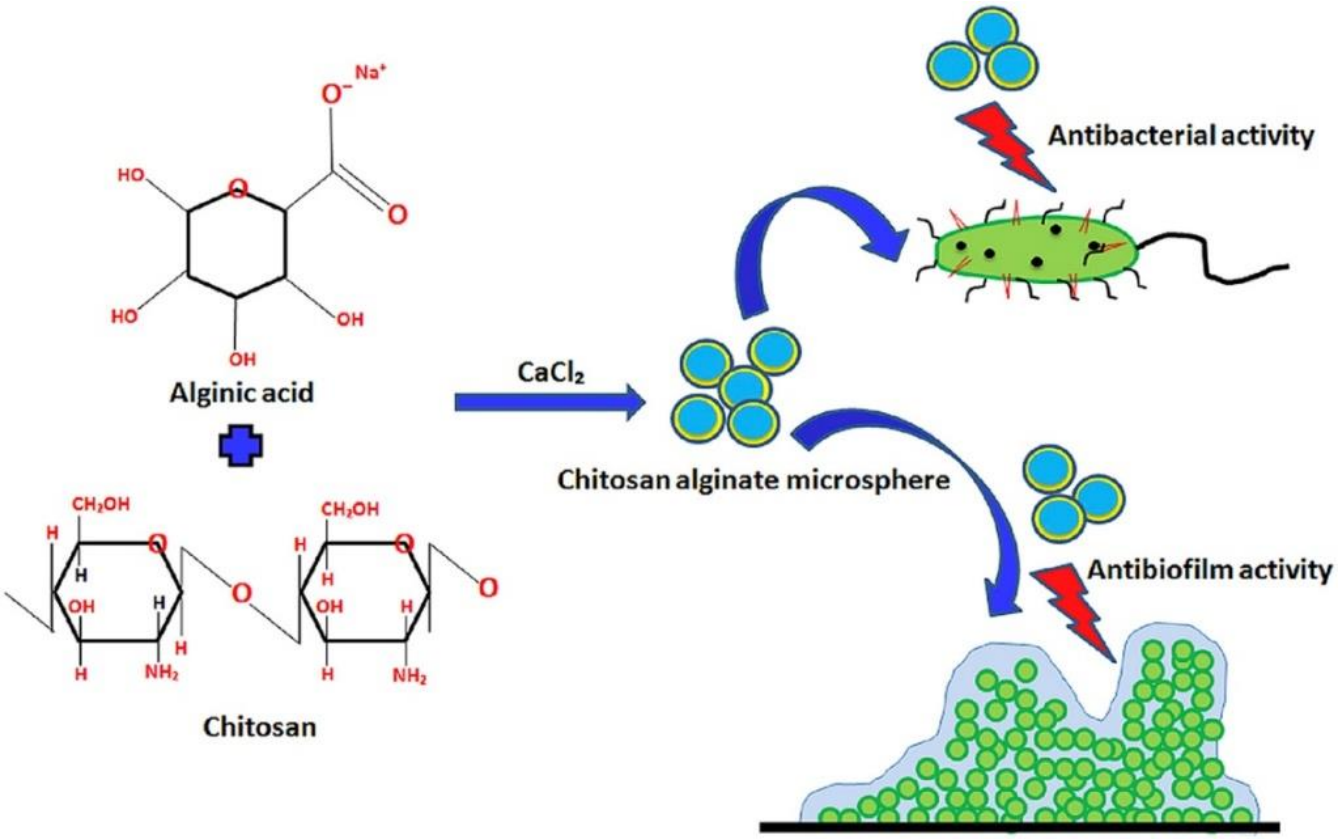
A Review on Antibacterial, Antifungal and Microbial Properties of Natural Herbals and Their Application on the Textiles

Zahra Ahmadi[1*], Fatemeh Gholami Houjeghan[2]
1- Faculty of Applied Arts, Department of carpet, Art University, P. O. Box:1591634311, Tehran, Iran.
2- Comparative and Analytical History of Islamic art, Tehran University, P.O. Box:1415564583, Tehran, Iran.

Abstract
Today, for various reasons, including environmental problems, natural ingredients are used instead of synthetic materials in the textile industry, specially the dyeing process. In addition, in the dyeing process, the use of some other herbal compounds gives special properties. Antibacterial or antimicrobial chemical compounds in the production and using process induce a lot of wastewater into the environment, which is costly to clean and recycle. Textiles are one of the inevitable requirements that all humans use in their lives abundantly. Today, for various reasons, including environmental problems, the tendency to use natural compounds instead of synthetic materials has increased in the textile industry, including the dyeing process. Furthermore, using the herbal compounds can create special properties such as antibacterial and antimicrobial properties in textiles. A lot of research has been done in this regard. This research has been reviewed the results of researches in this area and classified them that will be easy for using in the new research and application of results.

Keywords
Antibacterial, Natural dye, Textile, Natural dyeing, Anti-microbial.

Graphical abstract



Corresponding author: ahmadi@art.ac.ir

۱- مقدمه

در زندگی صنعتی مملو از فناوری‌های جدید امروزی، اشتیاق زیادی بین دانشمندان در پژوهش و توسعه کاربرد منابع طبیعی به جای مواد سنتزی بوجود آمده است. با این رویکرد تحقیقات و پژوهش‌های زیادی برای کاربرد مواد طبیعی با توجه به اهداف متفاوت مورد نظر، در سراسر دنیا شکل گرفته است. از آنجا که مواد طبیعی، زیست سازگار بوده و هماهنگی بیشتری با بدن انسان دارد، بنابراین مردم نیز تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی دارند. باکتری‌ها و میکروب‌ها به دلایل بسیار متعددی در زندگی مردم وجود دارند که رفع آن‌ها نیاز به استفاده از مواد ضدباکتری و ضدمیکروب است. در محیط بیمارستان که بیماری‌های عفونی شایع می‌باشد و یا در محیط‌های مرطوب و مخصوصا منسوجات رشد باکتری و میکروب با سرعت پیشروی می نماید که برای توقف و یا کاهش رشد باکتری‌ها استفاده از مواد ضدباکتری و ضدمیکروب و ضدقارچ اجتناب ناپذیر خواهد بود. مساحت سطحی بزرگ منسوجات و مرطوب ماندن آن‌ها به رشد و نمو باکتری‌ها، قارچ و کپک کمک می کند که سبب ایجاد مشکلاتی برای منسوج و کاربر نظیر ایجاد بوی بد، لکه، رنگ‌پریدگی یا بی‌رنگی در پارچه، کاهش استحکام و افزایش آلودگی‌ها می‌شود. از مواد ضدباکتری مصنوعی نظیر تری کلوسان، فلزات و نمک‌های آن‌ها، فلزات آلی، فنل‌ها و ترکیبات آمونیم چهارتایی در سطح گسترده‌ای در منسوجات استفاده می‌شود و مواد آنتی میکروب خیلی خوبی نیز در دسترس است اما از نظر محیط‌زیست کاربرد، آن‌ها همیشه مورد سوال بوده، در تحقیقات روی منابع طبیعی گزارش شده که بعضی از ترکیبات و مواد رنگزای گیاهی دارای این ویژگی هستند. برخلاف تمام مزایای مواد رنگزای مصنوعی از جمله تنوع وسیع فام رنگی، قیمت پایین، دوام و ثبات‌های خوب و غیره [۱،۲]، اما در چند دهه اخیر به دلیل افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی و تاثیرات مخرب و مضر آن‌ها، تجزیه‌ناپذیری و سمیت آن‌ها به طور مثال مشکلات حساسیت‌زایی و آلرژی مواد رنگزای آزو، گرایش به استفاده از مواد رنگزا و ترکیبات طبیعی برای ایجاد خاصیت ضدمیکروبی و ضدباکتری افزایش یافته است [۳-۵]. البته استفاده از مواد رنگزای گیاهی در منسوجات با موفقیت چشمگیری نیز همراه بوده است [۶] . در تحقیق پیش‌رو مروری بر تحقیقات دانشمندان در مورد ترکیبات گیاهی دارای ویژگی خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروبی و نحوه کاربرد آن‌ها در منسوجات انجام شده است تا محققین بتوانند بهترین ترکیبات گیاهی در دسترس را با بهترین روش برای تولید منسوجات دارای خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروب و مقاوم در برابر باکتری‌ها به کار گیرند.

۲- مروری بر مطالعات انجام شده

۲-۱- معرفی گیاهان متداول دارای خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروبی

بسیاری از گیاهان دارای خاصیت دارویی هستند و با توجه به ساختار شیمیایی آن‌ها، می‌توانند دارای خاصیت ضدباکتری و یا ضدمیکروبی نیز باشند. زمان رویش، قسمت‌های مختلف گیاه، آغاز گل‌دهی یا پایان دوره گل‌دهی در میزان این خاصیت تاثیر می‌گذارد. دانشمندان زیادی در سراسر دنیا خواص ضدباکتری و ضدمیکروبی گیاهان را مطالعه نموده‌اند [۷-۱۲]. به طور مثال مطالعه دانشمندان نشان می‌دهد که گیاه پیلوسا حاوی ترکیبات فلالونوئید، فنیل استیلن، آلکالوئیدها، استرول‌ها، تری ترپنوئیدها و تانن‌ها هستند که خاصیت ضدباکتریی و ضدمیکروبی را فراهم می نمایند و ترکیبات فنیل پروپانوئید، ترپنوئید و مشتقات فلاونوئید و گلیکوسایدها که در برگ گیاه موجود است خواص ضدباکتری را فراهم می‌نماید [۱۱]. نتایج تحقیقات نشان داده که مقدار ۵ تا ۴۰ میکروگرم از گیاه خاصیت محافظتی خیلی خوبی را در برابر میکروب‌ها نشان می‌دهد [۱۲].

خاصیت ضدباکتری، ضدکپک و ضداکسیدشدن safflower دو گونه کارتاموس تینکتوریوس در طول دوره گل‌دهی توسط سلیم و همکارانش ارزیابی شد. نتایج تحقیقات این گروه نشان داد که میزان کینوچاکلون‌ها و خاصیت ضداکسیدشدن با توجه به مرحله گل‌دهی متفاوت است. در مرحله میوه‌دهی میزان کارتامین بیشترین مقدار بوده که بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را نشان می‌دهد در صورتیکه کمترین مقدار پری کارتامین را در این مرحله نشان داد که به تغییر رنگ گل نسبت داده شده است. بهترین ارتباط بین میزان این دو جزء در گیاه با روش ABTS ارزیابی شد. مقدار ۰/۸۸۶ کارتامین و ۰/۹۷۳ پری کارتامین نشان داد که خاصیت ضداکسیدشدن و ضدمیکروبی این دو گیاه در مرحله گل‌دهی و میوه‌دهی که مقدار کارتامین به مقدار بیشینه خود می رسد، در مقابل اشرشیاکولی(E. Coli) افزایش می یابد. این تحقیق در راستای استفاده از گیاهان داروئی به جای آنتی بیوتیک‌ها انجام شد [۱۳].

راژین سینگ[1] تاثیر چهار گیاه آکاسیا کاتچو، اینفکتوریا ، روبیا کوردیفولیا و رومکس را بر روی باکتری‌های معمول اشرشیاکولی[2]، باسیلوس سابتلیس[3] ، کلبسیا نئومونیا[4]، پروتس ولگاری[5] و سئودوموناس آیروژینوس[6] مطالعه کرد. نتایج نشان داد که اینفکتوریا بیشترین تاثیر محافظتی را دارد [۱۲].

تحقیقی درباره اثرات گیاهان درمنه، اسطوخودوس و آویشن شیرازی بر روی باکتری‌های سودوموناس آئروژینوزا ، استافیلوکوک اورئوس و کلبسیلا نئومونیا که در سال ۲۰۱۴ انجام شد، نتایج نشان داد که که هر سه اسانس دارای اثر مهارکننده بر روی باکتری‌های بیماری‌زا هستند اما اسانس گیاه آویشن شیرازی دارای اثر بهتری در مهار باکتری ها نسبت به اسانس گیاهان دیگر است [۱۲]. این گیاه به عنوان ماده رنگزا دوست‌دار محیط‌زیست در رنگرزی الیاف پشمی به رنگ زرد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که نتایج حاصل از تحقیق بیانگر ثبات نوری و شستشوی رضایت‌بخش با این گیاه است [۱۴].

---

[1] Rajni Singh
[2] Escherichia coli
[3] Bacillus subtilis
[4] Klebsiella pneumonia
5 Proteus vulgaris
[6] Pseudomonas aeruginosa

مقاله

زنیان [۱۵] از جمله گیاهان دارویی مفید است که به نظر ناشناخته می‌آید ولی خواص بسیاری دارد. این گیاه هم به صورت عصاره (عرق) و هم خود گیاه مصرف می شود. تقریبا خاصیت مهم آن میکروب‌کشی آن است. زینیان یا زینان در عربی به" انیسون بری" معروف است. قسمت مورد استفاده گیاه، میوه‌های آن است. این میوه‌ها کوچک، بیضی شکل و به رنگ زرد مایل به قهوه ای بوده و دارای اسانس با بوی نافذ و مشابه آویشن می باشند. تصویر این گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. زنیان به صورت خودرو در نواحی شرقی هندوستان، ایران و مصر می‌روید و در همین نواحی و بسیاری از نقاط با آب و هوای مشابه نیز کشت می‌شود. مهم‌ترین مناطق رویش این گیاه در ایران، سیستان و بلوچستان، آذربایجان، اصفهان، خوزستان، فارس، کرمان و خراسان است. میوه‌های گیاه حاوی ۲ تا ۴ درصد اسانس می باشد. مهم‌ترین اجزا اسانس شامل تیمول[1] به میزان ۳۵ تا ۶۰ درصد، پاراسیمن، کاماتر پینن، آلفا و بتا پی نن، دی پنتن، آلفا ترپینین و کارواکرول[2] است. گذشته از ترکیبات اسانس، ترکیبات گلوکوزیدی و ساپونینی نیز در گیاه وجود دارد [۱۶].

[1] Thymol
[2] Carvacrol

جدول ۱- تصویر برخی گیاهان رایج دارای خاصیت ضدباکتری.

اسپند		اسطوخودوس	
آلوئه ورا		زردچوبه	
زنیان		زیره سبز	
حنا		میخک صدپر	
مرزنجوش		افسنطین بومادران	

تیمول [۱۷]، موجود در آن که عمده‌ترین ترکیب شیمیایی آن می‌باشد به عنوان یک ضدمیکروبی، ضداسپاسم و داروی ضدقارچ شناخته شده است. ساختار شیمیایی تیمول در شکل ۱ نشان داده شده است. به همین علت است که در بعضی مناطق از جمله در هند، مصر و خاورمیانه برای درمان عفونت‌های پوستی به کار می‌رود [۱۸].

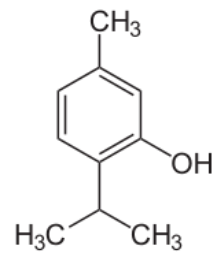
همچنین عصاره زنیان دارای عوامل ضدباکتری موثر در برابر عوامل پاتوژن انسانی، حتی عواملی که در برابر آنتی‌بیوتیک‌های رایج مقاومت نشان داده اند، است. نتایج به دست آمده در این پژوهش نشانگر تاثیر غلظت‌های بالای عصاره الکلی زنیان روی باکتری‌ها است که می‌تواند در آینده کاربرد وسیع تری پیدا کند. به هر صورت شاید بتوان در آینده عصاره الکلی این گیاه را جایگزین بعضی از داروهای ضدمیکروبی بی اثر یا کم اثر فعلی نیز نمود [۱۹]. همچنین در تحقیقی دیگر اثرات ضدقارچی زنیان به اثبات رسیده و نتایج تحقیق حاکی از آن است که عصاره استنی زنیان بعنوان یک ضداکسیدشدن طبیعی جایگزین مناسبی برای ضداکسیدشدن‌های مصنوعی مانند هیدروکسی‌انیسول بوتیله‌شده و دی‌بوتیل هیدروکسی تولوئن می‌باشد و تیمول موجود در عصاره زنیان در مهار انواع قارچها تاثیر بسیار داشته است [۲۰].

میخک صدپر [۲۱] نوعی از گیاهان دارویی است. درخت این گیاه در تمام طول سال سبز است.گل‌های این گیاه دارای بوی معطرقوی می‌باشد. جوانه‌های گل در ابتدا کم رنگ هستند و به تدریج تبدیل به سبز و پس از آن به رنگ قرمز در می‌آیند، در این هنگام میوه‌های درخت آماده برداشت هستند که به عنوان ادویه در ترشیجات استفاده می‌شود و از دانه‌های آن به عنوان داروهای پزشکی نیز استفاده می‌شود. تصویر این گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. میخک صدپر در حال حاضر در درجه اول در کشورهای هند، اندونزی، ماداگاسکار، زنگبار، پاکستان، ویتنام و سریلانکا برداشت می‌شود. میخک صدپر بیشتر خواص طبی دارد و موجب افزایش حرارت بدن می‌شود. مصرف بیش از حد آن موجب بیهوشی می‌شود [۲۲]. اوژنول[1] [۲۴، ۲۳]. ۹۰-۷۲٪ از روغن اسانس استخراج شده از گل میخک را تشکیل می دهد و مهم‌ترین عامل برای عطر گل میخک است . ساختار شیمیایی اوژنول در شکل ۲ نشان داده شده است.

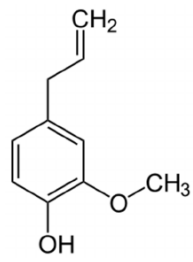
کیتوسان مشتقی از گلوکان با واحدهای تکرار شونده کیتین است که توسط روگت در سال ۱۸۵۹ از جوشاندن کیتین در محلول پتاس با غلظت مشخص به دست آمد [۲۵]. کیتین یک مولکول پلی ساکارید طبیعی با فرمول شیمیایی ($C_8H_{13}NO_5$) بوده که به وفور در اسکلت خارجی بندپایان مانند میگو، خرچنگ و همچنین گیاهان پست از قبیل مخمرها و کوتیکول حشرات یافت می‌شود. اهمیت کیتین در تهیه کیتوسان از آن جا است که کیتوسان در فرآورده‌های بالینی به دلیل سازگاری زیست شناسی با بقیه مواد، قابلیت هضم آسان، غیرسمی بودن، قدرت جذب بالا و در دسترس بودن به عنوان یک حامل داروئی به کار می‌رود. در نساجی کیتوسان به عنوان یک پلیمر زیستی طبیعی غیرسمی، زیست تخریب‌پذیر و سازگار با محیط‌زیست گزینه مناسبی برای استفاده در صنایع نساجی است و علاوه بر این، خاصیت ضدباکتری منسوج فرآوری شده با کیتوسان موجب شده که امروزه از آن‌ها در لباس‌های ورزشی، البسه خانم‌ها، کودکان و لباس‌های ظریف، زیبا، ضدبو و ضدحساسیت استفاده شود [۲۶]. ساختار شیمیایی کیتوسان در شکل ۳ نشان داده شده است.

اسطوخدوس یا اسطوقدوس [۲۷] سرده‌ای مشتمل از ۲۵ تا ۳۰ گونه مختلف از دسته گیاهان گلدار و از خانواده نعناعیان است. اسطوخودوس گل‌های کوچک خوشه‌ای آبی یا قرمز سیر تا بنفش دارد و ارتفاعش در حدود ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر است.تصویر این گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. از کلیه قسمت‌های این گیاه مخصوصاً شاخه‌های برگدار آن بوی تند و مطبوع استشمام می‌گردد.

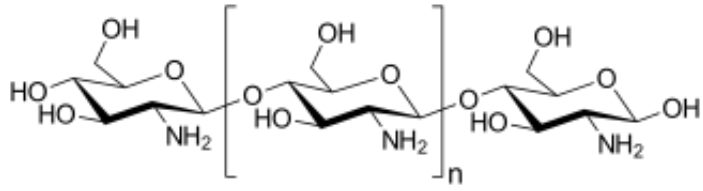
[1] Eugenol



شکل ۱- ساختار شیمیایی تیمول [۱۷].



شکل ۲- ساختار شیمیایی اوژنول [۲۳].



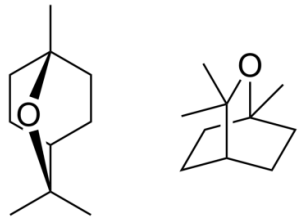
شکل ۳- ساختار شیمیایی کیتوسان [۲۵].

مقاله

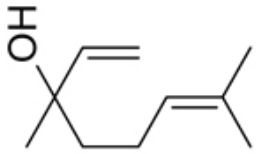
ظاهر زیبایی که گیاه پس از گل دادن پیدا می‌نماید، باعث می‌شود در بعضی نواحی اقدام به پرورش آن به عنوان یک گیاه زینتی شود. قسمت مورد استفاده این گیاه سرشاخه‌های برگدار و گل دار آن است که علاوه بر مصارف درمانی، برای اسانس‌گیری نیز کاربرد دارد. اسطوخدوس همانند آویشن دارای خاصیت مهارکنندگی انواع باکتری‌ها را دارد. این گیاه یکی از خوشبوترین گیاهان دارویی در جهان محسوب می‌شود که در مناطق مختلفی از ایران، هند، چین، انگلیس و کانادا به صورت خودرو رشد می‌کند. این گیاه به عنوان یک گیاه دارویی پرخاصیت در طب سنتی ایران و طب سنتی کشورهای چین و هند مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۸]. ترکیبات شیمیایی اسانس اسطوخودوس (شکل ۳ و ۴)، مرکب از نوعی ستن (با بوی کامفر و نعناع) سینئول [۲۹] ، الکل و لینالول[1] [۳۰] است. اوکالیپتول یا سینئول[2] با فرمول شیمیایی ($C_{10}H_{18}O$) یک ترکیب آلی طبیعی است که مایعی بی‌رنگ می‌باشد. برای این ترکیب آلیِ طبیعیِ مایع و بدون رنگ نام‌های گوناگونی موجود می باشد مانند: ۱، ۸- Cineol، ۱، ۸- Cineole، Cajeputol، ۱، ۸- epoxy- p-methane، Eucalyptole و غیره [۲۲]. در سال ۲۰۰۳ درتحقیقات علمی ثابت شد که اوکالیپتول درترشحات مخاطی بسیار شدید و همچنین در آسم، کنترل‌کننده مفیدِ راه‌های هوایی تنفسی میباشد [۳۱]. فرمول شیمیایی سینئول و لینالول یکی بوده و همان ($C_{10}H_{18}O$) می‌باشد. ساختار شیمیایی ترکیبات اسطوخودوس در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است.

اِسپَند [۳۲] گیاهی چندساله یا پایا از تیره نیترایاسه[3] است. به آن سپند، اسفند، سدابِ سوری، سِداب آفریقایی یا هارمِل هم گفته‌اند. اسپند اصالتاً گیاه بومیِ آسیا است و در خاورمیانه و قسمت‌هایی از آسیای جنوبی، بخصوص هند و پاکستان رشد می‌کند. این گیاه هنوز بعنوان گیاهی محبوب در طب سنتی باقی مانده است. تصویر این گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. گیاه اسپند دربردارنده مواد ضدمیکروبی از نوع فلاونوئیدها و آلکالوئیدها می‌باشد، که این مواد در بخش‌های مختلف آن (دانه، کالوس و نهال) زیاد یافت می‌شود. از جمله آلکالوئیدهای مهم آن می‌توان به هارمین: ۰/۴۴٪، هارمالین[4]: ۰/۲۵٪، هارمالول، پگانین[5] و آلکالوئیدهای کینازولین اشاره کرد [۳۳]. عمده ترکیبات شیمیایی موجود در اسپند در شکل‌های ۶ و ۷ آورده شده است. همچنین مطالعات نشان‌دهنده این است که اسپند دارای اثرات ضدباکتری و ضدانعقاد خون است و همچنین تاثیر خوبی بر باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک دارد [۳۵]. مطالعات پژوهشگران حاکی از وجود طیف وسیعی از اثرات دارویی از جمله قلب و عروق، سیستم عصبی، دستگاه گوارش، ضدمیکروبی، ضددردی، ضددیابت سکته مغزی و تومور در گیاه اسپند است. آلکالوئیدهای بتاکاربولین موجود در اسپند مهم‌ترین محتویات گیاه هستند که بیشترین تأثیرات دارویی را دارند.

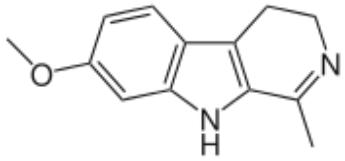
[1] Linalool
[2] Cineole
[3] Nitrariaceae
[4] Harmaline
[5] Peganum harmala



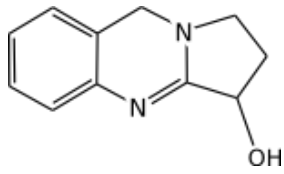
شکل ۴- ساختار شیمیایی اوکالیپتول (سینئول) [۲۹].



شکل ۵- ساختار شیمیایی لینالول [۳۰].



شکل ۶- ساختار شیمیایی هارمالین [۳۳].



شکل ۷- ساختار شیمیایی واسیزین (پگانین) [۳۴].

در نهایت، بر اساس نتایج تحقیقات، شواهدی را برای دیگر محققان برای معرفی اسپند به عنوان یک منبع درمانی ایمن و موثر در آینده ارائه می دهد [۳۶]. ترکیبات موجود در اسپند در جدول ۲ آورده شده‌اند. ممکن است که آلکالوئید بتا کاربولین موجود در اسپند در توسعه داروهای جدید برای درمان بیماری‌های مختلف مفید باشد [۳۷].

افسنطین یا افسنتین[6] [۳۸] گونه‌ای علفی، پایا و به ارتفاع ۱۲۰–۸۰ سانتی‌متر بوده که دارای ویژگی‌های دارویی بوده و در طب سنتی برای دفع کرم روده استفاده می‌شده است. تصویر این گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. این گیاه به علت دارا بودن توژون [۳۹] خاصیت روانگردان دارد. ساختار شیمیایی توژون در شکل ۸ نشان داده شده است. افسنتین برای معطر کردن در نوشیدنی‌هایی مثل ورموت، شراب و پلینکوواک به کار می‌رود. در قدیم به عنوان چاشنی در می‌انگبین استفاده می‌شده و در مراکش آن را به همراه چای مصرف می‌کردند.

مرزنگوش یا مرزنجوش[7] [۴۰] گیاهی علفی، یک‌ساله و در بعضی مواقع دوساله با ساقه‌ای راست و شاخه و برگ‌های متقابل بیضی شکل است.

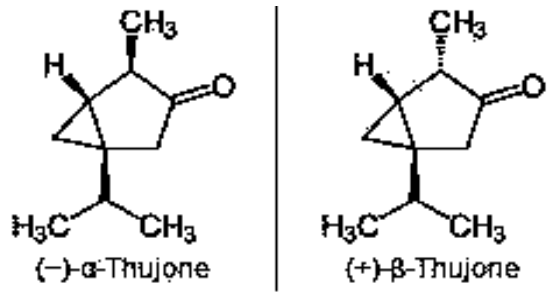
[6] Artemisia absinthium L
[7] Origanum majorana

تمام قسمت‌های گیاه دارای عطر خوشایند است. برای مصرف طبی، سرشاخه‌های آن را هنگامی که گیاه کاملاً گل کرده در هوای آزاد می‌چینند. تصویر این گیاه در جدول ۱ نشان داده شده است. سرشاخه‌های چیده شده را به صورت دسته‌ای در آورده و در محلی که هوا جریان داشته باشد یا در خشک‌کن با بیشینه ۴۰ درجه سانتی‌گراد گرما خشک می‌کنند. در این شرایط محتوی ۱ تا ۲ درصد اسانس روغنی که ۶۰ درصد آن ترپینئول[1] [۴۱] است، تانن‌ها و شیره‌های تلخ، کاروتن‌ها و ویتامین C بوده که برای دفع بیماریهای گوارشی موثر می‌باشد. آویشن گاهی اوقات مرزنجوش وحشی نامیده می شود و هم خانواده نزدیک آن است. مرزنجوش بیشتر به مرزنجوش شیرین شناخته می‌شود. ساختار شمیایی ترپینئول در شکل ۹ نشان داده شده است.

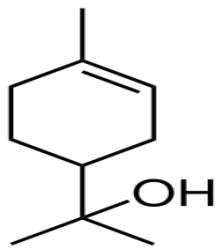
در تحقیقی خواص ضدمیکروبی عصاره بدست آمده از مرزنجوش مورد بررسی قرار گرفته است. اجزا فرار اسانس مرزنجوش به دست آمده با استفاده از دی اتیلسیون و عصاره‌های (SFE[2]) حاصل شده توسط استخراج حلال با اتیل الکل و استخراج مایع فوق بحرانی مورد بررسی قرار گرفت. خواص ضدمیکروبی عصاره حلال مرزنجوش با آزمایش‌های میکروبیولوژیکی بر روی قارچ‌های خوراکی و باکتری‌ها مورد بررسی قرار گرفت. عصاره‌های به دست آمده از SFE در فشار و دمای بالا، خواص ضدمیکروبی قوی‌تری نسبت به اثرات مهاری ناچیز ناشی از عصاره اتانلی نشان داد.

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی موجود در اسپند [۳۶].

ترکیب	نوع ترکیب	قسمت گیاه
هارمالین(هارمیدین)	بتا کاربولین	ریشه یا دانه
هارمین(بانی استرین)		ریشه یا دانه
هارمالول		ریشه یا دانه
هارمان		ریشه یا دانه
تتراهیدروهارمین		دانه
هارمول		دانه
۱-تیوفرمیل۸-بتا-دی بیس -گلیکوپیرانوزید		پوسته‌های بیرونی
۲، ۳- دی هیدروایزوپیریدینوپیرول		
د اوکسی پگانین	کینازولین	تمام گیاه
د اوکسیواسی کینون	مشتقات	دانه
واسی کینون		تمام گیاه
ایزوپگانین		دانه
پگانین[2]		دانه
پگانول		تمام گیاه
پگانونز		تمام گیاه
واس گینونز		تمام گیاه
دی پگن		تمام گیاه
۹، ۱۴-دی هیدروکسی اکتا اکانوئیک اسید		دانه
خاکستر، کلسیم، چربی،پروتئین، اوره، آب و مس		تمام گیاه



شکل ۸- ساختار شیمیایی توژون[3] [۳۹].



شکل ۹- ساختار شیمیایی ترپینئول [۴۱].

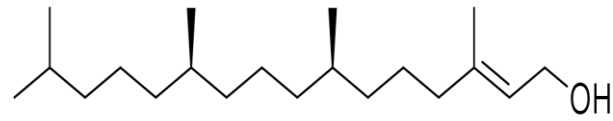
[1] Terpineol
[2] Supercritical Fluid Extraction
[3] Turzyn

مقاله

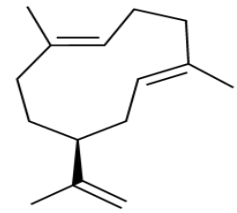
نتایج حاکی از این است که عصاره‌های به دست آمده از SFE ممکن است به عنوان طعم‌دهنده‌ها و مواد رنگزای طبیعی به عنوان نگهدارنده‌ها در سیستم‌های مواد غذایی و لوازم آرایشی کمک‌کننده باشد [۴۲]. در پژوهشی دانشمندان خواص ضدباکتری ریحان و انار را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج خیلی خوبی را این دو گیاه در ارزیابی آزمایشات مهار کردن باکتری‌ها نشان دادند. همچنین بررسی‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی نشان داد که ساختارهای اصلی عصاره ریحان مقدس و انار دارای خواص ضدباکتری، شامل اوژنول[1]، جرماکرن[2] و فیتول[3] هستند [۴۳]. ساختار شیمیایی جرماکرون و فیتول در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده‌اند.

نتایج پژوهشی در ارتباط با خواص ضدباکتریی گیاه زیره سبز نشان می‌دهد که اسانس زیره سبز از توان ضدباکتریایی و ضداکسیدشدن مناسبی برخوردار بوده و بنابراین می‌توان از آن در ترکیب با سایر نگهدارنده‌ها جهت محافظت مواد غذایی در مقابل انواع سیستم‌های اکسیداکننده و میکروارگانیسم‌های عامل عفونت و مسمومیت بهره جست. استافیلوکوکوس اورئوس حساس‌ترین و اشرشیاکلی مقاوم‌ترین باکتری نسبت به اسانس بودند. با توجه به بومی بودن گیاه زیره سبز و مصرف غذایی و دارویی آن از زمان های دور در کشورمان، این بررسی می تواند مقدمه ای جهت بکارگیری عملی از اسانس گیاه زیره سبز با توجه به ترکیب شیمیایی، خصوصیات ضدباکتریایی و ظرفیت ضداکسیدشدن مناسب آن باشد، تا بدین طریق هم امکان استفاده از یک منبع در دسترس و مقرون به صرفه فراهم، همچنین از هدر رفتن محصول و خسارت‌های ناشی از آن جلوگیری شود [۴۶].

دانشمندان [۴۷] خواص شیمیایی و ضدباکتری گیاهانی چون گوجه فرنگی، فلفل پاپریکا، گلرنگ، زعفران، انار ، آناتو، گل جعفری، زردچوبه و حنا که بیشتر آنها برای استخراج مواد رنگزا و دارو دسته بندی می‌شوند، را ارزیابی نمودند.



شکل ۱۰ - ساختار شیمیایی فیتول [۴۴].



شکل ۱۱- ساختار شیمیایی جرماکرن [۴۵].

[1] Eugenol
[2] Germacrene
[3] Phytol

بعضی از این گیاهان فعالیت ضدمیکروبی قابل توجهی را نشان دادند. بررسی حاضر، اطلاعات دقیق در مورد شیمی پایه رنگدانه‌های عمده و اهمیت دارویی آنها را ارائه می نماید. گیاهان تولید کننده رنگدانه در توسعه فرمول‌بندی‌های دارویی نقش بسزایی خواهند داشت. تصویر برخی از این گیاهان در جدول ۱ نشان داده شده است.

خواص ضدمیکروبی مواردی چون اقاقیای کتچو، کوردیفولیا روبیا، مازوج ، رومکس ماریتیموس و قرمزدانه[4] بر روی ۵ نوع باکتری بیماری‌زای انسانی مطالعه شد. رنگ مازوج موثرتر از بقیه بوده و نشان‌دهنده بیشینه ناحیه مهار برای تمام باکتری‌ها بود و بهترین فعالیت ضدمیکروبی علیه تمام میکروب‌های آزمایش شده داشت. اقاقیای کتچو در مقابل همه باکتری‌های مورد آزمایش بجز سودوموناس آئروژینوزا مقاومت خوبی نشان داد. کوردیفولیا روبیا و رومکس ماریتیموس در برابر کلبسیلا پنومونیا مقاوم بودند. البته مواد استخراج شده از قرمزدانه در برابر هیچ باکتری واکنش نشان نداد. کمینه غلظت بازدارنده متفاوت بود و از ۵ تا ۴۰ میلی گرم گزارش شده است. با افزایش غلظت ماده رنگزا، منطقه مهار باکتری‌ها تقریبا به صورت خطی افزایش می یابد. پشم مورد آزمایش با مواد نامبرده، ده تا پانزده درصد کمتر از محلول‌های آغشته به این مواد فعالیت ضدمیکروبی نشان داد که بستگی به ساختار مواد رنگزا بویژه وجود گروه‌های فعالی و واکنش‌پذیر در آنها دارد [۱۲].

دانشمندان در پژوهش‌های خود [۴۸] کاربرد مواد ضدمیکروبی مانند تری کلوزان، گیاهان زیستی، کیتوسان، پلیمرهای ضدمیکروبی مثل poly biguanides و N-halamines را با کارآیی بالا و خواص خوب معرفی نموده‌اند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که چالش‌های عمده در استفاده از محصولات طبیعی برای کاربرد نساجی این است که بیشتر این مواد زیستی پیچیده و مخلوط چند ترکیب هستند و همچنین ترکیبات گیاهی در گونه‌های مختلف یک گیاه خاص متفاوت است. بسته به موقعیت جغرافیایی، سن و روش استخراج در دسترس بودن این محصولات در مقادیر عمده، استخراج آنها، فعالیت و ترکیب نیز متفاوت است. استخراج ترکیبات گیاهی برای استانداردسازی نیز از دیگر چالش‌ها در کاربرد آنهاست. دوام، طول عمر و بازده ضدمیکروبی در برابر عوامل مصنوعی نیز از دیگر مسائلی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند. با این حال، به دلیل ویژگی دوستدار محیطزیست بودن و خواص غیرسمی، می‌توان امیدوار بود که برای برنامه‌های کاربردی مانند پزشکی و منسوجات بهداشتی به کار روند. در جدول ۱ تصویر تعدادی از گیاهان دارای خاصیت ضدباکتری نشان داده شده است.

۳- روش‌های به کارگیری ترکیبات گیاهی دارای خاصیت ضدباکتری و میکروبی در منسوجات وکارآیی آنها

ترکیبات گیاهی زیادی به عنوان ماده رنگزا برای رنگرزی منسوجات استفاده می‌شوند. همانطور که پیش‌تر گفته شد برخی از گیاهان دارای خاصیت

[4] Kerria lacca

ضدباکتری دارای مواد رنگزا نیز بوده و بیشتر به عنوان ماده رنگزا از آنها استفاده می شود مانند حنا یا پوست گردو و برخی از آنها نیز فاقد رنگدانه‌اند نظیر کیتوسان یا آلوئه ورا. به دلیل عدم برقراری یک پیوند شیمیایی محکم بین ترکیبات گیاهی و منسوج از ثبات خوبی برخوردار نیستند. بنابراین باید به روش مناسبی ترکیبات گیاهی را روی منسوج استفاده کرد. لذا برای افزایش دوام و ثبات از دندانه‌ها یا مواد کمکی دیگر استفاده می‌شود. بسیاری از مطالعات به سنتز عوامل ضدمیکروبی که با پیوند قوی به سطح منسوج متصل می‌شوند، پرداخته اند. برای برقراری یک واکنش شیمیایی بین عامل ضد باکتری و الیاف مهم و ضروری است که استفاده از مواد ضدمیکروبی با گروه‌های واکنش‌پذیر، عوامل پیوند عرضی و عملیات مقدماتی روی الیاف برای افزایش جذب مواد مورد بررسی قرار گیرد [۴۷].

همچنین عدم سازگاری، روش‌های استخراج وقت‌گیر و ثبات ضعیف از مشکلات اصلی مواد رنگزای گیاهی و بهانه مناسبی جهت استفاده از محصولات شیمیایی در صنعت نساجی بوده و در نتیجه باید هسته‌های تحقیقات علمی در این زمینه بیشتر شود به ویژه استفاده از فلزات مضر برای دندانه‌دادن الیاف که یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی است. محققین با شناسایی گیاهان دارویی که دارای خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروبی بودند، دریافتند که برخی از آنها شامل گیاهان مواد رنگزا می‌باشند. بنابراین پس از رنگرزی منسوج با این گیاهان در شرایط مختلف خاصیت ضدباکتری آنها را نیز ارزیابی و اندازه‌گیری نمودند.

۳-۱- روش کاربرد مستقیم به همراه دندانه فلزی

در پژوهشی که محققین در سال ۲۰۱۸ انجام دادند [۴۹] عملیات تکمیل نهایی دوست‌دار محیط‌زیست بر الیاف نساجی با استفاده از مواد کیتوسان، سریسین، لوبیا آزوکی، زردچوبه، آلوئه ورا، میخک، چای، روغن سرو، ریحان مقدس ، تفاله و پوست پیاز ، اکالیپتوس، چریش بررسی شد. نتایج نشان داد که در یک فرآیند مشابه رنگرزی، گیاهی می‌توان از ترکیبات ذکر شده برای داشتن منسوجی با خواص ضدباکتری استفاده نمود. همچنین عصاره روغن میخک به عنوان یک عامل ضدباکتری در عملیات تکمیلی الیاف پنبه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

از سرشاخه‌های مرزنجوش برای رنگ کردن الیاف پشمی به رنگ‌های زرد، طلایی، نارنجی و قهوه ای یا خاکستری (بسته به نوع دندانه) استفاده می‌شود، که علاوه بر نتایج خوب رنگرزی، خاصیت ضدباکتری ایجاد شده نیز قابل‌قبول بوده است [۵۰].

در پژوهشی دیگر که در سال ۲۰۰۴ انجام شده مقایسه ای بین الیاف ابریشمی رنگ شده با برگهای گیاه اسپند و گیاه بقم صورت گرفت. نتایج حاکی از آن است که نمونه‌های پشم، پنبه، ابریشم، اکریلیک، پلی استر، نایلون و استات سلولز شاهد، بدون دندانه و نمونه‌های رنگرزی‌شده در حضور دندانه‌های مختلف عموما ثبات‌های نوری، شستشویی و سایشی و خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروبی خوبی دارند [۵۱].

در پژوهشی خواص ضدمیکروبی در الیاف پشمی با استفاده از موادی چون روناس، پیاز، انار و نعناع فلفلی بر باکتری‌های بیماری‌زای گرم مثبت و منفی (موارد عفونت‌های بیمارستانی) متمرکز شده و گواه این نکته است که عصاره انار تاثیر قابل توجهی در برابر اغلب باکتری‌های مورد مطالعه بجز اشرشیا کلی و استرپتوکوکوس اپیدمیالیس داشت. محصولات نساجی آغشته شده با هر چهار مواد رنگزا دارای بیشینه میزان مهار باکتری به ترتیب ۸۰، ۸۶ و ۵۲٪ در مقابل باسیلوس سابتیلیس با الیاف پشمی رنگ شده با انار، پیاز و روناس بوده است. بیشینه میزان مهار ۹۱٪ مربوط به الیاف پشمی رنگ شده با روناس در مقابل سودوموناس آئروژینوزا بوده است. همچنین تاثیر گیاهان بر باکتری‌ها چه در محلول‌ها و چه بر روی الیاف پشمی موثر بوده است [۵۲].

یوسف[1] و همکارانش[۵۳] خواص الیاف پشمی رنگرزی‌شده با حنا در مقابل اشرشیا کولی واستافیلوکوک اورئوس و قارچ کاندیدا آلبیکنس در مقایسه با اثرات داروی ضدمیکروب (آمپی سیلین) و داروی ضدقارچ (فلوکونازول) مطالعه کردند. نتایج نشان داد که الیاف رنگرزی‌شده با حنا در مقابل میکروارگانیسم‌های ذکر شده مقاومت خوبی نشان دادند. اثرات زیست‌محیطی نمک‌های فلزی دندانه‌ها بر ویژگی‌های رنگی و قابلیت زیستی نمونه‌های پشمی بررسی شده اند و باید گفت که دندانه‌ها سبب افزایش جذب ماده رنگزا و در نتیجه افزایش فام و افزایش ثبات‌های الیاف پشمی می شوند، اما از سویی، خواص ضدمیکروبی الیاف را به میزان قابل توجهی کاهش داده و کاهش خواص ضدقارچی الیاف به دلیل حضور دندانه (به نسبت خواص ضدمیکروبی) کمتر بوده است. نتایج نشان می‌دهد که عصاره برگ حنا می‌تواند بر روی نخ‌های پشمی برای رنگرزی، خصوصا در لباس و منسوجات (ورزشی، لباس برای بیمارستان‌ها و نوزادان) البته با خواص ضدمیکروبی نیمه‌پایدار استفاده شود.

خواص ضدمیکروبی الیاف پشمی رنگرزی‌شده با عصاره ریواس هندی بر روی دو نوع باکتری اشرشیا کولی و استافیلوکوکوس اورئوس و دو نوع قارچ کاندیدا آلبیکنس و کاندیدا تروپیکالیس مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش تمامی رنگرزی‌ها با غلظت ۵٪ و ۱۰٪ بدون دندانه و همچنین با حضور دندانه‌های زاج سفید، کلرید قلع و سولفات آهن انجام گرفت. با استفاده از روش طیف‌سنجی رابطه‌های بین الیاف پشم، مواد رنگزا و دندانه مورد بررسی قرار گرفت. خواص سطحی (ریخت) الیاف نیز توسط میکروسکوپ الکترونی بررسی شد. نمونه‌های رنگ شده خواص ضدمیکروبی بسیار خوبی نشان دادند و نتایج حاکی از کاهشی بیشتر از ۹۰ درصد میکروب در هر دو جمعیت باکتری و قارچی بود. ریواس هندی شید زرد-سبز درخشانی را روی لیف پشمی ایجاد می‌کند. همچنین عصاره به دست آمده از ریواس به شکل محلول قبل از اینکه به الیاف پشمی آغشته شود، تاثیر خوبی در مقابل میکروب‌ها دارد. این مواد رنگزا در مقابل قارچها مقاومت نسبتا بیشتری نسبت به باکتری‌ها نشان دادند. دندانه‌های معدنی اثرات مثبتی برثبات رنگی الیاف داشتند اما فعالیت ضدمیکروبی را کاهش دادند. در بخش دیگری از مقاله نقش دندانه‌های گیاهی در کاهش رشد باکتری نشان داده شده است. در نهایت ریواس می‌تواند به عنوان منبعی طبیعی و دوست‌دار محیط‌زیست در محصولات نساجی بکار رفته و در مقابل

[1] Yusuf

مقاله

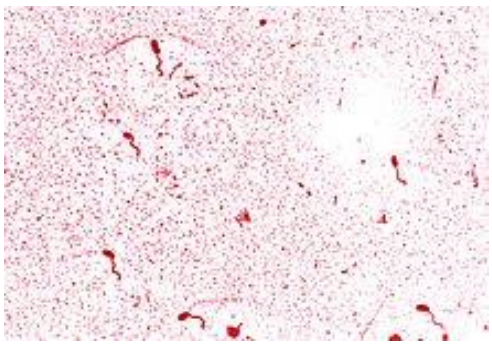
میکروب‌های بیماری‌زای انسانی نیز مقاوم باشد [۵۴].

در پژوهشی دیگر خواص ضدمیکروبی و رنگ‌سنجی الیاف ابریشم رنگرزی‌شده با ساج، توت هندی، بادام هندی و جک فروت بررسی شد. نتایج حاکی از این است که ارزش رنگی با افزایش جذب ماده رنگزا افزایش می‌یابد. جذب رنگی الیاف ابریشم از ۱۰/۵۶ تا ۳۹/۴۸ درصد (درصد غلظت گیاهان) مورد بررسی قرار گرفت. الیاف ابریشم مورد بررسی مقاومت خوبی در حدود ۲۵ تا ۶۵ درصد کاهش در مقابل اشرشیا کولی و همچنین مقاومت خوبی در حدود ۳ تا ۶۸ درصد کاهش در مقابل قارچ آسپرژیلوس نیگر داشته اند. همچنین الیاف بالا ثبات‌های عمومی خوبی نشان دادند. پارچه رنگرزی‌شده قابلیت کاربرد در لباس محافظ در برابر عفونت مشترک در پزشکی و هتل‌ها را دارا بودند. مواد رنگزای مورد بررسی نتایج امیدوار کننده برای جلوگیری از رشد باکتری‌های بیماری‌زا و سویه‌های قارچی حتی پس از پنج بار شستشو داشته‌اند [۵۵].

اثرات عصاره‌های انار ،چریش و زردچوبه بر الیاف پنبه ای مورد بررسی قرار گرفت. تمرکز این تحقیق [۵۵] بر تولید پارچه‌های پنبه‌ای برای استفاده در بیمارستان‌ها بوده است. نتایج پژوهش نشان داد که الیاف آغشته‌شده به انار فعالیت ضدمیکروبی بهتری نسبت به چریش و زردچوبه نشان می‌دهند. در میان روش‌های آزمایش‌شده، روش پوشش به طریق رمق‌کشی[1] موثرتر از روش لایه نشانی غوطه‌وری[2] بوده است. الیاف آزمایش شده با هر سه مواد رنگزا در مقابل باکتری‌های گرم منفی بهتر از گرم مثبت واکنش نشان دادند. مطالعات دیگران نشان داده که برخی مواد رنگزا بر هر دو باکتری‌های گرم مثبت و منفی تاثیر خوب داشته‌اند که به‌دلیل ساختار شیمیایی موجود در آن مواد رنگزا بوده است. تنها استفاده ۵ درصدی از عصاره استخراج شده از پوست و برگ‌های انار و چریش، اثرات خوبی در الیاف رنگرزی شده با آن‌ها در کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها داشتند. اثرات بازدارنده پارچه پوشش داده شده به روش آماری ANOVA یک طرفه مورد آزمایش قرار گرفت و تغییرات در رشد باکتری باسیلوس سرئوس نشان داده شده است. اثرات ضدمیکروبی چریش و زردچوبه در مقایسه با انار ناچیز بود که می‌توانند به دلیل نحوه اتصال عصاره‌های آنان به لیف باشد. عصاره‌های به دست آمده از پوست انار به‌عنوان یک زباله زیستی تاثیر قابل توجهی بر اشرشیا کولی نداشت و می‌تواند به‌عنوان یک عامل ضدمیکروبی در عملیات تکمیلی نساجی جهت البسه پزشکی مورد استفاده قرار گیرد. این مطالعه نشان داد که برخلاف پژوهش‌های قبلی این روش می تواند در صنایع نساجی به عنوان عامل ضدمیکروبی (برای گرم مثبت و گرم منفی) به عنوان محصولات دارای ارزش افزوده جهت تولید البسه پزشکی مورد استفاده قرار گیرد . تغییر اثرات ضدباکتری پس از چندین بار شستشو نشان داد که تنها در شستشوی اول افت خواص ضدباکتری اتفاق می‌افتد و در دفعات بعدی سیر افقی تثبیت شده‌ای حاصل می‌شود [۵۶].

در پژوهشی دیگر خواص ضدباکتری گیاه بامبو با دیگر الیاف مشابه برای نساجی، مانند پنبه، الیاف چتایی، الیاف کتان، الیاف رامی[3] و الیاف بامبو اصلاح یافته مقایسه شده اند. میکروارگانیسم‌های مورد بررسی هم اشرشیاکولی، استافیلوکوکوس اورئوس و کاندیدا آلبیکنس بوده اند. رابطه بین خواص ضدمیکروبی الیاف بامبو طبیعی و شکل آن و خاصیت جذب آب آن با موارد دیگر مطالعه شد. در مقایسه نتایج بامبو طبیعی با پنبه طبیعی ، میزان عملکرد موضعی بامبو طبیعی در مقابل باکتری‌ها صفر بود. چتایی در مقابل کاندیدا البیکنس ۴۸٪ و کتان در مقابل کاندیدا البیکنس۸/۷٪ واکنش داشتند و الیاف رامی هم در مقابل استافیلوکوکوس اورئوس بیش از ۹۰/۲٪ واکنش نشان داد و الیاف اصلاح یافته بامبو هم در مقابل استافیلوکوکوس اورئوس بیش از ۷۰٪ واکنش داشتند (تا این مقادیر رشد باکتری‌ها را کاهش دادند). نتایج نشان داد الیاف بامبو طبیعی دارای خاصیت ضدباکتری نیستند. به نظر می‌رسد فقدان خاصیت ضدباکتری در بامبو طبیعی به شکل آن مربوط نبوده بلکه به خاصیت جذب آب (هیگروسکوپی) و نحوه استخراج عصاره آن مرتبط باشد. این واقعیت که رشد باکتری‌ها در شکل‌های مختلف بامبو تقریبا برابر بود ممکن است نشان دهنده این باشد که شکل نمی‌تواند بر فعالیت ضدباکتری الیاف طبیعی بامبو تاثیر بگذارد. رابطه خطی بین جذب مجدد رطوبت و میزان باکتری نشان می دهد که میزان جذب آب ممکن است عامل تأثیرگذار در عملکرد ضدباکتری لیف باشد. برخی از روش‌های استخراج می تواند ویژگی ضدباکتری لیف طبیعی بامبو را در برابر باکتری ها بهبود بخشد، بنابراین روش استخراج بر روی آن تاثیر می گذارد [۵۷].

محققین یک نوع باکتری استخراج شده از رسوبات دریایی به نام Vibrio sp. نوعی ویبریو از خانواده باکتری گرم منفی و دارای مقادیر زیادی قرمز درخشان مطالعه نمودند. Vibrio sp. جدا شده از رسوبات دریایی مقدار زیادی از رنگدانه‌های قرمز روشن تولید می شود که از این ماده می‌توان برای رنگرزی بسیاری از الیاف از جمله پشم، نایلون، اکریلیک و ابریشم استفاده نمود (شکل ۱۲). این ماده رنگزا بر روی پشم، پنبه ،اکریلیک، دی استات، ویسکوز، مداکریلیک، نایلون، تری استات، ابریشم و پلی پروپیلن آزمایش شد. آزمایش‌های سنجش کیفیت رنگرزی پارچه نشان داد که این مواد رنگزا می‌تواند پشم، ابریشم، نایلون و پارچه‌های اکریلیک را رنگرزی کند و ویژگی‌هایی شبیه به مواد رنگزای یونی و دیسپرس دارد. این ماده سازگار با منسوجات مورد مطالعه بود [۵۸].



شکل ۱۲- تصویر میکروسکوپی ویبریو کلرا پس از رنگ‌آمیزی گرم [۵۸].

[1] Exhaust coating
[2] Dip coating
[3] Ramie

پارچه‌های رنگرزی‌شده خواص ضدمیکروبی علیه اشرشیا کولی و باکتری استافیلوکوکوس ارئوس در زمان تماس ۱۶ ساعت را نشان دادند. همچنین پارچه‌های رنگرزی‌شده با پرو دیگینین‌های میکروبی نشان دهنده فعالیت ضدباکتری است [۵۸].

در تحقیقی دیگر تاثیر زعفران، چای سبز ، زردچوبه ، حنا و روناس با دندانه زاج سفید بر خواص ضدباکتری پشم بررسی شد. فعالیت ضد باکتری آنها و همچنین خواص رنگرزی از جمله ،رنگ‌سنجی، ثبات نور و شستشو مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که رنگ طبیعی ذاتا پایداری کم دارد، در این پروژه رنگرزی پارچه با استفاده از روش پیش دندانه با سولفات آلومینیم (زاج سفید) انجام شد. نتایج نشان داد که تمام این مواد رنگزای طبیعی می توانند برخی از خاصیتهای ضدباکتری را در برابر استافیلوکوک اورئوس[1]، اشرشیاکلی و سودوموناس[2] و باکتری‌های آئروژینوزا[3] بر روی پارچه پشم ایجاد کنند. علاوه بر این، فرآوری با سولفات آلومینیم باعث پایداری اثرات ضدباکتری طولانی‌تر و پس از پنج دوره شستشو و ۳۰۰ دقیقه نوردهی شد. همچنین در این پژوهش تاثیر ساختار شیمیایی مواد رنگزا و زاج سفید بر میزان جذب مواد رنگزا و ثبات‌ها و خواص ضدباکتری بررسی گردید. پشم دندانه داده شده و رنگرزی‌شده با مواد مواد رنگزای طبیعی ثبات و پایداری قابل قبولی از خود نشان می‌دهد و این مواد رنگزا می‌توانند جایگزین مناسبی برای مواد رنگزای شیمیایی باشند. فعالیت ضدباکتری در حضور دندانه خیلی بیشتر می‌شود. مطالعات نشان داد فعالیت ضدباکتری الیاف رنگ‌شده با مواد رنگزای طبیعی در مقابل شستشو و نوردهی مقاومت و پایداری خوبی ندارد. با وجود این نمونه‌های دندانه داده شده دارای ۱۰۰٪ احتباس ضدباکتری در مقابل ۵ بار شستشو و ۳۰۰ دقیقه نوردهی شدند. در این تحقیق مشخص شد هزینه‌های هر کیلوگرم رنگرزی سنتی با گیاهان، مشابه رنگرزی اسیدی بوده و هر دو شیدهای یکسانی را تولید می‌کنند. بنابراین بنظر می‌رسد ترکیبی از زعفران، چای سبز، زردچوبه ، حنا و روناس با دندانه زاج سفید می‌تواند پتانسیل بالقوه‌ای در برابر باکتری‌ها داشته باشد و به‌عنوان پوشاک ورزش یا پزشکی یا لباس نوزاد و منسوجات هدف بعدی در ارزیابی ضدمیکروبی است [۵۹].

در سال ۲۰۱۱ تاثیر اسانس‌های تجاری اکالیپتوس و اسطوخدوس به‌عنوان نگهدارنده طبیعی در صنعت چرم مورد بررسی قرار گرفت، نتایج پژوهش حاکی از آن است که چرم‌های فرآوری (تیمار) شده با *2-(thiocyanomthylthio)benzothiazole (TCMTB)* دارای اثر محافظتی در حدود ۲۴ هفته در مقایسه با چرم‌های تیمار شده با اسطوخدوس هستند. همچنین اسانس اسطوخدوس بهتر از اکالیپتوس خواص ضدباکتری را تضمین می‌کند .همچنین مالیدن روغن‌های طبیعی بر روی سطح چرم مقاومت چرم را در برابر باکتری‌ها افزایش می‌دهد که چندان قابل توجه نیست. از آنجاییکه میزان بهبوددهندگی خواص ضدباکتری توسط این روغن‌ها تاحدودی متغیر است لذا می‌توان ترکیبی از اسانس‌های طبیعی و صنعتی را جهت نگه‌دارندگی چرم در مقابل باکتری‌ها بکار برد [۶۰].

در پژوهشی دیگر بررسی خواص ضدمیکروبی کاد هندی[4] در الیاف پشم و در محلول‌ها مطالعه شده و نتایج نشان دهنده این است که این مواد رنگزا حداکثر فعالیت ضدمیکروبی را در ۲۰ درصد نسبت حجمی – وزنی (w/v) نشان می دهد و تا ۹۰ درصد از رشد میکروب را مهار می‌کند. در مجموعه بعدی آزمایشات، اثر ضدمیکروبی مواد رنگزا بر روی پشم بدون دندانه و بر روی پشم پیش دندانه مقایسه شد. کاهش فعالیت میکروبی در بررسی نمونه‌های دندانه شده مشاهده شد. نتایج نشان می‌دهد که ماده رنگزا کتچو ممکن است به‌عنوان یک عامل ضدمیکروبی امیدوارکننده برای تولید مواد نساجی و لباس‌های زیست‌فعال در نظر گرفته شود. همچنین این مواد رنگزا فام قهوه‌ای درخشان را در پشم تولید می‌کند. فام با تغییر نوع دندانه (با شرایط رنگرزی یکسان) تغییر می‌کند. الیاف پشمی با سولفات آهن و کلرید قلع و ترکیبی از هر دو رنگرزی شدند که تغییر در فام و شید حاصله مشهود است. این مواد رنگزا ثبات مناسب دارد و می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای عوامل ضدمیکروبی مصنوعی و سمی که امروز در بازار موجود است، در پارچه‌هایی با خواص ضدمیکروبی مورد استفاده در بیمارستان و هتل، استفاده شود [۶۱].

در تحقیقی درباره تاثیر عصاره‌های میخک، گل صدتومانی، چای سیاه و چوب ساپان (بقم) استخراج شده با آب بر الیاف پشمی، پنبه ای و ابریشم مشخص گردید که ثبات‌نور، شستشو و تعریق در حدود ۵-۳ بوده و خاصیت خوشبوکنندگی میخک در الیاف رنگرزی‌شده، در مقایسه با دیگر موارد بسیار قابل‌توجه بوده و در حدود ۹۹-۹۸٪ است. اما با وجود ثبات پایین این مواد رنگزا می‌توان از آن به‌عنوان ماده خوشبوکننده در منسوجات بهره برد. مقادیر k/s در این تحقیق به ترتیب پنبه <ابریشم <پشم بود که با تعداد گروه‌های فعال و درجه قطبیت الیاف نیز مطابقت دارد. مقدار جذب ماده رنگزا در بین مواد فوق برای گل میخک از بقیه بیشتر بود. البته ثبات‌های عمومی نیز برای این ماده رنگزا از بقیه بیشتر بود [۶۲].

نتایج تحقیقات نشان داد که پارچه‌های پنبه‌ای رنگرزی‌شده با عصاره پوست انار، کمالا و مخصوصا مازو [۶۳]، حنا، پوست گردو، زردچوبه و نانو نقره [۶۴]، قرمز دانه، بقم و ریواس [۶۵] دارای ثبات رنگ مطلوب هستند و خواص ضدباکتری عالی در مقابل اشرشیا کولی و استافیلوکوکوس اورئوس دارند بشکلی که فعالیت ضدمیکروبی نمونه‌ها تا ده بار شستشو پایدار بوده است و می‌توان جهت البسه بیمارستانی و هتل استفاده گردد [۶۶].

دانشمندان نشان دادند تاثیر عصاره برگ نوعی زیتون تلخ بر باکتری‌ها در غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بیشترین تاثیر را در مقابل باکتری‌ها دارد. حداکثر کاهش در جمعیت S. aureus و پایین‌ترین در E. coli در سه پارچه رنگرزی‌شده بود. بیشینه کاهش در تمام باکتری‌ها به ترتیب مربوط به ابریشم ، پشم و پنبه بوده و در نتیجه می‌توان از این ماده

[1] Staphylococcus aures
[2] Pseudomonas
[3] aeruginosa
[4] Acacia catechu (L.) Willd

مقاله

رنگزای دوست‌دار محیط‌زیست در پارچه‌های محافظ و پزشکی بهره برد [۶۷]. در پژوهشی دیگر بررسی نتایج نشان می دهد که رنگرزی نایلون ۶.۶ با پوست سبز گردو نمایانگر فعالیت ضد باکتری عالی در حضور دندانه‌های سولفات آهن، سولفات مس و آلومینیم سولفات پتاسیم بود. رنگرزی نایلون با پوست سبز گردو خواص ضدباکتری خوبی در برابر اشرشیا کولی و استافیلوکوکوس ارئوس داشت. به کاربردن دندانه‌ها ماندگاری خواص ضدباکتری را پس از شستشو بهبود می‌بخشد [۶۸].

شاپکی[1] و همکارانش خاصیت ضدباکتری و قارچی پارچه پشمی رنگرزی شده با پوست پیاز و viburnum را مطالعه و ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که رفتار این دو گیاه در برابر باکتری‌های E.Coli و C.Albicans رفتار متفاوتی را نشان می دهند. به طور مثال نمونه رنگرزی شده با پوست پیاز خاصیت ضدباکتری بهتری در مقابل آلبیکانس نشان می‌دهد، در صورتیکه viburnum در مقابل باکتری اشرشیا مقاوم بوده و البته فامی که این دو مواد رنگزا روی کالا ایجاد نمودند با یکدیگر متفاوت بودند [۶۹].

علی و همکارانش تاثیر برخی گیاهان روناس، زردچوبه، پوست پیاز و زعفران را در مقابل رشد باکتری‌ها مطالعه کردند. تاثیر pH حمام رنگرزی روی خاصیت ضدباکتری نشان می دهد که با افزایش pH حمام رنگرزی از ۳ به ۹ این ویژگی تا حدود یک سوم کاهش می یابد و بهترین نتیجه در pH برابر ۳ برای خاصیت ضدباکتری و قارچی به دست می آید [۷۰].

امین الدین حاجی خاصیت ضدباکتری پشم رنگرزی شده با مواد رنگزای کاتیونی طبیعی در حضور دندانه‌های فلزی را بررسی نموده است. Bebeerine ماده رنگزای کاتیونی استخراج شده از ریشه بربری با ۲٪ دندانه بهترین کیفیت رنگرزی را نشان می دهد که دارای خاصیت ضدباکتری در مقابل هر دو باکتری مثبت و منفی بود [۷۱].

آنیتاپال[2] و همکارانش تاثیر مواد رنگزای استخراج‌شده از برگ Melia Composita در ایجاد خاصیت ضدباکتری پارچه‌های محافظتی را بررسی کردند. نتایج نشان می دهد استفاده از ۵۰ میلی گرم بر میلی لیتر از مواد رنگزای استخراج شده بیشترین خاصیت ضدباکتری را فراهم می نماید [۷۲].

محققین خاصیت ضدباکتری عصاره میخک،گل صدتومانی، انار، مازو و کپتیس چینی بر استافیلوکوک اورئوس را با میزان کاهش ۹۹/۹ – ۹۶/۸٪ از رشد باکتری گزارش نمودند. اما در مورد کلبسیلا پنومونیا فعالیت ضدباکتریایی بستگی به نوع عصاره طبیعی رنگی استفاده شده دارد. شدت رنگی (h) منسوج رنگرزی شده با میخک، گل صدتومانی، انار، مازو و کپتیس چینی در حدود ۶/۰۵- ۱/۹۵٪ گزارش شده است. خواص کالریمتری و ضدباکتری ارتباط تنگاتنگی با ساختار شیمیایی ماده رنگزا و نوع کالای نساجی دارد. همچنین میزان مواد رنگزای موجود در الیاف به ترتیب پنبه<ابریشم<پشم می‌باشد. الیاف رنگرزی‌شده با میخک و غیره دارای خاصیت ضدباکتری عالی در مقابل استافیلوکوک اورئوس با کاهش رشد باکتری در حدود ۹۹/۹-۹۶/۸٪ بوده و دارای خاصیت ضدباکتری بی نظیر در مقابل کلبسیلا پنومونیا با کاهش ۹۹/۹-۹۵/۷٪ بوده‌اند. این نتایج به وضوح نشان می دهد که استفاده از مواد رنگزای استخراج شده از گیاهان، به طور قابل توجهی کاربرد آن‌ها را در تولید پارچه‌های رنگی مختلف با خاصیت ضدباکتری توجیه می‌کند [۷۳].

۳-۲- روش استفاده از دندانه غیرفلزی

تیلی[3] و همکارانش تاثیر کیتوسان را به عنوان یک دندانه در فرآیند چاپ دوست‌دار محیط‌زیست برای چاپ پارچه‌های پنبه‌ای با مواد رنگزای گیاهی که خواص ضدباکتری را نیز ایجاد نمودند به کار بردند. فرآیند تکمیل به روش‌های مختلف بر روی پارچه‌های پنبه‌ای اجرا می‌شود اما آنچه که امروزه از اهمیت بالایی برخوردار است فرآیندهایی که ایمنی کاربر و دوام تکمیل اجرا شده را فراهم کنند اهمیت بیشتری داشته و مورد توجه قرار می‌گیرند. برخی از مواد رنگزای گیاهی دارای خاصیت ضدباکتریی هستند اما تمایل ذاتی آن‌ها برای اتصال به منسوجات پایین است به همین دلیل برای افزایش ثبات از دندانه‌ها استفاده می‌شود. استفاده از کیتوسان به میزان ۱۰ تا ۲۰ درصد وزنی منسوج پنبه‌ای برای چاپ گیاهی با گل جعفری، زردچوبه و کاد هندی به عنوان دندانه نتایج خوبی حاصل کرد. وقتی که از ۱ تا ۱۰٪ وزنی پودر گیاهان با صمغ گوآر و کیتوسان استفاده شد، رشد باکتری‌های مثبت و منفی به شدت کاهش یافت. با این حال کیتوسان دارای مقادیر رنگ بیشتری نسبت به زاج سفید بود. هر دو محصول چاپ شده با انواع دندانه‌ها خواص ضدباکتری در مقابل اشرشیا کولی و استرپتوکوکوس ارئوس و ثبات عالی داشتند. این روش می‌تواند به‌عنوان روشی دوست‌دار محیط‌زیست در چاپ فرآورده‌های نساجی پشمی در فرآیند تکمیلی آن‌ها بکار رود [۷۴].

احمدی و همکارانش با استفاده از آلوئه ورا به عنوان دندانه گیاهی نه تنها ثبات‌های عمومی رنگرزی کالای پشمی با مواد رنگزای روناس، اسپرک را افزایش دادند بلکه خاصیت ضدباکتری ایجاد شده به واسطه حضور آلوئه‌ورا بیشتر از نمونه‌های کنترلی بود [۷۵].

علی و همکارانش خاصیت ضدباکتری (مقاومت در مقابل میکروب و قارچ) پارچه ابریشمی رنگرزی شده با روناس را در شرایط مختلف رنگرزی بررسی کردند که در حضور دانه morienga olefera به جای دندانه زاج سفید مقاومت در برابر E.Coli خیلی بیشتر بوده در شرایط استفاده از مایکرو ویو نه تنها رنگرزی ارزان تر و خوب اتفاق می‌افتد بلکه خاصیت ضدباکتری به دلیل حضور بیشتر ماده رنگزا روی سطح افزایش می‌یابد [۷۶].

میرجلیلی و همکارانش خاصیت ضدباکتری برخی گیاهان را با نانو ذرات نقره مقایسه کردند. نتایج مطالعات آن‌ها روی گیاهان زردچوبه، حنا و پوست گردو نشان می‌دهد که استفاده از این گیاهان و ذرات نانو نقره همگی در کاهش رشد باکتری مثبت و منفی در پارچه‌های رنگرزی شده با گیاهان و یا فرآوری شده با نانو ذرات نقره قبل و بعد از شستشو خیلی خوب بوده و خاصیت ضدباکتری ایجاد شده از دوام خوبی برخوردار است.

[1] Şapci
[2] Anita Pal
[3] Teli

نفتوکینون‌ها و جاگلن که در ساختار مواد رنگزا وجود دارند این ویژگی را به منسوج می‌دهند [۶۴].

تحقیقی دیگر مقایسه خاصیت ضدباکتری بین تریکلوزان را با عامل کیتوسان در دستور کار قرار داده است. در محیط بیمارستان، منسوج مانند یک بردار در انتقال بیماری دخالت دارد. برای کاهش گسترش بیماری از طریق بسترهای منسوجات، یک روش موثر فرآوری منسوج با مواد ضدمیکروبی است. در این پژوهش یکی از آنتی بادی‌های شیمیایی سنتزشده تریکلوزان را با عامل کیتوزان، یک عامل ضد میکروبی طبیعی، مقایسه شد. برای مطالعه نمونه‌هایی از پارچه‌های پلی استر/پنبه ای معمولی که در محیط‌های بیمارستان مورد استفاده قرار می‌گیرند با تری کلوزان و کیتوسان آغشته می‌شوند. پس از درمان، نمونه‌ها برای اثربخشی آن در برابر استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیا کولی با استفاده از روش استاندارد AATCC Test Methods مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. سپس اثربخشی آزمایش در مقابل شستشو، با قراردادن نمونه‌های آزمایش شده در ۵۰ مرحله شستشو و تکرار آزمون‌ها بر روی میکروارگانیسم‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که قبل از شستشو هر دو عامل تری کلوزان و کیتوسان کاملا به عنوان یک عامل ضدباکتری عمل کرده‌اند. بعد از فرآیند شستشو کیتوسان در مقابل اشرشیا کولی مقاومتش کاهش یافت اما کارآیی و مقاومت در مقابل استافیلوکوکوس ارئوس را حفظ کرده بود. همچنین اثربخشی تری کلوزان پس از شستشو تغییری نشان نداد. نتایج نشان می‌دهد که کیتوسان یک عامل ضدمیکروبی مناسب در برابر استرپتوکوکوس ارئوس و اشرشیا کولی است. حتی با شستشوی نهایی خواص ضدباکتری اولیه نمونه‌های آزمایش‌شده در مقابل باکتری‌های گرم مثبت ثابت ماند. اما مقاومت نمونه‌ها را در مقابل باکتری‌های گرم منفی اندکی کاهش یافت. کیتوسان به عنوان عامل طبیعی ضدمیکروبی جایگزین مناسبی برای عوامل شیمیایی ضدمیکروبی سنتز شده مانند تری کلوزان است. به ویژه که اثرات نامطلوب استفاده گسترده از عوامل ضدمیکروبی شیمیایی سنتزشده گزارش شده است [۷۷].

دانشمندان تاثیر پلیمرهای طبیعی و مصنوعی را بر خواص ضدباکتری پنبه، نایلون، پلی استر و پشم مطالعه کرده‌اند. در این پژوهش از کیتوسان و مشتقات پلی وینیل استفاده شد. روش استفاده از مواد به طریق پوشش‌دهی مستقیم، پخت با پرتو فرابنفش، ایجاد پیوندهای عرضی و روش آغشته‌سازی بوده است. نتایج نشان داد بهترین خاصیت آنتی باکتریایی روی منسوج پنبه ای با استفاده از کیتوسان و پلی اتیل آمین حاصل می‌شود این خاصیت با روش پخت با پرتو فرابنفش، آغشته‌سازی شیمیایی و پیوند عرضی حاصل شد. پس از انجام فرآیند شستشو خاصیت ایجاد شده بین ۵ تا ۱۰ درصد کاهش نشان داد [۷۸].

۳-۳- استفاده از روش‌های استخراج در کاربرد ترکیبات گیاهی

با توجه به اینکه گیاهان مواد رنگزا دارای ترکیبات متعددی هستند که میزان آن‌ها در قسمت‌های مختلف گیاه و با گذشت زمان تغییر می‌نماید و علاوه بر این کاربرد مستقیم گیاه در رنگرزی سبب بروز مشکلاتی می‌شود، لذا دانشمندان برای رفع مشکلات و ایجاد رنگرزی تکرارپذیر به روش‌های مختلف اجزا مواد رنگزا را از گیاهان استخراج و سپس ماده استخراج شده در رنگرزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش سبب افزایش بازده رنگرزی می‌شود. در تحقیقی دیگر مشخص شد که روش استخراج اسانس های گیاهی می‌تواند بازده استخراج، درصد و نوع ترکیبات شیمیایی موجود در آن را تغییر دهد [۷۹]. در این تحقیق اسانس حاصل از میوه‌های گیاه زنیان با دو روش تقطیر با آب و استخراج با مایکرویو بدون استفاده از حلال، استخراج گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تفاوت در روش استخراج به ویژه از جهت درجه حرارت و زمان فرآیند سبب تغییر درترکیبات شیمیایی به دست آمده می‌شود بطوری‌که در روش استخراج با مایکروویو به‌همراه تقطیر، در مقایسه با روش تقطیر با آب، افزایش بازده استخراج (اسانس زنیان) و افزایش خواص ضدباکتری مشاهده می‌شود [۸۰].

در پژوهشی دیگر روش‌های مختلف عملیات تکمیل نهایی با کیتوسان، آنزیم‌ها ، پرتو فرابنفش، امواج فراصوت مورد بررسی قرار گرفت. مواد رنگزای ضدباکتری چون روناس، درخت آناتو، حنا و هلیله سیاه نیز اشاره کرده است. نتایج این آزمایشات در جدول ۳ نشان داده شده است [۸۱].

صفاپور و همکارانش نیز تاثیر گیاه زالزالک elbursensis را بررسی کردند. مواد رنگزا به روش فراصوت در حلال آب اتانل استخراج شده و کالای پشمی با آن رنگرزی شد. نتایج حاکی از کیفیت خوب رنگرزی در غیاب دندانه است و البته کاربرد دندانه نیز تاثیر خود را داشته است. با استفاده از این دو گیاه خاصیت ضدباکتری خوبی در مقابل اشرشیاکولی و استافیلوکوس حاصل شد [۸۲].

ناتادون[1] و همکارانش [۸۳] به مطالعه خواص خوشبوکنندگی مواد رنگزای طبیعی پرداخته و راه‌های مختلف دندانه دادن به الیاف نظیر فراصوت و غیره را مورد بررسی قرار دادند. در پایان تحقیقات خود، پیشنهاد استفاده از مواد رنگزای طبیعی در موارد ضدباکتری کردن، ضدعفونی‌کردن، حفاظت از UV و همچنین کاربرد در مواد غذایی را ارائه نموده‌اند. کثیری و همکارانش شرایط مختلف رنگرزی و استخراج خواص رنگرزی و ضد میکروبی کالای نساجی را مورد ارزیابی قرار دادند [۸۴].

جی[2] و همکارانش در پژوهش خود که نتایج آن در سال ۲۰۱۱ به چاپ رسیده خواص الیاف پشمی رنگرزی‌شده با ماده رنگزای استخراج‌شده از افسنطین از جمله حلال بودن ماده رنگزا، توزیع طیفی، ثبات گرما، خواص محافظت پرتو فرابنفش، مقاومت یون فلز، مقاومت در برابر اکسایش و احیا را مطالعه کردند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که رنگرزی با دندانه کرم در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، pH=۵ با استفاده از اسید استیک و ۱/۴ درصد دندانه کرم در مدت زمان ۳۰ دقیقه بهترین نتایج را دارد. ثبات شستشویی و سایشی در نمونه‌های رنگرزی شده نیز قابل قبول نشان داده شده اند [۸۵].

[1] Natadon
[2] Ji

مقاله

جدول ۳- ثبات شستشو و خاصیت ضدباکتری در منسوجات فرآوری شده با کیتوسان و مواد ضدباکتری مصنوعی [۷۸].

پلیمر	منسوج مورد استفاده	باکتری	بازده٪	روش تزریق	بازده پس از شستشو
کیتوسان و کربوکسی متیل کیتوسان	پنبه	E. coli S. aureuz	۶۰ ۷۵-۷۹	پدکردن -پخت-خشک‌کردن	اندازه‌گیری نشده
کیتوسان	پنبه	E. coli S. aureuz	۱۰۰ ۱۰۰	پیوندزدن شیمیایی	۸۳٪ بعد از بار شستشو در ۶۰ درجه و ۴۵ دقیقه
کیتوسان	پنبه	S. aureus K.pnaumonate	۱۰۰ ۱۰۰	پیوندزدن شیمیایی	۹۱ و ۹۳٪ در ۲۵ بار شستشو
آلکیل پلی اتیلن ایمین نرمال	پنبه	S. aureus	۹۸ ۹۷ ۹۹ ۹۸ ۹۷ ۹۶	پیوندزدن شیمیایی	۹۸٪ بعد از ۱ بار شستشو در متانل و آب ۹۸٪ بعد از فرو کردن در آب ۵۵ درجه در آون
آلکیل پلی اتیلن ایمین نرمال	پنبه	S. aureus E. coli	۱۰۰ ۱۰۰	پخت با پرتو فرابنفش	اندازه‌گیری نشده
پلی(دی متیل آمینو متیل استایرن)	نایلون	E. coli B. subnl	۱۰۰ ۱۰۰	تزریق بخار شیمیایی	اندازه‌گیری نشده
پلیمر آمونیومی‌شده چهارتایی	پلی استر		۱۰۰	پدکردن -پخت-خشک کردن	اندازه‌گیری نشده
اکریلیک پلیمر بالامین نرمال	پلی استر		۱۰۰ ۱۰۰	روکش‌دهی	اندازه‌گیری نشده
پلیمر بالامین نرمال	پنبه		۱۰۰ ۱۰۰	روکش‌دهی	اندازه‌گیری نشده
پلی(هگزا متیلن بیگو آنید)	پلی استر/ پنبه		۱۰۰ ۱۰۰	پدکردن -پخت-خشک‌کردن	۱۰۰٪ حفظ خاصیت ضدباکتری بعد از ۲۵ بار شستشو،۹۴٪ بعد از ۲۵ بار شستشو
پلی(هگزا متیلن بیگو آنید)	پشم		۱۰۰	پدکردن -پخت-خشک‌کردن	
پلی پیرول	پنبه		۶۵ ۵۹ ۷۳	تزریق شیمیایی	اندازه‌گیری نشده
پلی آنیلین	پنبه		۹۵ ۸۵ ۹۲	تزریق شیمیایی	اندازه‌گیری نشده

۳-۴- استفاده از آنزیم

آنزیم‌ها موادی هستند که به صورت کاتالیزور عمل می‌کنند تا به تولید و افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی کمک کنند. هنگامی که لازم است یک سلول کاری را انجام دهد، تقریباً همیشه این کار را با استفاده از یک آنزیم انجام می‌دهد تا آن چه لازم است انجام گیرد را با سرعت همراه کند. عوامل بسیاری وجود دارد که می‌تواند فعالیت آنزیم را تنظیم کند، از جمله دما، فعال‌کننده‌ها، سطح pH و مهارکننده‌ها. آنزیم‌ها در صنعت نساجی از جمله در صنعت رنگرزی گیاهی و شیمیایی کاربرد زیادی دارند. در استفاده از ترکیبات گیاهی آنزیم‌ها می‌توانند در حضور و یا غیاب دندانه مورد استفاده قرار گیرند تا علاوه بر بهبود ثبات‌های عمومی خواص دیگری را با توجه به نوع آنزیم برای کالا ایجاد کنند. تاثیر آنزیم و دندانه در خاصیت ضدباکتری مواد رنگزای گیاهی روی منسوجات پشمی توسط راجا و همکارانش مطالعه شد. گیاهان دارای تانن نه تنها برای رنگرزی پشم گونه مناسبی هستند، بعلاوه خاصیت ضدمیکروبی نیز ایجاد می‌کنند. استفاده از دندانه برای افزایش

ثبات‌های استفاده شده منسوج پشمی با گیاهان دارای خاصیت ضدمیکروبی در حضور و غیاب آنزیم بررسی گردید. نتایج نشان داد خاصیت ضدمیکروبی گیاهان به شدت متاثر از حضور آنزیم است. نمونه عمل آوری شده با آنزیم در برابر هر دو میکروب مثبت و منفی مقاومت نشان داد در صورتی‌که نمونه کنترلی فقط در برابر باکتری مثبت مقاوم شده بود. برداشت و جذب ماده رنگزا در نمونه‌های عمل‌آوری شده با آنزیم بیشتر بود. همچنین نمونه فرآوری شده با دندانه خاصیت ضدمیکروبی کمتری نسبت به نمونه کنترلی نشان داد. هیچ یک از نمونه‌های دندانه داده شده با زاج سفید، کلرید قلع، سولفات آهن تا حدود ۳٪ وزنی در برابر E.Coli خاصیت ضدباکتری نشان نداد [۸۶].

۳-۵- استفاده از عملیات سطحی

پیوند شیمیایی که بین ترکیبات گیاهی و منسوج ایجاد می‌شود معمولا پیوندهای قوی نیستند لذا برای افزایش ماندگاری و ثبات‌های عمومی می‌توان از اصلاحات سطحی برای افزایش میل ترکیبی استفاده نمود. در رنگرزی منسوج پنبه ای با مواد رنگزای گیاهی از سه ماده کاتیونی مونو کلرو اس تری آزین.monocholoro S- triazin, Quat, Solfix E استفاده شد نتایج نشان داده علاوه بر بهبود جذب ماده رنگزا، خاصیت ضدباکتری تا ۲۰ بار پس از شستشو افزایش می‌یابد [۸۷].

در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۲ انجام شده ، از ضایعات گیاه مانند رزماری، گل رز، اسطوخودوس و عصاره چای مات که آلودگی محیطی جدی را ایجاد می‌کنند، جهت استفاده در رنگرزی اقتصادی و طبیعی بر روی پارچه‌های پنبه کاتیونی شده و نخ پشم، بدون نمک‌های فلزی استفاده شد. در این مطالعه مشخص شد که فرآیند کاتیونی‌کردن می‌تواند با یک محصول ارگانیک (Albafix WFF) انجام شود. فرآیند کاتیونی‌کردن با روش گرافت و پیوندعرضی پارچه که قبل از فرآوری با پلاسمای کرونا مورد استفاده قرار گرفت، هیچ بهبودی بر روی پارچه‌های پنبه‌ای نداشت. استفاده از اسید سیتریک به عنوان یک دندانه زیستی به جای دندانه مس ($CuSO_4$)، سبب افزایش قدرت رنگی و مقادیر ثبات بر روی نخ پشمی با عصاره‌های تفاله گیاهان بود. هنگامی که پنبه کاتیونی شده و نخ پشمی با شرایطی مشابه با عصاره رزماری رنگرزی شدند، ثبات شستشویی و نوری برای نخ پشمی کافی بود اما این مقادیر به خصوص ثبات نوری برای پنبه‌های کاتیونی شده کم‌تر بود. خواص ضدباکتری برای هر دو منسوج پنبه و پشمی قابل‌قبول بود [۸۸].

۳-۶- استفاده از روش میکروکپسوله‌کردن

میکروکپسوله‌کردن فناوری است که در آن ترکیبات هدف، توسط ترکیبات دیواره پوشش داده می‌شود تا ذرات میکروکپسول به وجود آید. این کپسول‌ها می‌توانند محتویات خود را با سرعتی کنترل شده و یا در شرایط خاص تعریف شده، آزاد نمایند واژه کپسوله‌کردن، با عنوان فرآیندی برای به دام انداختن ماده‌ای (عامل فعال) درون ماده‌ای دیگر (ماده دیواره)، تعریف می‌شود. از این فرآیند برای افزایش ثبات‌های عمومی در رنگرزی گیاهی و افزایش دوام خاصیت ایجاد شده بهره گرفته می‌شود. نتایج پژوهش نشان داده که عصاره متانلی زنیان تاثیر زیادی در از بین بردن باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی بر روی الیاف پنبه داشته اما این تاثیر دوام قابل قبولی در مقابل شستشو نداشته و می‌توان از روش‌هایی چون میکروکپسوله‌کردن یا عرضی زنیان یا ترکیبی از هر دو روش جهت ماندگاری و پایداری خواص آن بهره برد و در صورت استفاده توامان از میکروکپسوله کردن و پیوند عرضی می‌توان دوام خاصیت ضدباکتری زنیان را بر روی الیاف پنبه ای تا ۱۵ بار شستشو حفظ کرد [۸۹].

بررسی خواص ضدباکتری الیاف پنبه‌ای که به روش‌های مختلفی مانند روش مستقیم، میکروکپسوله‌کردن، پیوند عرضی با رزین و ترکیبی از همه این روش‌ها، با عصاره ریحان مقدس و انار فرآوری شده بودند، مورد بررسی قرار گرفت [۴۸]. به غیر از روش کاربرد مستقیم مواد با الیاف پنبه، تمامی موارد کاربرد، ثبات خوب تا ۱۵ بار شستشو را نشان داده اند. کاهش کمی در استحکام کششی الیاف و افزایش در زاویه برگشت[1]، خاصیت برگشت از چروک برای اتوکشی به ترتیب برای پارچه‌های فرآوری شده با رزین و روش میکروکپسوله مشاهده شد. اما در فرآیندهای ترکیبی این دو روش تغییرات قابل توجهی در خاصیت ضدباکتری منسوج دیده نشد. همچنین هر دو عصاره این گیاهان میتواند به روش ساده pad dry–cure مورد استفاده قرار گیرند. تنها محدودیت روش کاربرد مستقیم ثبات شستشو پایین منسوج است که میتوان از این روش برای منسوجات یکبار مصرف مثل البسه جراحی و پانسمان‌های یکبار مصرف که نیاز به شستشو مجدد ندارند، بهره برد. برای موارد دیگری مانند روتختی‌های بیمارستانی و جوراب میتوان از روش‌های پیوندعرضی رزین و میکروکپسوله یا ترکیبی از آن‌ها استفاده کرد. اطلاعات ریخت و شکل سطحی نشان می‌دهد که اتصال و ترکیب مواد میکروکپسوله‌شده روی پارچه به سختی انجام می‌شود و خاصیت بازگشت از چروک را کاهش می‌دهد. اما در مورد پارچه‌هایی که با رزین پیوند عرضی داده شده بودند، خاصیت بازگشت از چروک افزایش یافته ولی استحکام کششی پارچه کم می‌شود. پارچه‌هایی که ترکیبی از دو روش پیوند عرضی رزین و میکروکپسوله در آن‌ها اعمال شده خواص ضدباکتری خوب و ثبات شستشویی مناسبی داشته اند بدون اینکه خواص فیزیکی شان به خطر بیفتد. در نهایت دانه‌های انار منبع مناسب ارزان و در دسترسی در تمام نقاط جهان برای کاربردهای ضدباکتری می‌باشد که باید مورد توجه قرار گیرد [۹۰].

در پژوهشی شهید الاسلام[2] و همکارانش [۹۱] کاربرد محصولات زیست‌محیطی با ساختار گیاهی مانند الیاف، پلی ساکاریدها، مواد رنگزا و رنگدانه‌ها، پلی فنل‌ها، روغن‌ها و سایر ترکیبات فعال زیستی مستخرج از گیاهان را در صنعت نساجی بررسی کردند که منجر به استفاده از محصولات طبیعی گیاهی در منسوجات شده است. مصرف‌کنندگان به دلیل مسائل مربوط به ایمنی، سلامت انسان و محیط زیست تمایل به استفاده از این ترکیبات نشان داده اند. کشف روش‌های جدیدی چون میکروکپسوله کردن و سل ژل موانع مربوط به کاربرد محصولات زیست‌محیطی را بر روی پارچه‌ها کاهش می‌دهد. علاوه بر این، امکان تولید گیاهان برای تولید نانوذرات برای استفاده در منسوجات، پنجره‌های جدیدی را برای دانشمندان برای تولید

[1] Recovery angle
[2] Shahid-ul-Islam

مقاله

پارچه‌های کارآمد و با ارزش افزوده ایجاد کرده است. با این حال، از نظر فنی کمی جای نگرانی وجود دارد که تحقیق بیشتر قبل از استفاده از این محصولات در مقیاس صنعتی را ضروری می‌نماید.

۴- نتیجه‌گیری

در محیط‌های مرطوب و مخصوصا منسوجات رشد باکتری و میکروب با سرعت پیشروی می‌نماید که برای توقف و یا کاهش رشد باکتری‌ها استفاده از مواد ضدباکتری و ضدمیکروب و ضدقارچ اجتناب ناپذیر خواهد بود. مساحت سطحی بزرگ منسوجات و مرطوب ماندن آن‌ها به رشد و نمو باکتری‌ها، قارچ و کپک کمک می‌کند که سبب ایجاد مشکلاتی برای منسوج و کاربر نظیر ایجاد بوی بد، لکه، رنگ‌پریدگی یا بی‌رنگی در پارچه، کاهش استحکام و افزایش آلودگی‌ها می‌شود. از مواد ضدباکتری مصنوعی نظیر تری کلوسان، فلزات و نمک‌های آن‌ها، فلزات آلی، فنل‌ها و ترکیبات آمونیم چهارتایی در سطح گسترده‌ای در منسوجات استفاده می‌شود. برخلاف تمام مزایای مواد ضدباکتری و مواد رنگزای مصنوعی به دلیل افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی و تاثیرات مخرب و مضر آن‌ها، تجزیه‌ناپذیری و سمیت آن‌ها به طور مثال مشکلات حساسیت‌زایی و آلرژی مواد رنگزای آزو سبب گرایش به استفاده از مواد رنگزا و ترکیبات طبیعی برای ایجاد خاصیت ضدمیکروب و ضدباکتری شده است. مطالعات انجام شده در مورد استفاده از مواد رنگزای گیاهی و ترکیبات طبیعی برای ایجاد خاصیت ضدباکتری، ضد میکروب و قارچ نشان داد که اولا با توجه به شرایط جغرافیایی و آب و هوایی مناطق مختلف در کره زمین می‌توان ترکیبات گیاهی را یافت که دارای خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروبی باشند. قسمت‌های مختلف هر گیاه دارای ترکیبات مختلفی است که ویژگی‌های متفاوتی را ایجاد می‌کند. زمان گل‌دهی، میوه‌دهی، خشک و یا تازه بودن گیاه نیز اثرات متفاوتی را نشان می‌دهد.

ترکیبات موجود در گیاهان نظیر اوژنول، جرماکرن[1] و فیتول[2]، تیمول، فنول، فل‌ونوئید، فنیل استیلن، آلکالوئیدها، استرول‌ها[3]، تری ترپنوئیدها[4] و تانن‌ها، اکالیپتول[5]، لینئول و غیره خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروب و ضدقارچ را به گیاه می‌دهد. با توجه به پیوند ضعیفی که بین منسوجات و ترکیبات گیاهی ایجاد می‌شود، برای افزایش دوام و ماندگاری خاصیت ضدباکتری و غیره می‌توان از دندانه‌ها و یا مواد کمکی جایگزین استفاده نمود. نتایج تحقیقات نشان داد تاثیر کاربرد ترکیبات طبیعی نظیر آنزیم‌ها، کیتوسان و دندانه‌های غیرفلزی در بهبود دوام و ماندگاری و افزایش ثبات‌های عمومی بهتر از دندانه‌های فلزی است. توسعه علم در صنعت نساجی و طراحی تجهیزات مختلف به روش‌های مختلف می‌توان از گیاهان در منسوجات استفاده کرد، به طوری‌که کیفیت رنگرزی و یا ثبات‌های عمومی قابل قبولی حاصل شود. استفاده از حلال‌ها و روش‌های مختلف برای عصاره گیری و استخراج ترکیبات دارای خاصیت ضدباکتری از گیاه به ساختار گیاه بستگی دارد. افزایش ماندگاری خاصیت آنتی باکتریایی که با استفاده از ترکیبات گیاهی (طبیعی) حاصل می‌شود می‌تواند در توسعه کاربرد این ترکیبات در مقیاس صنعتی موثر باشد. افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی حاصل از صنایع مصنوعی و یا پسماندهای طبیعی صنایع غذایی که نگرانی‌های زیادی را ایجاد کرده است می‌تواند با جایگزینی مواد طبیعی دارای خاصیت ضدباکتری و ضدمیکروبی منجر به کاهش و یا استفاده بهینه از آن‌ها بشود.

[1] Germacrene
[2] Phytol
[3] Sterol
[4] Triterpene
[5] Eucalyptole

۵- مراجع

1. K. El-Nagar, SH. Sanad, AS. Mohamed, A. Ramadan, "Mechanical properties and stability to light exposure for dyed Egyptian cotton fabric with natural and synthetic dyes", Polym. Plast. Technol. Eng. 44, 1269–1279, **2005**.

۲. ر. جعفری، ک. قرنجیگ،"مطالعه مشخصه‌های رنگی الیاف طبیعی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی"، نشریه علمی – ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۸، ۷۴-۶۳، **۱۳۹۷**.

3. D. Jothi, "Extraction of natural dyes from African marigold flowers (Tagetesereectal) for textile coloration", Autex. RES. J. 8, 49, **2008**.

4. C. Bruna, A. Maria, "Azo dyes: characterization and toxicity—a review", TLIST, 2, 85–103. **2013**.

۵. ا. حاجی،"مروری بر روش‌ها و فناوری‌های بهبود جذب و ثبات مواد رنگزای طبیعی بر روی الیاف پنبه"، نشریه علمی - ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۷، ۴۴-۳۳، **۱۳۹۶**.

6. S. Bhuyan, N. Gogoi, B.B. Kalita, "Natural dyes and its Antimicrobial effect", IJETT, 42, 102, **2016**.

7. B. Majhi, K. B. Satapathy, S. Kumar Mishra, A. Mohapatra, "Studies on antimicrobial effect of natural dyes and pigments obtained from the leaf of artocaprusHeterophyllus LAM. and tectona grandis L.F.", Int. J. phytomedicine, 7, **2015**.

8. N. Comlekcioglu; A. M. Aygan Kutlu, Z. K. Yusuf, "Antimicrobial activities of some natural dyes and dyed wool yarn", IJCCE, 16, 137-144, **2017**.

9. G. Qazi, M. Imtiyaz, A. Shoukat, Q. Hina, S. G. Maqbool, A. Shakeel,"Characterization and antimicrobial activity of some natural dye yielding plant species of kashmir valley", J. Ind. Pollut. Control, 15, **2016**

10. K. Saranya Devi, P. Sruthy, J. C. Anjana, J. Rathinamala, S. Jayashree, "Study on antibacterial activity of natural dye from the bark of Araucaria Columnaris and its application in textile cotton fabrics", J. Microbiol. Biotech. Res. 4, 32-35, **2014**.

11. R. P. Senthilkumar, V. Bhuvaneshwari, S. Sathiyavimal1, R. Amsaveni, M. Kalaiselvi, V. Malayaman, "Natural colours from dyeing plants for textiles", Int. J. Biosci. Nanosci. 2, 160-174, **2015**.

12. R. Singh, A. Jain, Sh. Panwar, D. Gupta, S.K. Khare, "Antimicrobial activity of some natural dyes", Dyes Pigm. 66, 99-102, **2005**.

13. N. Salem, K. Msaada, S. Elkahoui, G. Mangano, S. Azaeiz, I. Ben Slimen, S. Kefi, G. Pintore, F. Limam, B. Marzouk, "Evaluation of antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of safflower natural dyes during flowering", Biomed. Res. Int. 10, 76-97, **2014.**

14. S. Safapour, F. Sabzi, "Dyeing and fastness properties of wool dyed with thymus vulgaris L. natural dye", The 6th International

Color & Coating Congress, 10-12 Institute for Color Science and Technology, Tehran, Iran.

15. R. Bairwa, R. S. Sodha, B. S. Rajawat, "Trachyspermumammi", Pharmacogn Rev. 6, , 56–60, **2012**.
16. D. R. Lide, "*Handbook of Chemistry and Physics*", 87 ed. Boca Raton, FL: CRC Press. **1998**.
17. M. A. Numpaque, L. A.Oviedo, H. GilJ, C. M. García, D. L. Durango, "Thymol and carvacrol: biotransformation and antifungal activity against the plant pathogenic fungi Colletotrichum acutatum and Botryodiplodiatheobromae", Trop. Plant Pathol. 36, 3–13 , **2011**.
18. N. B. Shankaracharya, S. Nagalakshmi, J. P. Naik, l. J. M. Rao,"Studies on chemical and technological aspects of Ajowan(Trachyspermumammi) syn (Carumcopticum) seeds", J. Food Sci. Technol. 37, 277-281, **2000**.

۱۹. م. شفقت، ب. شریفی مود، م. متانت، س. سعیدی، ن. سپهری‌راد ،"اثر ضد باکتریال عصاره زنیان"، فصلنامه بیماری‌های عفونی و گرمسیری وابسته به انجمن متخصصین بیماری‌های عفونی ، ۱۹، ۴۰-۳۷، **۱۳۹۳**.

20. G. Singh, S. Maurya, C. Catalan, M. P. De Lampasona, "Chemical constituents, antifungal and antioxidative effects of ajwain essential oil and its acetone extract", J. Agric. Food Chem. 52, 3292-3296, **2004**.
21. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=3314, https://pubchem.ncbi. nlm.nih. gov/compound/3314, accessed Feb. 26, **2019**
22. L. Merr, L. M. Perry, "Syzygiumaromaticum", Germplasm Resources Information Network (GRIN). Agricultural Research Service (ARS), United States Department of Agriculture (USDA), Retrieved June 9, **2011**.
23. S. MohamadiNejad, H. Özgunes, N. Basara, "Pharmacological and Toxicological Properties of Eugenol", Turk. J. Pharm. Sci. .14, 201-206, **2017**.
24. G. P. Kamatou, I. Vermaak, A. M. Viljoen, "Eugenol—from the remote maluku Islands to the international market place: a review of a remarkable and versatile molecule", Molecules. 17, 6953-6981, **2017**.
25. Q. P. Peniston, E. L. Johnson, "Process for the manufacture of chitosan", U.S. Patent No. 4195175A, 4,195,175, **1980**.
26. A. A. Ummu Habeeba, C. R. Reshmi, A. Sujith, "Chitosan immobilized cotton fibres for antibacterial textile materials", Polym. Renewable Resour. 8, 61-70, **2017**
27. M. Lis-Balchin, "*Lavender: The genus Lavandula*", Taylor and Francis, **2002**.
28. Z. Saadati Asil, http://medicinalplant.mihanblog.com/post/13, **1390**.
29. G. A. Burdock, "*Encyclopedia of Food and Color Additives*", CRC Press, **1997.**
30. "Linalool", PubChem, US national library of medicine, https://pubchem. ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool, **2017.**
31. UR. Juergens, U. Dethlefsen, G. Steinkamp, A. Gillissen, R. Repges, H. Vetter, "Anti-inflammatory activity of 1.8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma: a double-blind placebo-controlled trial", Respir Med. 97, 250-2566, **2003**.
32. M. Omidsalar, "*Esfand: a common weed found in Persia, Central Asia, and the adjacent areas*", Encyclopedia Iranica, Vol. VIII, Fasc. 6, **2012**.
33. E. J. Massaro, "*Handbook of neurotoxicology*", Totowa, NJ, Humana Press. 237, **2002**.
34. N. Kunal, Sh. Sahil, O. Ritu, D. Kanaya Lal, "Vasicine and structurally related quinazolines". Med. Chem. Res. 22, 1–15, **2012**.
35. N. Arshad, K. Zitterl-Eglseer, S. Hasnain, M. Hess, "Effect of Peganum harmala or its beta-carboline alkaloids on certain antibiotic resistant strains of bacteria and protozoa from poultry", Phytother Res. 22, 1533–8, **2008**.
36. M. Moloudizargari, P. Mikaili, Sh. Aghajanshakeri, M. H. Asghari, J. Shayegh, "Pharmacological and therapeutic effects of Peganum harmala and its main alkaloids", Pharmacogn Rev. 7, 199–212, **2013**.
37. J. Asgarpanah, F. Ramezanloo, "Chemistry pharmacology and medicinal properties of Peganum harmala L.", Afr. J. Pharm. Pharmacol, 6, 1573-1580, **2012**.
38. M. J. Abad, L. M. Bedoya, L. Apaza, P. Bermejo, "The artemisia L genus: a review of bioactive essential oils", Molecules. 17, 2542-2566, **2012**.
39. A. J. Foster, E. Hall Dawn,"Identification of genes in Thujaplicata Foliar Terpenoid defenses", plant physiol. 161, 1993–2004, **2013**.
40. B. P. Pimple, A. N Patel, P. V. Kadam, M. J. Patil, "Microscopic evaluation and physicochemical analysis of Origanummajorana Linn leaves", Asian Pac. J. Trop. Dis. 2, 897-903. **2012**.
41. Y. Yoshifumi, Y. Yoko, "A practical synthesis of d-α-Terpineol via markovnikov addition of d-Limonene using trifluoroacetic acid", Org. Process Res. Dev. 10, 1231–1232, **2006**.
42. E. Va´gi, B. Sima´ndi, A´. Suhajda, E´. He´thelyi, "Essential oil composition and antimicrobial activity of Origanummajorana L. extracts obtained with ethyl alcohol and supercritical carbon dioxide", Food Res. Int. 38, 51–57, **2005**.
43. J. Sedlalíková, M. DoleDalová, P. Egner, J. PavlaIková, J. KrejIí, O. Rudolf, P. Peer, "Effect of oregano and marjoram essential oils on the physical and antimicrobial properties of chitosan based systems", Int. J. Polym. Sci. Doi: 10.1155/2017/2593863, 1-12, **2017**.
44. A. M. Adio, "Germacrenes A–E and related compounds: thermal, photochemical and acid induced transannular cyclizations". Tetrahedron, 65, 1533–1552, **2009**.
45. D. M. Van Den Brink, R. J. A. Wanders, "Phytanic acid: Production from phytol, its breakdown and role in human disease". Cell. Mol. Life Sci. 63, 1752-1765, **2006**.

۴۶. ر. محمودی، ع. احسانی، پ. زارع، "ویژگی‌های ترکیبات شیمیایی، ضدباکتریایی و آنتی اکسیدانی اسانس زیره سبز"، نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، ۲۲، ۳۲۱-۳۱۱، **۱۳۹۳**.

47. B. Chengalah, K. RAO, K. Kumar, M. Alagusundram, C. Chetty, "Medicinal importance of natural dyes a review", Int. J. of Pharm. Tech. Research, 2, 144-154, **2010**.
48. B. Simoncic, B.Tomsic,"Structures of novel antimicrobial agents for textiles –a review", Textile Res. J. 80, 1721-1737, **2010**.
49. I. Belhaj Khalifa, N. Ladhari, "Eco-friendly finishes for textile fabrics", Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration, **2018**.
50. M. Meyers,"*Oregano and Marjoram: An Herb Society of America Guide to the Genus Origanum*", The Herb Society of America, **2005**.
51. S. Waheed, A. Alam, "Studies of some natural dyes", J. Chem. Soc. Pak. 26, 255-263, **2004**.
52. A. Çalı, G. YuvalıÇelik, H. Katırcıogl, "Antimicrobial effect of natural dyes on some pathogenic bacteria", Afr. J. Biotechnol. 8, 291-293, **2009**.
53. M. Yusuf, A. Ahmad, M. Shahid, I. M. Khan, Sh. Ahmad Khan, N. Manzoor, F. Mohammad, "Assessment of colorimetric, antibacterial and antifungal properties of woolen yarn dyed with the extract of the leaves of henna (Lawsoniainermis)", J. Clean Prod. 27, 42-50, **2012**.
54. S. Ahmad Khan, A. Ahmad, M. Ibrahim Khan, M. Yusuf, M. Shahid, N. Manzoor, F. Mohammada,"Antimicrobial activity of

wool yarn dyed with Rheum emodi L. (Indian Rhubarb)", Dyes Pigm. 95, 206-214, **2012**.
55. A. K. Prusty, T. Das, A. Nayak, N. B. Das, "Colourimetric analysis and antimicrobial study of natural dyes and dyed silk", J. Clean Prod. 18, 1750-1756, **2010**.
56. S. Mahesh, A. H. Manjunatha Reddy, G. Vijaya Kumar,"Studies on Antimicrobial textile finish using certain plant natural products", International Conference on Advances in Biotechnology and Pharmaceutical Sciences (ICABPS'2011) Bangkok, **2011.**
57. L. X. Xi, D. C. Qin, "The antibacterial performance of natural bamboo fiber and its influencing factors", Proceedings of the 55th International Convention of Society of Wood Science and Technology, Beijing, China, 1-8, **2012**.
58. F. Alihosseini, K. S. Ju, J. Lango, D. Hammock Bruce, G. Sun, "Antibacterial Colorants: Characterization of prodiginines and their applications on textile materials", Biotechnol. Prog. 24, 742-747, **2008**.
59. F. ShahmoradiGhaneh, M. Mortazavi Sayed, F. Alihosseini, A. Fassihi, A. Shams Nateri, D. Abedi, "Assessment of antibacterial activity of wool fabrics dyed with natural Dyes", J. Clean Prod. 72, 139-145, **2014**.
60. J. Sirvaityte, J. Siugzdaite, V. Valeika, "Application of commercial essential oils of eucalyptus and lavender as natural preservative for leather tanning industry", Rev. Chim. (Bucharest), 62, 884-893, **2011**.
61. M. Ibrahim Khan, A. Ahmadb, Sh. Ahmad Khan, M. Yusuf, M. Shahid, N. Manzoor, F. Mohammad,"Assessment of antimicrobial activity of Catechu and its dyed substrate", J. Clean Prod. 19, 1385-1394, **2011**.
62. E. K. Hwang, Y. H. Lee, H. D. Kim, "Dyeing and deodorizing properties of cotton, silk, and wool fabrics dyed with various natural colorants", J. Korean Society Dyers Finishers, 19, 12-20, **2007**.
63. D. Gupta, S. K. Khare, A. Laha,"Antimicrobial properties of natural dyes against Gram-negative bacteria", Color Technol. 120, 167–171**, 2004**.
64. M. Mirjalili, M. Abbasipour, "Comparison between antibacterial activity of some natural dyes and silver nanoparticles", J. Nanostruct. Chem. 37, 1-3, **2013**.
65. A. FarahatSahab, A. Waly, M. Marie, W. R. Elzoeerey, R. Abo Elela, "Studies on the antifungal activity of natural dyes and their application on textile materials", Der. Pharmacia Lettre.8, 66-72, **2016**.
66. R. Rajendran, C. Balakumar, J. Kalaivani, R. Sivakumar, "Dyeability and antimicrobial properties of cotton fabrics finished with punicagranatum extracts", J. Text. Apparel. 7, 1-12, **2011**.
67. A. Pal, Y. C. Tripathi, R. Kumar, L.Upadhyay, "Antibacterial efficacy of natural dye from melia composite leaves and its application in sanitized and protective textiles", J. Pharm. Res. 10, 154-159, **2016**.
68. M. Mirjalili, L. Karimi, "Extraction and characterization of natural dye from green walnut shells and Its use in dyeing polyamide: focus on antibacterial properties", J. Chem. 9, Doi: 10.1155 /2013/375352, **2013**.
69. H. Şapci, F.Yilmaz, C. Vural, M. Bahtiyariy, H.Benli, "Antimicrobial and antifungal activity of fabrics dyed with viburnum opulus and onion Skins", Int. J. Sec. Metabolite, 4, 280-284, **2017**.
70. N. F. Ali, R. S. R. El Mohamedy, "Antimicrobial activity of some natural dyes extract from different plants against some human pathogens", IJSRM, 8, 268-379, **2018**.
71. A. Haji, "Antibacterial dyeing of wool with natural cationic dye using metal mordants", Materials Sci. (Medziagotyra), 18, 267-270, **2012**.
72. P. Anita, Y. C. Tripathi, R. Kumar, L. Upadhyay, "Antibacterial efficacy of natural dye from melia composita leaves and its application in sanitized and Protective textiles", J. Pharm. Res. 10,154-159, **2016**
73. Y. H. Lee, E. K Hwang, H. D. Kim, "Colorimetric assay and antibacterial activity of cotton, silk and wool fabrics dyed with peony, pomegranate, Clove, Coptischinenis and Gallnut Extracts", Materials. 2, 10-21, **2009**.
74. M. Teli, J. Sheikh, P. Shastrakar,"Eco-friendly antibacterial printing of wool using natural dyes", J. Textile Sci. Eng. 4, 1-5, **2014**.
75. Z.Ahmadi, A. Sanati Irani, "Application of natural dye in green printing for baby cloth", 14th ATC, Hong Kong, **2017.**
76. E. M. El-Khatib, R. S. R. El-Mohamedy, "The antimicrobial activity of pretreated silk fabrics dyed with natural dye", IJCMAS, 4, 1166-1173, **2015**.
77. A. S. Ranganath, A. K.mSarkar, "Evaluation of Durability to laundering of triclosan and chitosan on a textile substrate", Hindawi Publishing Corporation, J. Textiles, 22, 1-5, 2014.
78. A. Varesano, C. Vineis, A. Aluigi, F. Rombaldoni, "*Antimicrobial polymers for textile products, Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*", A. Méndez-Vilas, Vol. 1, Formatex Research Center, 99-110, 2011.
79. P. Aberoomand Azar, Z. Mottaghianpuor, A. Sharifan, K. Larijani, "Studies on the effect of extraction method on chemical composition and antimicrobial activity of carumcopticum essential oil", Food Tech. Nutr. 7, 10-18**, 2010**.
80. M. P. Sathianarayanan, B. M. Chaudhari, N. V. Bhat,"Development of durable antibacterial agent from ban-ajwain seed (Thymus serpyllum) for cotton fabric", Indian J. Fibre Text. 36, 234-241, **2011**.
81. M. Joshi, S. Wazed Ali, R. Purwar,"Ecofriendly antimicrobial finishing of textiles using bioactive agents based on natural products", Indian J. Fibre Text. 34, 295-304, **2009**.
82. S. Safapour, M. Sadeghi-Kiakhani, S. Eshaghloo-Galugahi, Dyeing, "Extraction and antibacterial properties of crataegus Elbursensis fruit natural dye on wool yarn", Fiber Polym. 19, 1428–1434, **2018**.
83. N. Rungruangkitkrai, R. Mongkholrattanasit, "Eco-Friendly of textiles dyeing and printing with natural Dyes", RMUTP International Conference: Textiles & Fashion, **2012**.
84. M. B. Kasiri, S. Safapour, "Natural dyes and antimicrobials for green treatment of textiles", Environ. Chem. Lett. 12, 1–13, **2014**.
85. Y. Ji, L. Hao, L. Yan jun, "Extraction of asiatic wormwood dye and its dyeing processes to wool fabric", Basic Sci. J. Text. 24, 1-14, **2011**.
86. A. S. M. Raja, G. Thilagavathi, "Influence of enzyme and mordant treatments on the antimicrobial efficacy of natural dyes on wool materials", Asian J. Text. 1, 138-144, 2011
87. M. Kamel, H. Helmy, H. Meshaly, A. Abou Okeil, "Antibacterial activity of cationised cotton dyed with some natural dyes", J. Textile Sci. Eng. DOI: 10.4172/2165-8064.1000180, 5**, 2015**.
88. M. OktavBulut, E. Akar, "Ecological dyeing with some plant pulps on woolen yarn and cationized cotton fabric", J Clean Prod. 32, 1-9, **2012.**
89. M. Joshi, A. S. Wazed, R. Purwar,"Ecofriendly antimicrobial finishing of textiles using bioactive agents based on natural products", Indian J. Fibre Text. 34, 295-304, **2009**.
90. M. P. Sathianarayanan, N. V. Bhat, S. S. Kokate, V. E. Walunj,"Antibacterial finish for cotton fabric from herbal Products", Indian J. Fibre Text. 35, 50-58, **2010**.
91. M. Shahid, F. Mohammad,"Perspectives for natural product-based agents derived from industrial plants in textile applications-A review", J. Clean Prod. 57, 2-18, **2013**.