



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال هشتم، شماره‌ی ۳۱
تابستان ۱۳۹۶، صفحات ۴۶-۴۱

سنتر، شناسایی و بررسی فعالیت ضد باکتری مشتقات جدیدی از N-بنزیلیدن آنیلین در حضور کاتالیزور طبیعی بدون حلال

هدی پاسدار

دانشکده شیمی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
H_pasdar@iau-tnb.ac.ir

بهاره هدایتی سقاواز

دانشکده شیمی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

ناصر فروغی فر

دانشکده شیمی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مهران دولو

دانشکده شیمی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

در شیمی سبز همیشه به دنبال موادی هستیم که ساختن یا استفاده از آن به محیط زیست صدمه نزند. واضح است که آبلیمو به عنوان یک ترکیب کاملاً طبیعی می‌تواند به عنوان یک حلال-کاتالیست سبز اسیدی ملایم طیف گسترده‌ای از واکنش‌های شیمیایی را کاتالیز نماید. در این پژوهش از این کاتالیست جهت تراکم مشتقات آنیلین و مشتقات بنزالدهید جهت تهیه مشتقات N-بنزیلیدن آنیلین استفاده شد. ترکیبات تهیه شده با روش‌های طیف سنجی FTIR و HNMR و CNMR شناسایی شدند. برای به دست آوردن محصول نیز نیازی به استفاده از حلال‌های آلی نیست چرا که خود تاکیدی دیگر بر سبز بودن کامل این واکنش‌ها است. در مرحله آخر فعالیت ضد باکتری این ترکیبات بر روی باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی مورد بررسی قرار گرفت. در میان ترکیبات تهیه شده، ترکیب $3e$ با داشتن گروه‌های OH و Cl دارای بیشترین فعالیت ضد باکتریایی می‌باشد.

کلید واژه: شیمی سبز، آبلیمو، مشتقات آنیلین، مشتقات بنزالدهید، N-بنزیلیدن آنیلین، فعالیت ضد باکتری.

مقدمه

بیش تر ترکیبات آلی با به کار بردن حلال‌های آلی سنتز می‌شوند. حلال‌های آلی ویژگی‌های جالب و متنوعی دارند از جمله این که بسیاری از ترکیب‌های آلی را در خود حل می‌کنند، اغلب فرار هستند و به آسانی می‌توان آن‌ها را از محیط واکنش خارج کرد. از سوی دیگر، متاسفانه حلال‌های آلی اغلب سمی، آتش‌گیر، گران هستند و نیز ظرفیت حرارتی پایینی دارند. سنتز مشتقات بنزیلیدن متصل به نیتروژن حامل حلقه استخلاف‌دار آروماتیک با استفاده از کاتالیزور طبیعی (شیمی سبز) در غیاب حلال یکی از روش‌های نوین است [۱]. شیمی سبز عبارت از طراحی، توسعه و به کارگیری فرآیندها و محصولات برای کاهش یا حذف موادی که برای انسان یا محیط زیست خطرناک هستند می‌باشد [۲]. اصطلاح شیمی سبز در مورد فرآیندهای شیمیایی و طراحی محصولاتی به کار می‌رود که در آن هدف نهایی افزایش کیفیت زندگی در محیطی تمیزتر و ایمن‌تر است [۳]. امروزه دیگر اقتصادی و مقرون به صرفه بودن یک روش شیمیایی نمی‌تواند برای یک شیمیدان کافی باشد. زیست سازگار بودن و بی‌خطر بودن محصولات از دیگر ابعاد مهمی است که یک شیمیدان باید در کنار توجیه اقتصادی فرآیند، در نظر بگیرد که این فعالیت‌ها در شیمی سبز تعریف می‌گردند [۴].

N-بنزیلیدن آنیلین‌ها یا ۱-N، دی(فنیل) متان ایمین‌ها، دسته مهمی از باز شیف‌ها هستند که از تراکم آنیلین و بنزالدهید بدست می‌آیند [۵]. این دسته از باز شیف‌ها خواص بیولوژیکی فراوانی دارند و از این رو تهیه و بررسی خواص آن‌ها در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه و علاقه محققان قرار گرفته است [۶]. این ترکیبات دارای ویژگی‌های متنوع بیولوژیکی مانند خاصیت ضد باکتری، ضد قارچ، ضد تومور، ضد سمیت، ضد سل، علف کش و ضد تب می‌باشند [۷].

مشتقات بنزیلیدن آنیلین می‌توانند منجر به تشکیل کریستال‌های مایع شوند. در سال‌های اخیر از بنزیلیدن‌ها به علت واکنش‌پذیری به عنوان پیش ماده در سنتز ترکیبات مهم مانند

ایندازول، زانتن، پیرانوپیرولیدین و هم‌چنین کریستال‌های مایع استفاده شده است [۸].

روش کلی برای تهیه این ترکیبات تراکم مشتقات آنیلین و بنزالدهید است. تفاوت این روش‌ها استفاده از حلال و کاتالیست‌های متفاوت (شرایط واکنش) است [۹]. در این مقاله با بهره‌گیری از شیمی سبز با استفاده از شرایط بدون حلال و بدون نیاز به دمای بالا، مشتقات جدید N-بنزیلیدن آنیلینی تولید شد که با توجه به فواید و کاربردهای فراوان این ترکیبات، روشی مفید و موثر به حساب می‌آید. نقش کاتالیست‌های طبیعی در سنتزهای آلی از دیدگاه شیمی سبز بسیار مورد علاقه و توجه است. در این میان می‌توان به آبمیوه‌هایی مانند لیمو^۱، آناناس^۲، تمبر هندی^۳، عصاره اقاچیا^۴ و نارگیل^۵ اشاره کرد [۹]. در این واکنش‌ها از کاتالیست طبیعی آلبیمو در تهیه مشتقات N-بنزیلیدن آنیلین بهره گرفته شد. هم‌چنین در ادامه فعالیت ضد باکتری این ترکیبات در باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نیز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی و حلال‌ها از شرکت مرک آلمان تهیه شدند. آنیلین مورد استفاده در آزمایش‌ها دوبار تقطیر شد بقیه مواد مصرفی بدون خالص‌سازی مورد استفاده قرار گرفتند. طیف‌های مادون قرمز (FTIR) توسط دستگاه طیف سنج Galaxy series FT-IR 5000 ثبت شده اند. طیف‌ها با استفاده از قرص KBr گرفته شده و فرکانس‌های انتقال ارتعاش در واحد عدد موجی (cm^{-1}) می‌باشد. طیف‌های رزونانس مغناطیس هسته $^1\text{H-NMR}$ و $^{13}\text{C-NMR}$ به وسیله دستگاه طیف سنج Bruker Ultra 500 MHz در حلال DMSO در حضور TMS به عنوان استاندارد سنجیده شد. نقاط ذوب به وسیله دستگاه Electro Thermal 9100 اندازه‌گیری شد. کلیه روش‌های سنتزی جهت پیشرفت واکنش و خالص‌سازی

- 1- Lemon juice
- 2- Pineapple
- 3- Tamarind
- 4- Acacia concinna
- 5- Coconut

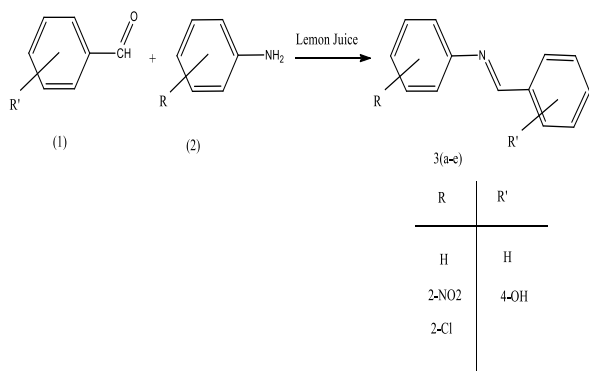
FTIR (λ_{\max} , **KBr**): 3478, 1668, 1313, 1386, 1345 cm^{-1} .

$^1\text{H NMR}$ (DMSO): δ = 6.57-6.60(m, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 6.90-6.92(d of d, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 6.99-7.00 (t, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.34-7.38(m, 3H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$). 7.73-7.75(m, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.92-7.94(d, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 9.77(s, 1H, C=NH), 10.56(s, 1H, OH).

۵- هیدروکسی-۲'-کلرو- بنزیدین آنیلین (3e):

FTIR (λ_{\max} , **KBr**): 3450, 3014, 1610, 1386, 1276, 753 cm^{-1} .

$^1\text{H NMR}$ (DMSO): δ =6.88-6.90(d, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.15-7.19(d of d, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.31-7.34((t, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.46-7.47(d, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$). 7.74-7.80(q, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 8.37(s, 1H, C=NH), 10.19(s, 1H, OH).



شکل ۱: روش کلی تهیه مشتقات N-بنزیدین آنیلین

- بررسی فعالیت ضد باکتری

در این مطالعه اثر ضدباکتریایی ترکیبات تهیه شده بر روی دو باکتری گرم مثبت باسیلوس سوبتیلیس (ATCC:6633)، استافیلوکوکوس اورئوس (ATCC:6838) و دو باکتری گرم منفی اشرشیا کولای (ATCC:25922) و سراشیا مارسیسنس (ATCC:13880) مورد بررسی قرار گرفت. این سویه‌های استاندارد به صورت آمپول‌های لیوفیلیزه از مرکز کلکسیون میکروبی موجود در بخش میکروب‌شناسی انیستیتو پاستور تهیه شدند. برای رشد باکتری‌ها از محیط کشت مولر هینتون آگار (۳۸ گرم پودر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر) استفاده شد. کشت باکتری‌ها با استفاده از لوپ استریل انجام شد. سپس پلیت‌ها به مدت ۱۸ تا ۲۴ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد انکوبه شدند. بعد از این زمان پلیت‌ها از انکوباتور

محصول توسط کروماتوگرافی لایه نازک با صفحات آلومینیومی با سیلیکاژل ۶۰ انجام شده است.

- آماده سازی کاتالیست

در تهیه مشتقات مورد نظر از کاتالیست طبیعی آبلیمو استفاده شد. بدین منظور لیموی تازه از بازار محلی تهیه و به طور مکانیکی آب آن جدا، سپس از صافی عبور داده شد. در تمامی آزمایش‌ها از آبلیموی تازه شفاف استفاده گردید [۱۰].

- روش کلی سنتز

در این پروژه از تراکم مشتقات آنیلین و مشتقات بنزآلدئید با نسبت‌های مولی برابر در حضور کاتالیست طبیعی آبلیمو در شرایط بدون حلال و دمای اتاق مشتقات جدیدی از N- بنزیدین آنیلین (3a-e) تهیه شدند. شمای کلی تهیه این ترکیبات در طرح ۱ نشان داده شده است.

۱-N-بنزیدین آنیلین (3a):

FTIR (λ_{\max} , **KBr**): 3060, 3028, 2890, 1626, 1366, 1337 cm^{-1} .

$^1\text{H NMR}$ (DMSO): δ = 7.22-7.26(t, 3H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.39-7.42(t, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.50-7.52(d, 3H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.92-7.94(d, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 8.60(s, 1H, C=NH).

$^{13}\text{CNMR}$ (DMSO): δ = 120.90, 125.90, 128.61, 128.75, 129.13, 131.41, 135.97, 151.43, 160.63.

۲-N-بنزیدین-۲-نیترو آنیلین (3b):

FTIR (λ_{\max} , **KBr**): 3349, 2198, 1694, 1629, 1386, 1346 cm^{-1} .

$^1\text{H NMR}$ (DMSO): δ = 6.56-6.59(m, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 6.99-7.00(d, 1H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.33-7.38(m, 3H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.91-7.93(m, 1H, C=NH).

۳- هیدروکسی- بنزیدین آنیلین (3c):

FTIR (λ_{\max} , **KBr**): 3400, 3100, 2865, 1603, 1386 cm^{-1} .

$^1\text{H NMR}$ (DMSO): δ = 6.86-6.88(t, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.17-7.19(d of d, 3H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.35-7.38(m, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 7.75(t, 2H, $\text{H}_{\text{aromatic}}$), 8.43(s, 1H, C=NH), 10.09(s, 1H, OH)

$^{13}\text{C NMR}$ (DMSO): δ =113.86, 120.83, 125.28, 1328, 151.99, 159.96, 160.61, 171.24, 190.92.

۴- هیدروکسی-۲'-نیترو- بنزیدین آنیلین (3d):

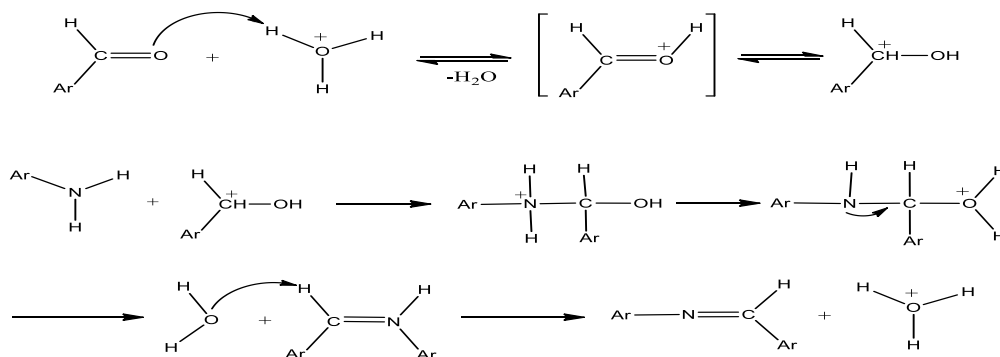
استفاده در این مطالعه شامل آنتی‌بیوتیک‌های استاندارد تتراسیکلین ($30 \mu\text{g}$) و جنتامایسین ($10 \mu\text{g}$) می‌باشد. سپس بعد از ۱۸ تا ۲۴ ساعت نتایج گزارش می‌شود، به این ترتیب که اگر ماده مورد نظر بر باکتری اثر گذار باشد در اطراف دیسک هاله عدم رشد مشاهده می‌شود. قطر این هاله با استفاده از خط‌کش و بر حسب میلی‌متر گزارش می‌شود. نتایج در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

یافته‌ها و بحث

در این مقاله از تراکم مشتقات بنزآلدهید (بنزآلدهید، ۲-کلرو بنزآلدهید، ۲-نیترو بنزآلدهید) و آنیلین (آنیلین، ۴-آمینو فنول) در شرایط بدون حلال، دمای اتاق و در حضور کاتالیست طبیعی آبلیمو مشتقات N-بنزیلیدن آنیلین تهیه شدند. مکانیسم تهیه این ترکیبات در شکل ۱ نشان داده شده است. در این آزمایش‌ها از مقادیر متفاوت این کاتالیست طبیعی استفاده گردید. در جدول ۱ به مشخصات فیزیکی ترکیبات تهیه شده و مقادیر کاتالیست اشاره شده است.

خارج و با محیط هم‌دما شدند. برای تهیه یک سوسپانسیون باکتری مناسب به منظور تعیین حساسیت دارویی آن، بایستی تعداد میکروارگانیزم موجود در نمونه از معیار صحیح و قابل قبولی برخوردار باشد. به این منظور از باکتری مورد نظر با انس استریل تعدادی کلونی برداشته و در مقداری آب مقطر استریل حل کرده تا کدورت آن معادل 0.5 مک فارلند (McFarland) شود. این کدورت معادل 1.5×10^8 واحد تشکیل دهنده کلونی در هر میلی‌لیتر می‌باشد.

در بررسی فعالیت ضد باکتری ترکیبات تهیه شده از روش انتشار دیسک استفاده شد [۱۱]. در این روش پس از تهیه سوسپانسیون مطابق با کدورت 0.5 مک فارلند، یک سواب استریل را آغشته به سوسپانسیون نموده و پس از گرفتن مایع اضافی آن توسط فشار دادن سواب به دیواره داخلی لوله، سواب مرطوب در سطح پلیت محیط حاوی مولر هیتتون آگار، سه بار به طور کامل با زاویه 60° درجه و به طور یکنواخت (کشت چمنی) تلقیح می‌شود. سپس پلیت‌ها به مدت ۳-۵ دقیقه در محل مناسبی قرار گرفت تا مایع اضافی آن جذب و به درون آگار نفوذ کند. در مرحله بعد دیسک‌های آنتی‌بیوگرام که با ماده مورد نظر (0.2 گرم در 1 میلی لیتر DMSO) به میزان 0.1 میلی‌لیتر آغشته شده بودند بر روی پلیت و با استفاده از پنس استریل قرار داده شد. برای مقایسه فعالیت ضد باکتری ترکیبات تهیه شده از دیسک‌های آنتی‌بیوتیک‌های استاندارد نیز استفاده شد. دیسک‌های مورد



شکل ۲: مکانیسم تهیه مشتقات N-بنزیلیدن آنیلین

جدول ۱- مشخصات محصولات تهیه شده

شماره محصول	رنگ	نقطه ذوب (°C)	زمان واکنش (ساعت)	مقدار کاتالیست (ml)	راندمان (%)	IR, C=N band (cm ⁻¹)	¹ H-NMR, HC=N(ppm)
3a	شیری رنگ	۴۸-۵۰	۴	۲	۸۵	۱۶۲۶	۸/۶۰
3b	نارنجی	۶۰-۶۳	۱۲	۱۵	۷۵	۱۶۹۴	۷/۹۱
3c	شیری رنگ	۶۰-۶۳	۸	۵	۹۲	۱۶۰۳	۸/۴۳
3d	زرد	۹۰-۹۳	۱۰	۱۵	۸۳	۱۶۶۸	۹/۷۷
3e	آجری	۸۸-۹۱	۸	۱۰	۷۲	۱۶۱۰	۸/۳۷

- تفسیر طیف‌های FTIR ترکیبات

در این ترکیبات پیک‌های مشاهده شده در ناحیه 3100cm^{-1} مربوط به پیوند C-H آروماتیک می باشد. همچنین در ترکیبات 3a، 3b و 3d به ترتیب پیک‌های پهن دیده شده در 3450 و 3346 ، 3400cm^{-1} مربوط به گروه OH متصل به حلقه آروماتیک می باشند. گروه‌های NO_2 متعلق به ترکیبات 3b و 3d در محدوده 1513cm^{-1} و 1386cm^{-1} ظاهر شده‌اند.

- تفسیر طیف‌های NMR ترکیبات

در ترکیبات 3a و 3b پروتون‌های ایمینی HC=N به ترتیب در ناحیه ۸/۶۰ و ۷/۹۳ ppm دیده می شوند، همچنین هیدروژن‌های آروماتیک آن‌ها به ترتیب در ناحیه ۷/۲۲-۷/۹۲ و ۶/۵۶-۷/۳۸ ppm ظاهر شده‌اند. در ترکیب 3a داده‌های به دست آمده از طیف ^{13}C NMR وجود ۹ اتم کربن را تایید می کند که نشان دهنده صحیح بودن ساختار است. پیک C=N در ناحیه ۱۶۰/۶۳ و پیک‌های مربوط به کربن‌های حلقه در ناحیه ۱۲۰-۱۵۱ ppm مشاهده شده است. در ترکیب 3c پروتون‌های آروماتیک در محدوده ۶/۸۸-۷/۳۸ ppm و هیدروژن HC=N به صورت سه تایی در ناحیه ۷/۷۷-۷/۷۵ ppm ظاهر شده است. پیک مربوط به گروه فنولی در ناحیه ۱۰/۰۹ مشاهده می شود. همچنین داده‌های به دست آمده از طیف ^{13}C NMR وجود ۱۳ اتم کربن را تایید می کند که نشان دهنده صحیح بودن ساختار است.

پیک C=N در ناحیه ۱۶۰/۶۱ و پیک‌های مربوط به کربن‌های حلقه در ناحیه ۱۱۳-۱۵۱ ppm مشاهده شده است. کربن آروماتیک متصل به گروه OH در ناحیه ۱۵۹/۹۶ ppm دیده می شود.

در ترکیبات 3d و 3e پیک‌های مربوط به هیدروژن‌های گروه آزومتین به ترتیب در ۹/۷۷ و ۸/۳۷ ppm مشاهده می شوند. همچنین پروتون‌های فنولی این ترکیبات به ترتیب در ناحیه ۱۰/۵۶ و ۱۰/۱۹ ppm ظاهر شده‌اند. پروتون‌های آروماتیک ترکیبات 3d و 3e در ناحیه ۶/۵۷-۷/۹۴ ppm ظاهر شده‌اند.

- بررسی فعالیت بیولوژیکی

نتایج حاصل از فعالیت ضدباکتری ترکیبات تهیه شده در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و منفی در حلال DMSO در جدول ۲ ارائه شده است. خاصیت ضدباکتری ترکیبات با آنتی‌بیوتیک‌های استاندارد تتراسایکلین و جنتامایسین مقایسه شد. حلال DMSO هیچ فعالیتی در مقابل باکتری‌ها نداشت. نتیجه نشان می دهد که حضور گروه عاملی OH در ساختار ترکیب موجب تقویت خاصیت ضد باکتری می شود. از میان ترکیبات تهیه شده بیشترین خاصیت ضدباکتری متعلق به ترکیب 3e با دارا بودن قطر هاله عدم رشد ۱۷-۱۴ میلی متر است. در میان باکتری‌های مورد بررسی، این ترکیب بیشترین تاثیر را بر باکتری گرم منفی سریشیا مارسنس داشت.

جدول ۲- نتایج حاصل از فعالیت ضدباکتری ترکیبات تهیه شده در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و منفی در حلال DMSO

ترکیبات	گرم مثبت		گرم منفی	
	باسیلوس سبیتیلیس	استافیلوکوکوس اورئوس	اشرشیا کولای	سراشیا مارسسنس
3a	۱۰	۱۲	۱۰	۱۲
3b	۱۴	۱۴	۱۲	۱۲
3c	۱۴	۱۴	۱۲	۱۲
3d	۸	۱۲	۱۰	۱۶
3e	۱۶	۱۴	۱۴	۱۷
Tetracycline	۱۰	۲۱	۱۲	۹
Gentamycin	۲۰	۱۸	۲۰	۲۱
DMSO	۰	۰	۰	۰

منابع

- [1] P. T. Anastas, L. B. Bartlet, M. M. Kirchof, T. C. Williamson., 2000, The role of catalyst in the design, development and implementation of green chemistry, *Catalysis Today*, 55(1), 11-22.
- [2] D. Celik, M. Yildiz, Investigation of hydrogen production methods in accordance with green chemistry principles, *International Journal of Hydrogen Energy*
- [3] A. Mobinkhaledi, N. Foroughifar, M. Bodaghi Fard., 2010, *Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic, And Nano-metal chemistry*, 40, 179.
- [4] J.A. Linthorst., 2010, An overview: Origins and Development of Green Chemistry, *Foundations of chemistry*, 12, 55.
- [5]] H. Neuvonen, K. Neuvonen, F. Fulop., 2006, *J. Org. Chem.*, 71, 3141.
- [6] S. Bae, Y. Ha, Y. Park, J. Park, Y. Song, T. Kwun, P. Chun, H. Moon, H. Chung., 2012, *Eur. J. Med. Chem*, 57, 383.
- [7] M.M. Hania., 2009, *Eur. J. Chem.*, 6(3), 629.
- [8] K. Araya, Y. Matsunaga., 1980, *Bull. Chem. Soc. Japan.*, 53(11), 3059.
- [9] S. Patil, S.D. Jadhav, S. Mane., 2011, *Int. J. Org. Chem.*, 1, 125.
- [10] R. Pal, *OJOC*, 1(4), 2013, 47.
- [11] B. Hedayati, H. Pasdar, N. Foroughifar., 2016, Novel dinuclear metal complexes of guanidine –pyridine hybrid ligand: synthesis, structural characterization and biological activity. *Biointerface Res Appl Chem*; 6 (6): 1842-1846.

نتیجه گیری

در این پروژه مشتقاتی از N-بنزیلیدن آنیلین در حضور کاتالیست طبیعی آلبیمو تهیه شدند. این کاتالیست سبز قادر است طیف وسیعی از واکنش‌های آلی را کاتالیز نماید. این ترکیبات به وسیله دستگاه‌های طیف‌سنجی FTIR، $^1\text{H-NMR}$ و $^{13}\text{C-NMR}$ شناسایی شدند. فعالیت ضد باکتری ترکیبات تهیه شده بر روی دو باکتری‌های گرم منفی (اشرشیا کولای، سراشیا مارسسنس) و دو لکتری گرم مثبت (باسیلوس سوبتیلیس، استافیلوکوکوس اورئوس) مورد بررسی قرار گرفت. در میان ترکیبات تهیه شده بیش‌ترین فعالیت ضد باکتری متعلق به ترکیب 3e می‌باشد. قطر هاله عدم رشد این ترکیب بر روی باکتری‌های اشرشیا کولی، استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سبیتیلیس و سراشیا مارسسنس به ترتیب برابر ۱۴، ۱۴، ۱۶ و ۱۷ میلی‌متر می‌باشد.