

مروری بر کاربرد نانوذرات نقره در داروسازی و صنعت با تکیه بر اثر ضد میکروبی آن

دکتر پروا نسیمی^{۱*}، مهندس حسین خنافره^۱

۱- گروه میکروبیولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مسجد سلیمان

۲- گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، فارس

چکیده

شاید به جرات بتوان یکی از معضلات پزشکی قرن بیستم را مقاومت به آنتی بیوتیک هایی دانست که مصرف وسیع و با دوز بالای آنها توانسته مقاومت دارویی بالایی را در بسیاری از افراد جامعه ایجاد کند. هزینه گزاف و احتمال بروز تلفات انسانی در آینده نه چندان دور، لزوم یافتن درمانی جدید جهت مقابله با عوامل عفونی را در علوم مختلف وابسته مانند پزشکی، زمینه های پژوهشی، کشاورزی، دامداری و غیره را توصیه می کند. هزینه جانی و مالی شیوع عفونت و تخریب ناشی از عوامل میکروبی می تواند توسط علم نانو جبران گردد و این علم راهکارهای قابل قبولی در این زمینه ارائه داده است. ترکیبات بیولوژیکی در مقیاس نانو دارای خصوصیات فیزیکی- شیمیایی بی همتایی هستند که در سال های اخیر کارایی چندین رده از نانوحامل ها و نانوذرات آنتی میکروبیال، بویژه نانوذرات نقره در درمان بیماری های عفونی به اثبات رسیده است. در این مقاله به بررسی نتایج تلاش های اخیر محققان در زمینه اثر ضد میکروبی نانو ذرات نقره و درمان بیماری های عفونی با استفاده از نانوذرات آنتی میکروبیال و نانوحامل های دارویی نقره می پردازیم. نانو ذرات نقره نسبت به سایر نانو ذرات فلزی، واجد اثر ضد میکروبی قوی تری می باشند. این ذرات حتی در رقت های پایین می توانند به سرعت عوامل میکروبی را از طریق مرگ سلولی حذف کنند. علاوه بر آن، این نانوذرات در تهیه پمادهای ترمیم سوختگی، پوشش ابزار پزشکی و ماسک های جراحی، تولید پارچه های ضد بو و ضد باکتری، نانوزل ها و نانولوسیون ها به طور وسیع بکار می روند. بنابراین، مطالعات متعدد مورد بررسی قرار گرفته شده موید نقش کلیدی نانو ذرات نقره در درمان عفونت یا جلوگیری از وقوع آن و علم پزشکی می باشد.

واژه های کلیدی: اثر ضد میکروبی، آنتی بیوتیکها، بیماری های عفونی، مقاومت دارویی، نانو ذرات نقره.

ایمیل نویسنده مسئول: Parvanasimi62@yahoo.com

۱- مقدمه

میکروارگانیسم های عفونی بعد از هجوم از سطح اپیتلیالی بوسیله سیستم گردش خون در سرتاسر بدن پخش می شوند، سپس توسط ماکروفاژها که در ارگانیسم های اصلی بدن مثل کبد، طحال و مغز استخوان موجود می باشند، حذف می گردند. اما اکثر میکروارگانیسم ها از طریق یکی از مکانیسم های گریز از فاگوزوم، ممانعت از آمیزش لیزوزوم- فاگوزوم و پایداری در مقابل حذف اکسیداتیو و غیراکسیداتیو، در مقابل ماکروفاژها مقاومت کرده و منجر به ایجاد بیماری های عفونی می گردند [۱۳].

از سوی دیگر، تأثیر آنتی بیوتیک ها در درمان بیماران عفونی غیر قابل اغماض می باشد اما توسعه مقاومت در مقابل این عوامل تهدیدی جدی جهت درمان بیماری های عفونی می باشد. همچنین مصرف اکثر داروهای ضد میکروبی به دلیل انحلال پذیری پایین، ایجاد سمیت بر بافت های سالم، تخریب و کلیرانس سریع شان در جریان خون با محدودیت شدیدی روبروست [۳]. بنابراین در عصر حاضر، نانوتکنولوژی به عنوان علمی جدید که حاصل تلفیقی از علوم مهندسی و زیست شناسی، پزشکی و فیزیک می باشد، مورد قبول دانشمندان برای درمان بیماری های عفونی قرار گرفته شده است. مطالعات انجام شده در سال های اخیر موید این امر است

که با کاهش قطر ذرات نانو قابلیت های جدید و جالب تری از آنها مشخص می گردد. این امر باعث تسریع کاربرد این ترکیبات در علوم مختلف و بخصوص مصارف دارویی و درمانی گردیده است [۱۴]. نانو ذرات با پایه یون های فلزی، فعالیت سلول کشی گسترده ای دارند که علیه باکتری، قارچ و ویروس فعالیت دارند. نانو ذرات و به خصوص نانو ذرات فلزی به علت داشتن بار سطحی و نسبت سطح به حجم زیاد خود، آنزیم ها و DNA میکروارگانیسم ها از جمله عوامل عفونی را با تبادل الکترون بین گروه های دهنده الکترون مثل تیول، کربوکسیلات، آمید، ایمیدازول، اندول و هیدروکسیل غیر فعال می نمایند و منجر به وقوع مرگ سلولی در آنها می گردد [۱۲].

یکی از قوی ترین نانو ذرات شناخته شده با عملکرد وسیع ضد میکروبی، نانو ذرات نقره می باشد [۲۲، ۲۱، ۱۵، ۵]. خواص ضدباکتریایی نقره از زمان های قدیم در معرض توجه بوده است. در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است که نانوذرات نقره در مقایسه با نانوذرات فلزات دیگر دارای بیشترین فعالیت ضد میکروبی می باشند. خواص آنتی میکروبیال این ذرات بستگی به اندازه و شکل ذرات دارد. مکانیسم میکروب کشی نقره از طریق اثر بر نفوذپذیری غشای سلول [۳، ۵]، و حمله به زنجیره تنفسی،

غلظت های مختلف نانو ذرات نقره از طریق کاهش تنفس سلولی در گروه های مختلف باکتریایی یک الگو مشابه را مطرح کرده اند. در نهایت، میزان تنفس سلولی به پایین ترین حد خود خواهد رسید و باعث مرگ باکتری می گردد [۲۶، ۵].

۲-۳ درمان عفونت ریوی توسط نانو ذرات نقره

تأثیر کپسول های حاوی آنتی بیوتیک های رایج در درمان عفونت های ریوی و نانوذرات نقره را در اُهایو آمریکا بروی موش مورد بررسی قرار گرفته شده است. انجام فرایند درمانی با استفاده از این نانوذرات حاوی آنتی بیوتیک تا حد زیادی عفونت های تنفسی ناشی از پزودومونا آئروژینوزا را در موش از بین برد. پزودومونا آئروژینوزا نوعی باکتری بسیار شایع است که موجب ایجاد عفونت در مجاری تنفسی انسان می شود. این نوع از عفونت ریوی در مورد بیمارانی که سیستم ایمنی آنها دچار اختلال شده است و همچنین بیماران مبتلا به فیروز سیستمیک، بسیار شایع است. میزان بقای موش های مبتلا به عفونت که نانوذرات حاوی کمپلکس های کاربن نقره را تنفس کردند، نسبت به موش های گروه کنترل که نانوذرات بدون این آنتی بیوتیک را به درون ریه های خود وارد نمودند، بسیار بالاتر بود. محتوای باکتری ریه های موش های درمان شده و همچنین میزان انتشار این باکتری توسط آنها نیز نسبت به موش های گروه کنترل کاهش یافت. به علاوه تناوب زمانی استفاده از این نانوذرات یک بار در هر ۲۴ ساعت است که باعث می شود بیماران انسانی به راحتی این نوع از درمان را بپذیرند، قابل ذکر است که در شرایط طبیعی آنتی بیوتیک های تنفسی لازم است تا ۲ بار در روز استفاده شوند. در نهایت، در عرض ۷۲ ساعت تمام موش های گروه کنترل مردند، در حالی که تمام موش های که تنها دو بار نانوذرات حاوی نقره را با فاصله زمانی ۲۴ ساعت دریافت کرده بودند، زنده ماندند. اما جهت درمان صرفاً با آنتی بیوتیک، لازم است تا بارها با دوز بالا دارو توسط موش های آلوده دریافت گردد تا بتوانند زنده بمانند [۲۴].

۳-۳ اثر نانو ذرات نقره بر درمان ضایعات پوستی ناشی از عفونت انگلی

زخم های پوستی ناشی از انگل لیشمانیا ماژور می تواند ضایعات پوستی گسترده ای در انسان و سایر حیوانات ایجاد کند. گلوکانتیوم رایج ترین آنتی بیوتیک مورد استفاده برای این بیماری پوستی یا همان سالک می باشد، که اثرات جانبی متعدد شامل: اسهال، استفراغ، بی اشتها، عوارض قلبی و عروقی، نارسایی کبدی و غیره را به طور مکرر در بیماران نشان می دهد. علاوه بر آن، شکایت بیماران از درد شدید هنگام تزریق و گرانیقیمت بودن دارو نیز از مهم ترین معایب این دارو می باشد. اما می توان مهم ترین ایراد استفاده از این دارو را گسترش مقاومت این دارو به انگل در مناطق مختلف جهان دانست [۲۲، ۲۱، ۹].

تیمار چهار هفته ای موش های واجد زخم سالک توسط نانو ذرات نقره نشان دهنده ی اثرات درمانی مشابه با موش های تیمار شده

تقسیم سلولی و آزادسازی یون های نقره می باشد که در نهایت منجر به مرگ سلولی میکروب می شوند [۱۱، ۷]. استفاده از نانوذرات نقره همراه با آنتی بیوتیک هایی مثل پنی سیلین G، آموکسی سیلین، اریتروماکسین، و وانکوماکسین منجر به افزایش اثرات ضد میکروبی در مقابل باکتری های گرم منفی و گرم مثبت می شود [۱۷، ۱۵، ۱۳]. از جمله خواص قابل ملاحظه نانوذرات نقره می توان به خاصیت ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی با غلظت اندک و مدت زمان ماندگاری طولانی اشاره کرد [۱۰، ۸]. این نانوذرات در تهیه پمادهای ترمیم سوختگی، پوشش ابزار پزشکی و ماسک های جراحی، تولید پارچه های ضد بو و ضد باکتری، نانوژل ها و نانولوسیون ها بکار می روند [۳].

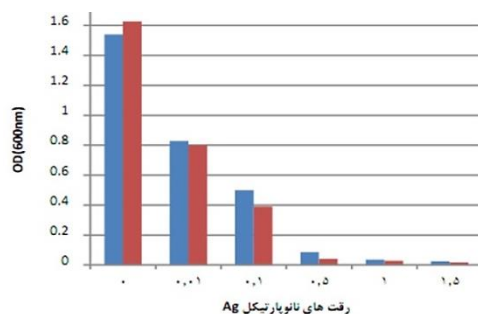
۲-بخش تجربی یا فعالیت های آزمایشگاهی (در صورت وجود)

در مطالعه حاضر، نتایج تلاش های اخیر محققان در زمینه اثر ضد میکروبی نانو ذرات نقره و درمان بیماری های عفونی با استفاده از نانوذرات آنتی میکروبیال و نانوحامل های دارویی نقره مورد بررسی قرار گرفته شده اند. منابع مورد استفاده در این تحقیق شامل، کتاب، مقالات علمی پژوهشی، و مقالات نمایه شده بین المللی می باشند.

۱- تجزیه و تحلیل نتایج

۱-۳ بررسی قدرت ضد باکتریایی نانو ذرات نقره در محیط کشت

قدرت آنتی باکتریال نانو ذرات نقره در محیط کشت کامل مورد مطالعه قرار گرفته شده است. براساس آنالیز آماری چگالی نوری حاصل از اسپکت محیط های تیمار مشخص شد که در غلظت ۰/۵ درصد میزان باکتریوسایدی نانو ذرات نقره بسیار قوی بوده و تقریباً به ۱۰۰ درصد می رسد. غلظت های ۰/۱ و ۰/۰۱ درصد این نانو ذرات باکتریو استاتیک می باشد. این نانو ذره در غلظت ۰/۱ درصد بیشترین اثر بازدارندگی را بر باکتری استافیلوکوکوس اورئوس دارد و این باکتری را به میزان ۷۶ درصد از بین برده است. تأثیر نانو ذره نقره بر باکتری سودوموناس کمتر بوده، به طوری که در غلظت ۰/۱ درصد نانو نقره، این باکتری به میزان ۶۵ درصد کاهش رشد را داشته است (همودار-۱) [۵].



همودار-۱: تأثیر رقت های مختلف نانو ذرات نقره بر باکتریهای پاتوژن در محیط کشت کامل. S: استافیلوکوکوس اورئوس، P: سودوموناس آئروژینوزا [۵].

توسط گلوکانتیوم بود. اما این ذرات هیچ کدام از عوارض جانبی آنتی بیوتیک های رایج مورد استفاده برای درمان سالک را نشان ندادند. اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) بین قطر زخم های گروه تیمار شده با نانو ذرات نقره در مقایسه با گروه شاهد (بدون درمان)، و از سوی دیگر نزدیک بودن نتایج این گروه با گروه تیمار شده با گلوکانتیوم موید اهمیت حیاتی نانو ذرات فلزی و از جمله نقره در درمان بیماری های عفونی و انگلی می باشد [۱].

۳-۴ کاربرد الیستوره های نانو نقره برای تولید آلوئین در سوسپانسیون سلولی گیاه آلوئه ورا

نانوذرات به علت داشتن ویژگی های انحصاری بیولوژیکی و فیزیکوشیمیایی، ورود گسترده ای به دنیای بیولوژی و کشاورزی داشته اند. نانو ذرات نقره در حال حاضر بالاترین سطح استفاده در نانوتکنولوژی را به خود اختصاص داده است. نانوذره نقره در کشت سلولی آلوئه ورا استفاده شدند. دست ورزی محیط های کشت سلولی با استفاده از الیستوره های غیرزیستی یکی از راهکارهای مهم برای افزایش تولید متابولیت های ثانویه ارزشمند است. آلوئین به عنوان مهمترین متابولیت ثانویه موجود در آلوئه ورا یک ترکیب آنتراکینونی بوده که دارای خواص ضد مالاریایی، ضد قارچی، ضد باکتریایی و ضد ویروسی می باشد. با توجه به کاربردهای فراوان این ماده در صنایع مختلف در این تحقیق از نانوالیستورها نقره به منظور افزایش آلوئین در کشت سوسپانسیون سلولی آلوئه ورا استفاده شد و نتایج آن در پنج بازه زمانی مختلف توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نانو نقره طی ۴۸ ساعت پس از اعمال تیمار باعث افزایش آلوئین به میزان ۴۳/۷٪ شد، سپس این میزان تا رسیدن به سطح کنترل کاهش یافت. با توجه به نتایج حاصل می توان گفت که وجود نانوالیستوره های نقره می تواند بر تنظیم مسیر تولیدی آلوئین در گیاه آلوئه ورا بسیار موثر باشد [۲].

۳-۵ اثر آنتی باکتریال نانو نقره در طول عمر کاغذ

اسکناس در طی دوره عمر خود از محیط های مختلف و مشاغل گوناگون، آن هم با فراوانی زیاد عبور می کند به طوریکه طی مطالعات علمی ثابت شده، اسکناس کاغذی را می توان یکی از مهمترین و شاید کم نظیرترین عوامل انتقال دهنده بیماری های عفونی و انگلی در جامعه دانست. هدف از این تحقیق بررسی راهکار مناسبی جهت ضد باکتری کردن کاغذ اسکناس با استفاده از نانو ذرات نقره به عنوان ماده ضد باکتریایی می باشد. بدین منظور، اسکناس هاس کاغذی با ترکیبی از خمیر کاغذ آزمایشگاهی با الیاف پنبه و نانو ذرات نقره در رقت های متفاوت تهیه گردید. به منظور بررسی اثر آنتی باکتریال نانو ذرات نقره در کاغذ از روش طیف سنجی فرابنفش-مرئی استفاده گردید. همینطور کاغذها از نظر ویژگی های نوری و مقاومتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد با افزایش میزان مصرف نانو نقره، میزان مقاومت های کاغذ روند کاهشی، افزایش ماتی و از روشنی آنها کاسته شده است. در خصوص آزمون بیولوژیکی نتایج نشان داد با مصرف بیشتر نانو

نقره خصوصیات ضد باکتری کاغذ افزایش یافته است. بنابراین، با توجه به نتایج آزمونهای مقاومتی، نوری و بیولوژیکی و نیز در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی و زیست محیطی، میزان مصرف رقت پایین نانو ذرات نقره در تهیه اسکناس کاغذی پیشنهاد گردید [۶].

۲- نتیجه گیری

متأسفانه با افزایش مقاومت باکتری ها به آنتی بیوتیک های قوی، خطر افزایش بیماری های عفونی جان انسان ها را تهدید می کند. کاربرد اکسیدهای فلزی جهت مقابله با بیماری های عفونی به عنوان روش جایگزین آنتی بیوتیک ها می تواند موثر باشد. امروزه روشهای مختلفی به یاری انسان آمدند تا مصرف این آنتی بیوتیک ها روز به روز کاهش یابد که کاراترین این روشها، استفاده از نانو ذرات می باشد. این ذرات بدون ایجاد حساسیت های دارویی خاص، توانایی بالایی در مهار انتخابی و وسیع میکروب ها دارند [۱۵].

یکی از رایج ترین و مفیدترین نانو ذرات که در تحقیقات اخیر، اثرات ضد میکروبی در رقت های پایین و بدون اثر جانبی از خود نشان داده، نانو ذرات نقره می باشد [۲۲، ۱۹، ۱۶]. نانو ذرات نقره به تنهایی یا به صورت ترکیب با آنتی بیوتیک ها توانسته اند به درمان انواعی از بیماری های انگلی که بخصوص در مناطق گرمسیری شیوع گسترده دارند مانند: مالاریا، لیشمانیوز، تریپانوزومیازیس و شیتوزومیازیس کمک شایانی کنند. علاوه بر آن، یافته ها نشان می دهد که نانو ذرات فلزی و بویژه نقره بر روی انگل های مختلف از جمله ژیا ردیا، لیشمانیا، مالاریا، توکسوپلازما و لارو حشرات اثر کشندگی یا مهارکنندگی رشد وسیع دارد. در مطالعات ارزیابی های مختلفی از تاثیر درمانی نانو ذرات مانند نقره بر روی عوامل تک یاخته ها، به ویژه لیشمانیا و مالاریا، شده است. نتایج تحقیقات در این زمینه، لزوم ساخت داروهای موثرتر و کم ضرتر و هم چنین واکسن های مفید جهت پیشگیری و مبارزه با بیماری های انگل ها توسط نانو ذرات نقره را پیشنهاد می دهد [۴].

علاوه بر آن، نانو ذرات نقره رنج وسیعی و متفاوتی از خواص آنتی باکتریال را از خود نشان می دهد. [۳]. اثر ضد میکروبی نانو ذرات نقره بر میکروبها از طریق واکنش های احتمالی بین این ذرات با مارکروملکول های زنده صورت می گیرد. نانو ذرات از طریق اختلاف بین بار منفی میکرواورگانیزم و بار مثبت خود به سطح سلولهای میکروبی متصل می گردند. این اتصال نهایتاً می تواند از طریق اکسید شدن ملکول های حیاتی سطح میکروب منجر به مرگ آنها گردد. احتمالاً عامل موثر در این مرگ بسیار سریع، اتصال بین نانو مواد با گروه های تیول پروتئین های سطحی میکروب می باشد. از جمله این پروتئین های سطحی می توان به حامل ها و کانال های انتقال فعال مواد اشاره کرد که اتصال نانو ذرات فلزی به آنها می تواند مرگ سریعی را برای میکروب رقم بزند [۱۱]. علاوه بر آن، نانو ذرات نقره از طریق ممانعت در چسبیدن باکتری ها به بیوفیلم می توانند مانع تثبیت



۴. ط. علمي؛ ش. غلامي؛ م. فخار؛ ف. عزيزي؛ مروري بر استفاده از نانو ذرات در درمان عفونت هاي انگلي، مجله دانشگاه علوم پزشكي مازندران ۲۳(۱۰۲): ۱۲-۲۴، ۱۳۸۹.
۵. ی. نبی پورستم زاده؛ آ. احمدی اسب چین؛ بررسی مقایسه ای اثر انتی باکتریال نانو پارتیکل های نقره و روی بر باکتری های پاتوژن سودوموناس اثر وینوزا و استافیلوکوکوس اورئوس، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۲۳(۵): ۱۷۱-۱۷۳، ۱۳۹۴.
۶. ا. یزدانی آقمشهدی؛ ا. اسد پور؛ ق. اتویی؛ ا. رسولی گرمارودی؛ کاربرد نانو نقره در تولید کاغذ اسکنا ضد باکتری. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران ۳۱(۱): ۱۶۶-۱۷۹، ۱۳۹۵.
7. AJ, Huh; YJ, Kwon; Nanoantibiotics: J Control Release 156:128-145, (2011).
8. ABG, Lansdown; Cambridge Royal Society of Chemistry 8:159-261, (2010).
9. A, Saebi; Aeeizh, 218-248, (2011).
10. G, Gunawan; WY, Teoh; CP, Marquis; J, Lifla; R, Amal, Small 5:341-344, (2009).
11. Hu, Tailee; Sustain Environ Res 22:153-8, (2012).
12. JP, Ruparelia; A, Kumar; SP, Duttagupta; M, Diao; M, Yao; water Res 43:243-51, (2009).
13. L, Zhang; D, Pornpattananangkul; C.M.J Hu; C.M. Huang; Cur Med Chem 17:585-594, (2010).
14. L, Zhang; Y, Jiang; Y, Ding; N, Daskalakis; L, Jeuken; M, Povey; J Nanoparticle Res 12:1625-36, (2010).
15. Li, Wenru; Appl Microbiol Biotechnol 10:223-7, (2010).
16. M, Mohebal; MM, Rezayat; K, Gilani; S, Sarkar; B, Akhoundi; J, Esmaeili; DAR 16:4285-289, (2009).
17. M, Rai; A, Yadav; A, Gade; Biotechnology Advances 3:2776-83, (2009).
18. MS, Heydarnejad; P, Yarmohammadi-Samani; M, Mobini-Dehkordi; S, Rahnama; J Zanzan Univ Med J 9:2135-44, (2013).
19. P, Baiocco; A, Ilari; P, Ceci ; S, Orsini; M, Gramicci ; ACS Med Chem Lett 33:2230-233, (2011).
20. N, Beheshti; S, Soflaei; M, Shakibaie; MH, Yazdi; F, J Trace Elem Med Biol 27:203-207, (2013).
21. R, Hadighi; M, Mohebal; P, Boucher; H, Hajjaran; A, Khamesipour; PLoS Med 21:31-62, (2006).
22. RHB, Al- Majolio; O, Int J Dermatol 36:460-462, (1997).
23. S, Selvam; In J Pharm 13:66-74, (2012).
24. X, Zhu; AF, Radovic-Moreno; J Wu; R Langer; and J Shi; Nano Today 94:78-498, (2014).
25. Yu, Binyu; Nanotechnology 22:597-603, (2011).
26. Zh, Hanxuan; M, Uwesiegert; F, Ranliu Res Lett 4:705-8, (2009).
27. P, Nasimi; M, Haidari; Int J Green Nanotechnol 1:1-5, (2013).

و تکثیر آنها در محیط و در نهایت مرگ عوامل عفونی گردند [۲۳].

اندازه نانو ذرات نقره نقش مهمی در سرعت رهایش و اثر سریع ضد میکروبی آن دارد. از سوی دیگر، فعالیت بالاتر ضد میکروبی نانو ذرات نقره در مقایسه با سایر نانو ذرات فلزی ناشی از نسبت بزرگتر سطح به حجم، زبری سطح، آب گریزی، حالت اکسیداسیون و عاملدار بودن سطح نانو ذرات نقره در مقایسه با دیگر نانو ذرات فلزی می باشد [۲۴، ۵]. از جمله کاربردهای نانو ذرات نقره در علم پزشکی می توان به ساخت باند های پانسمان [۲۴، ۱۸]، تیوپ درون نای، انواعی از سوندها و بویژه اثرات ضد میکروبی اشاره کرد [۲۴، ۲۷].

بررسی نتایج مطالعات انجام شده بیانگر نقش مهم نانو فلزاتی مانند نقره در داروسازی، پزشکی و صنعت است، زیرا نقش این ذرات در کنترل بیماری های عفونی ذاتی بوده و هیچ گاه عوامل پاتوژن توانایی توسعه مقاومت در برابر اثرات ضد میکروبی آن را ندارند [۲۵، ۱۵، ۵]. علاوه بر آن مزیت های دیگر شامل: کاهش اثرات جانبی داروها، مقاومت و هزینه های درمان، کاربرد نانو ذرات نقره را توصیه می کند. همچنین از لحاظ تئوری، نانوحاملها نقره در مقایسه با مولکول های آنتی بیوتیک در بدن طولانی تر نگه داشته می شوند که برای رسیدن به اثرات درمانی بلند مدت مفید می باشد. فناوری نانو، نویدبخش پیشرفت های گسترده ای در تمامی زمینه های ایمنی سازی، طراحی دارو، دارورسانی، تشخیص و کنترل بیماری های عفونی می باشد [۲۳].

سپاسگزاری

این مقاله به عنوان بخشی از فعالیت پژوهشی گروه میکروبیولوژی دانشگاه آزاد مسجد سلیمان ارائه گردیده است. از سوی دیگر، نویسندگان بر خود لازم می دانند تا از حمایت های مالی و معنوی سرتیپ حاج احمد خادم سیدالشهدا در تهیه این مقاله کمال تشکر را داشته باشند.

۵- منابع

۱. ف. جامعی؛ ع. دلیمی اصل؛ م. کریمی؛ ف. غفاری؛ مقایسه اثر نانو ذرات سلنیوم و نقره در بهبودی ضایعه پ.ستی ناشی از لیشمانیا ماژور. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان ۲۲(۳): ۲۱۷-۲۲۳، ۹۴.
۲. م. راعی؛ م. امیدی؛ س. ترابی؛ م. خدایاری؛ کاربرد الیستورهای نانویی برای تولید آلژین در سوسپانسیون سلولی گیاه آلوئه ورا (Aloe vera L). مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۳۲(۲): ۲۵۶-۲۶۳، ۱۳۹۵.
۳. رزمی، مهدیه، دیوسالار، عادل، کاربرد نانوانتی بیوتیک ها در شناسایی و درمان بیماری های عفونی، ماهنامه فناوری نانو، ۱۲(۱۳): ۲۴-۲۹، ۱۳۹۲.