

## بررسی اثربخشی عصاره‌های الکلی گیاه *Centaurea cyanus* بر فرم منفرد و بیوفیلمی شش باکتری پاتوژن

زینب محسنی پور<sup>۱</sup>، مهدی حسن‌شاهیان<sup>۲\*</sup>

۱- کارشناس ارشد میکروبیولوژی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

۲- استادیار گروه میکروبیولوژی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳۰

### چکیده

مقدمه: امروزه گسترش سویه‌های میکروبی مقاوم به دارو موجب شده تا مقابله با بیماری‌های عفونی دشوارتر گردد. از دلایل مهم بروز مقاومت‌های دارویی، جایگیری میکروارگانیزم‌ها در ساختاری به نام بیوفیلیم است. بیوفیلیم‌ها از تجمع میکروارگانیزم‌ها بر سطوح مختلف ایجاد می‌شوند. از این جهت دستیابی به ترکیبات ضد میکروبی نوین در مقابله با این ساختارها ضروری است. در این مطالعه تحقیقاتی خواص ضد میکروبی گیاه *Centaurea cyanus* بر فرم منفرد و بیوفیلمی شش باکتری پاتوژن (استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سرئوس، استرپتوکوکوس پنومونیه، پسودوموناس آئروژینوزا، اشرشیاکلی و کلیسیلا پنومونیه) بررسی گردید. روش بررسی: اثربخشی عصاره‌های اتانولی و متانولی *C. cyanus* بر فرم منفرد با آزمون انتشار دیسک تعیین و مقادیر MIC و MBC به روش ماکروبراث دایلووشن به دست آمد. اثرات ضد بیوفیلمی عصاره‌های *C. cyanus* نیز با روش میکروتیتر پلیت بررسی گردید.

نتایج: در این بررسی قابلیت عصاره‌های گیاه گل‌گندم در مهار فرم منفرد و بیوفیلمی باکتری‌های انتخابی تأیید و مشخص گردید که نوع اتانولی عصاره در مهار فرم منفرد کارآمدتر است. اثر مهاری عصاره‌ها بر ساختارهای بیوفیلمی هر باکتری به نوع حلال و غلظت عصاره وابسته بوده و بیشترین اثر مهاری بر پدیده تشکیل بیوفیلیم باکتری‌های اشرشیاکلی (۰/۸۴/۲۶) و استرپتوکوکوس پنومونیه (۰/۸۳/۱۴) مشاهده گردید. در تیمار با عصاره‌های *C. cyanus*، استرپتوکوکوس پنومونیه (۰/۷۵/۶۶) بیشترین تخریب ساختارهای بیوفیلمی را نشان داده و بیشترین کاهش در فعالیت متابولیکی بیوفیلیم‌ها در در استافیلوکوکوس ارئوس (۰/۷۱/۸۵) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های حاصل قابلیت بالای عصاره‌های *C. cyanus* در مقابله با میکروارگانیزم‌های انتخابی تأیید و این عصاره‌ها به عنوان گزینه مناسبی در مقابله با سویه‌های مذکور پیشنهاد گردیدند.

واژه‌های کلیدی: بیوفیلیم، *Centaureacyanus*، باکتری پاتوژن، اثر ضد میکروبی

## مقدمه

امروزه بهره‌گیری گسترده از مشتقات گیاهی در حوزه درمان، موید قابلیت بالای ترکیبات مذکور در مقابله با بیماری‌های مختلف است. گیاهان توانایی بی‌مانندی در سنتز ترکیبات آروماتیک دارند که از مهمترین این ترکیبات می‌توان به فنل‌ها، پلی‌فنل‌ها، کوئینون‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها و تریپنوئیدها اشاره نمود که طی پژوهش‌های متعدد خواص درمانی بسیاری برای این مشتقات ذکر گردیده است (۱). بسیاری از مطالعات مذکور بر خواص ضد میکروبی گیاهان دارویی و به منظور دستیابی به ترکیبات مهارکننده میکروارگانیسم‌ها انجام شده است. سابقه مصرف طولانی مدت گیاهان در طب سنتی، ماهیت طبیعی، دسترسی ساده و کم هزینه، عدم بروز مشکلات زیست محیطی و مقبولیت عام بهره‌گیری از گیاهان دارویی از جمله مزایایی هستند که این ترکیبات زیستی را به گزینه‌های بسیار مناسبی در مطالعات انجام شده به منظور مهار سویه‌های میکروبی مطرح کرده است (۲).

با توجه به ظهور و گسترش روز افزون مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی در میان میکروارگانیسم‌های پاتوژن و دشواری درمان بیماری‌های عفونی سویه‌های مقاوم، ضرورت دستیابی به ترکیبات ضد میکروبی جدید تبیین می‌گردد (۳). مقاومت دارویی در میکروارگانیسم‌ها به دلایل مختلف بروز می‌کند که یکی از مهمترین آنها فرارگیری سلول‌های میکروبی در ساختاری به نام بیوفیلیم است. یک بیوفیلیم ساختار سه بعدی و پیچیده‌ای از سلول‌های میکروبی سازمان یافته در ماتریکسی از پلیمرهای خارج سلولی است که بر سطوح مختلف تشکیل می‌شود (۴). ماتریکس یک بیوفیلیم موجب نفوذ آرام و ناکافی ترکیبات ضد میکروبی شده و گرادیان‌های غلظتی موجود در نقاط مختلف آن قادر به خنثی‌سازی برخی ترکیبات راه یافته به درون بیوفیلیم می‌گردد. از طرف دیگر بیان برخی ژن‌های مرتبط با مقاومت‌های دارویی در بیوفیلیم افزایش یافته و همچنین کاهش فعالیت متابولیسی سلول‌های میکروبی در بیوفیلیم خود از عملکرد مناسب ماده ضد میکروبی بر این

میکروارگانیسم‌ها می‌کاهد (۵،۶). از آنجا که تشکیل بیوفیلیم‌های میکروبی بر سطوح مختلف تجهیزات صنعتی و پزشکی موجب بروز مشکلات بسیاری شده، دستیابی به راه‌های نوین مقابله با ساختارهای بیوفیلیمی ضروری است (۷).

گیاه گل‌گندم با نام علمی *Centaurea cyanus* متعلق به خانواده Asteraceae می‌باشد که اغلب در مزارع گندم و غلات می‌روید و وجه تسمیه آن نیز به همین دلیل است. این گیاه بومی آسیا و اروپا بوده و در ایران نیز در اغلب نقاط کشور مشاهده می‌شود. گیاه گل‌گندم دارای موسیلاژ، مواد مومی، تانن، آنتوسیانین، فلاونوئید، مشتقات مختلف فنلی، پتاسیم، منگنز، اسیدسفریک و سنتورین بوده و حضور همین مواد موجب شده تا تمامی قسمت‌های این گیاه اثر دارویی داشته باشند. گل‌گندم تقویت‌کننده، تصفیه‌کننده خون، تب‌بر و مسهل بوده و در طب سنتی از آن برای رفع التهابات پلک، شست و شوی چشم، درمان یبوست، سرماخوردگی و یرقان استفاده می‌شود (۸،۹). در مطالعات بسیاری اثر ضد میکروبی گونه‌های مختلف گیاه گل‌گندم بر میکروارگانیسم‌های پاتوژن تأیید شده است. برای مثال مشخص شده عصاره گیاه *C. cariensis* قادر است باکتری‌های استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سرئوس و اشرشیاکلی را به طرز قابل توجهی مهار کند (۱۰). در مطالعه دیگری نیز اثر مهاری *C. austro-anatolica* بر سویه‌های مقاوم به دارو استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سوبتیلیس و کاندیدا ترئوپیکالیس تأیید شده است. در این مطالعه بیشترین ترکیبات موجود در عصاره‌های کلروفومی گیاه مذکور کاربوفیلین اکساید (caryophyllene oxide)، اسپاتولنول (spathulenol)، n-تریکوزانول (n-tricosanol) و ژرانیل ایزووالرات (geranylisovalerate) شناسایی شده است (۱۱). در بررسی دیگری که به منظور شناسایی ترکیبات مؤثره عصاره‌های دی‌اتیل اتری گونه *C. cyanus* انجام گردیده است، مشخص شده که اغلب ترکیبات از نوع نورایزوپرنوئید می‌باشند. از جمله این ترکیبات می‌توان به ۳-اکسو-رترو-آلفا اینول (3-oxo-retro- $\alpha$ -ionol)، متیل سرینژات (methylsyringate) و ۳-هیدروکسی-۴ فنیل بوتان-۲-وان

(3-hydroxy-4-phenylbutan-2-one) اشاره نمود (۱۲).

بررسی‌های انجام شده بر خواص ضد میکروبی گیاه گل‌گندم بیشتر با تکیه بر فرم منفرد میکروارگانیسم‌ها بوده و توجه کمتری به ساختارهای بیوفیلمی شده است. از این جهت در این پژوهش علاوه بر بررسی قابلیت عصاره‌های الکلی *C. cyanus* در مهار فرم منفرد شش باکتری پاتوژن انتخابی، برای نخستین بار قابلیت عصاره‌های مذکور در مهار پدیده تشکیل بیوفیلم، تخریب ساختارهای بیوفیلمی و مهار فعالیت آنزیم دهیدروژناز سلول‌های موجود در این ساختارها مورد مطالعه قرار گرفت. میکروارگانیسم‌های مورد بررسی در این پژوهش شامل سه باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سرئوس و استرپتوکوکوس پنومونیه و سه باکتری گرم منفی پseudomonas آئروژینوزا، اشرشیاکلی و کلبسیلا پنومونیه هستند. تمامی باکتری‌های نامبرده از پاتوژن‌های مهم انسانی محسوب می‌شوند که در دهه‌های اخیر با کسب مقاومت‌های دارویی مشکلات بسیاری را ایجاد نموده‌اند.

### روش بررسی

در این مطالعه که یک بررسی تحقیقاتی همراه با کار آزمایشگاهی می‌باشد، گیاه گل‌گندم از مراتع طبیعی رشد خود و از حومه شهر کرمان جمع‌آوری شده و در هرباریوم دانشکده علوم دانشگاه شهید باهنر از نظر علمی شناسایی گردید. ساقه، برگ و گل‌های گیاه به مدت ۲ هفته در سایه خشک و سپس به کمک آسیاب برقی و الک تا حد ممکن پودر شدند. به منظور تهیه عصاره‌های الکلی مقدار ۵۰ گرم از پودر *C. cyanus* به ترتیب به ارلن‌های حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد و ۵۰۰ میلی‌لیتر متانول ۹۶ درصد وارد و درب ارلن‌ها با ورقه آلومینیومی کاملاً بسته شد. جهت بهبود فرآیند عصاره‌گیری ارلن‌ها به دستگاه شیکر با سرعت ۱۸۰ دور در دقیقه و دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۲۴ ساعت منتقل شدند. سپس محتویات هر ارلن برای حذف قطعات اضافی، از کاغذ صافی عبور داده شده و محلول حاصل جهت تبخیر حلال به دستگاه روتاری انتقال یافت. پس از این ماده حاصله در آن ۴۰ درجه سانتی‌گراد به پودر خشک عصاره تبدیل و مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم

از آن در حجم مناسبی از دی متیل سولفوکساید (حدود ۳۰۰ میکرولیتر) حل و با عبور از فیلتر میلی‌پور استریل گردید. سپس این محلول با افزودن آب مقطر استریل به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده شده و به عنوان محلول ذخیره عصاره (۱۰۰ mg/ml) تا زمان مصرف در ظروف شیشه‌ای استریل و تیره در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۱۳).

ارزیابی قابلیت مهار عصاره‌های *C. cyanus* بر باکتری‌های گرم مثبت استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سرئوس و استرپتوکوکوس پنومونیه و همچنین باکتری‌های گرم منفی پseudomonas آئروژینوزا، اشرشیاکلی و کلبسیلا پنومونیه انجام شد. استافیلوکوکوس ارئوس، اشرشیاکلی و کلبسیلا پنومونیه سویه‌های جداسازی شده از بیماران بوده و از آزمایشگاه میکروبی‌شناسی دانشگاه علوم پزشکی کرمان تهیه شدند. باسیلوس سرئوس سویه جداسازی شده از دام بود و از دانشکده دامپزشکی دانشگاه باهنر تهیه گردید. پseudomonas آئروژینوزا نیز سویه جداسازی شده از خاک بود و از دانشکده علوم دانشگاه باهنر تهیه شد. کشت مرجع میکروارگانیسم‌های مذکور در یخچال نگهداری شده و هر ماه در نوترینت آگار تجدید کشت گردید. در مورد استرپتوکوک پنومونیه از محیط بلاد آگار استفاده شد.

خواص ضد میکروبی گیاه *C. cyanus* بر فرم منفرد میکروارگانیسم‌های مورد بررسی به کمک آزمون انتشار دیسک سنجیده شد. از آنجا که اغلب عصاره‌های گیاهی در غلظت‌های بالا (به ویژه در آزمون انتشار دیسک) اثر مهار خود را نشان می‌دهند و از آنجا که جذب دیسک‌های بلانک کم بوده و انتشار عصاره از آنها نیز در بسیاری از موارد محدود است و با توجه به غلظت‌های انتخابی پژوهش‌های مشابه که بر گونه‌های مختلف گیاه گل‌گندم انجام شده بود؛ برای آغشته نمودن دیسک‌های بلانک به عصاره از غلظت ۱۰۰ mg/ml استفاده گردید.

در ابتدا ۵ عدد دیسک بلانک استریل به مدت دو ساعت در محلول ذخیره عصاره (۱۰۰ mg/ml) وارد و سپس به منظور حذف حلال اضافی، دیسک‌ها در شرایط آسپتیک به پلیت استریل منتقل و در آن ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند (۱۴). در این بررسی دیسک آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل (۳۰ μg/disc)

منفی حاوی سوسپانسیون میکروبی و آب مقطر استریل و نهایتاً لوله‌های شاهد عصاره حاوی غلظت مورد نظر از عصاره و محیط نوترینت برآث بودند. در نهایت لوله‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت انکوبه شده و با مقایسه کدورت ایجاد شده در لوله‌های آزمون با کدورت کنترل منفی و شاهد عصاره، کمترین غلظتی که رشد باکتری در آن مهار شده بود به عنوان MIC انتخاب گردید.

برای محاسبه حداقل غلظت کشندگی (Minimum Bactericidal Concentration, MBC) عصاره‌های گیاه گل‌گندم از لوله‌های آزمون MIC، در محیط مولر هینتون آگار فاقد عصاره گیاهی کشت انجام و کمترین غلظتی که باکتری در آن رشد نکرد به عنوان MBC انتخاب شد.

قابلیت عصاره‌های *C. cyanus* در مهار پدیده تشکیل بیوفیلم باکتری‌های انتخابی با روش میکروتیتر پلیت سنجیده شد. در ابتدا یک کشت ۱۸ ساعته از محیط مرجع هر باکتری در محیط تریپتیکاز سوی برآث (TSB: Tryptic Soy Broth) تهیه و تا رسیدن به کدورتی معادل ۱ مک فارلند رقیق گردید. در این آزمون اثر مهاری سه غلظت ۵-۲۰ mg/ml از عصاره‌های *C. Cyanus* که به روش رقیق‌سازی متوالی و با افزودن TSB استریل به محلول ذخیره عصاره تهیه شده بودند، مورد بررسی قرار گرفت. نخست به چاهک‌های آزمون میکروپلیت ۹۶ خانه، مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از هر غلظت عصاره در شرایط آسپتیک وارد و سپس به هر چاهک ۱۰۰ میکرولیتر سوسپانسیون باکتریایی افزوده شد. در نهایت میکروپلیت به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، بدون حرکت انکوبه گردید. در این آزمون چاهک کنترل مثبت، کنترل منفی و چاهک شاهد عصاره همانند آزمون تعیین MIC در نظر گرفته شدند (۱۷).

اثر مهاری غلظت‌های مختلف عصاره پس از انکوباسیون به کمک رنگ‌آمیزی کریستال ویوله تعیین شد. برای این منظور محتویات هر چاهک به آرامی آسپیره و سپس دو مرتبه با بافر سالین فسفات شسته شد. پس از این ۱۵۰ میکرولیتر متانول به مدت ۱۵ دقیقه جهت تثبیت ساختارهای بیوفیلمی به چاهک‌ها افزوده گردید. بعد از آسپیره‌ی متانول، ۲۰۰ میکرولیتر رنگ

شاهد مثبت آزمایش بوده و دیسک‌های آغشته به اتانول، متانول و دی متیل سولفوکساید به منظور کنترل دیسک‌ها به کار رفتند.

جهت انجام آزمون انتشار دیسک، کشت ۲۴ ساعته از محیط مرجع هر باکتری در محیط نوترینت تهیه و پس از آن هر سوسپانسیون تا رسیدن به کدورتی معادل ۰/۵ مک فارلند (0.5 Mc farland) رقیق گردید. از این سوسپانسیون‌ها به کمک سوآب استریل در محیط مولر هینتون آگار کشت سفره‌ای انجام شده و سپس در شرایط آسپتیک دیسک‌های آغشته به عصاره، حلال و آنتی‌بیوتیک به آرامی و با فواصل منظم بر سطح هر پلیت قرار گرفتند. پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شده و قطر هاله‌های مهاری هر دیسک با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری گردید (۱۵).

حداقل غلظت مهارکننده (Minimum Inhibitory Concentration, MIC) عصاره‌های *C. cyanus* طبق پروتکل (CLSI: The Clinical and Laboratory Standards Institute) و با روش ماکروبرآث دایلوژن تعیین شد (۱۳). در ابتدا ده غلظت به شیوه‌ی رقیق‌سازی متوالی (۱۶) از محلول ذخیره عصاره تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور به ده لوله آزمایش استریل مقدار ۱ میلی‌لیتر محیط نوترینت برآث استریل افزوده و به لوله اول ۱ میلی‌لیتر از محلول ذخیره عصاره وارد شد. محتویات لوله‌ی مذکور به خوبی مخلوط گردید تا غلظت نهایی عصاره در آن برابر ۵۰ mg/ml شود. سپس ۱ میلی‌لیتر از این محلول در شرایط آسپتیک به لوله دوم منتقل و به خوبی مخلوط شد تا غلظت عصاره نصف لوله اول و برابر ۲۵ mg/ml گردد. غلظت‌های سوم تا دهم عصاره نیز به همین ترتیب در لوله‌های بعدی تهیه شد.

پس از این به هر غلظت ۱ میلی‌لیتر از کشت ۲۴ ساعته باکتری در محیط نوترینت برآث که کدورتی معادل ۰/۵ مک‌فارلند داشت، اضافه شد، از این جهت غلظت نهایی محلول‌های عصاره ۲۵ mg/ml-۰/۰۱ در نظر گرفته شد. لوله‌های کنترل مثبت در این آزمون حاوی سوسپانسیون میکروبی و آنتی‌بیوتیک سیپروفلوکساسین (۲ mg/ml)، لوله‌های کنترل

کریستال و یوله ۱ درصد به چاهک‌ها وارد و میکروپلیت به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. رنگ اضافی با جریان آرام آب شیر از چاهک‌ها شسته شده و پلیت در دمای اتاق خشک گردید. جذب نوری هر چاهک پس از افزودن ۱۶۰ میکرولیتر اسید استیک گلاسیال ۳۳ درصد با دستگاه الیزا ریدر در طول موج ۶۳۰ نانومتر معین شد (۱۸). درصد مهار تشکیل پدیده تشکیل بیوفیلم در تیمار با عصاره‌های *C. cyanus* به کمک فرمول زیر محاسبه شد (۱۹):

$$\text{Inhibition percent} = 10 \frac{(C-B)-(T-E)}{(C-B)}$$

در این فرمول C میانگین جذب نوری چاهک‌های کنترل منفی، B میانگین جذب نوری چاهک‌های کنترل محیط، T میانگین جذب نوری چاهک‌های آزمون در غلظت مورد نظر و E میانگین جذب نوری چاهک‌های شاهد عصاره همان غلظت می‌باشد.

جهت تعیین قابلیت عصاره‌های *C. cyanus* در تخریب ساختارهای بیوفیلمی، ابتدا بیوفیلم هر باکتری تشکیل و سپس غلظت‌های انتخابی عصاره (۵-۲۰ mg/ml) بر این ساختارها اثر داده شد. در این آزمون نیز چاهک کنترل مثبت، کنترل منفی و چاهک شاهد عصاره همانند آزمون تعیین MIC در نظر گرفته شدند. به منظور تشکیل بیوفیلم، ۱۰۰ میکرولیتر از کشت ۱۸ ساعته باکتری‌ها در محیط TSB با کدورتی معادل ۱ مک‌فارلند به چاهک‌های آزمون و کنترل منفی میکروپلیت وارد و پس از آن پلیت بدون حرکت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه گردید. در میکروپلیت مذکور به چاهک‌های شاهد محیط کشت و شاهد عصاره این میکروپلیت نیز ۱۰۰ میکرولیتر محیط TSB استریل افزوده شده بود. پس از انکوباسیون، محتویات چاهک‌ها در شرایط آسپتیک آسپیره و چاهک‌ها دو مرتبه با بافر سالین فسفات شسته شدند تا سلول‌های پلانکتونیک موجود در هر چاهک حذف گردد. سپس مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های انتخابی عصاره به چاهک‌های آزمون و شاهد عصاره افزوده و پلیت برای ۲۴

ساعت دیگر در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و بدون حرکت انکوبه گردید (۲۰). پس از انکوباسیون میزان تخریب ساختارهای بیوفیلمی با روش رنگ‌آمیزی کریستال و یوله بررسی و درصد تخریب ساختارهای مذکور به کمک فرمولی که پیش‌تر اشاره شد، محاسبه گردید.

به منظور تعیین قابلیت مهار عصاره‌های گیاه گل‌گندم بر فعالیت آنزیم دهیدروژناز سلول‌های میکروبی جدا شده از ساختار بیوفیلم، ابتدا ساختارهای بیوفیلمی تشکیل و سپس غلظت‌های انتخابی عصاره (۵-۲۰ mg/ml) بر این ساختارها اثر داده شد. به عبارت دیگر این بررسی نشان می‌دهد که چه تعداد از سلول‌های میکروبی که در تیمار با عصاره‌های *C. cyanus* از ساختار بیوفیلم جدا شده‌اند، زنده و دارای فعالیت هستند و چه تعداد در مجاورت عصاره فعالیت خود را از دست داده‌اند. پس از گذشت زمان انکوباسیون مقدار ۵۰ میکرولیتر از رنگ TTC: Triphenyl Tetrazolium Chloride به چاهک‌های میکروپلیت افزوده و سپس پلیت به مدت سه ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه گردید. پس از این مدت جذب نوری چاهک‌ها در طول موج ۴۹۰ نانومتر تعیین شده و درصد مهار فعالیت متابولیکی سلول‌ها نیز به کمک فرمولی که پیش از این اشاره شد، مشخص گردید (۷).

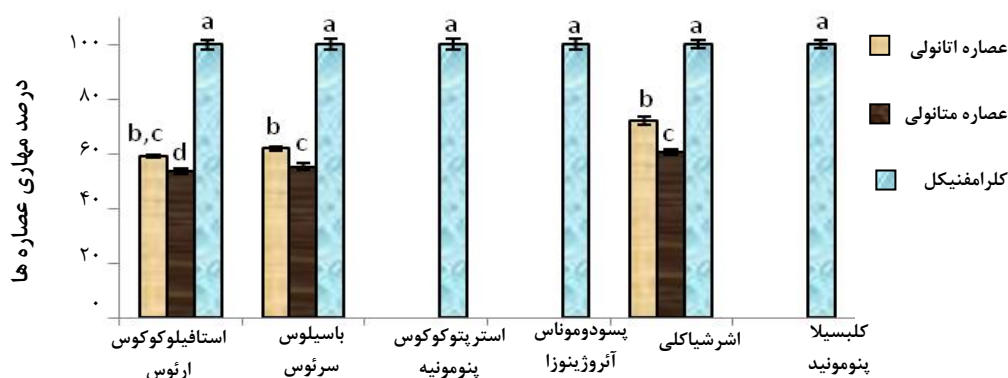
کلیه آزمون‌ها در این پژوهش با سه تکرار انجام شد، اختلاف بین داده‌ها با آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ مقایسه گردید و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. سپس اختلافات حقیقی بین گروه‌ها در آزمون انتشار دیسک به کمک تست Duncan بررسی گردید. در آزمون‌های انجام شده بر ساختارهای بیوفیلمی به علت عوامل متعدد مؤثر در آزمایش و فزونی داده‌ها، از ذکر دسته‌بندی‌های آزمون مذکور صرف نظر شده و اثرات متقابل عوامل مؤثر در هر آزمایش با آزمون LSD بررسی شد.

### نتایج

قطر هاله‌های مهارتی هر یک از عصاره‌های اتانولی و متانولی *C. cyanus* در نمودار ۱ و مقادیر MIC و MBC عصاره‌های مذکور در جدول ۱ آمده است. بر اساس مشاهدات این بررسی

اشرشیاکلی تشکیل شد. در محیط مایع بکار رفته در آزمون MIC عصاره‌های *C. cyanus* در غلظتی (۰/۳۹-۳/۱۲mg/ml) بسیار کمتر از غلظت دیسک‌های تهیه شده، قادر به مهار تمامی باکتری‌های مورد بررسی بودند. در این آزمون بیشترین حساسیت به عصاره‌های گیاه گل‌گندم در باکتری استافیلوکوکوس ارئوس و کمترین حساسیت در باکتری استرپتوکوکوس پنومونیه مشاهده گردید.

قدرت مهاري عصاره‌های اتانولی بر فرم منفرد در سطح معنی‌داری ۵ درصد بیشتر از نوع متانولی آن می‌باشد ( $p < 0/05$ ). در آزمون انتشار دیسک عصاره‌های گیاه گل‌گندم قادر به مهار باکتری‌های استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سرئوس و اشرشیاکلی در سطح معنی‌داری ۱ درصد بوده ( $p < 0/01$ ) و این در حالی است که عصاره‌های مذکور قادر به تشکیل هاله مهاري بر کشت سایر باکتری‌های مورد بررسی نبودند. بزرگترین هاله مهاري در آزمون مذکور بر باکتری‌های



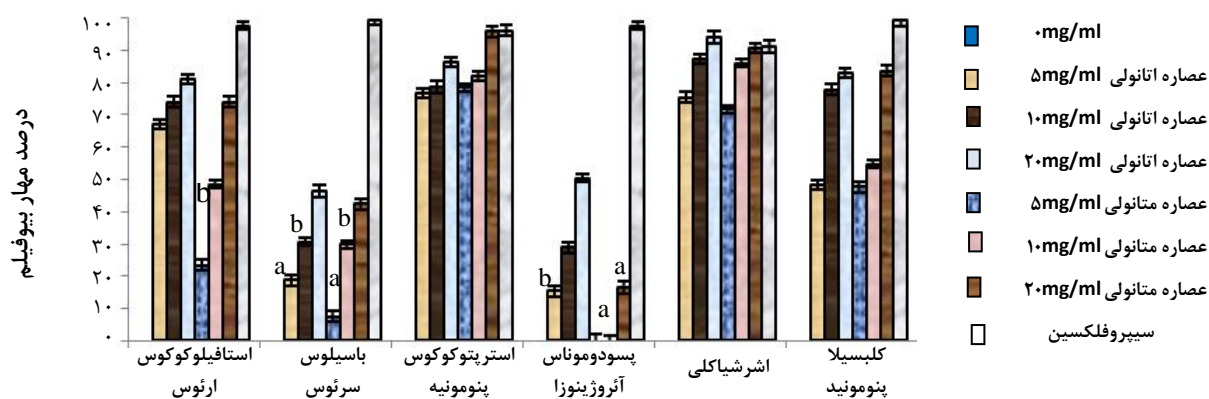
نمودار ۱. مقایسه درصد مهاري عصاره‌های گیاه گل‌گندم و آنتی‌بیوتیک شاهد در آزمون انتشار دیسک. حروف مشابه ... b, c, d, ... بر اساس آزمون Duncan با یکدیگر در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۱: مقادیر MIC و MBC عصاره‌های *C. cyanus* (mg/ml)

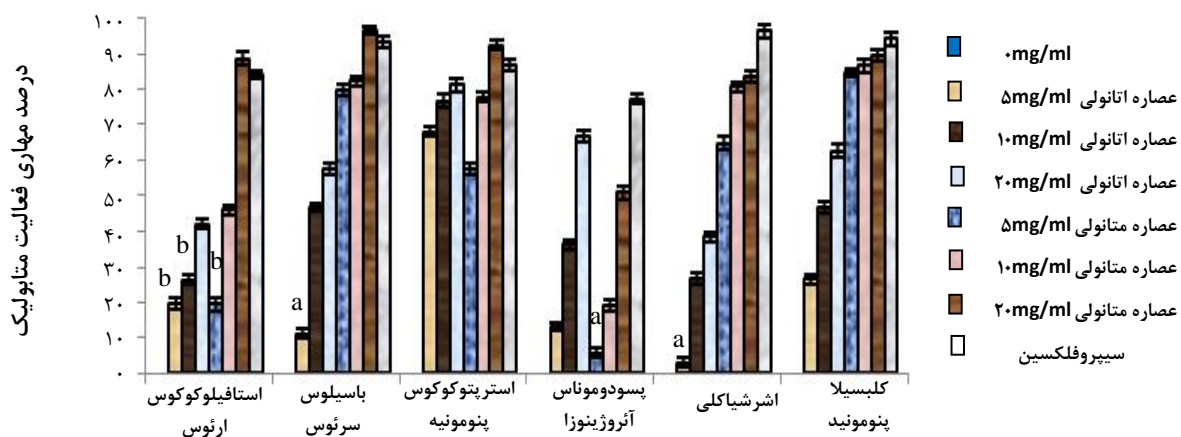
باکتری	MIC عصاره متانولی	MIC عصاره اتانولی	MBC عصاره متانولی	MBC عصاره اتانولی
استافیلوکوکوس ارئوس	۰/۳۹	۰/۳۹	۱/۵۶	۱/۵۶
باسیلوس سرئوس	۰/۷۸	۰/۳۹	۱/۵۶	۰/۷۸
استرپتوکوکوس پنومونیه	۳/۱۲	۱/۵۶	۶/۲۵	۳/۱۲
پسودوموناس آئروژینوزا	۱/۵۶	۰/۷۸	۳/۱۲	۱/۵۶
اشرشیاکلی	۰/۷۸	۰/۳۹	۳/۱۲	۰/۷۸
کلبسیلا پنومونیه	۱/۵۶	۰/۷۸	۶/۲۵	۳/۱۲

سنجش، نوع حلال بکار رفته در عصاره‌گیری و غلظت عصاره وابسته بوده و تأثیر هر یک از این عوامل بر قابلیت مهاري عصاره در سطح ۱ درصد نیز اثر معنی‌دار می‌باشد ( $p < 0/01$ ). همچنین اثرات متقابل هر یک از عوامل مذکور نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار است ( $p < 0/01$ ) (جدول ۲).

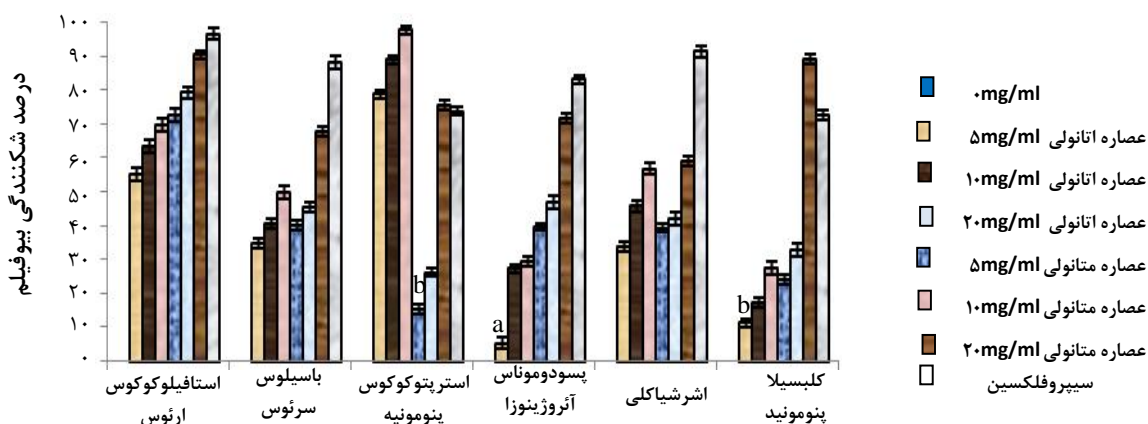
اثر مهاري غلظت‌های انتخابی عصاره‌های *C. cyanus* در مهار پدیده تشکیل بیوفیلم، تخریب ساختارهای بیوفیلمی و مهار فعالیت متابولیکی این ساختارها به ترتیب در نمودارهای ۲، ۳ و ۴ آمده است. بر اساس آزمون آنالیز واریانس داده‌های حاصل از آزمون‌های مذکور، خاصیت مهاري هر عصاره به نوع باکتری مورد



نمودار ۲. مقایسه اثر مهار غلظت‌های متفاوت عصاره‌های الکلی گیاه گل‌گندم بر تشکیل بیوفیلم باکتری‌های انتخابی  
a نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن مهار غلظت مورد و b نشان‌دهنده معنی‌دار غلظت مورد بررسی



نمودار ۳. مقایسه قابلیت غلظت‌های متفاوت عصاره‌های الکلی گیاه گل‌گندم در حذف ساختارهای بیوفیلمی باکتری‌های انتخابی  
a نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن مهار غلظت مورد و b نشان‌دهنده معنی‌دار غلظت مورد بررسی



نمودار ۴. مقایسه اثر غلظت‌های متفاوت عصاره‌های الکلی گیاه گل‌گندم در مهار فعالیت متابولیک بیوفیلم باکتری‌های انتخابی  
a نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن مهار غلظت مورد و b نشان‌دهنده معنی‌دار غلظت مورد بررسی

جدول ۲: تحلیل آماری اثرگذاری پارامترهای مختلف آزمون‌های انجام شده بر ساختارهای بیوفیلمی

منابع تغییر	درجه آزادی (df)	مهار تشکیل بیوفیلیم	تخریب بیوفیلیم	میانگین مربعات (MS)	مهار آنزیم دهیدروژناز
طرح فاکتوریل اصلی	۴۷	**۰/۳۷	**۰/۲۹	**۰/۴۷	**۰/۴۷
باکتری	۵	**۰/۹۸	**۱/۷۸	**۱/۶۳	**۱/۶۳
عصاره	۱	**۰/۱۱	**۰/۰۵	**۰/۴۴	**۰/۴۴
غلظت	۳	**۲/۲۱	**۰/۹۷	**۳/۴۴	**۳/۴۴
باکتری * عصاره	۵	**۰/۰۶	**۰/۰۶	**۰/۲۳	**۰/۲۳
باکتری * غلظت	۱۵	**۰/۳۵	**۰/۱۰۲	**۰/۰۷	**۰/۰۷
عصاره * غلظت	۳	**۰/۰۳	**۰/۰۰۷	**۰/۱۴	**۰/۱۴
باکتری * عصاره * غلظت	۱۵	**۰/۰۱	**۰/۰۱	**۰/۰۴	**۰/۰۴
خطا	۹۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
کل	۱۴۴				

\*\* در سطح ۵ درصد معنی‌دار،  $p < 0.05$

C. cyanus به حد قابل توجه‌ای کاهش یافت که بیشترین کاهش در استافیلوکوکوس ارئوس (۰/۷۱/۸۵) و کمترین کاهش در باکتری‌های کلیسیلا پنومونیه (۰/۳۳/۷۶) و پسودوموناس آئروژینوزا (۰/۳۶/۸۷) را در این آزمون نشان دادند.

#### بحث و نتیجه‌گیری

بروز مقاومت‌های دارویی در میان باکتری‌های پاتوژن موجب شده تا روزانه افراد زیادی در سراسر جهان قربانی بیماری‌های عفونی گردند. مقاومت یک میکروارگانیزم به ترکیبات ضد میکروبی به علل مختلف بروز می‌کند که جایگیری در ساختار یک بیوفیلیم از دلایل مهم آن محسوب می‌شود (۲۱). بیوفیلیم‌ها تجمعاتی از سلول‌های میکروبی در یک ماتریکس خودساخته بوده و بر سطوح مختلف تشکیل می‌شوند. با توجه به مشکلات ناشی از تشکیل بیوفیلیم‌ها بر تجهیزات صنعتی و ابزارهای پزشکی ضرورت دستیابی به شیوه‌های نوین مقابله با ساختارهای مذکور ضروری است (۴،۷). امروزه توجه خاصی به ترکیبات زیستی در مقابله با میکروارگانیزم‌های مختلف به چشم می‌خورد که در این بین گیاهان دارویی جایگاه ویژه‌ای دارند. سابقه‌ی طولانی مصرف گیاهان دارویی در طب سنتی، مقبولیت عام و دسترسی ساده، همه از جمله دلایلی هستند که مشتقات گیاهی را به گزینه‌های بسیار مناسبی در مقابله با

در مهار تشکیل بیوفیلیم‌های باکتری‌های مورد بررسی، اثر مهاری انواع اتانولی عصاره‌های C. cyanus بیشتر از نوع متانولی آن بوده و این در حالی است که عصاره‌های متانولی در تخریب بیوفیلیم‌ها و سرکوب فعالیت متابولیکی ساختارهای مذکور توانمندتر از عصاره‌های اتانولی بودند. البته لازم به ذکر است که عصاره‌های اتانولی در تخریب بیوفیلیم‌های پسودوموناس آئروژینوزا و سرکوب فعالیت متابولیک سلول‌های بیوفیلیم استرپتوکوکوس پنومونیه قابلیت بیشتری نسبت به عصاره‌های متانولی داشتند. بر اساس میانگین قابلیت غلظت‌های مختلف عصاره در هر یک از آزمون انجام شده بر ساختارهای بیوفیلیمی، بیشترین مهار پدیده تشکیل بیوفیلیم در باکتری‌های اشرشیاکلی (۰/۸۴/۲۶) و استرپتوکوکوس پنومونیه (۰/۸۳/۱۴) مشاهده شد. با این وجود عصاره متانولی گیاه گل‌گندم تنها در غلظت ۲۰ mg/ml به مهار تشکیل بیوفیلیم پسودوموناس آئروژینوزا بوده و تشکیل بیوفیلیم در این باکتری کمترین حساسیت (۰/۱۸/۵۶) را به عصاره‌های C. cyanus نشان داد.

در تیمار با عصاره‌های گیاه گل‌گندم بیشترین تخریب ساختارهای بیوفیلیمی در استرپتوکوکوس پنومونیه (۰/۷۵/۶۶) و کمترین تخریب در پسودوموناس آئروژینوزا (۰/۳۲/۰۹) مشاهده گردید. فعالیت متابولیکی بیوفیلیم‌ها نیز در تیمار با عصاره‌های

سویه‌های میکروبی مقاوم به دارو تبدیل می‌کنند (۲). از این جهت در پژوهش حاضر خواص ضد میکروبی *C. cyanus* بر باکتری‌های انتخابی معین گردید.

در آزمون انتشار دیسک اگرچه دیسک‌های آغشته به عصاره‌های گیاه گل‌گندم در مقایسه با آنتی‌بیوتیک شاهد اثر مهاری کمتری بر باکتری‌های انتخابی نشان دادند اما قادر به مهار باکتری‌های استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سرئوس و اشرشیاکلی در سطح معنی‌داری ۱ درصد بودند ( $p < 0.01$ ). از آنجا که عصاره‌های مذکور در محیط مایع آزمون MIC در غلظتی بسیار کمتر از غلظت بکار رفته در تهیه دیسک رشد باکتری‌های مورد بررسی را مهار نمودند می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که عصاره‌های *C. cyanus* در محیط مایع بسیار کارآمدتر هستند. از این جهت چنین به نظر می‌رسد که عصاره‌های مذکور همانند بسیاری از عصاره‌های گیاهی دیگر قابلیت انتشاری اندکی در محیط جامد داشته و برای اثرگذاری مطلوب در این محیط به غلظتی بسیار بیشتر از غلظت موثر در محیط مایع نیازمندند.

در سایر پژوهش‌ها نیز خواص ضد میکروبی گونه‌های مختلف گیاه گل‌گندم بر فرم منفرد باکتری‌ها تأیید شده است. برای مثال در مطالعه Stanojković و همکاران مشخص شده که عصاره‌های اتانولی و آبی گونه *C. cyanus* اثر مهاری مناسبی در آزمون انتشار دیسک بر استافیلوکوکوس ارئوس، اشرشیاکلی، باسیلوس سوبتیلیس و پseudوموناس آئروژینوزا نشان دادند. در این بررسی عصاره‌های اتانولی که با روش ماسراسیون به دست آمده بودند کارآمدتر از انواع آبی عصاره بودند که از راه جوشاندن تهیه شدند و با افزایش غلظت، اثر مهاری عصاره نیز افزایش نشان داده است (۲۲). در بررسی Warner و همکاران دیسک‌های تهیه شده از عصاره اتانولی *C. cyanus* به روش ماسراسیون در غلظت ۱۰۰ mg/ml تنها قادر به ایجاد هاله مهاری ضعیفی بر پروتئوس ولگاریس (۷mm) بوده و هاله مهاری بر استافیلوکوکوس ارئوس، اشرشیاکلی، انتروکوکوس فکالیس و پseudوموناس آئروژینوزا نبوده است (۲۳). با توجه به تفاوت‌های موجود در فرآیند عصاره‌گیری در مطالعات ذکر شده و پژوهش

حاضر می‌توان اختلافات مشاهده شده را توجیه نمود. در مطالعات ذکر شده عصاره‌گیری به روش ماسراسیون معمولی بوده و این در حالی است که در پژوهش حاضر پس از ماسراسیون، تغلیظ عصاره هم انجام شده است، طی این بررسی مشخص شد با تغلیظ عصاره، قابلیت مهاری آن به ویژه در آزمون انتشار دیسک افزایش می‌یابد. به علاوه گاهی زیرگونه‌های یک گیاه نیز حاوی ترکیبات نسبتاً متفاوتی بوده و خواص متفاوتی را بروز می‌دهند. چنین تفاوتی در مطالعه بر برخی زیرگونه‌های دیگر گیاه گل‌گندم مشاهده شده است. برای مثال در بررسی Tekeli و همکاران مشخص شده که عصاره‌های متانولی حاصل از بخش‌های مختلف *C. cankiriense* که به روش ماسراسیون تهیه شده‌اند، اثر مهاری مناسبی بر فرم منفرد باکتری‌های استافیلوکوکوس ارئوس، باسیلوس سرئوس، اشرشیاکلی و سالمونلا انترتیدیس داشته و مقادیر MIC عصاره بر باکتری‌های مذکور ۴-۱ mg/ml می‌باشد (۱۰). در مطالعه Cansaran و همکاران که بر روی زیرگونه متفاوتی از همین گونه انجام شد، مشخص گردید که از بین حلال‌های مختلف بکار رفته در عصاره‌گیری این گیاه، اتیل استات و متانول موجب استخراج بیشترین ترکیبات مؤثره شده است و عصاره‌های حاصل از این دو حلال بیشترین اثر ضد میکروبی را نشان می‌دهند. در این بررسی اثر عصاره‌های *C. cankiriense* بر پاتوژن‌هایی نظیر استافیلوکوکوس ارئوس، کلبسیلا پنومونیه، لیستریا مونوسیتوژنز و یرسینیا انتروکولیتیکا تأیید شده و بازه MIC به دست آمده ۲۵۰-۷/۸ μg/ml می‌باشد (۲۴).

قابلیت عصاره‌های گیاه گل‌گندم در مقابله با ساختارهای بیوفیلمی نیز طی این بررسی تأیید شده و مشخص شد که اثر مهاری هر عصاره به غلظت و نوع حلال آن و همچنین نوع باکتری مورد بررسی وابسته است. قابلیت عصاره‌های *C. cyanus* در مهار پدیده تشکیل بیوفیلم باکتری‌های استرپتوکوکوس پنومونیه، اشرشیاکلی و کلبسیلا پنومونیه بیشتر از قدرت تخریبی این ساختارها و یا مهار فعالیت متابولیکی آنها بود. در باکتری‌های استافیلوکوکوس ارئوس و پseudوموناس آئروژینوزا قابلیت عصاره‌های *C. cyanus* در سرکوب فعالیت متابولیکی

داشته اما بر مهار پدیده مذکور در سویه CV12472 کرموباکتریوم ویولاسئوم بی‌اثرند (۲۵). از آنجا که انجام کتوروم سنسینگ نقش بسیار مهمی در تشکیل و گسترش ساختارهای بیوفیلیمی دارد، مهار پدیده مذکور در تیمار با عصاره‌های C. cyanus نشانگر قابلیت مناسب این عصاره‌ها در مهار ساختارهای بیوفیلیمی است که این اثر در پژوهش حاضر نیز تأیید گردید.

لازم به ذکر است که دسترسی به نمونه‌های گیاهی مورد بررسی پژوهش حاضر محدود به فصل و مکان خاص بوده و از این جهت محدودیت‌هایی را در انجام این بررسی موجب گردید. بر اساس نتایج حاصل در این بررسی و سایر مطالعات انجام شده بر گونه‌های مختلف گیاه گل‌گندم، خواص ضد میکروبی مشتقات مختلف این گیاه تأیید شده و این ترکیبات گزینه‌های مناسبی در مهار پاتوژن‌های مختلف می‌باشند. با توجه به اینکه عصاره‌های الکلی C. cyanus در این پژوهش اثر مهاری مناسبی بر فرم منفرد و بیوفیلیمی باکتری‌های انتخابی نشان دادند، مطالعات بیشتر بر خواص ضد بیوفیلیمی این گیاه به خصوص بر سویه‌های استاندارد میکروبی توصیه می‌شود. همچنین با تخلیص ترکیبات مؤثره عصاره‌های C. cyanus و بررسی میزان اثربخشی این عصاره‌ها در حیوانات آزمایشگاهی، می‌توان آنها را در مهار میکروارگانیزم‌های پاتوژن به ویژه در شکل بیوفیلیمی به کار بست.

بیوفیلیم از قدرت مهار تشکیل بیوفیلیم‌ها و همچنین تخریب این ساختارها بیشتر بود. در تیمار باکتری باسیلوس سرئوس عصاره‌های C. cyanus در تخریب ساختارهای بیوفیلیمی توانمندتر از مهار پدیده تشکیل بیوفیلیم و یا سرکوب فعالیت متابولیک آن بودند. از آنجا که مکانیسم‌های متفاوتی در تشکیل و گسترش ساختارهای بیوفیلیمی هر یک از باکتری‌های مورد مطالعه دخیل است، مکانیسم‌های مهاری متفاوتی نیز از عصاره‌های C. cyanus برای هر باکتری انتظار می‌رود. به عنوان مثال عصاره‌های این گیاه ممکن است حاوی ترکیبات مؤثره‌ای باشند که به خوبی ساختارهای بیوفیلیمی تثبیت شده را تخریب نماید اما اثر مهاری ضعیفی بر فرآیند تشکیل بیوفیلیم داشته باشند. با توجه به اینکه ترکیبات مؤثره عصاره‌های الکلی C. cyanus و مکانیسم اثر مهاری آنها بر ساختارهای بیوفیلیمی در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفت، می‌توان با شناسایی عناصر مذکور و با توجه به مولکول‌های کلیدی متفاوت که در فرآیند تشکیل بیوفیلیم باکتری‌های مورد مطالعه دخیل هستند، اختلافات مشاهده شده را تحلیل نمود.

مطالعات انجام شده بر خواص ضد بیوفیلیمی گیاه گل‌گندم بسیار محدود است. برای مثال در بررسی Damte و همکاران مشخص شد که عصاره‌های اتانولی C. cyanus که به روش ماسراسیون به دست آمده‌اند، قابلیت مناسبی در مهار پدیده کتوروم سنسینگ باکتری پسدوموناس آئروژینوزا سویه POA1

## References:

- 1- Cowan MM. *Plant products as antimicrobial agents*. *Clin Microbiol Rev* 1999;12(4): 564-82.
- 2- Das K, Tiwari RKS, Shrivastava DK. *Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agent: Current methods and future trends*. *J Med Plan Res* 2010; 4(2): 104-11.
- 3- Horiuchi K, Shiota S, Hatano T, Yoshida T, Kuroda T, Tsuchiya T. *Antimicrobial activity of oleanolic acid from Salvia officinalis and related compounds on vancomycin-resistant enterococci (VRE)*. *Biol Pharm Bull* 2007; 30(6): 1147-9.
- 4- Thomas JG, Posey SP. *Emergence of oral/dental microbiology*. *Adv Adm Lab* 2009; 18(6): 35-8.

- 5- Hoiby N, Bjarnsholt T, Givskov M, Molin S, Ciofu O. *Antibiotic resistance of bacterial biofilms*. Int J Ant Age 2010; 35(4): 322-32.
- 6- Jefferson KK. *What drives bacteria to produce a biofilm?*. FEMS Mic 2004; 236(2): 163-70.
- 7- Myszka K, Czaczyk K. *Bacterial biofilms on food contact surfaces – a review*. Pol J Food Nut Sci 2011; 61(3): 173-80.
- 8- Ahi EA. *Pharmacological plant biology*. 1st ed. Mashhad: Mashhad University of Medical Sciences; Inc, 2012: 278-413. [Persian]
- 9- Kargioglu M, CenkciS, SerteserA, Konuk M, Vural G. *Traditional uses of wild plants in the middle Aegeanregion of Turkey*. Hum Ecol 2010; 38(3): 429-50.
- 10- Yener T, Gokhan Z, Abdurrahman A, Mehmet S, Emrah T. *Antibacterial activities of extracts from twelve Centaurea Species from Turkey*. Arch Biol Sci 2011; 63(3): 685-90.
- 11- UgurA, Sarac N, Ceylan, Duru ME. *Chemical composition of endemic Centaurea austro-anatolica and studies of its antimicrobial activity against multi-resistant bacteria*. Acta Pharm J 2009; 59(4): 463-72.
- 12- Kuś PM, Jerković I, Tuberoso CI, Marijanović Z, Congiu F. *Cornflower (Centaurea cyanus L.) honey quality parameters: chromatographic fingerprints, chemical biomarkers, antioxidant capacity and others*. Food Chem 2014; 142(1): 12-8.
- 13- Forbes BA, Sahn DF, Weissfeld AS, Trevino EA. *Methods for testing antimicrobial effectiveness*. In: Baron EJ, Peterson LR, Finegold SM, editors. *Bailey and Scott's Diagnostic Microbiology*. 8th ed. St Louis: Mosby Co; 2013.p. 171-94.
- 14- Androw JM. *Standardized disc susceptibility testing method*. J Antimicrob Chem 2001; 25(1): 48-57.
- 15- Bauer AW, Kirby WM, Sherris JC, Truck N. *Antimicrobial susceptibility testing by a standardized single disk method*. America J Clin Pathol 1996; 45(4): 493-6.
- 16- Vanden DA, Vlietinck AJ. *Screening methods for anti bacterial and antiviral agents from higher plants*. In: Dey PM, Harborne JB, editors. *Methods in plant biochemistry: screening medthods for antibacterial and antiviral agents from higher plants*. 5th ed. London: Academic Press; 1991.p. 47-69.
- 17- Cramton SE, Gerke C, Cotz F. *In vitro methods to study biofilm formation*. Meth Enzymol 2001; 336(1): 239-55.
- 18- Jabra-Rizk MA, Meiller TF, James CE, Shirtliff ME. *Effect of farnesol on Staphylococcus aureus biofilm formation and antimicrobial susceptibility*. J Antimicrob Agents 2006; 50(4): 1463-9.
- 19- Mahdavi M, Kasra Kermanshahi R, Jalali M. *The assessment of disinfectants on various bacterial biofilms*. Res J Univ Isf Sci 2006; 31(2): 35-46. [Persian]

- 20- Nostro A, Bisignano G, Cannatelli MA, Crisafi G, Paola Germano M, Alonzo V. *Effects of helichrysum italicum extract on growth and enzymatic activity of Staphylococcus aureus*. Int J Antimicrob Agents 2001; 17(6): 517-20.
- 21- Tekwu EM, Pieme AC, Beng VP. *Investigations of antimicrobial activity of some Cameroonian medicinal plant extracts against bacteria and yeast with gastrointestinal relevance*. J Ethnopharmacol 2012; 142(1): 265-73.
- 22- Stanojković A, Ceković J, Čomić L, Pivić R, Stanojkovic A. *Antibacterial properties of some plants from the family Astraceae growing wild in Serbia*. Med 2005; 27(1): 41-4.
- 23- Warner AL, Hicks M, Bailey MA, Sung Hua M, Troyer TL, Huggins LG. *The Isolation of potent cytotoxic natural products from centaurea cyanus*. West Virginia Wesleyan College, Buckhannon, University of Belize, Belmopan, 2009, Cited [12 Feb 2013] Available from: <http://www.wvwc.edu/academics/dept/biology/pdf/WVINBRECentauraea> 2009.
- 24- Cansaran A, Mercan Dogan N, Öztekin M, Acar G. *Antimicrobial activity of various extracts of centaurea cankiense A. Duran and H. Duman*. Afr J Mic Res 2010; 4(8): 608-12.
- 25- Damte D, Gebru E, Lee SJ, Suh JW, Park SC. *Evaluation of anti-quorum sensing activity of 97 indigenous plant extracts from korea through bioreporter bacterial strains chromobacterium violaceum and Pseudomonas aeruginosa*. J Microb Biochem Technol 2013; 5(2): 42-6.

## *Investigating the Effectiveness of Centaureacyanus Extracts on Planktonic Growth and Biofilm Structures of Six Pathogenic Bacteria*

Mohsenipour Z(MSc)<sup>1</sup>, Hassanshahian M(PhD)<sup>\*2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Biology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

**Received:** 20 Jan 2014

**Accepted:** 14 Aug 2014

### **Abstract**

**Introduction:** Nowadays, the treatments of infectious disease are regarded difficult due to increasing antibiotic resistance among pathogenic bacteria, which the reason may be placing of microorganisms in a structure named biofilm. Biofilms are complex structures consisting of surface-attached bacteria. Therefore, it is essential to find new compounds in order to remove and inhibit biofilms. This study aimed to examine the antibacterial activities of alcoholic extracts of *Centaurea cyanus* on the biofilm structures and planktonic form of six pathogen bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*).

**Methods:** Antimicrobial activities of the alcoholic plant extracts against the planktonic form of bacteria were assessed via using the disc diffusion method. MIC and MBC values were determined by a macrobroth dilution technique and anti-biofilm effects were scrutinized by microtiter plate method.

**Results:** The results of this study confirmed high ability of *C. cyanus* extracts against the biofilm of the tested bacteria as well as their free-living forms. To inhibit bacterial growth, ethanolic extracts proved to be more effective than methanolic extracts. Anti-biofilm effects of plant extracts were associated with the solvent type and extract concentration. *C. cyanus* extracts were reported to be most efficient to inhibit biofilm formation of *E. coli* (84/26%) and *S. pneumoniae* (83/14%). The greatest eradication of biofilm structures were observed on *S. pneumoniae* biofilm (75.66%), and the highest decrease in metabolic activity was reported in *S. aureus* biofilms (71/85%).

**Conclusion:** In this study the high capacity of *C. cyanus* extracts to encounter with whit biofilm was emphasized. Moreover, it was demonstrated that these extracts possess an appropriate potential to become active principles of new drugs.

**Keywords:** Antimicrobial Effect Biofilm; *Centaurea Cyanus*; Drug Resistant; Pathogen Bacteria

**This paper should be cited as:**

Mohsenipour Z, Hassanshahian M. *Investigating the effectiveness of centaureacyanus extracts on planktonic growth and biofilm structures of six pathogenic bacteria*. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci 2014; 22(4): 358-70.

**\*Corresponding author: Tel: +989132906971, Fax: +983222032, Email: mshahi@uk.ac.ir**