

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات ضد باکتریایی مشتقات جدید بنزوتیازول و تتراهیدروپیریمیدین بر *آئروموناس هیدروفیلا*، *استرپتوکوکوس اینیایی* و *ادواردزیلا تاردا* به عنوان سه باکتری بیماری‌زای مشترک بین آبزیان و انسان

رضا آرین^{۱*}، بهزاد قاسمی^۲، حمید بیضائی^۱، محسن نجیمی^۲^۱ - گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل، زابل، ایران^۲ - گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: رفع تهدید مقاومت آنتی بیوتیکی در باکتری‌های بیماری‌زای زئونوز آبزیان، نیاز به استفاده از ترکیبات ضد باکتریایی جدیدی چون مشتقات تیازول و پیریمیدین دارد. در این تحقیق به بررسی اثر مهارکنندگی تعدادی از مشتقات جدید بنزوتیازول و تتراهیدروپیریمیدین که به تازگی سنتز شده‌اند بر روی *آئروموناس هیدروفیلا*، *استرپتوکوکوس اینیایی* و *ادواردزیلا تاردا* از مهم‌ترین باکتری‌های بیماری‌زای زئونوز آبزیان پرداخته شده است. **مواد و روش‌ها:** مشتقات بنزوتیازول و تتراهیدروپیریمیدین سنتز و محلول‌هایی از آن‌ها با غلظت $8192 \mu\text{g/mL}$ در حلال DMSO تهیه شد. سپس جهت بررسی اثرات ضد باکتریایی، از دو روش انتشار در دیسک و براث میکرودايلوشن استفاده شد. در نهایت نتایج به صورت قطر هاله مهار رشد و حداقل غلظت بازدارندگی رشد (MIC) گزارش گردید. **نتایج:** بررسی‌ها، عدم اثر گذاری دو مشتق تتراهیدروپیریمیدین بر هر سه باکتری مورد مطالعه را نشان داد، همچنین هیچ گونه اثر مهارکنندگی از سه مشتق بنزوتیازول بر باکتری *آئروموناس هیدروفیلا* مشاهده نگردید. البته اثر مهارکنندگی برای مشتقات بنزوتیازول با 256 [MIC] تا 1024 و قطر هاله مهار رشد $4/3 \pm 0/1$ تا $18/2 \pm 0/1$ بر *استرپتوکوکوس اینیایی* و *ادواردزیلا تاردا* ثبت شد. **نتیجه‌گیری:** در این مطالعه اثرات ضد باکتریایی مشتقات جدید بنزوتیازول بر دو باکتری *استرپتوکوکوس اینیایی* و *ادواردزیلا تاردا* اثبات گردید. این امیدواری وجود دارد تا با انجام آزمایشات تکمیلی بر آبزیان به ویژه در شرایط مزرعه، این ترکیبات جایگزین مناسبی برای آنتی بیوتیک‌های رایج که باکتری‌ها به آن‌ها مقاوم شده‌اند، شوند.

کلمات کلیدی: اثر ضد باکتریایی، باکتری‌های بیماری‌زای آبزیان، بنزوتیازول و تتراهیدروپیریمیدین

مقدمه

سلامت انسان را نیز به مخاطره انداخته است (۱). *آئروموناس هیدروفیلا*، یک باکتری گرم منفی است که باعث بروز زخم‌های اولسراتیو و سپتسمی در آبزیان و اسهال در انسان می‌گردد (۲). *استرپتوکوکوس اینیایی*، باکتری گرم مثبتی است که بیماری‌زایی آن با علائمی چون بیرون زدگی چشم، زخم‌های سطحی در باله و آبشش ماهیان و زخم در ناحیه دست و پا‌های انسان همراه است (۳). *ادواردزیلا تاردا*، یک باکتری گرم منفی از خانواده انتروباکتریاسه است که سبب بروز سپتسمی همورائیک در ماهیان و گاستروآنتریت در انسان می‌شود (۴). در سال‌های اخیر گزارشات متعدد از مقاومت این پاتوژن‌ها به آنتی بیوتیک‌های رایج، نگرانی‌هایی را در بخش شیلات و سلامت عمومی در پی داشته است، که این امر شناسایی و

با توجه به افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به فرآورده‌های آبزیان به عنوان بخش مهمی از هرم غذایی، در سال‌های اخیر پرورش متراکم، هم در استخرها و هم در قفس‌های دریایی، در دستور کار بسیاری از پرورش دهندگان قرار گرفته است. گسترش این گونه پرورش‌ها، موجب شیوع روزافزون بیماری‌های مشترک بین انسان و دام به ویژه عفونت‌های باکتریایی شده است. استفاده از آنتی بیوتیک‌ها به عنوان رایج‌ترین راه حل کنترل این بیماری‌ها مطرح است. اما استفاده وسیع از آنتی بیوتیک‌ها در آبی پروری سبب توسعه گونه‌های مقاوم باکتریایی شده است که علاوه بر صنعت آبی پروری،

* نویسنده مسئول: رضا آرین، گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
Email: rezaaryanchemist@yahoo.com

اثرات ضد باکتریایی این مشتقات بر آبریان ارائه شده است. در تحقیق حاضر اثرات مهارکنندگی مشتقات جدید بنزوتیازول و تتراهیدروپیریمیدین که در ایران سنتز شده‌اند، برای اولین بار بر سه باکتری *آئروموناس هیدروفیلا*، *استرپتوکوکوس اینیایی* و *ادواردزیلا تاردا* بررسی شده است.

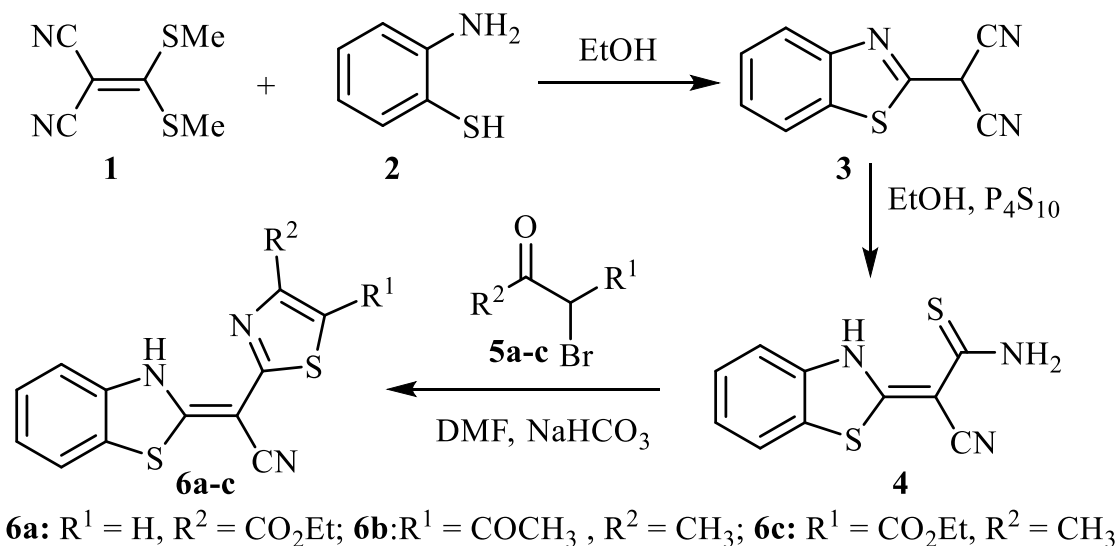
مواد و روش‌ها

تهیه مشتقات

مشتقات بنزوتیازول به روشی که در شکل ۱ آمده است سنتز گردیدند.

مشتقات ۶a-c طی یک فرایند سه مرحله‌ای سنتز و ساختار شیمیایی آن‌ها توسط داده‌های طیفی $^1\text{H NMR}$ ، $^{13}\text{C NMR}$ ، IR،

کاربرد ترکیبات ضد باکتریایی جدید برای مقابله با این باکتری‌های بیماری‌زا را به امری ضروری مبدل کرده است (۴-۲). مشتقات تیازول و تتراهیدروپیریمیدین ترکیبات ضد باکتریایی قوی هستند که اخیراً مورد توجه محققین قرار گرفته‌اند. تیازول‌ها خانواده وسیعی از مشتقات را شامل می‌شوند که خواص گوناگون درمانی مانند اثر ضد سرطانی، فعالیت ضد التهابی و آنتی اکسیدانی از آن‌ها مشاهده شده است. در کنار این خواص، اثبات قدرت این مشتقات در مهار بسیاری از پاتوژن‌های قارچی و انگلی، تیازول‌ها را به ترکیباتی منحصر به فرد در زمینه درمانی مبدل کرده است (۵). اثر مهارکنندگی مشتقات تیازول بر بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا چون *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سوبتیلیس*، *اشرشیاکلی* و



6a: $R^1 = \text{H}$, $R^2 = \text{CO}_2\text{Et}$; 6b: $R^1 = \text{COCH}_3$, $R^2 = \text{CH}_3$; 6c: $R^1 = \text{CO}_2\text{Et}$, $R^2 = \text{CH}_3$

شکل ۱- مراحل سنتز مشتقات 6a, b

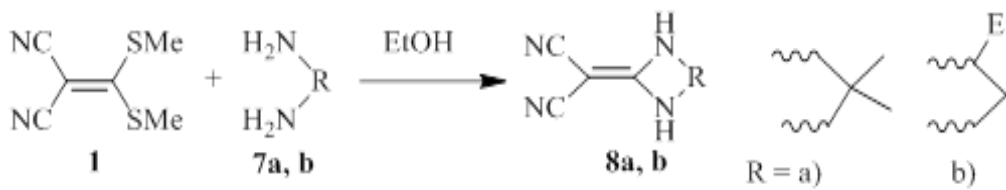
۶a: اتیل ۲-((E)-بنزو [d] تیازول-۲-یلیدین) (سیانو) متیل [d] تیازول-۲-کربوکسیلات
۶b: اتیل ۲-((E)-بنزو [d] تیازول-۲-یلیدین) (سیانو) متیل [d] تیازول-۲-کربوکسیلات
۶c: اتیل ۲-((E)-بنزو [d] تیازول-۲-یلیدین) (سیانو) متیل [d] تیازول-۲-کربوکسیلات

تجزیه عنصری و جرم تأیید شد. سپس محلول این مشتقات در حلال DMSO با غلظت ۸۱۹۲ میکروگرم بر میلی لیتر تهیه گردید (۱۰).

مشتقات تتراهیدروپیریمیدین به روشی که در شکل ۲ آمده است سنتز گردیدند.

مشتقات ۸a,b طی یک فرایند یک مرحله‌ای سنتز شده و ساختار شیمیایی آن‌ها نیز توسط داده‌های طیفی $^1\text{H NMR}$ ، $^{13}\text{C NMR}$ ، IR، تجزیه عنصری و جرم تأیید شد. سپس محلول

سودوموناس آئروجینوزا اثبات شده است که در بسیاری موارد قدرت مهارکنندگی این مشتقات قابل ملاحظه بوده است (۶). همچنین، در سال‌های اخیر گزارش‌هایی از کاربرد مشتقات تتراهیدروپیریمیدین به عنوان ضد سل، ضد التهاب و مهارکننده قارچ‌هایی از قبیل *آسپرژیلوس نیچر* و *کاندیدا آلبیکنس* و ویروس آنفلانزا منتشر شده است (۷-۹). علی‌رغم گستردگی تحقیقات در مورد خواص درمانی مشتقات بنزوتیازول و تتراهیدروپیریمیدین، متأسفانه گزارش‌های محدودی در زمینه



تصویر ۲- مراحل سنتز مشتقات تتراهیدروپیریمیدین 8a, b

8A: ۵-۵-دی متیل تتراهیدروپیریمیدین-۲(۱H)-ایلیدن (مالونیتیل)

8b: ۴-اتیل تتراهیدروپیریمیدین-۲(۱H)-ایلیدن (مالونیتیل)

آخرین گوده‌ای که کدورتی را نشان نداد به عنوان MIC گزارش گردید (۱۲).

تعیین قطر هاله عدم رشد

ابتدا در محیط مولر هینتون آگار با سواب آغشته به سوسپانسیون باکتریایی، کشت سطحی باکتری صورت گرفت. سپس با استفاده از سمپلر، ۲۰ میکرولیتر از MIC به دست آمده برای مشتقات تiazول و تتراهیدروپیریمیدین و آنتی بیوتیک‌ها روی دیسک‌های بلانک استریل ریخته شد، همچنین برای کنترل منفی میزان ۲۰ میکرولیتر DMSO به دیسک‌های بلانک اضافه گردید. پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قطر هاله مهار رشد توسط خط کش مخصوص اندازه گیری شد. نتایج قطر هاله مهار رشد به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار ارائه شد که از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید (۱۲).

نتایج

در این مطالعه اثر ضد باکتریایی دو مشتق تتراهیدروپیریمیدین و سه مشتق بنزوتiazول بر سه باکتری *اثرموناس هیدروفیلا*، *استرپتوکوکوس اینیایی* و *ادواردزایلا تاردا* بررسی گردید. نتایج این آزمایش‌ها، عدم اثر مهارکنندگی دو مشتق تتراهیدروپیریمیدین بر سه باکتری مورد مطالعه را نشان داد، همچنین اثر مهارکنندگی از سه مشتق بنزوتiazول بر *اثرموناس هیدروفیلا* مشاهده نگردید. اثر مهارکنندگی هر سه مشتق بنزوتiazول (a-c) با MIC ۲۵۶-۵۱۲ میکروگرم بر میلی لیتر و قطر هاله مهار رشد 1 ± 0.18 - 3 ± 0.4 میلی متر بر *استرپتوکوکوس اینیایی* و اثر مهاری مشتق 6b با MIC ۲۵۶ میکروگرم بر میلی لیتر و قطر هاله مهار رشد 1 ± 0.12 میلی متر بر *ادواردزایلا تاردا* در این آزمایشات ثبت شد. در بررسی آنتی بیوگرام مشاهده گردید که جنتامایسین بیشترین اثر مهاری را بر

این مشتقات در حلال DMSO با غلظت ۸۱۹۲ میکروگرم بر میلی لیتر تهیه گردید (۱۱).

تهیه سوسپانسیون باکتریایی

باکتری‌های *استرپتوکوکوس اینیایی* (ATCC 29178)، *اثرموناس هیدروفیلا* (ATCC 7966) و *ادواردزایلا تاردا* (ATCC 15974) مورد مطالعه از آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشکده دامپزشکی تهران تهیه گردیدند. هر باکتری در محیط مولر هینتون آگار برای ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد کشت داده شد. سپس تحت شرایط استریل در محیط مولر هینتون و در فاز رشد لگاریتمی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، غلظت 1×10^6 CFU/ml از هر باکتری به دست آمد که به عنوان منبع ذخیره در نظر گرفته شد (۱۲).

تعیین حداقل غلظت مهاری رشد (MIC):

آزمایش MIC در پلیت ۹۶ گوده‌ای استریل و با روش براث میکرو دایلوژن طبق استاندارد CLSI انجام شد. ابتدا از محیط کشت مولر هینتون براث (مرک آلمان) ۱۰۰ میکرولیتر به هر چاهک اضافه گردید، سپس به اولین چاهک ۱۰۰ میکرولیتر از مشتقات تiazول و تتراهیدروپیریمیدین (در گروه‌های کنترل ۱۰۰ میکرولیتر از آنتی بیوتیک‌های جنتامایسین و پنی سیلین شرکت سیگما) اضافه گردید و پس از مخلوط کردن، ۱۰۰ میکرولیتر از آن برداشته شد و به چاهک دوم اضافه گردید و به همین ترتیب رقت سازی در چاهک‌ها انجام شد. بعد به هر چاهک ۱۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتریایی اضافه گردید. برای کنترل منفی در آخرین چاهک هر ردیف ۱۰۰ میکرولیتر محیط کشت مولر هینتون براث (مرک آلمان)، ۱۰۰ میکرولیتر DMSO و ۱۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتریایی اضافه گردید. پس از ۲۴ ساعت در ۲۵ درجه سانتی گراد انکوباسیون نتایج قرائت گردید. وجود شفافیت در هر گوده نشان دهنده عدم رشد باکتری و وجود کدورت در گوده حاکی از رشد باکتری بود.

آئروموناس هیدروفیلا و پنی سیلین بر استرپتوکوکوس اینیایی و استخلافات متصل به حلقه مانند کلر، فلونور و گوگرد تشدید ادوارزیلا تاردا داشتند (جدول ۱ و ۲).

می‌گردد (۱۳). اثر ضد باکتریایی مشتقات تتراهیدروپیریمیدین

جدول ۱- قطر هاله مهار رشد (mm) آنتی بیوتیک‌ها و مشتقات تیازول و تتراهیدروپیریمیدین بر باکتری‌های مورد آزمایش

مشتقات و آنتی بیوتیک‌ها	ادوارزیلا تاردا ATCC 15947	آئروموناس هیدروفیلا ATCC 7966	استرپتوکوکوس اینیایی ATCC 29178
۶a	—	—	۸/۰±۴/۲
۶b	۱۲/۰±۵/۱	—	۱۸/۰±۲/۱
۶c	—	—	۴/۰±۳/۳
۸a	—	—	—
۸b	—	—	—
جنتامایسین	۱۷/۰±۱/۰	۱۹/۰±۱/۱	۱۶/۰±۳/۱
پنی سیلین	۲۷/۰±۱/۳	۲۲/۰±۱/۱	۲۵/۰±۱/۲

—: عدم اثر مهارکنندگی در بالاترین غلظت آزمایش شده

جدول ۲- MIC (μg/ml) آنتی بیوتیک‌ها و مشتقات تیازول و تتراهیدروپیریمیدین بر باکتری‌های مورد آزمایش

مشتقات و آنتی بیوتیک‌ها	ادوارزیلا تاردا ATCC 15947	آئروموناس هیدروفیلا ATCC 7966	استرپتوکوکوس اینیایی ATCC 29178
۶a	—	—	۵۱۲
۶b	۲۵۶	—	۲۵۶
۶c	—	—	۱۰۲۴
۸a	—	—	—
۸b	—	—	—
جنتامایسین	۸	۲	۴
پنی سیلین	۱	۴	۰/۵

—: عدم اثر مهارکنندگی در بالاترین غلظت آزمایش شده

بحث

در تحقیق حاضر بررسی اثر ضد باکتریایی مشتقات تتراهیدروپیریمیدین و بنزوتیازول بر سه باکتری بیماری‌زای آریزان صورت گرفت. مشتقات تتراهیدروپیریمیدین و بنزوتیازول به عنوان ضد باکتری‌های جدید و قوی می‌توانند ترکیبات مناسبی برای مقابله با باکتری‌های مقاوم باشند. متأسفانه سهم شایلات در این تحقیقات در سال‌های اخیر بسیار ناچیز بوده است. Elumalai و همکاران قدرت مهارتی بالای مشتقات تتراهیدروپیریمیدین را بر دو باکتری اشرشیاکلی و باسیلوس سوبتیلیس نشان دادند که احتمالاً این اثر تا حدود زیادی توسط

حاوی گروه‌های فنیل و کلر توسط Darandale و همکاران بر استافیلوکوکوس اورئوس نشان داده شد (۱۴). در تحقیق ما، عدم وجود این گروه‌ها در ساختار مشتقات ۸a,b احتمالاً می‌تواند از دلایل عدم مشاهده اثر مهارتی بر باکتری‌های مورد آزمایش باشد. در این مطالعه، سه مشتق بنزوتیازول فاقد اثر مهارکنندگی بر آئروموناس هیدروفیلا بودند، اثر مهارکنندگی آن‌ها تنها بر استرپتوکوکوس اینیایی و ادواردزیلا تاردا ثبت گردید، بیشترین اثر مهارکنندگی در بین این مشتقات مربوط به مشتق ۶b بود که اثر یکسان بر هر دو باکتری ادواردزیلا تاردا و استرپتوکوکوس

کلرا و/استافیلوکوکوس/اورئوس نشان داد (۱۹). در تحقیق دیگری که با اندازه گیری MIC در شرایط آزمایشگاهی همراه بود، قدرت مشتقات تiazol در مهار باکتری‌های باسیلوس سوبتلیس، باسیلوس مگاتریوم و/شرشیاکلی اثبات گردید (۲۰).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه اثرات ضد باکتریایی مشتقات بنزوتiazol را تنها بر دو نوع باکتری/استرپتوکوکوس/ینیایی و/ادواردزیا تاردا را در شرایط آزمایشگاهی نشان داد. متأسفانه هیچ یک از مشتقات به کار برده شده در تحقیق حاضر دارای اثر مهارکنندگی بر سه نوع باکتری مورد مطالعه نبودند. از آنجایی که سنتز این مشتقات در کشور خودمان بومی سازی شده است، می‌توان با انجام آزمایش‌های بیشتر و ساخت مشتقات متفاوت دیگر با ساختار اصلی بنزوتiazol نسبت به یافتن عوامل ضدباکتریایی توانمند برای مهار رشد و درمان آلودگی‌های باکتریایی امیدوار بود. بنابراین، در صورت دستیابی به این هدف همچنین می‌توان به کاربردی شدن این ترکیبات در درمان بیماری‌های صنعت آبی پروری کشور و ارتقاء سلامت عمومی جامعه امیدوار بود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از جناب آقای دکتر تقی زهرایی صالحی استاد دانشکده دامپزشکی تهران به جهت تحویل سویه‌های باکتری مورد استفاده در این تحقیق ابراز می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی را اعلام نکرده‌اند.

ینیایی داشت. در تحقیقات سال‌های اخیر، مکانیسم اثر مشتقات تiazol برای مهارکردن باکتری‌ها از طریق مهار DNA یا آنزیم‌های حیاتی معرفی شده است. دو آنزیم *ecKASIII* یا *FabH* در سنتز اسیدهای چرب مورد نیاز در هر دو باکتری گرم منفی و گرم مثبت نقش دارند، همچنین آنزیم *DANgyras* جهت همانند سازی DNA باکتری‌ها ضروری است. ذکر این نکته که آنتی بیوتیک‌های خانواده کوئینولون زیر واحد A آنزیم *DANgyras* و مشتقات تiazol زیر واحد B این آنزیم را مهار می‌کنند، امیدها را برای مهار باکتری‌های مقاوم به آنتی بیوتیک‌های کوئینولون توسط مشتقات تiazol افزایش داده است (۱۵، ۱۶).

Maddila و همکاران اثر مهارکنندگی مشتقاتی از بنزوتiazol را بر باکتری‌های/استافیلوکوکوس/اورئوس و/شرشیاکلی با اندازه گیری MIC ۱۲-۵/۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر گزارش کردند. به نظر می‌رسد، اثر قوی مشاهده شده برخی از مشتقات در آزمایش‌های آن‌ها می‌تواند ناشی از حضور عنصر کلر یا حلقه‌های هتروسیکلی پیریمیدین در ساختار این مشتقات باشد (۱۷).

در عمده تحقیقات صورت گرفته در مورد بررسی اثر ضد باکتریایی مشتقات تiazol از دو روش اندازه گیری قطر هاله مهار رشد و تعیین MIC بهره گرفته شده است. به عنوان نمونه می‌توان به تحقیقی اشاره کرد که با اندازه گیری MIC و قطر هاله مهار رشد تحت شرایط آزمایشگاهی، قدرت مشتقات تiazol در مهار باکتری‌های باسیلوس سوبتلیس،/استافیلوکوکوس/اورئوس،/شرشیاکلی، سودوموناس آئروجینوزا نشان داده شده است (۱۸). مطالعه مشابه دیگری قدرت این مشتقات را در مهار باکتری‌های سالمونلا تیفی،/شرشیاکلی، کلبسیلا پنمونیه، ویبری

References

1. Alishahi M, Mesbah M. Comparison of silver nanoparticle's toxicity in four fish species: *Ctenopharyngodon idella*, *Barbus grypus*, *Astronorus ocellatus* and *Cichlasoma severums*. J Marine Biol. 2010;2(7):45-52.
2. Shaffiey SF, Ahmadi M, Shaffiey SR, Shapoori M, Varshoei H, Azari F. Synthesis of copper oxide (CuO) nanoparticles and surveying its bactericidal properties against *Aeromonas Hydrophila* bacteria. J Fasa Univ Med Sci. 2015;5(2):36-43 [In Persian].
3. Park YK, Nho SW, Shin GW, Park SB, Jang HB, Cha IS, et al. Antibiotic susceptibility and resistance of *Streptococcus iniae* and *Streptococcus parauberis* isolated from olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Vet Microbiol. 2009;136(1-2):76-81.
4. Wei LS, Musa N, Seng CT, Shazili NA, Wee W, Musa N, et al. Antibigram and plasmid profiling from *Edwardsiella tarda* isolated from freshwater fish in East Coast Malaysia. J Sustain Sci Manage. 2011;6(1):19-27.

5. Bakavoli M, Beyzaei H, Rahimizadeh M, Eshghi H, Takjoo R. Regioselective synthesis of new 2-(*E*)-cyano(thiazolidin-2-ylidene) thiazoles. *Molecules*. 2009;144849–4857.
6. Ghasemi B, Najimi M, Jalaei J. Evaluation of antibacterial effects of benzothiazole derivatives on bacterial food pathogens. *Iran J Med Microbiol*. 2015;9(1):35–41 [In Persian].
7. Gondkar AS, Deshmukh VK, Chaudhari SR. Synthesis, characterization and *in-vitro* anti-inflammatory activity of some substituted 1,2,3,4 tetrahydropyrimidine derivatives. *Drug Invent Today*. 2013; 5(3): 175–181.
8. Akhaja TN, Raval JP. Design, synthesis, in vitro evaluation of tetrahydropyrimidine-isatin hybrids as potential antibacterial, antifungal and anti-tubercular agents. *Chin Chem Lett*. 2012; 23(4): 446–449.
9. Lou J, Yang X, Rao Z, Qi W, Li J, Wang H, et al. Design and synthesis of 6-oxo-1,4,5,6-tetrahydropyrimidine-5-carboxylate derivatives as neuraminidase inhibitors. *Eur J Med Chem*. 2014;83466–473.
10. Bakavoli M, Beyzaei H, Rahimizadeh M, Eshghi H. Regioselective synthesis of 2[(*E*)-(benzo[*d*]thiazol-2(3*H*)ylidene) (cyano)methyl] thiazoles. *Heterocycl Commun*. 2011;17(3-4):151–154.
11. Beyzaei H, Aryan R, Gomroki M. Synthesis of novel heterocyclic 2-(2-ylidene) malononitrile derivatives. *Org Chem Indian J*. 2015;11(1):10–13.
12. Soltani M, Ghodrathnema M, Ahari H, Ebrahimzadeh-Mousavi HA, Atee M, Dastmalchi F, et al. The inhibitory effect of silver nanoparticles on the bacterial fish pathogens *Streptococcus iniae*, *Lactococcus garvieae*, *Yersinia ruckeri* and *Aeromonas hydrophila*. *Int J Vet Res*. 2009;3(2):137–142.
13. Elumalai K, Ashraf Ali M, Srinivasan S, Elumalai M, Eluri K. Antimicrobial and *in vitro* cytotoxicity of novel sulphanilamidecondensed 1,2,3,4-tetrahydropyrimidines. *J Taibah Univ Sci*. 2015.
14. Darandale SN, Pansare DN, Mulla NA, Shinde DB. Green synthesis of tetrahydropyrimidine analogues and evaluation of their antimicrobial activity. *Bioorg Med Chem Lett*. 2013; 23(9): 2632–2635.
15. Lv P, Wang KR, Yang Y, Mao WJ, Chen J, Xiong J, et al. Design, synthesis and biological evaluation of novel thiazole derivatives as potent FabH inhibitors. *Bioorg Med Chem Lett*. 2009;19(23):6750–6754.
16. Brvar M, Perdih A, Oblak M, Masic LP, Solmajer T. In silico discovery of 2-amino-4-(2,4-dihydroxyphenyl) thiazoles as novel inhibitors of DNA gyrase B. *Bioorg Med Chem Lett*. 2010;20(3):958–962.
17. Maddila S, Gorle S, Seshadri N, Lavanya P, Jonnalagadda SB. Synthesis, antibacterial and antifungal activity of novel benzothiazole pyrimidine derivatives. *Arabian J Chem*. 2013.
18. Karegoudar P, Karthikeyan M, Prasad D, Mahalinga M, Holla B, Kumari N. Synthesis of some novel 2,4-disubstituted thiazoles as possible antimicrobial agents. *Eur J Med Chem*. 2008;43(2):261–267.
19. Bharti S, Nath G, Tilak R, Singh S. Synthesis, antibacterial and anti-fungal activities of some novel Schiff bases containing 2,4-disubstituted thiazole ring. *Eur J Med Chem*. 2010;45(2):651–660.
20. Bondock S, Khalifa W, Fadda A. Synthesis and antimicrobial evaluation of some new thiazole, thiazolidinone and thiazoline derivatives starting from 1-chloro-3,4-dihydronaphthalene-2-carboxaldehyde. *Eur J Med Chem*. 2007;42(7):948–954.



Original Article

Evaluation of The Antibacterial Effects of The New Benzothiazole and Tetrahydropyrimidine Derivatives against *Streptococcus Iniae*, *Edwardsiella Tarda* and *Aeromonas Hydrophila* as Some Zoonotic Bacterial Pathogens

Aryan R^{1*}, Ghasemi B², Beyzaei H¹, Najimi M²

1- Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Zabol, Zabol, Iran.

2- Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Zabol, Zabol, Iran.

Received: 14 Nov 2015

Accepted: 10 Feb 2016

Abstract

Background & Objective: The novel stronger antibacterial compounds such as the thiazole and pyrimidine derivatives are needed in order to remove the threat of bacterial antibiotic resistance in zoonotic aquatic bacterial pathogens. In this study, we evaluated the inhibitory effect of the new benzothiazole and tetrahydropyrimidine derivatives against three important zoonotic aquatic pathogens including *Streptococcus iniae*, *Edwardsiella tarda* and *Aeromonas hydrophila*.

Material & Methods: Benzothiazole and tetrahydropyrimidine derivatives were synthesized and dissolved in DMSO with a concentration of 8129 µg/mL. Then, the disk diffusion and broth microdilution methods were applied to evaluate the antibacterial effects. Results were recorded as the minimum inhibitory concentration (MIC) and the growth inhibition zone diameter.

Results: The study showed that the two tetrahydropyrimidine derivatives had no inhibition effects on all of the studied bacteria. Moreover, no inhibitory effect was observed from the three benzothiazole derivatives against *A. hydrophila*. However, the benzothiazole derivatives showed significant inhibitory effect against *S. iniae* and *E. tarda* with MIC of 256-1024 µg/mL and the growth inhibition zone diameter of 4.3±0.3-18.2±0.1 mm.

Conclusion: The antibacterial effect of the new benzothiazole derivatives was confirmed on *S. iniae* and *E. tarda* pathogens for the first time.

Keywords: Antibacterial, Zoonotic Bacteria, Benzothiazole and tetrahydropyrimidine

*Corresponding author: Aryan Reza, Department of Chemistry, Faculty of Science, University of Zabol, Zabol, Iran. Tel: 09125081307, Email: rezaaryanchemist@yahoo.com