

## بررسی اثر ضد میکروبی عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس بر روی باکتری و قارچ‌ها

الناز امیر<sup>۱</sup>، معصومه شمس کهریزسنگی<sup>۱\*</sup> , مریم السادات جلیلی طبایی<sup>۱</sup> و مریم مرادی<sup>۱</sup>

۱- گروه بیوتکنولوژی، دانشکده علوم و فناوریهای زیستی، دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، اصفهان، ایران

\*نویسنده مسئول: معصومه شمس کهریزسنگی، دکتری تخصصی، <mailto:dr.shams.algae@gmail.com>

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۳/۲۸

### چکیده

**مقدمه و هدف:** با افزایش مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی، تلاش در جهت کاهش مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها با جایگزین کردن ترکیبات فعال طبیعی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. سیانوباکترها تنوع بالایی دارند و حاوی متابولیت‌هایی با ارزش دارویی، غذایی و خواص ضد قارچی و ضد میکروبی هستند. **روش کار:** در این پژوهش، اثر عصاره سیانوباکتر اسپیرولینا پلاتنسیس بر روی دو باکتری گرم مثبت *Bacillus subtilis subsp. subtilis (bscillus natto)* و *Staphylococcus aureus subsp. marcescens* و دو باکتری گرم منفی *Escherichia coli* و *Klebsiella pneumoniae* و دو قارچ *Penicillium* و *Aspergillus niger* مورد بررسی قرار گرفت. عصاره هیدروالکلی اسپیرولینا پلاتنسیس به روش ماسراسیون تهیه و فعالیت ضد میکروبی آن به روش‌های انتشار دیسک و چاهک آگار ارزیابی گردید. **نتایج:** نتایج نشان داد که رشد باکتری گرم مثبت *Bacillus* توسط عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس مهار و باکتری *Staphylococcus aureus* نسبت به سیانوباکتر موجود هیچ حساسیتی نشان نداد. به طور کلی، باکتری‌های گرم مثبت حساس‌تر از باکتری‌های گرم منفی بودند. همچنین اسپرژیلوس نایجر فعالیت ضد قارچی بیشتری نسبت به پنی سیلیوم نشان داد. سوپرناتانت نتایج بهتری نسبت به عصاره هیدروالکلی نشان داد و قطر هاله عدم رشد برای آنها از ۱ تا ۱۵ میلی‌متر بود. **نتیجه‌گیری:** به طور کلی، با توجه به افزایش مقاومت قارچ‌های بیمارزای نسبت به ضد قارچ‌های رایج توصیه می‌شود، با پژوهش‌های بیشتر بر روی ریزجلبک اسپیرولینا بتوان از ترکیبات ضد میکروبی این جلبک در درمان بیماری‌های عفونی و قارچی بهره جست.

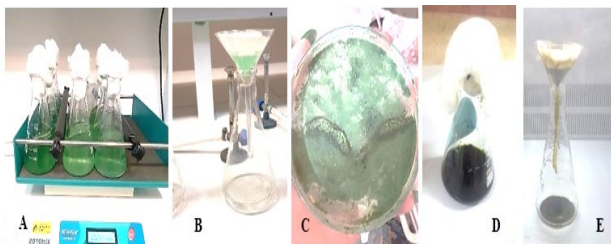
**واژه‌های کلیدی:** اسپیرولینا، سیانوباکتر، باسیلوس، فعالیت ضد میکروبی، فعالیت ضد قارچی

### مقدمه

عروقی، سرطان‌ها و دیابت کاربرد دارد. همچنین، اسپیرولینا خواص ضدسرطانی (El-Baz et al., 2013)، ضدباکتریایی، ضد ویروسی و ضدقارچی داشته و در درمان بیماری‌هایی مانند آنمی فقر آهن، سندروم نفروتیک و آسم موثر است (Khan et al., 2005; Layam and Reddy, 2007). سازمان بهداشت جهانی، اسپیرولینا را به عنوان بهترین محصول بهداشتی بشر توصیف کرده است. اسپیرولینا در خاک‌های مرطوب، آب‌های شور و شیرین و بیشتر در آب‌های کم عمق، شور، قلیایی و مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری که حاوی مقادیر

اسپیرولینا پلاتنسیس، گونه‌ای از سیانوباکترها است که حاوی مواد مغذی از جمله ویتامین‌های گروه B، E، مواد معدنی، پروتئین، پلی‌ساکارید، لیپیدها، اسیدهای آمینه، گاما لینولئیک اسید و امگا ۳ و ۶، سوپرآنتی‌اکسیدان‌ها، کلروفیل، کاروتنوئیدها و فیکوسیانین است (شمس و همکاران، ۱۴۰۰، Muthulakshmi et al., 2012). اسپیرولینا به علت وجود این ترکیبات در درمان بیماری‌های قلبی-

تاریکی) کشت و پاساژ داده شد. پس از ۱۰ تا ۱۵ روز محتویات ارلن‌ها توسط کاغذ صافی شماره یک فیلتر و سپس به مدت ۲ ساعت درون آون ۷۰ تا ۸۰ درجه قرار داده شد و وزن خشک بیومس اندازه‌گیری شد و سپس این بیومس خشک شده تا زمان آزمایش درون یخچال نگهداری شد. عصاره هیدروالکلی اسپیرولینا پلاتنسیس به روش ماسراسیون (متانول ۸۰٪) بر اساس پروتکل‌های استاندارد انجام شد ولی نهایتاً طبق آزمایشات سوپرناتانت نتایج بهتری نسبت به عصاره هیدروالکلی اسپیرولینا نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱. مراحل کشت اسپیرولینا پلاتنسیس (A) کشت استوک اسپیرولینا پلاتنسیس، (B) صاف کردن، (C) خشک کردن؛ (D) حل کردن بیومس و متانول؛ (E) صاف کردن

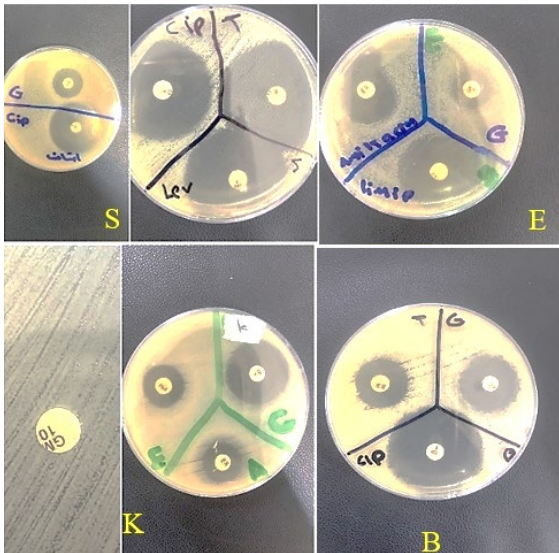
**بررسی خاصیت ضد میکروبی عصاره:** در این مرحله ۶ میکروارگانیزم انتخاب شدند. دو باکتری گرم مثبت *Bacillus subtilis subsp. subtilis (bscillus natto)* و *Staphylococcus aureus subsp. marcescens* دو باکتری گرم منفی و *Escherichia coli* و *Klebsiella pneumoniae* و دو قارچ *Aspergillus niger* و *Penicillium* بودن سویه‌ها تست رنگ آمیزی گرم انجام شد و محیط‌های کشت لازم شامل محیط مولر هینتون آگار (MHA)، محیط کشت ترپتیک سوی برات (TSB) برای کشت باکتری‌ها و محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار (PDA) برای کشت قارچ‌ها تهیه گردید (Beigoli et al., 2022). به منظور بررسی خاصیت ضد میکروبی عصاره‌ها، از هر یک از باکتری‌های مورد نظر در محیط ترپتیک سوی برات کشت داده شد و به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. سپس از سوسپانسیون میکروبی با کدورت نیم مک فارلند بر روی محیط مولر هینتون آگار کشت چمنی داده شد و بلافاصله هر کدام از دیسک‌های تهیه شده از عصاره‌ها به صورت جداگانه روی این پلیت‌ها گذاشته شدند. پلیت‌های حاوی دیسک، در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای باکتری‌ها و ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای قارچ‌ها گرماگذاری شدند. برای تهیه دیسک حاوی عصاره، میزان ۵ میکرولیتر عصاره بر روی هر دیسک با قطر ۶ میلی متر استفاده شد. در روش چاهک آگار، در هر چاهک به میزان ۲۰ میکرولیتر از هر یک از عصاره‌ها ریخته شد و به ترتیب بالا بقیه مراحل انجام شد. برای قارچ‌ها تنها از روش انتشار از دیسک استفاده شد. پس از زمان ۲۴

زیادی نمک کربنات و بی کربنات باشد، یافت می‌شود (Sally, 2019). تحقیقات متعددی بر روی اثرات مختلف انواع جلبک‌ها صورت گرفته است. برای مثال، اثر ضدباکتریایی جلبک قرمز *گراسیلاریا ارکواتا* بر روی باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس*، *ویبریو کلرا*، *پروتئوس ولگاریس* و *اشریشیاکلی* ثابت شده است (Peymani et al., 2014). همچنین اثر ضد باکتریایی جلبک قهوه‌ای *سیستوسیرا مایریکا* و جلبک سبز *اترومورفا اینتستینالیس* روی باکتری *لیستریا مونوسایتونز* گزارش شده است (Heidari et al., 2015). نتایج پژوهشی نشان داد که عصاره آبی اسپیرولینا پلاتنسیس تکثیر ویروس نقص ایمنی انسانی نوع ۱ (HIV-1) را در رده‌های سلول T انسان، سلول‌های تک هسته‌ای خون محیطی (PBMC) مهار می‌کند. غلظت‌های عصاره بین ۰/۳ و ۱/۲ میکروگرم در میلی لیتر تولید ویروس را تقریباً ۵۰٪ در PBMC کاهش داد (Ayeahunie et al., 1998). همچنین در تحقیقی اشاره شد که عصاره آب گرم اسپیرولینا ماکسیما با درصد کمتر از ۲۰٪ عفونت آدنوویروس نوع ۳ را مهار می‌کند (Corona et al., 2002). در تحقیقی خواص آنتی‌باکتریایی عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس بر روی ۴ نوع باکتری گرم مثبت مختلف (*استافیلوکوکوس اورئوس*، *استرپتوکوک پنومونیه*، *باسیلوس سرئوس* و *انتروکوکوس فکالیس*) و ۶ نوع باکتری گرم منفی (*سودوموناس آئروژینوزا*، *پروتئوس ولگاریس*، *سالمونلا تیفی*، *انتروباکتر کلوآکا*، *کلبسیلا پنومونیه* و *اشریشیاکلی*) صورت گرفت. نتایج نشان داد که عصاره اسپیرولینا پلاتنسیس در برابر باکتری‌های گرم مثبت فعال بودند. بیشترین فعالیت بازدارندگی با عصاره متانولی نسبت به *استرپتوکوکوس پنومونیه* با غلظت 100 mg/ml مشاهده شد، در حالی که *انتروکوکوس فکالیس* توسط عصاره اتانولی با دوز 100mg/ml مهار شد. *باسیلوس سرئوس* و *استافیلوکوکوس اورئوس* نیز به ترتیب در غلظت بالای عصاره متانولی و اتانولی مهار شدند. در مقایسه با باکتری‌های گرم مثبت، عصاره‌ها نسبت به باکتری‌های گرم منفی کمتر فعالیت بازدارندگی از خود نشان دادند (Al-Ghanayem, 2017). هدف از این مطالعه بررسی خاصیت ضد میکروبی عصاره هیدروالکلی اسپیرولینا پلاتنسیس بر علیه تعدادی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی و نمونه‌های قارچی می‌باشد.

## روش مطالعه

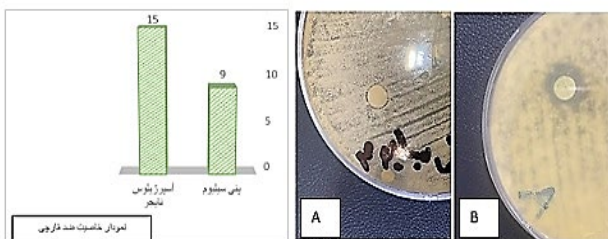
**کشت و عصاره‌گیری اسپیرولینا:** استوک اسپیرولینا پلاتنسیس از شرکت طلای سبز استان قم تهیه و در آزمایشگاه میکروب‌شناسی دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی کشت و خالص سازی آن انجام شد. هر دو هفته جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس در ارلن‌های ۲۵۰ سی سی که دارای ۱۵۰ سی سی محیط کشت زاروک بود، بر روی شیکر در دمای ۳۵-۳۷ درجه سانتی‌گراد و نور ۳۰۰۰ لوکس (۱۶ ساعت نور و ۸ ساعت

همچنین تست مقاومت آنتی‌بیوتیک‌های مختص هر سویه مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به حساسیت به وجود آمده در هر چهار سویه آنتی‌بیوتیک جنتامایسین به‌عنوان کنترل شاهد مثبت در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داد سویه‌های باسیلوس سوتیلیس و کلبسیلا پنومونیه به ترتیب به آنتی‌بیوتیک‌های تتراسایکلین و جنتامایسین مقاومت داشتند (شکل ۴).



شکل ۴. نتایج تست آنتی‌بیوگرام جهت مقاومت آنتی‌بیوتیکی اشریشیاکلی (E)، استافیلوکوکوس اورئوس (S)، کلبسیلا (K) و باسیلوس (B)

قطر هاله عدم رشد در قارچ اسپرژیلوس ۱۵ میلی‌متر و در قارچ پنی سیلیوم ۹ میلی‌متر مشاهده شد که نشان می‌دهد فعالیت ضد قارچی عصاره بر روی قارچ اسپرژیلوس نسبت به پنی سیلیوم بیشتر است (شکل ۵).



شکل ۵. نمودار پارتو خاصیت ضدقارچی (شکل چپ)، خاصیت ضد میکروبی (شکل راست) قارچ پنی سیلیوم (A) و اسپرژیلوس نایجر (B)

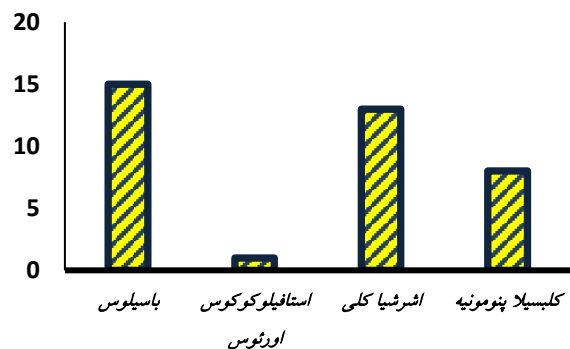
## بحث

در تحقیق حاضر اثر ضد میکروبی عصاره و سوپرناتانت اسپیرولینا پلاتنسیس بر روی چهار سویه باکتریایی که شامل اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس، کلبسیلا پنومونیه و باسیلوس مورد بررسی

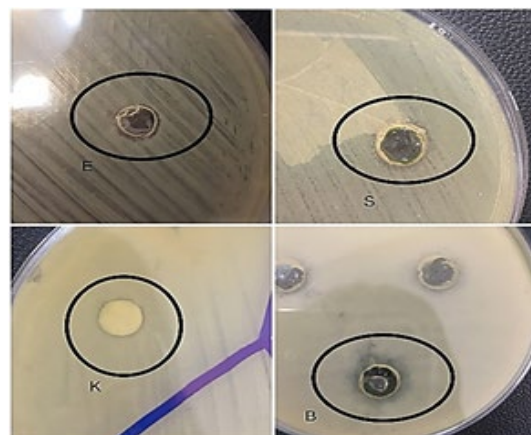
ساعت گرماگذاری برای باکتری‌ها و یک هفته درون انکوباتور در دمای ۲۵ درجه برای قارچ‌ها، قطر هاله عدم رشد اندازه‌گیری و ثبت شد.

## نتایج

طبق آزمایشات بررسی خاصیت ضد میکروبی به روش چاهک و انتشار دیسک برای چهار سویه باکتری نامبرده بر روی محیط مولر هینتون آگار انجام شد که بعد از گذشت ۲۴ ساعت درون انکوباتور قطر هاله عدم رشد آن‌ها بررسی و اندازه‌گیری شد. طبق نتایج به‌دست آمده قطر هاله عدم رشد به ترتیب برای باکتری باسیلوس سوتیلیس، اشریشیاکلی، کلبسیلا پنومونیه و استافیلوکوکوس اورئوس به ترتیب ۸، ۱۳، ۱۵ و ۱ میلی‌متر ثبت شد (شکل‌های ۲ و ۳). همان گونه که مشاهده می‌شود عصاره هیدروالکلی در روش ماسراسیون سیانوباکتری مورد مطالعه هم بر روی باکتری‌های گرم مثبت و هم باکتری‌های گرم منفی اثر داشته است ولی میزان اثربخشی آن بر حسب گونه‌ها متفاوت می‌باشد. بیشترین خاصیت ضد میکروبی بر علیه باسیلوس و کمترین آن بر علیه استافیلوکوکوس اورئوس مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۲. مقایسه اثر ضد میکروبی سوپرناتانت سیانوباکتر اسپیرولینا پلاتنسیس در گونه‌های مختلف باکتریایی مورد بررسی



شکل ۳. تست خاصیت ضد میکروبی و قطر هاله عدم رشد سویه‌های اشریشیاکلی (E:13)، استافیلوکوکوس اورئوس (S:1)، کلبسیلا پنومونیه (K:8)، باسیلوس سوتیلیس (B:15)

مقابل پاتوژن‌های مختلف با روش انتشار چاهک، بررسی کردند. در بین این عصاره‌ها، عصاره بوتانولی اسپیرولینا، بیش‌ترین فعالیت ضد میکروبی را نسبت به سایر عصاره‌ها نشان داد. در پژوهش‌های دیگر فعالیت ضد میکروبی دیگر سیانوباکتری‌ها نیز بررسی شده است و با فعالیت ضد میکروبی اسپیرولینا مقایسه شده است. همچنین نتایج تست‌های ما نشان داد که باکتری‌های گرم منفی حساسیت بسیار کمتری نسبت به باکتری‌های گرم مثبت دارند که کاملاً با نتایج Kreitlow و همکاران (۱۹۹۹) همخوانی داشت. Inci و همکاران (۲۰۰۶)، سه عصاره متانولی، دی اتیل اتر و استونی ۱۱ گونه جلبک سواحل اورلا را در برابر میکروارگانیسم‌های مختلف از جمله *کاندیدا*، *استافیلوکوکوس*، *اینترکوکوس*، *استرپتوکوکوس* و *اشرشیاکلی* به روش دیسک روی پلیت مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که دی اتیل اتر بهترین حلال برای اثر ضد میکروبی عصاره‌های مختلف گونه‌های جلبکی بوده است و حلال‌های استونی و متانولی هیچ گونه فعالیت ضد میکروبی از خود نشان ندادند و باکتری‌های گرم مثبت، نسبت به گرم منفی حساستر بودند. Salvador و همکاران (۲۰۰۷) در کشور اسپانیا به شناسایی و بررسی اثر ضد میکروبی ۸۴ جلبک دریایی در سواحل دریایی کشور پرداختند. آنان مطالعات ضد میکروبی خود را در برابر دو باکتری گرم مثبت و دو باکتری گرم منفی و دو قارچ بررسی کردند. بیشترین حساسیت در بین باکتری‌ها، متعلق به *B. cereus* و کمترین حساسیت متعلق به *P. aeruginosa* بوده است. در فصل پاییز جلبک‌های قرمز و قهوه‌ای بیشترین فعالیت را نشان دادند و در فصل تابستان بیشترین فعالیت متعلق به جلبک‌های سبز بود.

امروزه به دلیل افزایش روزافزون مقاومت قارچ‌ها به داروهای شیمیایی ضدقارچی و عوارض جانبی بالای ناشی از مصرف آن‌ها و همچنین محدود بودن تعداد این داروها توجه محققان این عرصه به استفاده از داروهای و ترکیبات ضدقارچی با منشأ طبیعی جهت درمان عفونت‌های قارچی افزایش یافته است. از میان منابع طبیعی حاوی ترکیبات دارویی به سیانوباکتر *اسپیرولینا پلاتنسیس* می‌توان اشاره کرد. بررسی‌های این پژوهش برای تعیین اثر ضد قارچی عصاره *اسپیرولینا پلاتنسیس* نشان داد که قطر هاله عدم رشد در قارچ اسپرژیلوس ۱۵ میلی‌متر و در قارچ پنی سیلیوم ۹ میلی‌متر می‌باشد که نشان می‌دهد فعالیت ضد قارچی عصاره در برابر اسپرژیلوس بیشتر از پنی سیلیوم است. پژوهش‌های Sivakumar و Santhanam (۲۰۱۱)، نشان می‌دهد که فیکوسیانیین موجود در اسپیرولینا، ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدقارچی، ضدالتهابی و ضد ویروسی دارد و *اسپیرولینا پلاتنسیس* فعالیت ضدقارچی در مقابل قارچ بیماری‌زای گیاهی دارد. در همین راستا Kumar و همکاران (۲۰۱۲) در هند، میزان مهار عصاره‌های هگزانی، کلروفومی، استونی و متانولی سویه‌های مختلف از سیانوباکتر *اسپیرولینا* را بر روی سویه‌های استاندارد میکروسپوریوم کنیس، میکروسپوریوم فولوم و

قرار گرفت که نتایج نشان داد این عصاره در برابر هر چهار سویه خاصیت ضد میکروبی است که کمترین خاصیت بر علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* و بیشترین خاصیت ضد میکروبی در برابر باسیلوس بوده است که نتایج ما با مشاهدات Chetsumon و همکاران (۱۹۹۳) مطابقت دارد و سوپرانتانت نسبت به عصاره موثرتر بود. همچنین Ozdemir و همکاران (۲۰۰۴)، مطالعاتی بر روی اثر ضد میکروبی عصاره متانولی، دی کلرومتان، اتیل استات سیانوباکتر *اسپیرولینا* و ترکیبات فرار حاصل از آن انجام دادند که در این مطالعه از چهار باکتری گرم مثبت و شش باکتری گرم منفی و یک نمونه مخمر استفاده شد. در نهایت اگر چه ترکیبات فرار این سیانوباکتر از رشد میکروارگانیسم‌های مورد آزمایش جلوگیری کرد، اما عصاره متانولی آن در مقابل میکروارگانیسم‌هایی چون *استرپتوکوکوس فکالیس*، *استافیلوکوکوس اپیدرمیس* و *مخمر کاندیدا آلیکس* نسبت به سایر عصاره‌ها و حتی مواد فرار عملکرد بهتری از خود نشان داد. Chauhan و Kaushik در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که عصاره‌های الکلی *اسپیرولینا پلاتنسیس* رشد *استافیلوکوکوس اورئوس*، *اشرشیاکلی*، *سودوموناس آئروژینوزا*، *سالمونلاتیفی* و *کلبسیلا پنومونیه* را مهار می‌کند. آنها از حلال‌های هگزان، اتیل استات، دی کلرومتان و متانول برای به دست آوردن انواع عصاره‌گیری‌ها استفاده کردند و متوجه شدند عصاره‌های متانولی بهترین نتایج را داشتند. مطالعات Elbagowry در سال ۲۰۱۴ نشان داد که نتایج تاثیر ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای اسپیرولینا در حلال‌های مختلف (۷۰٪ استون، ۷۰٪ متانول و ۷۰٪ اتانول)، در روش استون بیشترین مقدار را نشان داد. آنها بیان کردند که اثر بازدارندگی قوی‌تر بر روی برخی از میکروارگانیسم‌های آزمایش شده توسط عصاره حاصل از استون بعنوان حلال، سپس ۷۰٪ متانول و در نهایت ۷۰٪ اتانول ایجاد می‌شود. Chakraborty و همکاران (۲۰۱۵)، اثر ضد باکتریایی عصاره *اسپیرولینا* را در برابر چند باکتری گرم مثبت و گرم منفی آزمایش کردند که نشان داد حداکثر منطقه مهار رشد مربوط به عصاره آبی به ترتیب عصاره متانولی، عصاره استونی و عصاره اتانولی در هنگام آزمایش بر علیه *استافیلوکوکوس اورئوس*، *استافیلوکوکوس اپیدرمیس*، *کلبسیلا پنومونیا*، *سودوموناس آئروژینوزا* و *اشرشیاکلی* با روش انتشار چاهک می‌باشد. El-Baky و همکارانش (۲۰۰۸) دریافتند که استفاده محلول استون، فعالیت ضد میکروبی قوی در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نشان می‌دهد. در برخی موارد، فعالیت عصاره استون قوی‌تر از کنترل مثبت (کلرامفیکل) بود. به طور مشابه، عصاره اتیل استات بر روی *آئروموناس هیدروفیلا*، *ویبریو فلویالیس*، *باسیلوس سوتیلیس* و *باسیلوس سرئوس* فعال بود و عصاره استونی اسپیرولینا بالاترین ناحیه بازدارندگی را ایجاد کرد. Santhanam و Sivakumar (۲۰۱۱)، عصاره‌های هگزانی، اتیل استات، اتانولی، بوتانول، استون، متانول و کلروفوم از اسپیرولینا تهیه کردند و فعالیت ضد میکروبی آن‌ها را در



باکتری‌ها در برابر آنتی بیوتیک‌های تجاری مقاوم ولی نسبت به عصاره جلبک حساس بودند که نشان دهنده زیاد بودن مقاومت‌های آنتی بیوتیکی می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

بنا به نتایج به دست آمده می‌توان با تحقیقات بیشتر و با توجه به خاصیت ضد میکروبی این سیانوباکتر، آزمایش‌های کاربردی بیشتری جهت استفاده از این سیانوباکتر در حیطه‌های بهداشتی و درمانی انجام داد.

### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از همکاری دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی در پیشبرد این پژوهش کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

### مراجع

- Al-Ghanayem, A. 2017. Antimicrobial activity of *Spirulina platensis* extracts against certain pathogenic bacteria and fungi. *Advances in Bioresearch*, 8(6): 96-101.
- Ayehunie. S., Belay. A., Baba. T., and Ruprecht. R. 1998. Inhibition of HIV-1 replication by an aqueous extract of *Spirulina platensis* (*Arthrospira platensis*). *J. Acqui. Immune Deficin. Syndr and Human Retrovirol*, 18: 7-12.
- Beigoli, S., Hekmat, A., Farzanegan, F. and Darroudi, M. 2022. Sol-gel synthesis of amorphous calcium phosphate nanoparticles in brown rice substrate and assessment of their cytotoxicity and antimicrobial activities. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 12(1): 77-87.
- Chakraborty, B., Jayaswal, R.P., and Pankaj, P.P. 2015. Antimicrobial Activity of *Spirulina platensis* Extract Against Gram Positive and Gram Negative Bacteria- A Comparative Study. *International Journal of Current Pharmaceutical Review and Research*, 6(4): 212-214.
- Chetsumon, A., Miyamoto, K., Hirata, K., Miura Y., Ikuta, Y., and Hamsaki, A. 1993. Factors affecting antibiotic production. metabolites produced and excreted by cyanobacteria during growth. *Microbiology Res*, 121: 180-186.
- Corona, A.H., Nieves, I., Meckes, M., Chamorro, M., and Barron, B.L. 2002. Antiviral activity of *Spirulina maxima* against herpes simplex virus type 2. *Antiviral Research*, 56: 279-285.
- Elbagowry, H.M.A. 2014. Antimicrobial activities of some selected fresh water algae isolated from gharblah governorate. Master Thesis Faculty of science, Tanta University.
- El-Baky, H.H.A., El Baz, F.K., and El-Baroty, G.S. 2008. Characterization of nutraceutical compounds in blue green alga *Spirulina maxima*. *Journal of Medicine Plants Research*, 2(10):292-300.
- El-Baz, F., El-Senousy, W.M., El-Sayed, A.B., and Kamel, M. 2013. In vitro antiviral and antimicrobial activities of *Spirulina platensis* extract. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(12): 52-56.
- Heidari, M., Zolgharnine, H., Sakhaei, N., Mirzaei, A., and Movahedinia, A. 2015. Comparisons of antiradical and antibacterial potential among macro algae from northern coasts of the Persian Gulf. *IJFS*, 24(2):53-64. [In Persian].
- Inci, T., Bilge, H., Dilek, U., and Atakan, S. 2006. Antimicrobial active of the extracts marine algae from the Coast of Urla (Izmir, Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 30: 171-175.
- Kaushik, P., and Chauhan, A. 2008. *In vitro* antibacterial activity of laboratory grown

- culture of *Spirulina platensis*. Indian journal of microbiology, 48: 348-352.
- Khan, Z., Bhadouria, P., and Bisen, P. 2005. Nutritional Therapeutic Potential of *Spirulina*. Curr Pharm Biotechnol, 6(5): 373-379.
- Kreitlow, S., Mundt, S., and Lindequist, U. 1999. Cyanobacteria a potential source of new biologically active substances. Journal of Biotechnol, 70: 61-63.
- Kumar, V., Bhatnagar, A.K., and Srivastava, J.N. 2012. Comparative study of different strains of *Spirulina platensis* (Geiltler) against some human pathogens. Journal of Algal Biomass Utln, 3 (3): 39-45.
- Layam, A., and Reddy, C.L.K. 2007. Antidiabetic property of *Spirulina*. Diabetol Croat, 35(2): 29-9.
- Mishra, P., and Prasad, S.M. 2015. Evaluation of anticandidal activities of *Spirulina* metabolite against *Candida albicans*. International Journal of Pharmacy Science Research, 6(3): 1000-1007.
- Peymani, J., Gharaei, A., Ghafari, and M., Taheri, A. 2014. Evaluation of antibacterial and antifungal effects of marine algae (*Gracilaria arcuata*) of Chabahar Coasts, Iran. Qom Univ Med Sci, 8(1):69-75. [In Persian]
- Muthulakshmi, M., Saranya, A., Sudha, M., and Selvakumar, G. 2012. Extraction, partial purification and antibacterial activity of phycocyanin from *Spirulina* isolated from fresh water body against various human pathogens. Journal of Algal Biomass Utilization, 3(3): 7-11.
- Ozdemir, G., Ulka Karaboy, N., Dalay, M.C., and Pazarbasi, B. 2004. Antibacterial activity of volatile component and various extracts of *Spirulina platensis*. Phytotherapy research: an international journal devoted to pharmacological and toxicological evaluation of natural product derivatives, 18(9): 754-757.
- Sally, H.A.B. 2019. Antifungal Effect of *Spirulina Plantensis* in Rat Tongue Mucosa. Saudi Journal of Oral and Dental Research, 4(6): 366-371.
- Salvador. N., Gamenta. A., Lavelli. L., and Ribera. A. 2007. Antimicrobial activity of Iberian macroalgae. Scientica Marina, 71: 101-113
- Shams Kahrizsangi, M., Vahid Dastjerdi, A., Ghaemmaghami, S.S., and Naseri, A. 2021. *Spirulina* Microalgae (green gold)(culture, physiology and biotechnology), Mehre Zahra Publication., 185. [In Persian].
- Shams, M., Haji- Aghababa, A., Kardani-Esfahani, S.M., and Ghaed Amini, N. 2017. Industrial Production of Microalgae *Arthrospira (Spirulina) platensis* in the central Iran. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5 (4): 31-36.
- Sivakumar, J., and Santhanam, P. 2011. Antipathogenic activity of *Spirulina* powder. Recent research in science and technology, 3(4).

## Antimicrobial effect of extract of *Spirulina platensis* on pathogenic bacteria and fungi

Elnaz Amir<sup>1</sup>, Masoumeh Shams Kehrizsanghi<sup>\*1</sup> , Maryam Sadat Jalili Tabaii<sup>1</sup> and Maryam Moradi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biotechnology, Faculty of Biological Sciences and Technology, Shahid Ashrafi Esfahani University, Isfahan, Iran

\*Correspondence to Masoumeh Shams Kehrizsanghi, Ph.D., [Dr.shams.algae@gmail.com](mailto:Dr.shams.algae@gmail.com)

Received 23<sup>rd</sup> December 2021    Revised 9<sup>th</sup> April 2022    Accepted 18<sup>th</sup> June 2022

### Abstracts

**Introduction and aim:** With the increase of antibiotic resistance, the effort to reduce the consumption of antibiotics by replacing natural active compounds has received much attention in recent years. Cyanobacteria are highly diverse and contain metabolites with medicinal, nutritional and antimicrobial properties.

**Methods:** In this study, the effect of *Spirulina platensis* extract on two Gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus subsp. marcescens* and *Bacillus subtilis subsp. subtilis (Bacillus natto)*, two Gram-negative bacteria *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* and two fungi *Penicillium* and *Aspergillus niger*. was investigated. *Spirulina platensis* hydroalcoholic extract was prepared by maceration method and its antimicrobial activity was evaluated by disk and agar well diffusion methods.

**Results:** The results showed that the growth of Gram-positive *Bacillus* was inhibited by *Spirulina* extract and *Staphylococcus aureus* showed no sensitivity to the existing *Spirulina*. Generally, gram positive bacteria were more sensitive than gram negative bacteria. Also, *Aspergillus niger* showed more antifungal activity than *Penicillium*. The supernatant showed better results than the hydroalcoholic extract, and diameter the inhibition zone was from 1 to 15 mm.

**Conclusion:** In general, due to the increasing resistance of pathogenic fungi to common antifungals, it is recommended that with more research on *Spirulina* microalgae, the antimicrobial compounds of this algae can be used in the treatment of infectious and fungal diseases.

**Keywords:** *Spirulina*, Cyanobacteria, *Bacillus*, Antimicrobial activity, Antifungal activity