



بررسی اثر آنتی‌باکتریال نانوذرات نقره علیه جدایه‌های اشرشیاکلی تولیدکننده بتالاکتامازهای وسیع الطیف جدا شده از عفونت‌های ادراری

الهه یزدی^۱، تینا دادگر*^۱، حمیدرضا پردلی^۱، فاطمه شاکری^۲

۱- گروه زیست شناسی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران
۲- گروه زیست شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گرگان، گرگان، ایران

چکیده	مقاله پژوهشی اصیل
<p>مقدمه با توجه به رشد مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی و بررسی راه‌های جدید در نانوبیوتکنولوژی، این مطالعه به بررسی اثر درمانی نانوذرات نقره روی باکتری <i>E. coli</i> برای کنترل و یافتن درمان جدید علیه جدایه‌های مولد ESBL اشرشیاکلی می‌پردازد.</p>	<p>تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۷</p>
<p>مواد و روش‌ها بر روی ۱۰۰ نمونه اشرشیاکلی، مقاومت آنتی‌بیوتیکی با روش دیسک برای ۳ آنتی‌بیوتیک سفالوسپورین نسل سوم و پس از آن برای جدایه‌های مقاوم تست تاییدی انجام شد. تاثیر نانوذره نقره روی ایزوله‌های ESBL با روش انتشار چاهک و در ادامه MIC و MBC نیز انجام شد. جهت آنالیز و بررسی نتایج، از نرم‌افزار spss16 و در تمامی موارد $p < 0/05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.</p>	<p>*نویسنده مسئول: تینا دادگر، گرگان بلوار شهید کلانتری خیابان دانشجو مجتمع دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان تلفن: ۰۱۷۳۲۱۵۳۰۰۰ پست الکترونیک: dadgar_teena@yahoo.com</p>
<p>یافته‌ها میزان مقاومت به سفالوسپورین نسل سوم به ترتیب ۴۵٪، ۲۰٪ و ۴۴٪ بود، تست تاییدی در حضور کلونیک اسید نشان داد که ۸۵/۵ درصد نمونه‌ها ESBL می‌باشند و بیشترین اثر مهارکنندگی نانوذره نقره به روش انتشار چاهک در غلظت‌های ۴۰۰۰، ۲۰۰۰، ۱۰۰۰ ppm بود. بیشترین MIC به دست آمده متعلق به غلظت ۱۵/۶۲ ppm و کمترین ۷/۸ ppm بود. در تعیین MBC در ایزوله‌ها بیشترین و کمترین غلظت که اثر کشندگی داشت به ترتیب، ۶۲/۵ ppm و ۷/۸ ppm بود.</p>	
<p>نتیجه‌گیری حداقل غلظتی از نانوذره نقره برای از بین بردن باکتری اشرشیاکلی ۷/۸ ppm است. بنابراین محلول کلونیدی نانو ذره نقره فعالیت ضد باکتریایی بسیار خوبی را در غلظت‌های پایین از خود نشان می‌دهد و به عنوان بیوسید مناسب پیشنهاد می‌شود.</p>	
<p>کلیدواژه‌ها اشرشیاکلی، نانوذره نقره، آنتی‌باکتریال، عفونت ادراری</p>	



مقدمه

عفونت ادراری (UTI)^۱ عبارت است از ورود، استقرار و آسیب‌زایی یک میکروارگانیسم در دستگاه ادراری که این عفونت توسط باکتری‌های مختلفی ایجاد می‌شود و در تمامی گروه‌های سنی و در هر دو جنس زن و مرد دیده می‌شود. میزان بروز آن در نوزادان دختر و پسر مشابه است و برآورد می‌شود که فراوانی آن در کودکان زیر یک سال کمتر از ۲٪ باشد. البته با افزایش سن میزان ابتلا در زنان بطور معنی‌داری از مردان بیشتر می‌شود (۱، ۲). در این عفونت‌ها، اشرشیاکلی یکی از شایع‌ترین عوامل ایجاد کننده بیماری هستند که در تمامی گروه‌های سنی و نیز تمامی اشکال عفونت ادراری شامل سیستست، پیلونفریت، نواح اکتسابی از بیمارستان و جامعه در تمام دنیا یافت می‌شوند. این باکتری ساکن طبیعی دستگاه گوارش است و می‌تواند خود را به دستگاه ادراری رسانده و در آن عفونت ایجاد نماید (۳، ۴، ۵). جهت درمان عفونت ادراری، آنتی‌بیوتیک‌های مختلف از خانواده بتالاکتام مورد استفاده قرار می‌گیرد که مصرف بی‌رویه آنها سبب افزایش مقاومت در میکروارگانیسم‌ها گشته است. مهمترین این مقاومت‌ها، تولید آنزیم‌های بتالاکتاماز (یک دسته شامل ESBL که توسط پلاسمید کد می‌شود) می‌باشد که به هیدرولیزو غیرفعال شدن آنتی‌بیوتیک‌های بتالاکتام منجر می‌شود (۶). با ظهور باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک، راه‌های دیگری برای درمان پیشنهاد می‌شود که در این میان به نانوذرات در مصارف ضد میکروبی توجه خاصی شده است. از جمله پرکاربردترین نانوذرات پس از نانولوله‌های کربنی، نانوذرات نقره^۲ بوده که دارای مصارف متعددی در عرصه پزشکی است (۷، ۸، ۹).

برخی از مهمترین کارکردهای نانوذرات نقره در ارتباط با درمان و سلامت شامل ضدباکتریایی بودن، تسریع فرآیند ترمیم زخم، اجتناب از عفونت زخم و مرگ عامل بیگانه می‌باشد. همچنین از خواص اساسی نانوذرات نقره می‌توان به آبدوست بودن، غیرسمی بودن برای بدن، غیر حساسیت‌زا، پایداری زیاد، سازگاری با محیط زیست، مقاومت در برابر حرارت، عدم ایجاد و افزایش مقاومت و سازگاری در میکروارگانیسم و قابلیت آن‌ها در اضافه شدن به لیاف، پلیمر، سرامیک، سنگ، رنگ و غیره بدون تغییر دادن خواص ماده اشاره نمود.

خاصیت آنتی‌باکتریال نانوذرات نقره باعث گسترش کاربردهای آن در حوزه‌های نساجی، صنایع رنگ، سرامیک، داروسازی، کشاورزی، دامپروری و لوازم آرایشی-بهداشتی شده است. مهمترین مکانیزم نانوذرات نقره حمله به زنجیره تنفسی میکروارگانیسم و تحت تاثیر قرار دادن سایر فرآیندهای سلولی بوده و در نهایت منجر به مرگ سلولی می‌شود (۱۰، ۱۱، ۱۲). ویژگی‌های ترکیب مورد استفاده، به ابعاد و شکل نانوذرات نقره بستگی دارد، که این امر مستقیماً تحت تأثیر روش سنتز آن می‌باشد. در این راستا نحوه‌ی فرآوری نانوذرات و نوع آنها تعیین‌کننده‌ی مکانیسم تأثیر آن خواهد بود و در نتیجه هر کاربردی نیازمند مطالعه‌ی دقیق و انتخاب صحیح نوع ترکیب مورد نظر می‌باشد تا نتیجه مطلوب حاصل گردد (۱۳). هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر درمانی نانوذرات نقره روی باکتری *E. coli* برای کنترل و یافتن درمان جدید علیه جدایه‌های مولد ESBL اشرشیاکلی که در برابر دارو مقاومت نشان می‌دهند، می‌باشد.

¹ Urinary tract infection

² (Nanosilver) particles



مواد و روش‌ها

این پژوهش مطالعه‌ای توصیفی-تحلیلی است که جامعه آماری آن را افراد مبتلا به عفونت ادراری در گروه‌های مختلف سنی مراجعه کننده به بیمارستان و آزمایشگاه تشخیص طبی شهر گرگان، تشکیل می‌دهند. از بین نمونه‌های ادراری مراجعین سرپایی به بیمارستان (صیاد شیرازی) و آزمایشگاه‌ها جمعاً ۱۰۰ نمونه اشرشیاکلی با کلنی کانت بیش از 10^6 CFU/ml (Cfu) جداسازی شد. برای هر فرد پرسشنامه‌ای حاوی اطلاعات فردی تنظیم شد. نمونه‌های انتخابی در محیط EMB جمع‌آوری شده و برای تست‌های تعیین مرفولوژی و بیوشیمیایی استفاده شدند. برای تایید نمونه‌ها، بررسی TSI، SIM، MRVP، سیمون سترات و اوره آگار و تست اکسیداز برای نمونه‌ها انجام شد و ۱۰۰ نمونه اشرشیاکلی، خالص‌سازی و احیا گردید.

تعیین حساسیت آنتی‌بیوتیکی به روش انتشار از

دیسک و تایید ESBL

در این تحقیق ۴ دیسک آنتی‌بیوتیکی جهت آنتی‌بیوگرام سوبه‌های اشرشیاکلی استفاده شده است که عبارتند از: سفتریاکسون (CTR): $30 \mu\text{g}$ ، سفوتاکسیم (CTX): $30 \mu\text{g}$ ، سفنازیدیم (CAZ): $30 \mu\text{g}$ ، سفوتاکسیم/کلولانیک اسید (CTX+C): $30/10 \mu\text{g}$. آنتی‌بیوگرام طبق استانداردهای^۲ (CLSI) انجام شد (۱۴). تمامی جدیه‌هایی که به آنتی‌بیوتیک سفوتاکسیم مقاومت نشان دادند، به عنوان کاندید ESBL در نظر گرفته شدند و جهت اثبات ESBL بودن با استفاده از روش^۳ (DDST) مورد آزمون قرار گرفتند، به این ترتیب که دیسک سفوتاکسیم $30 \mu\text{g}$ و سفوتاکسیم/کلولانیک اسید (CTX: $30 \mu\text{g}$ /CV: 10)

μg استفاده شد. در صورتی که هاله عدم رشد دیسک همراه با کلولانیک $30 \mu\text{g}$ ، حداقل ≥ 5 بیشتر از قطر هاله عدم رشد اطراف دیسک فاقد کلولانیک اسید بود، به عنوان ESBL در نظر گرفته شد (۱۵).

مشخصات و ویژگی‌های نانوذره نقره مورد استفاده

در این مطالعه از نانوذرات نقره کلوییدی با نام تجاری Nanocid L2000 (شرکت نانو نصب نیرو، ایران) استفاده شده است. این ماده حاوی 4000 ppm از نانوذرات نقره است که به صورت محلول معلق کلوییدی استفاده می‌شود. این ماده در محیط کشت پایداری خود را حفظ می‌کند. اندازه این نانوذرات بین ۱۸ تا ۳۴ نانومتر بوده و پتانسیل الکتریکی در تعلیق (زتا پتانسیل) این ماده برابر $33/5$ - اندازه‌گیری شده است که پایداری متوسط این ماده را نشان می‌دهد.

تعیین MIC^۴ نانوذره نقره

در ادامه، اثر نانوذره نقره به روش انتشار چاهک در آگار و میکرو تیتیر پلیت تعیین گردید. برای سنجش اثر نانوذرات نقره در جلوگیری از رشد باکتری‌ها بعد از آماده‌سازی کشت ۱۸-۲۰ ساعته در محیط مولر هینتون آگار و فعال‌سازی باکتری، سوسپانسیون میکروبی معادل نیم مگ‌فارلند از باکتری در محیط BHI برات تهیه شد و در انکوباتور به مدت ۱ ساعت قرار داده شد تا به کدورت لازم برسد.

سپس سوسپانسیون باکتری را تا کدورت مگ‌فارلند معادل^۵ 10^8 رقیق کرده و سوسپانسیونی معادل^۵ 10^5 تهیه گردید. سپس در میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای در ردیف اول در هر چاهک به مقدار $100 \mu\text{L}$ نانوذره نقره با غلظت‌های مختلف + μL ۱۰۰ محیط BHI برات تلقیح شد. در ردیف دوم تا هشتم از چاهک دوم در هر چاهک مقدار $100 \mu\text{L}$ نانوذره نقره با غلظت‌های مختلف + $100 \mu\text{L}$ از سوسپانسیون میکروبی

^۱ Colony-forming unit

^۲ Clinical and laboratory standards institute

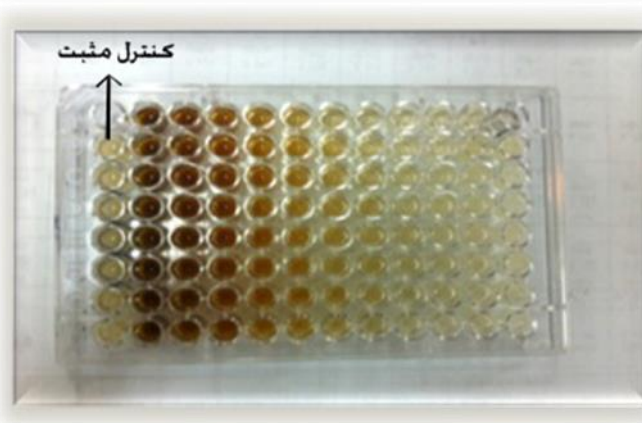
^۳ Double Disk Synergy Test

^۴ Minimum Inhibitory Concentration



چاهک‌ها در طول موج ۵۷۰ نانومتر و توسط دستگاه الایزایدر در طول موج ۵۷۰ خوانده شد. اولین رقتی از نانو نقره که باکتری رشد نکرده بود به عنوان MIC تعیین گردید (شکل ۱).

تلقیح گردید و ستون اول کنترل، مثبت در نظر گرفته شد. مقدار $100 \mu\text{L}$ محیط BHI + $100 \mu\text{L}$ سوسپانسیون میکروبی 10^{-5} تلقیح شده و پس از گذشت ۲۴ ساعت انکوباسیون در دما مناسب رشد باکتری مورد نظر کدورت



شکل ۱- تعیین اثر نانو نقره به روش میکروتیتر پلیت

تجزیه تحلیل قرار گرفت و در تمامی موارد سطح معنی‌دار $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جامعه مورد بررسی

بررسی بر روی ۱۰۰ ایزوله اشرشیاکلی انجام شد، نمونه‌ها طی ۱ سال، از بیماران غیر بستری مراجعه کننده به آزمایشگاه‌های تشخیص طبی در شهر گرگان جمع‌آوری گردید و تمامی ایزوله‌ها کلنی‌کانت بیش از $10^6/1000 \text{ CFU/ml}$ داشتند.

محدوده سنی از ۱۷ سال تا ۷۱ سال متغیر بود و میانگین سنی بیماران ۳۳ سال بود. ۶۲٪ از افراد در گروه سنی جوان (۱۷-۴۵)، ۳۲٪ افراد در گروه میان‌سال و ۶٪ افراد در گروه سنی مسن قرار داشتند. ۶۴٪ بیماران زن و ۳۶٪ مرد بودند که ۸۰٪ آنها ساکن شهر بودند. شایع‌ترین نشانه‌های بالینی

تعیین MBC نانوذره نقره

پس از تعیین حداقل غلظتی از نانوذرات نقره که برای باکتری‌ها مهارکننده است، به منظور تعیین حداقل غلظت کشندگی آن در برابر باکتری از چاهک‌های فاقد کدورت که در آنها رشد مهار شده است، با استفاده از لوپ استریل و در کنار شعله یک لوپ از چاهکی که MIC در نظر گرفته شد و ۵ تا چاهک قبل از آن را در محیط مولر هینتون آگار کشت داده شد. پلیت‌ها به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در انکوباتور در دمای 37°C انکوبه شدند و رشد باکتری‌ها بررسی شدند.

توصیف متغیرهای کمی بوسیله محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و رسم نمودار انجام شد و متغیرهای کیفی با محاسبه درصد فراوانی انجام گردید و همچنین اطلاعات بدست آمده از نمونه‌ها و نتایج ارزیابی‌ها در نرم‌افزار SPSS16 وارد شد و با روش Chi-Square آنالیز و مورد



در افراد مورد مطالعه سوزش ادرار، تب و تکرر ادرار بوده است. ۷۷٪ تکرر ادرار و ۶۹٪ سوزش ادرار داشتند که از بارزترین نشانه‌های بالینی در افراد مورد مطالعه بود و فقط ۸٪ از آنها سابقه استفاده از آنتی‌بیوتیک را گزارش نموده بودند.

حساسیت آنتی بیوتیکی

فراوانی جدایه‌های مقاوم به سفالوسپورین‌های نسل سوم

مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌های نسل سوم نظیر سفنازیدیم و سفتری آکسون بررسی شد که نتایج به‌دست آمده در نمودارهای ۲ و ۳ آمده است و مشخص گردید که ۲۰٪ از کل نمونه‌ها، به سفنازیدیم مقاوم بودند و ۴۴٪ از نمونه‌ها به سفتری آکسون مقاوم بودند (در این مطالعه نمونه‌های حدواسط نیز در گروه حساس قرار گرفتند). جهت شناسایی نمونه‌های ESLB در مرحله اول، تست آنتی‌بیوگرام با سفوتاکسیم (سفالوسپورین نسل سوم) انجام شد، از ۱۰۰ مورد آزمون، در ۴۵٪ (۶۸ مورد) مقاومت به سفوتاکسیم

مشاهده شد که مشکوک به ESLB بوده و در غربالگری اولیه ESLB قرار گرفتند و پس از آن برای تمام نمونه‌هایی که به سفوتاکسیم مقاوم بودند، تست تاییدی در حضور کلونیک اسید انجام شد. بر این اساس از ۶۸ نمونه مقاوم به سفوتاکسیم در ۵۸ مورد (۸۵/۵٪) قطر هاله در حضور کلونیک اسید افزایش نشان داد و ESLB بودن این نمونه‌ها مورد تایید قرار گرفت. بنابراین فراوانی ESLB در ۱۰۰ جدایه اشرشیاکلی یوروپاتوژن بدست آمده از عفونت ادراری در این مطالعه ۵۸٪ می‌باشد.

تطابقت مقاومت به سفتری آکسون و سفنازیدیم با ESBL

از ۵۷ جدایه اشرشیاکلی مقاوم به سفنازیدیم و ۴۴ جدایه مقاوم به سفتری آکسون به ترتیب ۱۶ (۸۰٪) و ۳۹ (۸۸٪) مورد ESBL بوده‌اند. میزان حساسیت و اختصاصیت سفتری آکسون برای جداسازی ESLB بهتر می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- فراوانی مقاومت به سفنازیدیم و سفتری آکسون بر مبنای ESBL

سفتری آکسون		سفنازیدیم		مقاومت به سفالوسپورین‌های نسل سوم بر مبنای ESBL
حساس	مقاوم	حساس	مقاوم	
۱۹ (۳۳/۹٪)	۳۹ (۸۸/۶٪)	۴۲ (۵۲/۵٪)	۱۶ (۸۰٪)	ESBL
۳۷ (۶۶/۱٪)	۵ (۱۱/۴٪)	۳۸ (۴۷/۵٪)	۴۱ (۲۰٪)	Non ESBL

تکرر ادرار، سابقه استفاده از آنتی‌بیوتیک) بررسی شد که در جدول‌های (۲ و ۳) آورده شده است. در تمامی موارد سطح معنی‌دار $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

فراوانی ESBL در اشرشیاکلی و ویژگی بیماران مبتلابه آن

نمونه‌های ESLB از نظر متغیرهای عوامل دموگرافیک نظیر (جنسیت، محل زندگی) و عوامل بالینی نظیر (سوزش ادرار،



جدول ۲- توزیع فراوانی عوامل دموگرافیک در جدایه‌های اشرشیاکلی ESBL و Non ESBL

*P value	Non ESBL	ESBL	متغیر	عوامل دموگرافیک
۰/۸	۳۴ (۸۱٪)	۴۶ (۷۹/۳٪)	شهر	محل زندگی
	۸ (۱۹٪)	۱۲ (۲۰/۷٪)	روستا	
۰/۷	۲۷ (۶۴/۳٪)	۹ (۱۵/۵٪)	مرد	جنسیت
	۱۵ (۳۵/۷٪)	۴۹ (۸۴/۵٪)	زن	

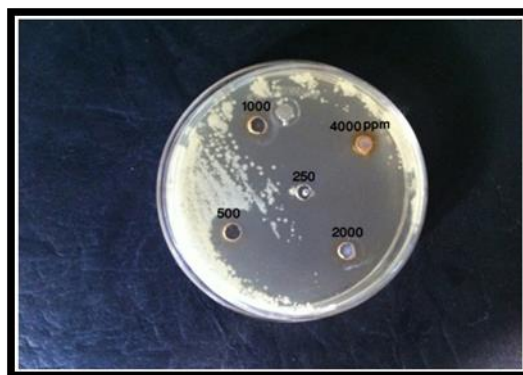
جدول ۳- فراوانی علائم بالینی در بیماران مبتلا به عفونت ادراری ناشی از اشرشیاکلی در دو گروه Non ESBL , ESBL

*P Value	Non ESBL		ESBL		علائم بالینی
	ندارد	دارد	ندارد	دارد	
۱/۰	۱۹ (۴۵/۲٪)	۲۳ (۵۴/۸٪)	۱۲ (۲۰/۷٪)	۴۶ (۷۹/۳٪)	سوزش ادرار
۰/۶	۱۵ (۳۵/۷٪)	۲۷ (۶۴/۳٪)	۸ (۱۳/۸٪)	۵۰ (۸۶/۲٪)	تکرر ادرار
۰/۲	۱۰ (۲۹/۶٪)	۱ (۲/۴٪)	۵۱ (۸۷/۹٪)	۷ (۱۲/۱٪)	سابقه استفاده از آنتی‌بیوتیک

تعیین اثر نانوذره نقره به روش چاهک

پس از تعیین جدایه‌های ESBL با استفاده از روش دیسک فیوژن و تست تاییدی با استفاده از روش DDT کلیه نمونه‌ها ESBL و Non ESBL تحت تاثیر غلظت‌های ppm ۴۰۰۰، ۲۰۰۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۲۵۰ نانوذره نقره به روش چاهک قرار گرفتند و قطر هاله عدم رشد در آنها اندازه‌گیری شد (شکل

۲). در میانگین به دست آمده از غلظت‌های مختلف بیشترین اثر مهارکنندگی در بین غلظت‌های مورد مطالعه به ترتیب در غلظت‌های ppm ۴۰۰۰، ۲۰۰۰، ۱۰۰۰ بود و در غلظت ppm ۵۰۰ و ۲۵۰ اثر مهارکنندگی نزدیک به هم و کمتری داشتند، بنابراین اثر آنتی‌باکتریال نانوذره نقره وابسته به غلظت می‌باشد.





شکل ۹- اثر نانوذره نقره به روش انتشار چاهک

MBC در غلظت‌های ۱۵/۶ ppm، ۳۱/۲۵ ppm، ۶۲/۵ ppm، ۷/۸ ppm بود و کمترین غلظت موثر MBC معادل ۷/۸ ppm می‌باشد.

نتایج سنجش MIC در جدایه‌های ESBL و Non ESBL
در نمونه‌های ESBL و Non ESBL غلظت ۳۱/۲۵ ppm، بیشترین اثر مهارری را داشت (غلظتی که موثر بوده) و کمترین غلظت موثر MIC به دست آمده ۷/۸ ppm می‌باشد. فراوان‌ترین MIC به دست آمده در این نمونه‌ها متعلق به غلظت ۱۵/۶۲ ppm به ترتیب ۷۰/۷٪ و ۷۳/۸٪ بوده است (جدول ۴).

تعیین MIC و Sub MIC نانوذره نقره روش میکروتیتربلیت

در بررسی MIC نانو ذره نقره کمترین غلظت ممانعت‌کنندگی در رشد MIC معادل ۷/۸ ppm می‌باشد و بیشترین غلظت معادل ۳۱/۵۲ ppm بوده است. ب بیشترین فراوانی MIC به ترتیب در غلظت‌های ۱۵/۶ ppm، ۷/۸ ppm، ۳۱/۲۵ ppm نانوذره نقره در نظر گرفته شد. در غلظت ۱۵/۶ ppm که بیشترین فراوانی را در بین غلظت‌های MIC مشاهده شد، ۶۵/۲٪ نمونه‌ها دارای MBC برابر با MIC بودند و کمترین غلظت ممانعت‌کنندگی از رشد باکتری غلظت ۷/۸ ppm بود که ۵۰٪ نمونه‌ها در این غلظت دارای MIC برابر با MBC بودند و همچنین بیشترین فراوانی

جدول ۴- درصد فراوانی غلظت MIC نانوذره نقره علیه جدایه‌های ESBL و Non ESBL اشرشیاکلی

تعداد کل	غلظت MIC نانو ذره نقره (ppm)			جدایه اشرشیا کلی
	۳۱/۲۵	۱۵/۶۲	۷/۸	
۵۸	۴ (۶/۹٪)	۴۱ (۷۰/۷٪)	۱۳ (۲۲/۴٪)	ESBL
۴۲	۲ (۴/۸٪)	۳۱ (۷۳/۸٪)	۹ (۲۱/۴٪)	Non ESBL
۱۰۰	۶ (۶٪)	۷۲ (۷۲٪)	۲۲ (۲۲٪)	تعداد کل

که بیشترین فراوانی قدرت کشندگی نانوذره نقره در ESBL و Non ESBL‌ها متعلق به غلظت ۱۵/۶۲ ppm بوده و بیشترین غلظت که اثر کشندگی دارد در جدایه‌های ESBL و Non ESBL، ۶۲/۵ ppm و کمترین غلظت ۷/۸ ppm بود. در قدرت کشندگی نانو نقره بر روی جدایه‌های ESBL و Non ESBL اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵) ($P < 0/05$).

نتایج مطالعه نشان داد که در بررسی قدرت مهارکنندگی نانوذره نقره بر جدایه‌های ESBL و Non ESBL اشرشیاکلی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. $p > 0/05$ به دست آمد. تعیین قدرت کشندگی (MBC) نانوذره نقره در جدایه‌های ESBL و Non ESBL در تعیین قدرت کشندگی نانوذره نقره در جدایه‌های ESBL و Non ESBL، نتایج بدست آمده بیانگر آن است



جدول ۵- درصد فراوانی غلظت MBC نانوذره نقره علیه جدایه های ESBL و NonESBL اشرشیاکلی

Pvalue	تعداد کل	نانوذره نقره MBC غلظت (ppm)				جدایه اشرشیا کلی
		۶۲/۵	۳۱/۲۵	۱۵/۶۲	۷/۸	
	۵۸	۷ (۱۲٪/۱)	۱۳ (۲۲٪/۴)	۳۱ (۵۳٪/۴)	۷ (۱۲٪/۱)	ESBL
۰/۰۸	۴۲	۸ (۱۹٪/۱)	۲ (۴٪/۱)	۲۸ (۶۶٪/۷)	۴ (۹٪/۵)	Non esbl
	۱۰۰	۱۵ (۱۵٪/۱)	۱۵ (۱۵٪/۱)	۵۹ (۵۹٪/۵)	۱۱ (۱۱٪/۱)	تعداد کل

بحث

جدایه ESBL بودند. بنابراین فراوانی موارد ESBL در کل نمونه‌ها ۵۸٪ تعیین گردید. مطالعات مختلفی در نقاط مختلف جهان و کشور ما در این خصوص انجام شده و آمارهای متفاوتی از مقاومت از نوع ESBL گزارش شده است. میزان ESBL در اشرشیاکلی‌های شهر گرگان در این بررسی ۵۸٪ به دست آمد که در محدوده آمار شهرهای ایران است، این آمار در شهرهای ایران متفاوت گزارش شده است کمترین آمار مربوط به بیماران بستری و سرپایی شهر رفسنجان، خرم‌آباد و سنندج است که به ترتیب، ۱۰/۲٪، ۱۱/۵٪ و ۱۴/۵٪ از اشرشیاکلی‌ها ESBL بودند و بالاترین آمار مربوط به نمونه‌های تهیه شده از بیماران شهر کرمان، تهران و بخش ICU بیمارستان‌های آموزشی تهران است که به ترتیب ۶۸٪، ۶۴/۸٪ و ۶۰/۶٪ می‌باشد.

بروز مقاومت دارویی ESBLs در کشورهای در حال توسعه مثل آفریقا، کشورهای آسیایی مثل عربستان سعودی، ترکیه و ایران، معمولاً بیش از ۴۰٪ گزارش می‌شود در حالی که این رقم در کشورهای توسعه یافته پایین‌تر و حدود ۰٪ می‌باشد (۱۷). بر این اساس در ایران طی سالیان اخیر مطالعات گسترده‌ای در این زمینه انجام شده است، کمترین فراوانی مقاومت به سفالوسپورین‌های نسل سوم مثل سفوتاکسیم، سفنازیدیم و سفتری آکسون در مطالعات

عفونت‌های ادراری، عفونت‌های شایعی هستند و مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی در این بیماری رو به افزایش است. معمول‌ترین داروهای آنتی‌باکتریال که در درمان UTI استفاده می‌شود؛ کوتریموکسازول، نالیدیکسیک اسید، کینولون‌ها و سفالوسپورین‌ها می‌باشد (۱۶). آنتی‌بیوتیک‌های بتا لاکتام که بهترین گزینه برای درمان بسیاری از باکتری‌ها می‌باشند، به دلیل قدرت سمیت پایین و عوارض جانبی کمتر برای سلول‌های یوکاریوتی، طیف اثر گسترده و اثر ضد میکروبی قوی، به عنوان داروهای انتخابی جهت درمان عفونت‌های ادراری به کار می‌روند و از زمانی که بشر برای درمان عفونت‌های باکتریایی به استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها روی آورده است مقاومت به درمان در باکتری‌ها مشاهده می‌شود. به طوری که روند این مقاومت در دهه‌های اخیر شتاب بیشتری گرفته است که در بین انواع مقاومت‌های تولید شده به وسیله باکتری‌ها، انواعی که توانایی تولید آنزیم بتالاکتاماز موثر علیه سفالوسپورین‌های نسل سوم را دارند، به این گروه باکتری‌های مولد ESBLs گفته می‌شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که در ۶۸ مورد از اشرشیاکلی‌های مورد بررسی مقاومت به سفوتاکسیم وجود دارد و در تست تاییدی مشخص شد که از این تعداد ۵۸



شاهچراغی در شهر تهران در سال ۱۳۸۶، ۲۶٪ و بیشترین میزان در سال ۱۳۸۷ در شهر تبریز ۸۰/۴۹٪ گزارش شده است (۱۸، ۱۹). در مطالعه حاضر ۴۵٪ جدایه‌های اشرشیاکلی به سفوتاکسیم مقاوم بودند و مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌های سفزازیدیم و سفتری آکسون به ترتیب ۲۰٪ و ۴۴٪ تعیین گردید.

نتایج در MIC نشان می‌دهد که تاثیر غلظت‌های MIC نانوذره نقره در جدایه‌های ESBL و Non ESBL اشرشیاکلی اختلاف معناداری با هم نداشته است که مطابق نتایج سایر محققین می‌باشد. به طوریکه Humberto و همکاران در سال ۲۰۱۰ اذعان داشتند، پروتئین‌های مقاوم در برابر دارو که باکتری‌ها را قادر می‌سازند تا از آنتی‌بیوتیک‌ها اجتناب و دوری کنند، بر کارآرایی نقره هیچ تأثیری ندارد (۲۰). از طرف دیگر، Mohamudha و همکاران در تحقیق خود تأثیرات مهاری نانوذرات نقره را به قطر یون‌های نقره نسبت داده و بیان کردند یون‌های نقره به دلیل اندازه کوچک، سطح تماس بیشتری با فضای بیرونی داشته و تأثیر بیشتری نیز بر غشای سلول‌ها می‌گذارند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که MIC نانو ذره نقره بر سایر متغیرهای مورد بررسی مثل جنسیت افراد (زن یا مرد) و علائم بالینی (مانند سوزش ادرار و تکرر ادرار) تفاوتی ندارند و این عوامل نمی‌تواند سطح MIC نانوذره نقره را تغییر دهد (۲۱). در این مطالعه ما فراوانی بعضی از ریسک فاکتورها با استفاده از مقایسه فراوانی متغیر در افرادی که با جدایه ESBL و انواع غیر ESBL مبتلا بودند مورد بررسی قرار دادیم. یافته‌های ما نشان داد که ESBL شدن با سن، جنس، محل سکونت در شهر و روستا ارتباطی ندارد. همچنین هیچ یک از علائم بالینی مانند سوزش ادرار، تکرر ادرار، تفاوتی بین دو گروه نشان نداد که این یافته‌ها با تحقیقات شایانفر و همکاران مطابقت دارد.

بنابراین با توجه به این سویه‌های مقاوم استفاده از روش‌های نوین درمانی مانند نانو تکنولوژی ضروری به نظر می‌رسد. گسترش علم نانو تکنولوژی در دهه گذشته، فرصت‌هایی برای کشف تأثیرات ضد باکتریایی نانو ذرات فلزی را ایجاد کرده است. محققان معتقدند که نانوذرات فلزی علاوه بر اثر مهاری ذره، به دلیل اندازه کوچک، نسبت سطح به حجم زیادی که دارند و باعث تماس بیشتر با فضای بیرون می‌شوند، تأثیرات ضد باکتریایی زیادی دارند. بنابراین بر عهده مسئولین بهداشتی و مسئولین کارشناس میکروبی منطقه می‌باشد که با نظارت دایمی بر باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک به خصوص سویه‌های ESBL فراوانی آنها را تحت کنترل داشته باشند و با توجه به نتایج این مطالعه و تاثیر بسیار خوب نانوذره نقره بر جدایه‌های یوروپاتوزن اشرشیاکلی بطوریکه حداقل غلظتی از نانوذره نقره که توانست از رشد بعضی جدایه‌های اشرشیاکلی ممانعت نماید، غلظت ۷/۸ ppm بود در حالیکه میانگین MIC به دست آمده ۱۴/۸۳ و بین سایر متغیرها و غلظت نانوذره نقره تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در غلظت MIC نانو ذره نقره بر جدایه‌های ESBL و Non ESBL وجود ندارد. اما در غلظت‌های MBC یعنی اثر کشندگی نانوذره نقره بر جدایه‌های ESBL و Non ESBL دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود کارایی نانو نقره در درمان و یا پیشگیری از عفونت‌های حاصله از اشرشیاکلی یوروپاتوزن استفاده کرد.

نتیجه‌گیری

حداقل غلظتی از نانو نقره که از رشد اشرشیاکلی ممانعت می‌کند، غلظت ۷/۸ ppm است. بنابراین محلول کلوئیدی نانوذره نقره فعالیت ضدباکتریایی بسیار خوبی را در غلظت‌های پایین از خود نشان می‌دهد. با توجه به یافته‌های



مراحل مختلف انجام این پژوهش ما را یاری نموده اند، تشکر و قدردانی نماییم.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی نداشتند.

حاصل از این تحقیق می توان نتیجه گرفت که کاربرد نانوذرات نقره در شرایط invitro در مقادیر کم از رشد باسیل گرم منفی ESBL جلوگیری می کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته میکروبیولوژی می باشد. لازم میدانیم از همه عزیزانی که در

References

1. Franiczek R, Ddolna I, Krzyzanowska B, Szufarowski K, kowalska-krochmal B. Conjugative Transfer of Multiresistance Plasmids from ESBL positive Escherichia coli and Klebsiella spp. Clinical Isolates to Escherichia coli Strain K12 C600. Adv Clin Exp Med. 2007; 16(2): 239-247.
2. Takenaka S, Karg E, Roth C, Schulz H, Ziesenis A, Heinzmann U, et al. Pulmonary and systemic distribution of inhaled ultrafine silver particles in rats. Environ Health Perspect. 2001; 109(4):547-551.
3. Ali AS, Townes CL, Hall J, Picard RS. Maintaining a sterile urinary tract: the role of antimicrobial peptides. J Urol. 2009; 182(1):21-28.
4. Jasmine B, Lee L, Guy H. Neild. Obstruction and infection Urinary tract infection. Medicine. 2007; 35(8): 423-428.
5. Jawets E, Melnick GL, Adelberg EA. In: medical microbiology. 25th edition, Appleton @Longe, CA. USA. 2010; 15:265-282.
6. Guilfoile P. 2006. Antibiotic resistant bacteria. Northborough (MA): Chelsea House Publishers; 2006; 22-100.
7. Zhou W, Ma Y, Yang H, Ding Y, Luo X. A label-free biosensor based on silver nanoparticles array for clinical detection of serum p53 in head and neck squamous cell carcinoma. Int. J. Naomedicine. 2011; 6: 381-386.
8. Bhattacharjee A, Ranjan Sen M, Anupurba Sh, Prakash P, Nath G. Detection of OXA-2 group extended-spectrum beta-lactamase-producing clinical isolates of Escherichia coli from India. J. Antimicrob Chemother. 2007; 60(3):703-704
9. Kreyling WG, Semmler M, Chaudhry Q. A complementary definition of nanomaterial. Nano Today. 2010; 5(3): 165-168.
10. Lee KJ, Dnallathamby P, XU XN. In Vivo Imaging of Transport and Biocompatibility of Single Silver Nanoparticles in Early Development of Zebrafish Embryos. ACS Nano, 2007; (2): 133-143.
11. Shahverdi R, Fakhimi A, Shahverdi HR. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Nanomed: Nanotechnol. 2007; (3): 168-171.
12. Lagarón JM, Cabedo L, Cava D, Feijoo JL, Gavara R, Gimenez E. Improving packaged food quality and safety. Part 2: nanocomposites. Food Addit Contam. 2005; 22(10): 994-998.
13. Bali EB, Acik L, Sultan N. Phenotypic and molecular characterization of SHV, TEM, CTX-M and extended-spectrum beta-lactamase produced by Escherichia coli, Acinobacter baumannii beta – lactamase produced by Escherichia coli, Acinobacter baumannii and Klebsiella isolates in a Turkish hospital. Afr J Microbiol Res. 2010; 4(8): 650-654.
14. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; 25th informational supplement. CLSI document M100-S25. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, 2015.



15. Shayanfar N, Rezaei M, Ahmadi M, Ehsanipour F. Evaluation of extended spectrum beta lactamase (ESBL) positive strains of *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli* in bacterial cultures. *Iran. J. Pathol.* 2010; 5(1): 34-39.
16. Barbosa- Cesnik C, Brown MB , Buxton M, Zhang L, DeBusscher J , Foxman B . Cranberry juice fails to prevent recurrent urinary tract infection: results from a randomized placebo-controlled trial. *Clin Infect Dis.* 2011; 52(1): 23-30.
17. Theivasanthi T, Algar M. Anti-Bacterial Studies of Silver Nanoparticles. *arXiv2011*, arXiv:1101.0348.
18. Todar, K. "Pathogenic *E. coli*". Online Textbook of Bacteriology. University of Wisconsin–Madison Department of Bacteriology. <http://www.textbookofbacteriology.net/e.coli.html>. Retrieved 2007-11-30.
19. Mirsalehian A, Akbari- Nakhjavani F, Peymani A, Kazemi B, Jabal Ameli F, Mirafshar SM. Prevalence of Extended Spectrum β -Lactamase- Producing Enterobacteriaceae by Phenotypic and Genotypic and Genotypic Methods in Intensive Care Units in Tehran, Iran. *DARU.* 2008; 16(3):169-173.
20. Behrooz A, Rahbar M, Yousefi J V. Frequency of extended spectrum beta -lactamase (ESBLs) producing *Escherichia coli* and *klebsiella pneumonia* isolated from urine an Iranian 1000-bed tertiary care hospital. *Afr J Microbiol Res.* 2010; 4(9): 881-884
21. Parveen RM, Acharya NS, Dhodapkar R, Harish BN, Parija SC. Molecular epidemiology of Multidrug resistant Extended-Spectrum β -Lactamase Producing *Klebsiellapneumoniae* outbreak in a neonatal intensive care unit. *Int J Collab Res Intern Med Public Health.* 2010; (2):226–33.



Evaluation of antibacterial effect of silver nanoparticles against *Escherichia coli* isolates producing broad-spectrum beta-lactamases isolated from urinary tract infections

Elahe Yazdi¹, Teena Dadgar^{1*}, HamidReza Pordeli¹, Fatemeh Shakeri²

1- Department of biology, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.

2- Department of Microbiology, Gorgan university of Medical science, Gorgan, Iran.

Original Article

Received: 2 Jun 2019

Accepted: 17 Aug 2020

***Corresponding Author:**

Teena Dadgar, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Golestan province, Iran.

TEL: 0 17 3215 3000

Email:

dadgar_teena@yahoo.com

ABSTRACT

Introduction

Considering the growth of antibiotic resistance and the study of new ways in Nanobiotechnology, this study examines the therapeutic effect of silver nanoparticles on *E.coli* bacteria to control and find new treatments against ESBL isolates of *Escherichia coli*.

Materials and Methods

For 100 samples of *Escherichia coli*, antibiotic resistance was determined by disc method for 3rd generation cephalosporin antibiotics and then for DDT confirmatory isolates. The effect of silver nanoparticles on ESBL isolates by well diffusion method and further on MIC and MBC was also done. SPSS software was used to analyze and evaluate the results and in all cases $p < 0.05$ was considered significant

Results

The rate of resistance to 3 antibiotics of the third generation cephalosporin in this study was 45%, 20%, and 44%, respectively. A confirmation test in the presence of Clavulanic acid showed that 85.5% of the samples were an ESBL and the most inhibitory effect of silver nanoparticles was obtained by diffusion method at concentrations of 4000 ppm, 2000, 1000. The highest MIC values belonged to the concentration of 15.62 ppm and the lowest MIC concentration was 7.8 ppm. In determining MBC in isolates, the highest and lowest concentrations with a fatal effect were 62.5 ppm and 7.8 ppm, respectively.

Conclusion

The minimum concentration of nanosilver is 7.8 ppm and MBC obtained to eliminate *E.coli* 7.8 ppm. Therefore, the colloid silver nanoparticle solution exhibits an excellent antibacterial activity at low concentrations

Keywords

Escherichia coli, silver Nanoparticles, antibacterial, urinary tract infections, ESBL

► **Please cite this article as:** Yazdi E, Dadgar T, Pordeli HR, Shakeri F. Evaluation of antibacterial effect of silver nanoparticles against *Escherichia coli* isolates producing broad-spectrum beta-lactamases isolated from urinary tract infections. J Neyshabur Univ Med Sci. 2020;8(4):112-123.