ORIGINAL ARTICLE

Green Chemical Synthesis and Biological Evaluation of Novel N-substituted Rhodanine Derivatives as Potential Antifungal Agents

Malihe Akhavan[1],
Naser Foroughifar[1],
Hoda Pasdar[1],
Ahmadreza Bekhradnia[2]

[1] Department of Chemistry, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
[2] Professor, Pharmaceutical Sciences Research Center, Department of Medicinal Chemistry, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received August 10, 2019 ; Accepted January 5, 2020)

Abstract

Background and purpose: In medicinal chemistry, molecules containing rhodanine (2-thiazolidine-4-one) ring as a magic multifunctional privileged structural and functional scaffold show a broad range of potent pharmacological properties containing anti-microbial, antiviral, anti-diabetic, and anti-convulsant effects. Evidence suggests that the activity of the rhodanine derivative correlates with the size and the nature of the substituents at C-5 and N-3 positions. In this study, we synthesized new N-substituted rhodanine derivatives with arylidene substituent at the C-5 position via solvent-free Knoevenagel condensation reaction. We also investigated the antifungal activity of the compounds.

Materials and methods: A mixture of aromatic aldehyde (1 mmol) and rhodanin derivatives (1 mmol) was stirred in choline chloride (ChCl)/urea deep eutectic solvent (1 mL) at 100C in an oil bath for 1 hour. The progress of the reaction was monitored by TLC (2:1 n-hexane/ethyl acetate). Then, the crude compound was collected by vacuum filtration and washed using ice-cold solvent.

Results: Novel products were elucidated on the basis of elemental analyses as well as FTIR, Mass and ^{1}H NMR, ^{13}CNMR spectroscopy.

Conclusion: A green, comfortable and rapid procedure has been developed for the synthesis of N-substituted rhodanine derivatives using ChCl/Urea Deep Eutectic Ionic Liquid (DEILs) under solvent-free conditions.

Keywords: green, synthesis, rhodanine, anti-microbial, ionic liquid, solvent-free

J Mazandaran Univ Med Sci 2020; 29(182): 82-90 (Persian).

* **Corresponding Author: Ahmadreza Bekhradnia -** Pharmaceutical Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: reza_bnia@yahoo.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و نهم شماره 182 اسفند سال 1398 (90-82)

سنتز سبز مشتقات جدید رودانین N-استخلاف شده و با پتانسیل اثر ضدقارچ

ملیحه اخوان[1]
ناصر فروغی فر[1]
هدی پاسدار[1]
احمدرضا بخردنیا[2]

چکیده

سابقه و هدف: در شیمی دارویی ترکیبات دارای هتروسیکل رودانین به‌عنوان یک اسکلت ساختاری/عملکردی چندکاره، اثرات فارماکولوژیک گستره و قابل توجی مانند فعالیت‌های آنتی‌میکروبیال، ضد ویروس، ضد تشنج و... نشان داده‌اند. در مطالعات پیشین مشاهده شد که طبیعت و سایز استخلاف‌ها روی محل‌های اتم نیتروژن ناحیه 3 و کربن ناحیه 5 رودانین در فعالیت بیولوژیک و آنتی‌میکروبیال این هسته اهمیت بسزایی دارد. در این مطالعه، مشتقات N-استخلاف دار جدیدی از هتروسیکل رودانین با استخلاف arylidene در محل 5 این حلقه تحت واکنش تراکمی ناوناگل در شرایط سبز و بدون استفاده از حلال‌های آلی سنتز شد و سپس اثرات ضد قارچ آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: 1 میلی مول آلدهید آروماتیک و 1میلی‌مول از رودانین در 1 میلی لیتر مایع یونی کولین کلراید/اوره برای یک ساعت در دمای 100 درجه سانتی‌گراد حرارت داده و استیر شد. پیشرفت واکنش با کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) با سیستم حلال هگزان- اتیل استات با نسبت 2 به 1 بررسی شد. محصول خام این واکنش‌ها با صاف کردن و فیلتراسیون از محیط واکنش جدا شد.

یافته‌ها: ساختار ترکیبات نهایی در این مطالعه با روش‌های ^{1}HNMR و ^{13}CNMR، IR و اسپکتروسکوپی جرمی مورد تائید قرار گرفت.

استنتاج: در این مطالعه یک روش سنتز بدون حلال و سبز برای ساخت مشتقات جدیدی از هسته رودانین با پتانسیل اثرضد قارچ ارائه شده است.

واژه های کلیدی: سنتز، سبز، رودانین، آنتی میکروبیال، مایع یونی، بدون حلال

مقدمه

عفونت‌های قارچی ناشی از قارچ‌های فرصت طلب (به ویژه گونه‌های کاندیدا مانند Candida albicans) از جمله عفونت‌های میکروبی می‌باشند که از دیرباز تا کنون گریبانگیر جوامع انسانی بوده و هستند. پاتوژن‌های قارچی علاوه بر ایجاد انواع آفت، سینوزیت، واژینیت‌های قارچی و... عامل ایجاد عفونت‌های بیمارستانی نیز می‌باشند که تشخیص و درمان آن‌ها بسیار دشوار است و علی‌رغم استفاده از عوامل ضد قارچ در

مولف مسئول: احمدرضا بخردنیا - ساری: کیلومتر 17 جاده فرح آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده داروسازی E-mail: reza_bnia@yahoo.com
1. گروه شیمی، دانشگاه تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
2. استاد، مرکز تحقیقات علوم دارویی، گروه شیمی دارویی دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
تاریخ دریافت : 1398/5/19 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :1398/5/20 تاریخ تصویب : 1398/10/15

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

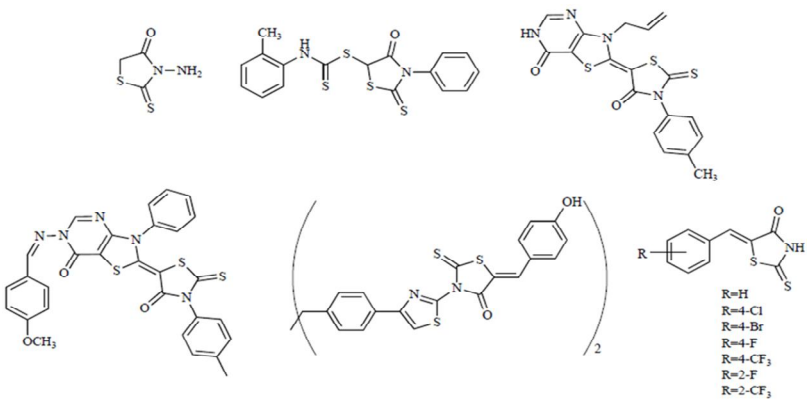
دسترس، هرساله موجب ابتلا و مرگ و میر افراد زیادی می‌گردد(1).

در این میان مطالعات نشان می‌دهند که افراد دچار ضعف سیستم ایمنی، مانند افراد مبتلا به بیماری نقص اکتسابی سیستم ایمنی (AIDS) که امروزه شیوع روزافزونی نیز دارد، بیش‌تر در معرض ابتلا به عفونت‌های قارچی می‌باشند، به همین سبب در سال‌های اخیر پژوهشگران بیش از پیش به دنبال کشف، طراحی، سنتز و دستیابی به عوامل ضد قارچ نوین هستند. همچنین معضل بروز مقاومت به داروهای ضد قارچ نیز کنترل این دسته از عفونت‌ها را پیچیده تر ساخته است، هر چند که مقاومت ایجاد شده در برابر داروهای ضد قارچی از نظر اهمیت هم سطح با مقاومت ایجاد شده در برابر عوامل ضد باکتریایی نیست(2). همواره تجویز داروهای ضدقارچ، به‌علت دارا بودن عوارض جانبی گسترده به میزان زیادی محدود شده است، به‌گونه‌ای که تلاش در راستای کاهش این عوارض ناخواسته و سمیت این داروها، علاوه بر معضل مقاومت دارویی، یکی دیگر از مهم‌ترین دلایل اصلی انجام تحقیقات وسیع در راستای کشف ترکیبات ضد قارچی جدید با کارایی درمانی بیش‌تر می‌باشد. با توجه به این‌که اکثر داروهای ضد قارچ موجود، دارای طیف اثر نسبتاً محدودی نیز هستند و یا به دلیل محدودیت‌های فارماکوکینتیکی قابلیت تجویز سیستمیک را ندارند، این مطالعات از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشند(3).

فارغ از درمان‌های طبیعی عفونت های قارچی (مانند اسانس گیاهان ملیسا، اکالیپتوس، دارچین و... و ترکیباتی بر پایه استرول‌های cinnamodial، کینین‌ها، فورانون‌ها، رزورسینول و...) از میان همه داروهای شیمیایی ضد قارچ کنونی که از نظر ساختاری از تنوع زیادی با هسته‌های مختلف بنزایمیدازول، ایمیدازول، کینازولین، کینولین و... برخوردار هستند، آزول‌ها مانند کتوکونازول و فلوکونازول به‌عنوان مهارکنندگان مسیر سنتز ارگوسترول از بزرگ‌ترین و کاربردی‌ترین ترکیبات موثر ضدقارچ به شمار می‌روند که از گذشته تا به‌حال، جایگاه قابل قبول خود را هم در عرصه درمان عفونت‌های قارچی و هم در عرصه تحقیقات حفظ کرده‌اند(4). اما حتی همین داروهای مورد تائید و پرکاربرد نیز علی‌رغم محل اثر مشخص در مسیر سنتز استرول‌های غشایی قارچ‌ها، اثرات قابل قبول، پروفایل عوارض جانبی معقول و نیز قیمت به نسبت مناسب به‌عنوان یک دارو، باز هم به علت برخی نارسایی‌های فارماکودینامیکی و کینتیکی مانند بروز آلرژی یا حساسیت، تداخلات دارویی وسیع، عوارض قلبی، عدم قابلیت تجویز در خانم باردار و گاه شکست در درمان، ما را از لزوم مطالعه و تحقیق در دستیابی به ترکیبات نوین ضد قارچ بی‌نیاز نساخته‌اند(5).

در مسیر مطالعه و دستیابی به ترکیبات نوین ضد قارچ، درست همانند دیگر بخش‌ها در عرصه طراحی داروهای جدید، شایسته است که طراحی سنتز را از داربست‌های انتخابی (privileged scaffolds) آغاز کنیم(6)(تصویر شماره1). از میان همه اسکفولدهایی که تا کنون به‌عنوان privileged scaffold معرفی شده اند، هتروسیکل‌های نیتروژن داری مانند رودانین به سبب طیف وسیع اثر، امنیت، کارایی بالا، سهولت سنتز مشتقات و... از اهمیت خاصی برخوردارند به گونه‌ای که رودانین‌های استخلاف شده در قالب ترکیبات نهایی هتروآروماتیک با حلقه‌های پرالکترون، دارای گستره وسیعی از اثرات بیولوژیکی می‌باشند و در دنیای شیمی دارویی آن‌ها را به‌عوامل داروی مناسبی با اثرات مختلف ضدمیکروبی ضدقارچی، ضد التهاب، ضدسرطان، ضدسل، ضدلیشمانیا، ضدمالاریا و ضد میکروبی و ضد سرطانی می‌شناسند(7). مطالعات انجام شده نشان می‌دهد ساختارهای مشتق شده از رودانین، تاثیرات مثبتی روی قارچ‌هایی مثل Cephalosporium saccharii، Fusarium oxysporum، Candida albicans و گونه‌های Penicillium داشته است(8).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]



تصویر شماره 1: ترکیبات نوین ضد قارچ

ما در این مطالعه به طراحی و سنتز مشتقات جدیدی از هسته رودانین N-استخلاف شده با پتانسیل اثرات ضد قارچ پرداخته‌ایم. اما نکته مهم در این مطالعه پایبندی ما به شیمی سبز (Green chemistry) در فرایند سنتز این مشتقات ارزشمند است. امروزه شیمی سبز، تکنیک‌ها و روش‌هایی را در سنتزهای آلی شامل می‌شود که منجر به کاهش و حذف محصولات مضر برای سلامتی انسان‌ها و محیط زیست می‌شوند(9) و این در حالی است که امروزه خطرات ناشی از مواد شیمیایی مانند سمی بودن، سرطانزا و یا تراتوژن بودن، انفجارپذیری، قابلیت اشتعال، خورنده بودن و آلودگی محیط زیست بر کسی پوشیده نیست. یکی از راهکارهای شیمی سبز در بهینه‌سازی فرایندهای سنتز در شیمی آلی کاهش میزان حلال‌های مورد استفاده، حذف حلال‌ها از فرایندهای سنتزی و در سال‌های اخیر استفاده از نسل جدیدی از حلال‌های ایمن می‌باشد. حلال‌هایی مانند حلال‌های Deep eutectic که از این گروه مایعات یونی (ionic liquid یا به اختصار IL) بواسطه سهولت ساخت، امنیت، قیمت مناسب و خواص کاتالیزوری در راستای افزایش بازده و کاهش زمان واکنش، تسهیل شرایط انجام واکنش و نیز کاهش تشکیل مواد جانبی ناخواسته از اهمیت بالایی برخوردار هستند(10).

مواد و روش ها

سنتز مشتقات جدید رودانین با استخلاف آلیفاتیک و آروماتیک روی اتم نیتروژن حلقه

مرحله اول- روش سنتز مایع یونی کولین کلراید/ اوره به‌عنوان نسل جدید حلال جهت انجام واکنش مرحله نهایی و سنتز مشتقات نهایی: به منظور تهیه مایع یونی مورد نظر 10 میلی‌مول (0/6 گرم) اوره و 10 میلی‌مول (1/04گرم) کولین کلراید با هم مخلوط شدند. در ادامه محتویات بالن برای مدت 1/5 ساعت در دمای 100 درجه سانتی‌گراد استیر و وارد واکنش شد. پس از اتمام واکنش، حلال سبز مورد نظر با ظاهری ویسکوز و شفاف آماده شد. شمای کلی واکنش به صورت زیر می‌باشد (تصویر شماره 2).

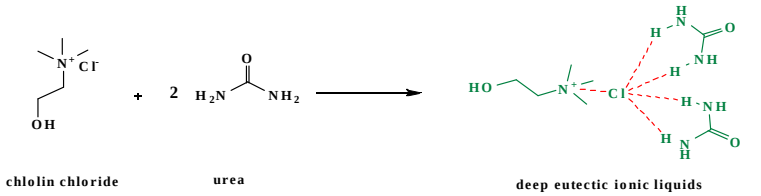
مرحله دوم- روش سنتز هسته رودانین به صورت N-متیل، N-اتیل، N-فنیل و N-پارابرومو فنیل رودانین (1a-1d) : به منظور تهیه مشتقات رودانین با استخلاف‌های آلیفاتیک و آروماتیک در محل اتم نیتروژن شماره 3 حلقه ، 10 میلی مول (0/76 گرم) کربن دی سولفید به 10 میلی مول (0/31 گرم) متیل آمین (و یا با همین میلی مول آمین های آلیفاتیک و آروماتیک مربوطه) اضافه و به مدت 24 ساعت در دمای محیط استیر شد. در مرحله بعد آمونیوم دی تیوکربامات حاصل با

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

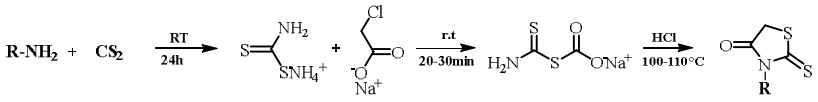
محلولی از سدیم کلرواستات در حضور اسید کلریدیک وارد واکنش شد و مشتق رودانین تهیه گردید. سپس کریستال‌های رودانین با آب شست و شو و محصول با خلوص بالا به دست آمد (تصویر شماره 3).

مرحله سوم- روش سنتز مشتقات 2-oxoacetaldehyde (2a,2b): مقدار 8 گرم (72 میلی‌مول) سلنیوم دیاکساید آب (1 گرم، 55 میلی‌مول) در یک بالن دو دهانه (100 میلی‌لیتر) قرار داده شد و در40 میلی‌لیتر ۱،۴-دیوکسان رفلاکس شد تا سلنیوم دیاکساید حل شود، سپس مشتقات پارا استوفنون 5 گرم (40 میلی‌مول) اضافه شد. واکنش 6 ساعت رفلاکس شد. سپس مواد غلیظ شده با آب در اتانول ری‌کریستال شد تا به میزان 5/88گرم جامد سفید (با بازده=88 درصد) برسد (تصویر شماره 4).

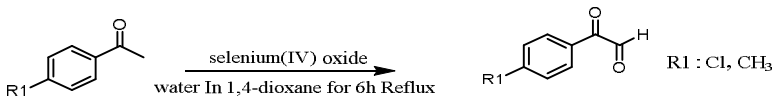
مرحله چهارم- روش سنتز محصولات نهایی(3a-3h): به منظور تهیه (E)-5-(2-(4-chlorophenyl)-2-oxoethylidene)-3-methylthiazolidine-2,4-dione به‌عنوان یک واکنش مدل در سنتز مشتقات نهایی این مطالعه، مقدار 1 میلی مول (0/168گرم) 2-(4-chlorophenyl)-2-oxoacetaldehyde تولید شده در مرحله سوم، با 1 میلی‌مول متیل رودانین (0/131گرم) تولید شده در مرحله دوم در حضور 1 میلی لیتر مایع یونی کولین کلراید اوره به مدت یک ساعت در حمام روغن و در دمای 100 درجه سانتی‌گراد حرارت داده و استیر شد. پیشرفت واکنش با TLC (با سیستم حلال 2به1 نرمال هگزان/اتیل استات) بررسی شد و پس از اتمام واکنش، رسوب حاصل صاف شده و تبلور مجدد (recrystallization) آن در اتانل، محصول با خلوص بالا را به دست داد (تصویر شماره 5).



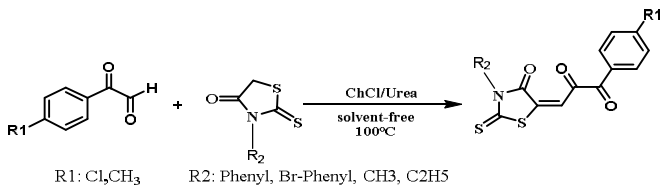
تصویر شماره 2 : سنتز مایع یونی کولین کلراید/اوره



تصویر شماره 3 :سنتز مشتقات رودانین



تصویر شماره 4 : سنتز مشتقات آلدهید(b2,a2)



تصویر شماره 5 : مسیر سنتز محصولات نهایی (3a-3h)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

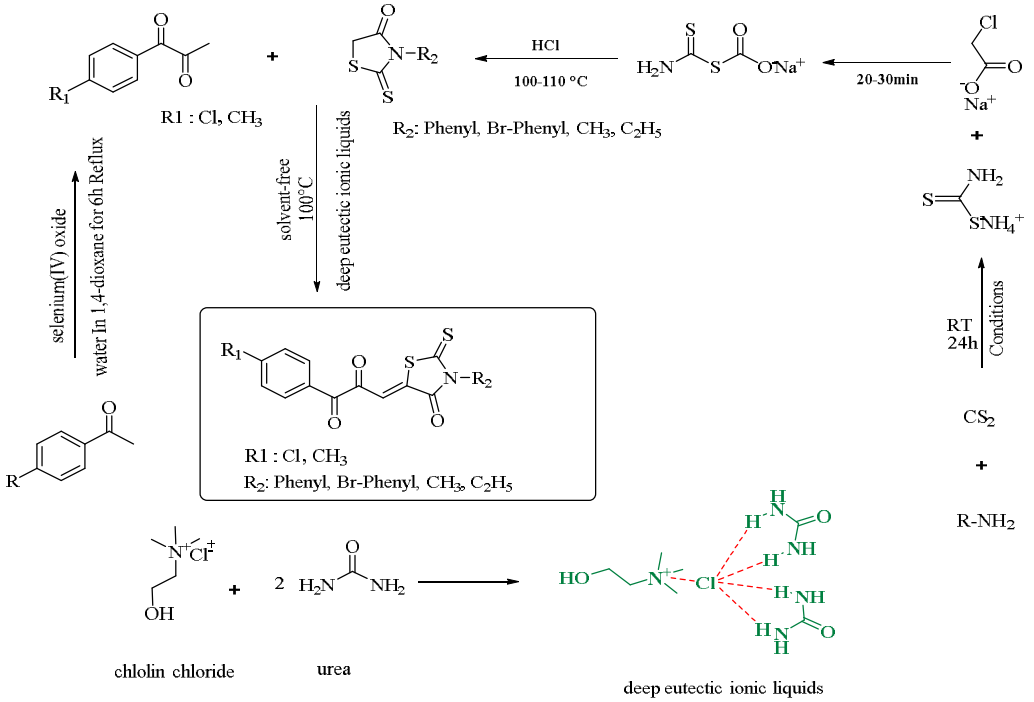
ساختار شیمیایی ترکیبات نهایی سنتز شده در مرحله چهارم 3a-3h توسط طیف مادون قرمز (IR) با استفاده از دستگاه Shimadzu 470 و طیف رزونانس مغناطیسی هیدروژن (^{1}H-NMR) با بهره‌گیری از دستگاه اسپکترومتر Bruker 400 و طیف رزونانس مغناطیسی کربن 13 با استفاده از دستگاه اسپکترومتر BrukerFT-500 مورد بررسی قرار گرفتند و جابه‌جایی شیمیایی (δ) برحسب ppm و در مقایسه با شاهد داخلی تترامتیل سیلان (TMS) می‌باشد، نقطه ذوب مواد به وسیله دستگاه Stuart (scientific, UK) اندازه‌گیری شد. طیف جرمی (MASS) توسط دستگاه HP (Agilent technologies) Mass Selective Detector بررسی شد. تمامی واکنش‌ها و ترکیبات به‌دست آمده، به وسیله کروماتوگرافی روی لایه نازک (TLC) کنترل شدند. روش TLC با استفاده از ورقه‌های نازک آلومینیومی دارای لایه نازک سیلیکاژل، صورت پذیرفت و پس از قرار گرفتن در حلال مناسب و پیشرفت حلال و جدا شدن لکه‌ها روی سیلیکاژل، لکه‌ها به وسیله لامپ ماوراء بنفش UV قابل رؤیت گردید. تغلیظ محلول‌ها پس از انجام واکنش و استخراج، به وسیله دستگاه تقطیر درخلأ صورت گرفت. نمای کلی سنتز مشتقات جدید در تصویر شماره 6 نشان داده شده است.

این مقاله در دانشگاه علوم پزشکی مازندران با کد اخلاق : IR.MAZUMS.REC.1398.417 مورد تایید قرار گرفته است.

یافته ها

نتایج بررسی مشتقات جدید سنتز شده رودانین

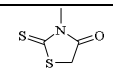
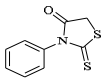
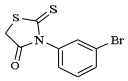
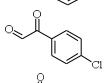
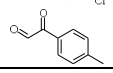
نام شیمیایی ترکیبات حدواسط و نهایی سنتز شده، بازده واکنش، نقطه ذوب و اطلاعات طیفی شامل IR، ^{13}C-NMR، ^{1}H-NMR و Mass) ترکیبات در جدول‌های شماره 1 و 2 آورده شده است.



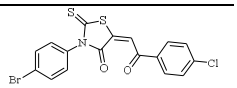
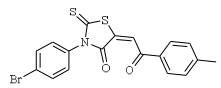
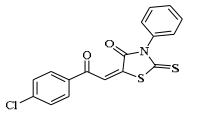
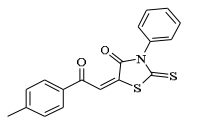
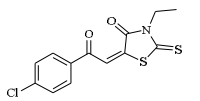
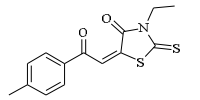
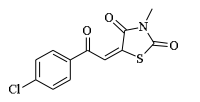
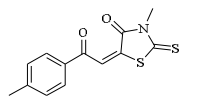
تصویر شماره 6 : نمای کلی سنتز محصولات نهایی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

جدول شماره 1: نتایج حاصل از این طیف سنجی ترکیبات حدواسط 1a-2b ، به همراه نقطه ذوب

ساختار شیمیایی	نام و اطلاعات شیمیایی و طیف سنجی
	**3-Methyl-2-thioxo-1,3-thiazolidin-4-one** Pale yellow solid (69% yield). ^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$): d = 3.37 (s, 3H), 3.99 (s, 2H) ppm; 13C NMR (75 MHz, $CDCl_3$): d = 31.3, 35.6, 173.7, 201.3 ppm; MS (EI, 70 eV): m/z (%): 147.0 (100) [M+]; Anal. Calcd for $C_4H_5NOS_2$: C, 32.63; H, 3.42; N, 9.51. Found: C, 32.63; H, 3.57; N, 9.40
	**3-Ethyl-2-thioxothiazolidin-4-one** Yield; 84 %; mp 111–113 C; UV kmax 265, 211 nm; IR (KBr) mmax 3407, 1687, 1500, 1400, 1149, 827 cm-1; ^{1} H NMR (DMSO-d6, 400 MHz): d = 4.06 (2H, m, H-5), 3.95 (2H, s, H-20), 1.21 (3H, t, J = 6.0 Hz, CH_3, H-10); ^{13}C NMR (DMSOd6,100 MHz): d = 200.9 (C = S, C-2). 173.6 (C = O, C-4), 39.9 (CH_2, C-5), 35.4(CH_2, N-CH_2), 12.04 (CH_3, CH_2-CH_3); Anal.calcd. for $C_5H_7NOS_2$: C, 37.24; H, 4.38; N, 8.69. Found: C, 37.32; H, 4.51; N, 8.69.
	**3-Phenyl-2-thioxo-1,3-thiazolidin-4-one** Pale-yellow solid (32% yield). ^{1} H NMR (300 MHz, CDCl3): δ = 4.18 (s, 2H), 7.19 (m, 2H), 7.52 (m, 3H) ppm. ^{13}C NMR (75 MHz, $CDCl_3$): δ = 36.3, 128.3, 129.6, 129.8, 134.9, 173.4, 201.1 ppm. MS (EI, 70 eV): m/z (%), 208.9 (100) [M+]. Anal. Calcd for C9H7NOS2: C, 51.65; H, 3.37; N, 6.69. Found: C, 50.51; H, 3.42; N, 6.33.
	**3-(3-Bromophenyl)-2-thioxothiazolidin-4-one** pale-yellow solid, 71% yield; Mp 176–180 C; 1 H NMR d ppm 7.64 (1H, d, J = 8.0 Hz, ArH-6), 7.41 (1H, t, J = 8.0 Hz, ArH-5), 7.38 (1H, s, ArH-2), 7.17 (1H, d, J = 8.0 Hz, ArH-4), 4.20 (2H, s, SCH2); MS m/z 285.6 (M1, 100).
	**2-(4-chlorophenyl)-2-oxoacetaldehyde** Yield 88%;IR (KBr, cm−1): 1692, 1725;^{1}H NMR ($CDCl_3$): δ 9.51 (s, 1H), 7.75 (d, J = 7.8 Hz, 2H), 7.47 (d, J = 7.8 Hz, 2H); ^{13}C NMR ($CDCl_3$): δ 191.0, 188.8, 138.2, 134.9, 132.0, 130.1.
	**2-(4-methylphenyl)-2-oxoacetaldehyde** Yield 91%; IR (KBr, cm−1): 1692, 1726; ^{1}H NMR ($CDCl_3$): δ 9.78 (s, 1H), 8.01 (d, J = 7.8 Hz, 2H), 7.17 (d, J = 7.8 Hz, 2H), 2.42 (s, 3H); ^{13}C NMR (CDCl3): δ 190.2, 187.0, 143.6, 133.5, 129.6, 129.5, 20.8.

جدول شماره 2: نتایج حاصل از این طیف سنجی ترکیبات نهایی 3a-3h ، به همراه نقطه ذوب

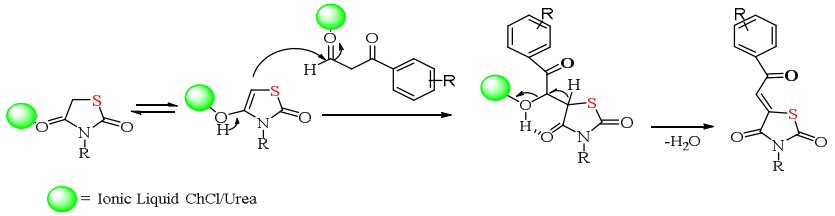
ساختار شیمیایی	نام و اطلاعات شیمیایی و طیف سنجی
	**(E)-3-(4-bromophenyl)-5-(2-(4-chlorophenyl)-2-oxoethylidene)-2-thioxothiazolidin-4-one(3a):** Yield 85%, m.p. 227-228, IR (KBr, vmax, cm^{-1}): 1306 (N-C=S),1506(C=O), 1697 (N-C=O), 600-800 (C-S), 2401 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ (ppm) 7.45 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 7.56-7.61 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 7.95 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 8.14 (s, 1H, = CHAr), 8.15 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d6): ppm 1116.41, 116.92, 119.45, 119.90, 123.12, 132.66, 132.99, 139.66, 139.90, 157.45, 160.60, 160.99, 179.66 Elemental anal. (%), calced for $C_{17}H_9BrClNO_2S_2$: C, 46.54; H, 2.07; N, 3.19; found: C, 47.32; H, 3.16; N, 4.22
	**(E)-3-(4-bromophenyl)-5-(2-oxo-2-(p-tolyl) ethylidene)-2-thioxothiazolidin-4-one(3b):** Yield 86%, m.p. 206-208, IR (KBr, vmax, cm^{-1}): 1305 (N-C=S), 1505 (C=O), 1682 (N-C=O), 600-800 (C-S), 2404 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ (ppm) 2.89 (s, 3H, CH_3), 6.97 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 7.37 (s, 1H, = CHAr), 7.45-7.48 (m, J = 8.8 Hz, 4H, ArH), 7.81 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d6): ppm 21.32, 121.24, 121.47, 122.50, 123.182, 124.64, 127.88, 137.70,139.12, 142.33, 143.21, 167.07,176.43, 185.35, Elemental anal. (%), calced for $C_{18}H_{12}BrNO_2S_2$: C, 51.68; H, 2.89; N, 3.35; found: C, 52.32; H, 3.06; N, 4.02
	**(E)-5-(2-(4-chlorophenyl)-2-oxoethylidene)-3-phenyl-2-thioxothiazolidin-4-one(3c):** Yield 88%, m.p. 199-202, IR (KBr, vmax, cm^{-1}): 1227 (N-C=S), 1722(C=O), 1636 (N-C=O), 600-800 (C-S), 2424 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ (ppm) 7.98 (s, 1H, = CHAr), 8.07 (m, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 8.13 (m, J = 8.8 Hz, 1H, ArH), 8.27 (m, 2H, = CHAr), 8.32 (d, 2H, = CHAr), 8.38 (m, 1H, = CHAr),8.43(m, 1H, = CHAr); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO- d_6): ppm 112.89, 113.92, 118.61, 121.28,122.59, 123.93, 124.57, 127.89, 129.14, 130.16, 137.51,138.99, 142.22, 175.52, 185.44 Elemental anal. (%), calced for $C_{17}H_{10}ClNO_2S_2$: C, 56.74; H, 2.80; N, 3.89; found: C, 55.82; H, 3.06; N, 4.01
	**(E)-5-(2-oxo-2-(p-tolyl) ethylidene)-3-phenyl-2-thioxothiazolidin-4-one(3d):** Yield 86%, m.p. 228-230, IR (KBr, vmax, cm-1): 1255 (N-C=S), 1507(C=O), 1683 (N-C=O), 600-800 (C-S), 2444 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ (ppm) 2.52 (s, 3H, CH_3), 7.82 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 8.01 (s, 1H, = CHAr), 8.05 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 8.20-8.28 (m, 3H, = CHAr), 8.32-8.34 (m, 2H, = CHAr) ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d_6): ppm 22.32, 112.89, 118.30, 118.62, 118.82, 121.28, 121.53, 122.60, 123.94, 124.56, 125.16, 137.50, 138.83, 138.99, 175.07, 175.59, 185.45 Elemental anal. (%), calced for $C_{18}H_{13}NO_2S_2$: C, 63.69; H, 3.86; N, 4.13; found: C, 62.85; H, 3.46; N, 4.03
	**(E)-5-(2-(4-chlorophenyl)-2-oxoethylidene)-3-ethyl-2-thioxothiazolidin-4-one (3e):** Yield 89%, m.p. 187-188, IR (KBr, vmax, cm^{-1}): 1251 (N-C=S), 1632(C=O), 1722 (N-C=O), 600-800 (C-S), 2454 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ (ppm) 1.22-1.27 (t, 3H, CH_3),4.09- 4.17(q, 3H, CH_2) 7.97 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 8.13 (s, 1H, = CHAr), 8.27 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d6): ppm 22.91, 36.99, 116.13, 128.41, 128.91, 129.96, 135.76, 141.57, 174.83, 174.91,182.99 Elemental anal. (%), calced for $C_{13}H_{10}ClNO_2S_2$: C, 50.08; H, 3.23; N, 4.49; found: C, 50.85; H, 3.45; N, 4.33
	**(E)-3-ethyl-5-(2-oxo-2-(p-tolyl) ethylidene)-2-thioxothiazolidin-4-one(3f):** Yield 84%, m.p. 201-204, IR (KBr, vmax, cm^{-1}): 1373 (N-C=S), 1676 (C=O), 1749 (N-C=O), 600-800 (C-S), 2514 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ (ppm) 2.19 (s, 3H, CH_3),1.22-1.27 (t, 3H, CH_3),2.19 (s, 3H, CH_3), 4.09-4.17(q, 3H, CH_2) 7.97 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 8.13 (s, 1H, = CHAr), 8.27 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d_6): ppm 20.86, 27.35, 38.85, 128.68 129.56, 136.06, 137.37, 137.37, 148.51, 152.43, 168.85, 179.85, Elemental anal. (%), calced for $C_{14}H_{13}NO_2S_2$: C, 57.71; H, 4.50; N, 4.81; found: C, 56.17; H, 3.55; N, 4.32
	**(E)-5-(2-(4-chlorophenyl)-2-oxoethylidene)-3-methylthiazolidine-2,4-dione (3g):** Yield 87%, m.p. 214-216,IR (KBr, vmax, cm^{-1}): 3064(N-H), 1237 (N-C=S), 1754 (N-C=O), 600-800 (C-S), 2526 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ (ppm) 2.79 (s, 3H, CH_3), 7.92 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 8.17 (d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 6.20 (s, 1H, = CHAr); ^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d6): ppm 23.26, 129.99, 130.44, 138.57,145.45, 144.22, 1489.20, 186.44,189.59, MS: (m/z, %) 297.00 (M+, 17), 222 (25), 167.0 (37), 143 (77), 132(100), 102.0 (35), 91.0 (14), 67.0 (29), Elemental anal. (%), calced for $C_{12}H_8ClNO_2S_2$: C, 48.40; H, 2.71; N, 7.70; found: C, 48.73; H, 3.15; N, 6.32
	**(E)-3-methyl-5-(2-oxo-2-(p-tolyl) ethylidene)-2-thioxothiazolidin-4-one (3h):** Yield 89%, m.p. 192-194, IR (KBr, vmax, cm-1): 1237 (N-C=S), 1738, 1697 (N-C=O), 600-800 (C-S), 3136 (Ar-CH) cm^{-1}; ^{1}H-NMR (400 MHz, DMSO-d6): δ (ppm) 2.49, 2.89 (s, 3H, CH3), 7.12(d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 7.86(d, J = 8.8 Hz, 2H, ArH), 5.08 (s, 1H, =CHAr);^{13}C-NMR (100 MHz, DMSO-d_6): ppm 22.36, 30.20, 124.72, 127.20, 134.41, 142.01, 144.44, 148.88, 167.00,187.98, 195.12 .MS:(m/z,%) 248 (M+, 17), 277(17), 206(12), 190(43), 135(21), 118(100), 91.0(63), 77.0(15), 65.0(%35); Elemental anal. (%), calced for $C_{13}H_{11}NO_2S_2$: C, 56.30; H, 4.01; N, 5.05; found: C, 57.03; H, 4.67; N, 5.66.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

بحث

در این مطالعه گروه جدیدی از مشتقات تراکمی از هسته ساختاری ارزشمند رودانین N-استخلاف شده در شرایطی سبز و بدون حلال، با حداقل ناخالصی‌های جانبی، شرایط واکنش و workup ساده‌تر در زمانی کم‌تر و بازده بالاتر سنتز شد که مکانیسم پیشنهادی برای این مسیر سنتز در زیر دیده می‌شود (تصویر شماره 7). پتانسیل احتمالی اثرات ضدقارچی ترکیبات سنتز شده، به صورت محدود مورد بررسی و مطالعه قرارگرفت که در جدول شماره 3 گزارش شده است.

مطالعات in vitro: بررسی اثرات ضدقارچی ترکیبات نهایی (3a-3h)



تصویر شماره 7 : مکانیسم تشکیل محصول نهایی در حضور مایع یونی کولین کلراید-اوره

جدول شماره3: مقادیر MIC (µg/mL) و MFC

Fluconazole	h3		g3		f3		e3		d3		c3		b3		a3		
MIC (µg/mL) MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	MIC (µg/mL)	MFC (µg/mL)	
125 125	1000	500	500	250	1000	500	500	250	500<	250	250	125	500<	250	125	625	Candida albicans MTCC 227
125 125	1000<	500<	500<	250	1000<	500<	500<	250	1000<	500	500	250	1000<	500	250	125	Aspergillus niger MTCC 282
125 125	1000<	500<	500<	250	1000<	500<	500<	250	1000<	500	500	250	500<	250	250	125	Candida glabrata MTCC 3019

References

1. Pfaller MA, Messer SA, Coffmann S. Coparision of visual and spectrophotometris methods of MIC endpoint determinations by using broth microdilution methods to test five antifungal agents including the new triazol D0870. J Clin Microbiol 1995; 33(5): 1094-1097.
2. Galgiani NJ, Rinaldi MG, Polak AM, Pfaller MA. Standardization of antifungal susceptibility testing. J Med & Vet Mycol 1992; 30(SUP1): 213-224.
3. Orchard MG, Neuss JC, Galley CM, Carr A, Porter DW, Smith P, et al. Rhodanine-3-acetic acid derivatives as inhibitors of fungal protein mannosyl transferase 1 (PMT1). Bioorg Med Chem Lett 2004; 14(15): 3975-3978.
4. Ghorab MM, Abdel-Gawad SM, El-Gaby MS. Synthesis and evaluation of some new fluorinated hydroquinazoline derivatives as antifungal agents. Farmaco 2000; 55(4): 249-255.
5. Insuasty B, Insuasty A, Tigreros A, Quiroga J, Abonia R, Nogueras M, et al. Synthesis and antifungal evaluation of novel dicyanoderivatives of rhodanine. Journal of Heterocyclic Chemistry 2011; 48(2): 347-350.
6. Mendgen T, Steuer C, Klein CD. Privileged scaffolds or promiscuous binders: a comparative study on rhodanines and related heterocycles in medicinal chemistry. Journal of medicinal chemistry 2012;55(2):743-753.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]

7. Kaminskyy D, Kryshchyshyn A, Lesyk R. Recent developments with rhodanine as a scaffold for drug discovery. Expert Opin Drug Discov 2017; 12(12): 1233-1252.
8. Vessally E, Soleimani-Amiri S, Hosseinian A, Edjlali L, Bekhradnia A. New protocols to access imidazoles and their ring fused analogues: Synthesis from N-propargylamines. Rsc Advances 2017; 7 (12): 7079-7091.
9. Ranu BC, Jana R, Dey SS. An efficient and Green synthesis of 2-Arylbenzothiazoles in an ionic Liquid,[pmIm] Br under Microwave irradiation. Chemistry Letters 2004; 33(3): 274-275.
10. Gong K, He ZW, Xu Y, Fang D, Liu ZL. Green synthesis of 5-benzylidene rhodanine derivatives catalyzed by 1-butyl-3-methyl imidazolium hydroxide in water. Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly 2008; 139(8): 913-915.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-11]