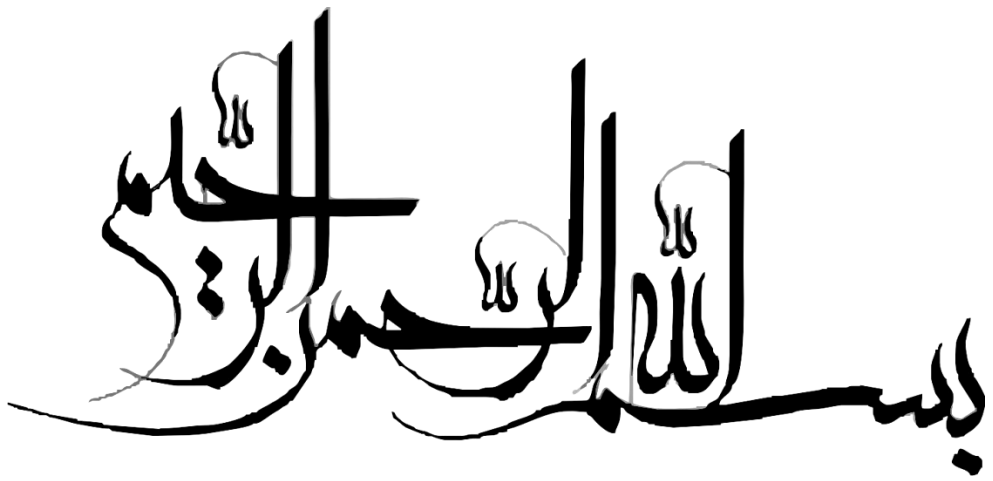

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

شیمی آلی

عنوان :

معرفی بیسموت وانادات به عنوان یک نانوکاتالیزور جدید در تسریع برخی از واکنشهای آلی

از :

منیره پورقاسمی لاتی

استادان راهنما :

پروفسور فرهاد شیرینی

دکتر معصومه عابدینی

استاد مشاور :

پروفسور محمد علی زنجانچی

مرداد ماه۹۳

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان

که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است

و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این پایان نامه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

« شکر و سپاس خدا را که بزرگترین امید و یاور در لحظه لحظه زندگیست »

با تشکر فراوان از :

خانواده ام به خاطر حمایت ها و لطف و محبت بی دریغشان.

استادان ارجمندم جناب آقای پروفسور فرهاد شیرینی و سرکار خانم دکتر عابدینی به خاطر حمایت ها و راهنمایی های صبورانه شان در پیشرفت این پروژه.

استاد مشاور عزیزم جناب آقای پروفسورمحمدعلی زنجانچی به خاطر هم فکری ها و همراهی ها شان.

داوران محترم جناب آقای پروفسور نصرت الله محمودی و جناب آقای دکتر تاجیک و نماینده محترم تحصیلات تکمیلی.

و همچنین از تمامی دوستان در آزمایشگاه تحقیقاتی پروفسور شیرینی.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده فارسی ..... د

چکیده انگلیسی .....ذ

فصل اول : مقدمه و تئوری

۱-۱)کاتالیزور..... ۲

۱-۲) بیسموت..... ۵

۱-۲-۱) کاربرد ها..... ۶

۱-۲-۲) مجموعه واکنش های انجام شده در حضور مشتقات بیسموت..... ۷

۱-۳) وانادیم..... ۹

۱-۴)نانو کاتالیزور بیسموت وانادات ($BiVO_4$) ۱۱

فصل دوم : بحث و نتیجه گیری

۲-۱) مقدمه..... ۱۶

۲-۲)تهیه بیس ایندولیل متان ها (BIMs)..... ۱۶

۲-۲-۱) تهیه بیس ایندولیل متان ها در حضور $BiVO_4$ در فاز جامد..... ۱۷

۲-۳) تهیه بیس کومارین ها در حضور $BiVO_4$ ۲۷

۲-۳-۱) بهینه سازی شرایط واکنش.....۲۷

۲-۴) تهیه دی هیدروپیریمیدین ان ها، تیون ها توسط واکنش بایجینلی و شبه بایجینلی..... ۳۴

۲-۴-۱) بهینه سازی شرایط واکنش..... ۳۴

نتیجه گیری ۵۲

پیشنهاد برای کارهای آینده ۵۲

فصل سوم : کارهای تجربی

۳-۱) تکنیک های عمومی..... ۵۴

۳-۲) تهیه بیسموت وانادات..... ۵۴

۳-۳) تهیه بیس ایندولیل متان ها کاتالیز شده توسط $BiVO_4$ تحت شرایط بدون حلال..... ۵۵

۳-۳-۱) مشخصات طیفی بیس ایندولیل متان..... ۵۵

۳-۳-۱-۱) مشتقات ۳- ((۱H-ایندول-۳-ایل)(آریل یا آلکیل) متیل)- ۱H- ایندول..... ۵۵

۳-۳-۱-۲) مشتقات ۲- متیل -۳ – ((۲- متیل – ۱H- ایندول-۳-ایل)(آریل یا آلکیل) متیل) – ۱H-ایندول ۵۹

۳-۴) تهیه بیس کومارین ها با استفاده از $BiVO_4$ در حلال آب..... ۶۰

۳-۴-۱) مشخصات طیفی برخی از بیس کومارین..... ۶۱

۳-۴-۱-۱) ۳و۳′-(پیریدین- ۳- ایل متیلن) بیس (۴-هیدروکسی-۲H- کرومن -۲-اون)..... ۶۱

۳-۴-۱-۲) ۳و۳′-(پیریدین- ۴- ایل متیلن) بیس (۴-هیدروکسی-۲H- کرومن -۲-اون)..... ۶۱

۳-۵) سنتز مشتق های پیریمیدین ان و تیون در واکنش بایجینلی و شبه بایجینلی در حضور $BiVO_4$..... ۶۲

پیوست..... ۶۴

مراجع..... ۸۵

ضمایم ۹۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۱) : مزایا و معایب کاتالیزورهای همگن و نا همگن..... ۳

جدول (۲-۱) : مزایا و معایب نانو کاتالیزورها..... ۴

جدول (۱-۳) : ایزوتوپ های وانادیم و نیمه عمرآنها..... ۱۰

جدول (۱-۴) : مساحت سطح توسط نیتروژن (BET)..... ۱۲

جدول (۱-۵) : خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بیسموت وانادات..... ۱۳

جدول (۲-۱) : تاثیر مقادیر مختلف از $BiVO_4$ بر روی واکنش ۴-کلرو بنزآلدهید و ایندول ، در دمای $80^{\circ}C$ و در غیاب حلال..... ۱۸

جدول (۲-۲) : تاثیر حلال های مختلف بر روی واکنش ۴-کلرو بنزآلدهید و ایندول در دمای $80^{\circ}C$ در حضور ۳۰ میلی گرم ازکاتالیزور..... ۱۸

جدول (۲-۳) : تاثیر دماهای مختلف بر روی واکنش ۴-کلرو بنزآلدهید با ایندول در حضور $BiVO_4$ و در غیاب حلال..... ۱۹

جدول (۲-۴) : تهیه بیس ایندولیل متان ها در حضور $BiVO_4$ در فاز جامد ۲۰

جدول(۲-۵) : مقایسه عملکرد $BiVO_4$ با تعدادی از کاتالیزور های مختلف درسنتز مشتق بیس ایندولیل متان حاصل از ۴-کلروبنزآلدهید..... ۲۳

جدول (۲-۶) : بهینه سازی شرایط واکنش تهیه ۴- هیدروکسی کومارین و ۴- نیتروبنزآلدهید در حضور کاتالیزور$BiVO_4$..... ۲۷

جدول (۲-۷) : تهیه مشتقات مختلف بیس کومارین ها در حضور بیسموت وانادات در شرایط بهینه..... ۲۸

جدول (۲-۸) : مقایسه عملکرد کاتالیزور بیسموت وانادات با تعدادی از کاتالیزورهای مختلف درسنتز مشتق‌های بیس-کومارین..... ۳۲

جدول (۲-۹): تاثیر دما و مقادیر مختلف کاتالیزور بر روی واکنش ۴- نیترو بنزآلدهید ، اوره و اتیل‌استو استات در حضور بیسموت وانادات..... ۳۴

جدول (۲-۱۰) : سنتز انواع مشتق‌های پیریمیدین‌ان و تیون از آلدهید های مختلف در حضور $BiVO_4$ دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد و در غیاب حلال..... ۳۶

جدول (۲-۱۱) : مقایسه عملکرد کاتالیزور بیسموت وانادات با تعدادی از کاتالیزورهای مختلف در سنتز مشتق پیریمیدین‌ان از ۴-نیتروبنزآلدهید..... ۳۹

جدول (۲-۱۲): سنتز انواع مشتق‌های پیریمیدین ان از آلدهید های مختلف درحضور $BiVO_4$ دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و در غیاب حلال..... ۴۱

جدول (۲-۱۳): مقایسه عملکرد کاتالیزور بیسموت وانادات با تعدادی از کاتالیزورهای مختلف درسنتز مشتق پیریمیدین ان از بنزآلدهید، اوره و سیکلوپنتانون..... ۴۲
جدول (۲-۱۴) : سنتز انواع مشتق های پیریمیدین ان از اکسیم ها و آسیلال های مختلف در حضور $BiVO_4$ دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و در غیاب حلال..... ۴۴
جدول (۲-۱۵) : سنتز انواع مشتق های پیریمیدین ان ازسمی کاربازون های مختلف در حضور $BiVO_4$ در شرایط بهینه..... ۴۸

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل(۱-۱) : سنتز پیرول با استفاده ازکاتالیزور ناهمگن و قابل بازیابی بیسموت تری کلرید درحضور بستر سیلیکا..... ۷

شکل(۱-۲) : سنتز بنزوهتروسیکل حاصل واکنش میان ۲،۱- دی کربونیل با ۲،۱- دی آمین در حضور کاتالیزور بیسموت تری کلرید در حضور بستر سیلیکا..... ۷

شکل(۱-۳) : نیترو دار کردن جهت گزین مشتقات آنیلین با استفاده از کاتالیزور بیسموت نیترات در حضوراستیک انیدرید..... ۷

شکل(۱-۴) : استفاده از کاتالیزور بیسموت نیترات در واکنش های چند جزیی برای تهیه پی پیریدین های عامل دار شده..... ۸

شکل(۱-۵) : استفاده از کاتالیزور بیسموت نیترات در واکنش بایجنلی در شرایط بدون حلال..... ۸

شکل(۱-۶) : سنتز ۶،۴،۲- تری آریل پیریدین با استفاده ازکاتالیزور بیسموت تریفلات..... ۸

شکل(۱-۷) : مشتقات وانادیم به عنوان کاتالیزور در تسریع برخی از واکنش های آلی..... ۱۰

شکل(۲-۱) سنتز بیس ایندولیل متان ها از ایندول در حضور اسید لوئیس..... ۱۷

شکل(۲-۲) : سنتز بیس ایندولیل متان ها در حضور $BiVO_4$ در فاز جامد..... ۱۹

شکل(۲-۳) : مکانیسم احتمالی سنتز بیس‌ایندولیل متان‌ها در حضور $BiVO_4$..... ۲۵

شکل(۲-۴) : سنتز بیس کومارین ها در حضور $BiVO_4$ در حلال آب..... ۲۸

شکل(۲-۵) : مکانیسم سنتز بیس کومارین ها در حضور کاتالیزور بیسموت وانادات..... ۳۳

شکل(۲-۶) : واکنش بایجینلی در سنتز پیریمیدین ان در حضور کاتالیزور بیسموت وانادات..... ۳۵

شکل(۲-۷) : مکانیسم احتمالی واکنش بایجینلی در سنتز پیریمیدین ان در حضور کاتالیزور بیسموت وانادات..... ۴۰

شکل(۲-۸) : سنتز مشتق‌های پیریمیدین‌ان توسط واکنش شبه بایجینلی در حضور بیسموت وانادات..... ۴۰

شکل(۲-۹) : سنتز پیریمیدین‌ان از اکسیم به جای آلدهید توسط واکنش بایجنلی در حضور بیسموت وانادات..... ۴۴

شکل(۲-۱۰) : سنتز پیریمیدین‌ان از سمی کاربازون به جای آلدهید توسط واکنش بایجنلی در حضور بیسموت وانادات..... ۴۷

فهرست شمای ها

شمای (۱-۱) : طیف XRD ۱۲

شمای (۱-۲) : طیف SEM ۱۳

شمای (۲- ۱) : بازیابی کاتالیزور در واکنش تهیه مشتق بیس ایندولیل متان از واکنش ۴-کلرو بنزآلدهید با ایندول..... ۲۴

شمای (۲- ۲) : چند نمونه از محصول‌های رنگی بیس ایندولیل متان ها..... ۲۶

شمای (۲- ۳) : بازیابی کاتالیزور در واکنش تهیه مشتق بیس کومارین ها از واکنش ۴-نیترو بنزآلدهید با کومارین..... ۳۳

شمای(۲-۴): بازیابی کاتالیزور در سنتز مشتق پیریمیدین‌ان از ۴- نیتروبنزآلدهید و اتیل استو استات و اوره طی واکنش بایجینلی..... ۳۹

شمای(۲-۵): بازیابی کاتالیزور در سنتز مشتق پیریمیدین‌ان از بنزآلدهید و سیکلو پنتانون و اوره طی واکنش شبه بایجینلی..... ۴۳

شمای(۲-۶): بازیابی کاتالیزور در سنتز مشتق پیریمیدین‌ان از ۴- نیترو سمی کاربازون و اتیل استو استات و اوره..... ۵۱

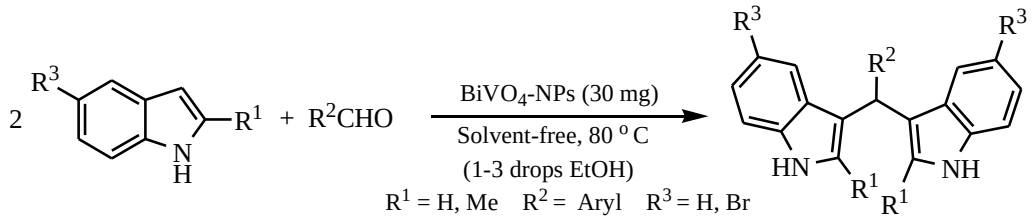
چکیده

معرفی بیسموت وانادات به عنوان یک نانو کاتالیزور جدید در تسریع برخی از واکنش های آلی

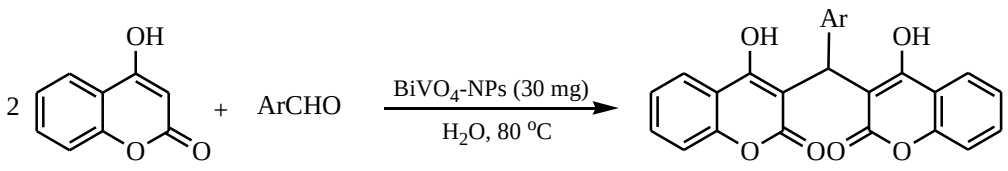
منیره پورقاسمی لاتی

در این پایان نامه یک روش ملایم، ساده و مؤثر برای تسریع تهیه بیس ایندولیل متان ها (A)، بیس کومارین ها (B) ودی هیدرو پیریمیدین ان ها (C) در حضور بیسموت وانادات گزارش شده است.

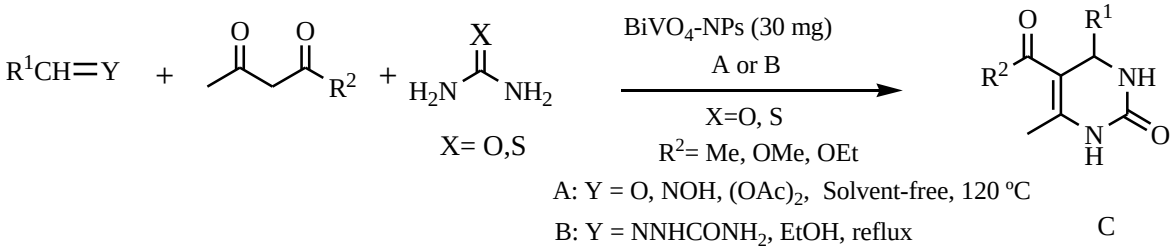
انجام واکنش ها در زمان های کوتاه، امکان جداسازی ساده و بهره خوب تا عالی محصولات از جمله مزایای روش های ارائه شده است.



A



B



C

کلید واژه : بیسموت وانادات، بیس ایندولیل متان ها، بیس کومارین ها، دی هیدرو پیریمیدین‌ان ها، واکنش های چند جزیی.

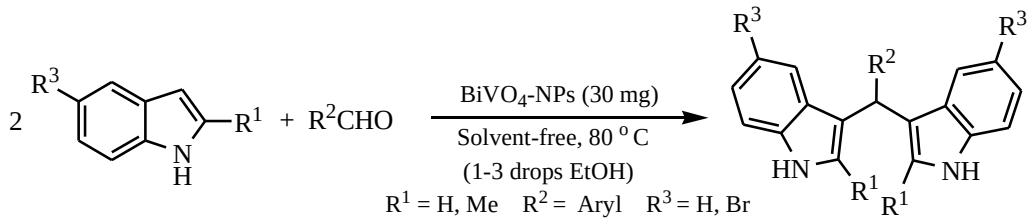
Abstract

Introduction of bismuth vanadate as a new nano catalyst for the acceleration of some of the organic reactions.

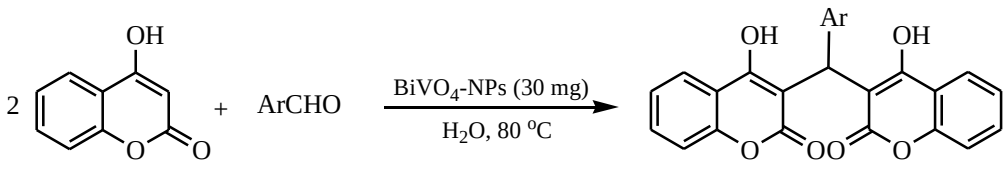
Monireh Poorghasemi Lati

In this dissertation, a mild, simple and efficient method for the promotion of the synthesis of bis (indolyl) methanes (A), biscoumarins (B), dihydropyrimidinones (C) using bismuth vanadate is reported.

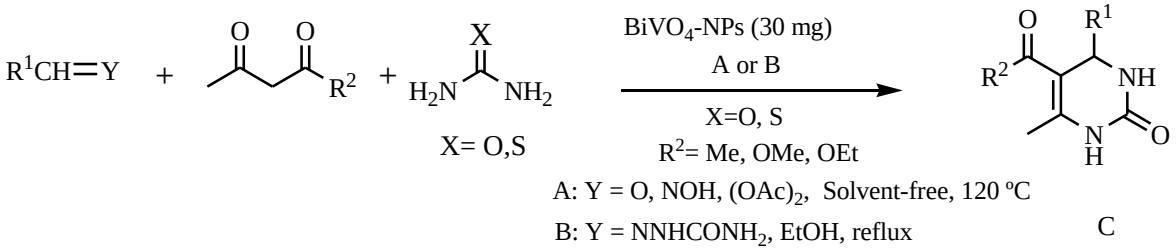
Short reaction times, good to high yields and easy work-up procedure are among the other advantages of this method.



A



B



C

Key Words : Bismuth vanadate, Bis (indolyl) methans, Biscoumarins, Dihydropyrimidinones, Multi-component reactions.

فصل اول
مقدمه و تئوری

مقدمه و تئوری

۱-۱) کاتالیزور

واکنش‌های شیمیایی به طور معمول شامل شکسته شدن یا سنتز مولکول‌ها است و معمولا این واکنش‌ها انرژی فعالسازی بالایی دارند و در نتیجه بدون وجود یک ماده تسریع کننده انجام آن‌ها به سختی انجام می پذیرد.

کاتالیزورها به عنوان ترکیب‌های شیمیایی در نظر گرفته می شوند که می توانند اثر تسریع کنندگی و جهت دهندگی بر پیشرفت واکنش‌هایی داشته باشند که از نظر ترمودینامیکی امکان‌پذیر هستند.

هدف شیمی دانان، ارائه کاتالیزوری با فعالیت و بازده بالا، گزینش پذیری کامل، قابلیت جداسازی و بازیابی از مخلوط واکنش، مصرف انرژی کم و عمر بالا است. عملکرد کاتالیزور با کنترل متغییرهایی همچون اندازه، ساختار، توزیع فضایی و الکترونی، ترکیب سطح، پایداری گرمایی و شیمیایی تعیین می شود.

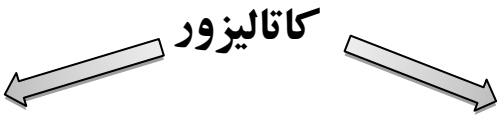
کاتالیزورها به دو دسته ی همگن[1] و ناهمگن[2] تقسیم می شوند. کاتالیزورهای همگن به صورت تک اتم، یون یا مولکول هستند و با واکنش دهنده ها هم فاز می باشند. به بیان دیگر، ذرات کاتالیزور همگن می توانند به راحتی در مخلوط واکنش حل شوند. کاتالیزور همگن در واکنش مصرف شده و مجددا بازیابی[3] می شود. فعالیت بسیار بالا، گزینش پذیری مناسب و بازده خوب از محاسن این نوع کاتالیزورها می باشد. مشکل اصلی در استفاده از کاتالیزور های همگن در آن است که پس از اتمام واکنش، جداسازی کاتالیزور حل شده از مخلوط نهایی کار ساده ای نیست. این مشکل به ویژه در زمانی که کاتالیزور در مقادیر کم استفاده می شود، اهمیت بیشتری پیدا می کند.

کاتالیزورهای ناهمگن با مواد واکنش دهنده همفاز نیستند. اندازه و خصوصیت ذرات کاتالیزورهای ناهمگن به گونه ای است که به راحتی در محیط واکنش حل نمی شود، بنابرین فعالیت آن محدود می گردد. برخلاف کاتالیزور های همگن، کاتالیزورهای ناهمگن به راحتی و با صرف هزینه، زمان و مواد کمتر از مخلوط واکنش جدا می شوند و منجر به ناخالصی محصول نمی شوند.

1. Homogeneous
2. Hetrogeneous
3. Recovery

برای جبران کمبود سطح فعال این گونه از ترکیبات، استفاده از یک بستر[۴] در نقش تکیه گاه کاتالیزور می تواند موثر باشد. بستر معمولا یک ساختار متخلخل[۵] با سطح فعال بالا است [۱]. در جدول (۱-۱) مزایا و معایب انواع کاتالیزورهای همگن و نا همگن مشخص شده است.

جدول (۱-۱) : مزایا و معایب کاتالیزورهای همگن و نا همگن.



مزایا	معایب	مزایا	معایب
• نیاز به شرایط عادی و ملایم برای واکنش • فعالیت و گزینش پذیری بالا • انتقال گرما و انرژی برای انجام واکنش	• خالص سازی بسیار مشکل • بازیابی مشکل کاتالیزور از مخلوط واکنش	• جداسازی آسان کاتالیزور از محصولات • قابلیت استفاده به طور متوالی و مداوم	• تماس کمتر بین ماده اولیه و کاتالیزور • عملکرد کاتالیزوری ضعیف (برخلاف کاتالیزور همگن) • جداشدن گونه های فعال از سطح کاتالیزور • مشکل انتقال انرژی و گرما برای انجام واکنش

کاتالیزور مناسب، باید سطح فعال زیادی داشته باشد و قابل جداسازی نیز باشد. فناوری نانو، می تواند سطح فعال بسیار زیادی را برای کاتالیزور فراهم آورد. با آنکه سطح فعال نانوکاتالیزور ها بسیار بالاتر از کاتالیزور های معمولی است، سطح فعال یک نانوکاتالیزور همواره از یک کاتالیزور همگن پایین تر است [۲] با این وجود نانوذرات کاتالیزوری به دلیل ابعاد بزرگ تر نسبت به ذرات کاتالیزور همگن، در محلول واکنش حل نمی شوند و طی فرایند های ساده تری قابل جداسازی هستند. سطح فعال زیاد و قابلیت جداسازی کاتالیزور در پایان واکنش، از نانوکاتالیزور ها پلی میان کاتالیزور های همگن و ناهمگن ساخته است. با وجود اینکه فرآیند پیچیده تولید برخی از نانوکاتالیزورها با صرف هزینه بالایی انجام می شود، از آنجایی که فناوری نانو مقدار کاتالیزور، انرژی و زمان مورد نیاز برای انجام واکنش را تقلیل می دهد، این مورد قابل چشم پوشی است.

1. Support
2. Porous

در سالهای اخیر تحقیقات در زمینه نانو ذرات به دلیل ویژگیهای خاص این نوع کاتالیزورها به طور قابل ملاحظه ای افزایش یافته است [۲].

نانوذرات در پایدارترین حالت ساختاری خود نبوده و فعالیت سطحی بسیار بالایی دارند و از این رو قابلیت به هم چسبیدن وکلوخه ای شدن را دارند که منجر به از بین رفتن ابعاد نانو در آنها می شود. اگر فرآیند کلوخه ای شدن برای یک نانوکاتالیزور اتفاق بیفتد، فعالیت آنها کاهش چشم گیری پیدا کرده و به اصطلاح، غیرفعال می شوند.

یک نوع از نانو کاتالیزورها، انواع طبیعی آنها می باشند که در محیط پیرامون به وفور در دسترس هستند. از این دسته ترکیبات می توان به نانوذرات خاک رس[۶] و نانوزئولیت ها[۷] اشاره کرد. نانوکاتالیزورهای سنتزی نیز نوع دیگری از این ترکیبات هستند که توسط محققین تولید می شوند و تنوع زیادی دارند، یک نمونه از این ترکیبات نانوذرات اکسید فلزی می باشند [۳]. در جدول ۱-۲ ، مزایا و معایب نانوکاتالیزورها مورد بررسی قرارگرفته است.

جدول (۱-۲) : مزایا و معایب نانو کاتالیزورها.

ویژگی ها	مزایا	معایب
فیزیکی	حداکثر سطح فعال به ازای واحد جرم و حجم شکل و اندازه ی قابل کنترل قابلیت جداسازی از مخلوط واکنش	قابلیت اتصال به هم و تجمع (کلوخه ای شدن)
شیمیایی	گزینش پذیری و بازده ی بالا تنوع بالا و قابلیت اصلاح شیمیایی طبیعی و سنتزی	-

با وجود اینکه اکسید های فلزی همان خواص اسید و باز لوئیس را دارند، مساحت سطح بالا باعث افزایش فعالیت کاتالیزوری آنها شده است. همچنین مزیت دیگراستفاده از اکسیدهای فلزی به عنوان کاتالیزور اسیدی جامد پرهیز کردن از محیط های ناملایم اسیدی و بازی است.

1. Nanoclay
2. Zeolite

این دسته از کاتالیزورها نقش مهمی در شیمی سبز[۸] ایفا می‌کنند و مزیت های فراوانی نسبت به اسیدهای مایع دارند، که مهمترین آن ها عبارتند از:

۱. پایداری زیاد و مراکز فراوان اسیدی
۲. قابلیت بازیافت
۳. آسانی جداسازی محصول از کاتالیزور
۴. عدم خورندگی
۵. خطر کمتر برای محیط زیست
۶. فعالیت بالا

از جمله مزایای دیگر استفاده از این کاتالیزورها، بازده بالا، زمان کوتاه واکنش ، جداسازی آسان محصولات، غیر سمی بودن وسازگاری مناسب با محیط زیست می باشد [۲].

۱-۲) بیسموت

بیسموت با عدد اتمی ۸۳ که در جدول تناوبی با نشان Bi مشخص شده است، با ساختار رومبوئدرال متبلور می شود که می تواند به صورت آزاد در طبیعت و یا در کانیهائی نظیر بیسموتین (Bi_2O_3) یافت شود. بیسموتینیت و بیسمیت، مهمترین سنگهای معدن بیسموت هستند و کشورهای کانادا، بولیوی، ژاپن، مکزیک و پرو عمده‌ترین تولید کنندگان آن می‌باشند [۴]. بیسموتی که در آمریکا تولید می‌شود بعنوان یک محصول فرعی برای به عمل آوردن سنگهای معدن مس، طلا، سرب، نقره، قلع و مخصوصا سرب مورد استفاده قرار می گیرد. بیسموت ، فلزی ضعیف و سه ظرفیتی، سفید بلورین، سنگین و شکننده است که اثر خفیفی از رنگ صورتی در آن دیده می شود و از نظر شیمیایی شبیه آرسنیک و آنتیموان است [۵]. بیسموت از تمامی فلزات، مغناطیسی‌تر است و بجز جیوه از تمامی عناصر خاصیت هدایت حرارتی کمتری دارد. از ترکیبات بیسموت که فاقد سرب باشند، درساخت لوازم آرایش و اهداف پزشکی استفاده می‌شود [۴].

بیسموت برای درمان زخمهای معده و روده و همراه با سایر داروها در درمان عفونت‌های گوارشی هلیکوباکتر پیلوری کاربرد دارد. این دارو اسید معده را تا حدی خنثی می‌کند و احتمالا اثر ضد هلیکوباکترآن مستقیم است. بعلاوه تا حدودی باعث تحریک تولید پروستاگلاندین در جدارمعده و دوازدهه می شود [۵].

1. Green Chemistry

تا قبل از سال ۲۰۰۳ تصور بر این بود که بیسموت سنگین‌ترین و پایدارترین عنصر است، اما تحقیقات ثابت کرد بیسموت یک عنصر پایدار نیست [۶]. درمیان فلزات، بیسموت سنگین‌ترین آنها و غیر سمی است. همچنین وقتی در مجاورت هوا به آن حرارت داده شود، با شعله آبی رنگی شروع به سوختن کرده و اکسید آن ، بخار زرد رنگی را تولید می‌کند.

۱-۲-۱) کاربردها

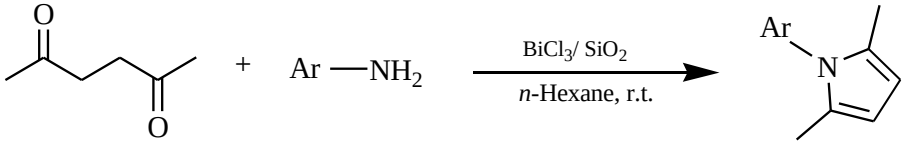
- اکسی کلرید بیسموت در لوازم آرایش کاربرد وسیعی دارد.
- ساب نیترات و ساب کربنات بیسموت در پزشکی بکار می‌رود.
- بیسمونال آهن ربای دائمی قویی می‌باشد.
- آلیاژهای بیسموت ، درجه ذوب پایینی دارند و در سیستمهای سرد کننده بکار می‌روند.
- بیسموت در تولید آهنهای چکش خوار و به عنوان کاتالیزور در ساخت الیاف اکریلیک بکار می‌رود.
- بیسموت بعنوان مواد ترموکوبل کاربرد دارد.
- حاملی برای سوخت اورانیم(U-۲۳۵ یا U-۲۳۴) در رآکتورهای اتمی می‌باشد.
- بیسموت در لحیم هم مورد استفاده واقع می‌شود.

در اوایل دهه ۹۰، تلاشهایی انجام شد تا از بیسموت بعنوان جایگزین غیر سمی سرب در مواردی مثل لعاب ظروف سفالی، وزنه های ماهیگیری، وسایل تهیه غذا، ابزارهای دستی در مصارف لوله کشی، روغنهای مربوط به روغن‌کاری و ساچمه‌های شکار پرندگان استفاده شود.

۱-۲-۲) مجموعه واکنش های انجام شده در حضور مشتقات بیسموت

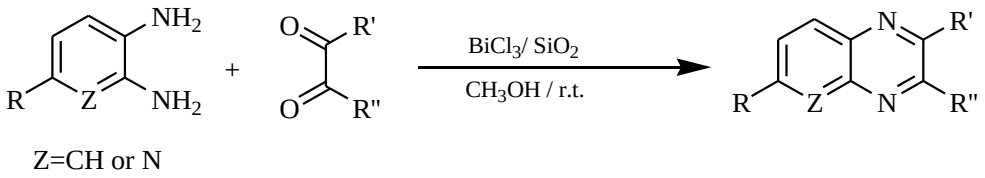
در ادامه به شرح مختصری در مورد واکنش های آلی در حضور مشتقات بیسموت گزارش شده اند اشاره می شود.

- سنتز پیرول با استفاده ازکاتالیزور ناهمگن و قابل بازیابی بیسموت تری کلرید درحضور بستر سیلیکا (شکل ۱-۱) [۷]



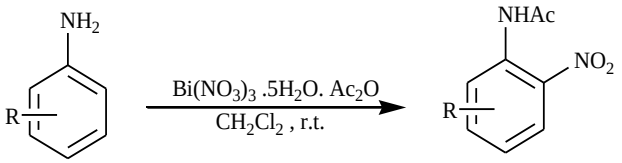
شکل (۱-۱)

- سنتز بنزوهتروسیکل حاصل واکنش میان ۲،۱- دی کربونیل با ۲،۱- دی آمین در حضور کاتالیزور بیسموت تری کلرید در حضور بستر سیلیکا (شکل ۱-۲) [۸]



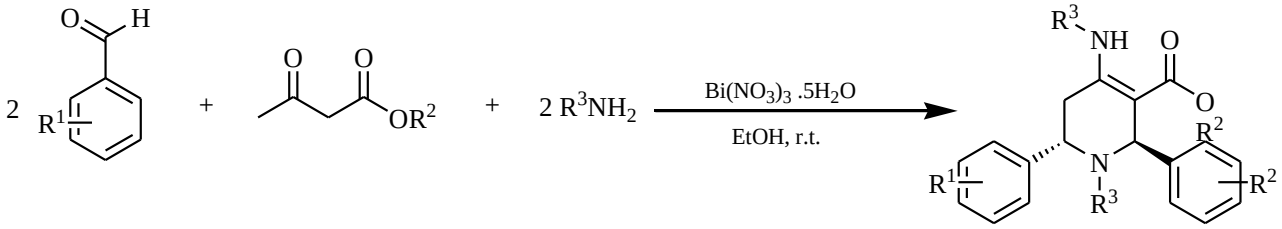
شکل (۱-۲)

- نیترو دار کردن جهت گزین مشتقات آنیلین با استفاده از کاتالیزور بیسموت نیترات در حضوراستیک انیدرید (شکل ۱-۳) [۹]



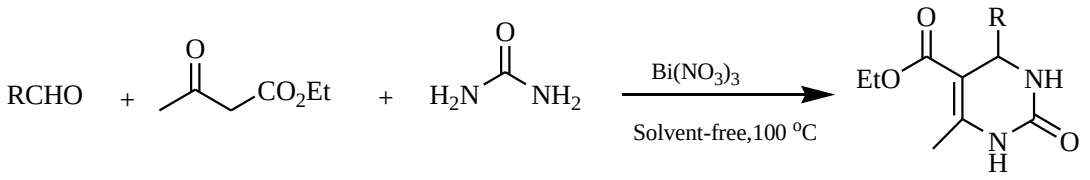
شکل(۱-۳)

- استفاده از کاتالیزور بیسموت نیترات در واکنش های چند جزیی برای تهیه پی پیریدین های عامل دار شده (شکل ۱-۴) [۱۰]



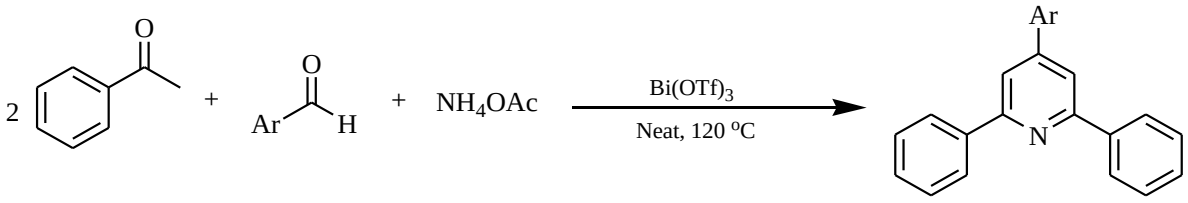
شکل(۱-۴)

- استفاده از کاتالیزور بیسموت نیترات در واکنش بایجنلی[۹] در شرایط بدون حلال (شکل ۱-۵) [۱۱]



شکل (۱-۵)

- سنتز ۶،۴،۲- تری آریل پیریدین با استفاده ازکاتالیزور بیسموت تریفلات (شکل ۱-۶) [۱۲]



شکل(۱-۶)

۱-۳) وانادیم

وانادیوم با عدد اتمی ۲۳ از عنصر شیمیایی جدول تناوبی است که با نماد V نشان داده شده است. این عنصر کمیاب، نرم و هادی میباشد که به صورت ترکیب با کانیهای خاصی یافت شده و برای تولید آلیاژ بکار گرفته میشود. وانادیوم فلزی نرم و رسانا بوده و در برابر فرسودگی توسط مواد قلیایی و اسید سولفوریک و اسید هیدروکلریک مقاوم است. این عنصر ساختار محکمی داشته و شکاف نوترونی ندارد که این خاصیت آن را برای استفاده در زمینه های هسته ای مناسب می سازد [۱۳].

تقریبا ۸۰٪ وانادیوم تولید شده برای تهیه فروواندیم که یک ماده افزودنی به فولاد می باشد استفاده می شود. از جمله کاربرد های دیگر وانادیم می توان به موارد زیر اشاره کرد [۱۴]:

2. Biginelli Reaction