



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه دامغان
دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی (گرایش شیمی آلی)

**SbCl₃ به عنوان کاتالیزوری کارآمد برای تهیه بنزیمیدازولها و نیز تری متیل سایلیل دار کردن
الکلها و فنولها در شرایط بدون حلال**

توسط:

فاطمه زارع

استاد راهنما:

دکتر سید علی پورموسوی

شهریور ۱۳۹۰

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه دامغان

دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی (گرایش شیمی آلی)

SbCl₃ به عنوان کاتالیزوری کارآمد برای تهیه بنزیمیدازولها و نیز تری متیل سایلیل دار

کردن الکلها و فنولها در شرایط بدون حلال

توسط:

فاطمه زارع

استاد راهنما:

دکتر سید علی پورموسوی

شهریور ۱۳۹۰

تقدیم به پدر و مادر عزیزه

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از فودگذشتگیشان
به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش ومودشان 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.

تقدیم به فواهران و برادران نازنینم

که زیبایی مضورشان در کنارم، مستگی های این راه را به امید و روشنی تبدیل کرده است.

تقدیم به همسر عزیزم محمد

که وجود عزیزش همیشه برایم آرامش بخش است و مایه افتخار.

سپاسگزاری

پروردگار بزرگ و عالم را شاکرم که با الطاف بی‌کرانش انسان را به زیور علم معرفت بیاراست و در آسمان بی‌کران آفرینش او را روشنی فورشید علم و ایمان بخشید.

با سپاس فراوان از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر پورموسوی که با رهنمودهای فردمندانه ایشان انجام این پروژه تمقق یافت و راهنمایی‌های ارزشمندشان راهگشای اینجانب در تدوین این پایان نامه بود.

از اساتید گرامی جناب آقای دکتر آقاپور و جناب آقای دکتر کیانی که برای ارزشگذاری این تمقیق در مقام داوری نشستند کمال تشکر را دارم.

چکیده

$SbCl_3$ به عنوان کاتالیزوری کارآمد برای تهیه‌ی بنزیمیدازول‌ها و نیز تری‌متیل‌سایلیل‌دار کردن الکل‌ها و فنول‌ها در شرایط بدون حلال

به وسیله‌ی:

فاطمه زارع

در سال‌های اخیر، $SbCl_3$ به عنوان یک کاتالیزور مؤثر در بسیاری از تبدیل‌های آلی مورد استفاده قرار گرفته است. در این پروژه کاربرد $SbCl_3$ در تهیه ترکیب‌های بنزایمیدازول که یکی از مهم‌ترین ترکیب‌های هتروسیکل بشمار می‌رود و کاربرد گسترده‌ای در شیمی دارویی دارد، از مشتقات ۱،۲-فنیلن دی‌آمین و با استفاده از اورتواسترها در دمای اتاق و حلال اتانول بررسی شده است. همچنین کاربرد این کاتالیزور، در محافظت انتخابی گروه OH الکل‌ها و فنول‌ها به صورت تری‌متیل‌سایلیل‌اتر با استفاده از HMDS در دمای اتاق و شرایط بدون حلال بررسی شده است. فرآورده‌های مورد نظر با بازده عالی و در مدت زمان کوتاه، به دست آمدند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	- ۱ + ۱ - مروری کوتاه بر شیمی $SbCl_3$
۳	- ۱ + ۱ - تهیه ی ۱،۱- دی استات های کاتالیست شده توسط $SbCl_3$
۴	- ۱ + ۴ - واکنش بیجینلی کاتالیست شده توسط $SbCl_3$
۵	- ۱ + ۴ - $SbCl_3/SiO_2$ یک کاتالیزور ناهمگن کارآمد برای تهیه آمینو پروپنون و ۳- آمینو پروپانوات
۶	- ۱ + ۴ - سنتز تک مرحله ای α - آمینو فسفونات توسط $SbCl_3$ جذب شده روی آلومینا
۷	- ۱ + ۴ - مروری کوتاه بر خواص و کاربردهای بنزایمیدازول
۸	- ۱ + ۳ - مروری بر روش های تهیه ی بنزایمیدازول
۹	- ۱ + ۳ - استفاده از محلول ۱M گلوکز به عنوان یک کاتالیست مؤثر برای تهیه بنزایمیدازول ها
۱۰	- ۱ + ۳ - تبدیل آلدهیدها به بنزایمیدازول مربوط توسط $Pd(TMHD)_2$
۱۱	- ۱ + ۳ - استفاده از سرب آمونیوم نیترات (CAN) برای تهیه بنزایمیدازول ها
۱۲	- ۱ + ۴ - استات روی، کاتالیزوری کارآمد برای تبدیل آلدهیدها به بنزایمیدازول ها
۱۲	- ۱ + ۵ - سنتز بنزایمیدازول ها توسط مایع یونی اسیدی BRØNSTED محلول در آب
۱۴	- ۱ + ۶ - استفاده از استیک اسید به عنوان کاتالیزوری کارآمد برای تهیه بنزایمیدازول ها
۱۵	- ۱ + ۷ - استفاده از تترا بوتیل آمونیوم فلوراید (TBAF)
۱۶	- ۱ + ۸ - Scolecite یک کاتالیزور اسیدی جامد برای تهیه بنزایمیدازول ها
۱۷	- ۱ + ۹ - استفاده از $COCl_2 \cdot 6H_2O$ برای سنتز بنزایمیدازول ها

۱۷	..... استفاده از نمک‌های آمونیوم.....	۱۰۳۱
۱۸	..... استفاده از هیدروژن سولفات‌های فلزی برای تهیه بنزایمیدازول‌ها.....	۱۱۳۱
۱۹	..... استفاده از $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$	۱۴۳۱
۲۰	..... تهیه بنزایمیدازول‌ها با استفاده از سیلیکا سولفوریک اسید.....	۱۳۳۱
۲۱	..... استفاده از $BF_3 \cdot OEt_2$ به عنوان کاتالیزور برای تهیه بنزایمیدازول‌ها.....	۱۴۳۱
۲۲	..... استفاده از سیستم کاتالیزوری سولفامیک اسید/ متانول.....	۱۵۳۱
	..... استفاده از $Yb(OTf)_3$ به عنوان کاتالیزوری دوستار محیط زیست برای تهیه	۱۶۳۱
۲۲	..... بنزایمیدازول‌ها از ارتو استرها.....	
۲۳	..... مروری بر روش‌های تری‌متیل‌سایلیل دار کردن الکل‌ها و فنول‌ها.....	۴۱
	..... استفاده از TBAPINO به عنوان کاتالیزوری مفید برای تری‌متیل‌سایلیل‌دار کردن	۶۴۱
۲۶	..... الکل‌ها و فنول‌ها با استفاده از HMDS.....	
۲۷	..... بوریک اسید کاتالیزوری مقرون‌به‌صرفه برای محافظت از الکل‌ها و فنول‌ها.....	۲۴۱
۲۸	..... استفاده از NIBTS به عنوان کاتالیزور.....	۳۴۱
۲۹	..... استفاده از کاتالیزور پورفیرین قلع (IV).....	۴۴۱
۳۰	..... محافظت از الکل‌ها و فنول‌ها در مجاورت $La(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ به عنوان کاتالیزور.....	۵۴۱
۳۱	..... استفاده از $P-TsCl$ به عنوان کاتالیزور.....	۶۴۱
۳۲	..... استفاده از $Fe(HSO_4)_3$ به عنوان کاتالیزور.....	۷۴۱
۳۳	..... استفاده از DABCO-Br و TBCA به عنوان کاتالیزور.....	۸۴۱
۳۴	..... استفاده از آهن (III) کلرید بدون آب به عنوان کاتالیزور.....	۹۴۱
۳۶	..... استفاده از DBDMH به عنوان کاتالیزور.....	۱۰۴۱
۳۷	..... استفاده از BNBBS به عنوان کاتالیزور.....	۱۱۴۱
۳۸	..... سایلیل‌دار کردن الکل‌ها و فنول‌ها با استفاده از SiO_2-Cl به عنوان کاتالیزور.....	۱۲۴۱
۳۹	..... استفاده از $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ به عنوان کاتالیزور.....	۱۳۴۱
۴۰	..... استفاده از H- β Zeolite به عنوان کاتالیزور.....	۱۴۴۱
۴۱	..... سایلیل‌دار کردن الکل‌ها و فنول‌ها فقط تحت تابش مایکروویو و شرایط بدون حلال.....	۱۵۴۱
۴۱	..... استفاده از ید به عنوان کاتالیزور.....	۱۶۴۱
۴۳	..... هدف تحقیق.....	۵۱
۴۴	..... فصل دوم: بخش تجربی.....	
۴۵	..... ۱-۲- بخش عمومی.....	

۴۶	..... ۲-۲- تهیهی کاتالیزور آنتیموان تری کلرید جذب شده روی سیلیکاژل.....
۴۶	..... ۳-۲- تهیهی بنزیمیدازولها.....
۴۶	..... ۱-۳-۲- روش کلی تهیهی بنزیمیدازولها با استفاده از $SbCl_3$
۴۶	..... ۲-۳-۲- تهیهی بنزیمیدازول با استفاده از ۲،۱- فنیلن دی آمین و کاتالیزور $SbCl_3$
۴۷	..... ۳-۳-۲- روش کلی تهیهی بنزیمیدازولها با استفاده از $SbCl_3/SiO_2$
۴۷	..... ۴-۳-۲- تهیهی بنزیمیدازول با استفاده از ۲،۱- فنیلن دی آمین و $SbCl_3/SiO_2$ به عنوان کاتالیزور
۴۷	..... ۵-۳-۲- بررسی قابل بازیافت بودن کاتالیزور $SbCl_3/SiO_2$ در تهیهی بنزیمیدازول.....
۴۸	..... ۴-۲- تهیهی تری متیل سایللیل اتر.....
۴۸	..... ۱-۴-۲- روش کلی تهیهی تری متیل سایللیل اترها با استفاده از $SbCl_3$
۴۸	..... ۲-۴-۲- تهیهی تری متیل- (۳ فنیل- پروپوکسی)- سیلان با استفاده از $SbCl_3$
۴۹	..... فصل سوم: بحث و نتیجه گیری.....
۵۰	..... ۱-۳- استفاده از $SbCl_3$ به عنوان کاتالیزور در سنتز ترکیبهای آلی.....
۵۰	..... ۲-۳- تهیه بنزیمیدازولها از دی آمینهای مربوط با استفاده از کاتالیزور $SbCl_3$
۵۱	..... ۱-۲-۳- بررسی اثر حلال در تهیه بنزیمیدازولها.....
۵۲	..... ۲-۲-۳- بررسی مقدار ارتواستر مورد استفاده در تهیهی بنزیمیدازولها.....
۵۳	..... ۳-۲-۳- بررسی مقدار کاتالیزور در تهیهی بنزیمیدازولها.....
	..... ۴-۲-۳- مکانیسم پیشنهادی برای تهیه بنزیمیدازولها از ارتوفنیلن دی آمینها، ارتواسترها
۵۷	..... و $SbCl_3$
۵۸	..... ۳-۳- تهیهی بنزیمیدازولها از دی آمینهای مربوط با استفاده از کاتالیزور $SbCl_3/SiO_2$
	..... ۱-۳-۳- بررسی مقدار ارتواستر مورد استفاده در تهیهی بنزیمیدازولها با استفاده از کاتالیزور
۵۹	..... $SbCl_3/SiO_2$
۵۹	..... ۲-۳-۳- بررسی اثر کاتالیزور استفاده شده در تهیه بنزیمیدازولها.....
۶۰	..... ۳-۳-۳- بررسی مقدار کاتالیزور $SbCl_3/SiO_2$ در تهیه بنزیمیدازولها.....
۶۱	..... ۴-۳-۳- بررسی قابلیت بازیافت کاتالیزور و استفاده مجدد از آن در واکنش.....
۶۴	..... ۴-۳- تهیه تری متیل سایللیل اترها با استفاده از $SbCl_3$
۶۴	..... ۱-۴-۳- بررسی اثر حلال در تهیهی تری متیل سایللیل اترها.....
۶۵	..... ۲-۴-۳- بررسی اثر مقدار کاتالیزور در تهیهی تری متیل سایللیل اترها.....
۶۶	..... ۳-۴-۳- بررسی اثر کاتالیزور $SbCl_3/SiO_2$ در تهیه تری متیل سایللیل اترها.....
۶۷	..... ۴-۴-۳- بررسی مقدار HMDS استفاده شده در تهیه تری متیل سایللیل اترها.....
۷۶	..... ۵-۴-۳- بررسی واکنش رقابتی بین الکل های نوع اول و دوم با الکل نوع سوم.....

۷۷	۳-۴-۶- بررسی شیمی‌گزینی بین الکل و آمین و نیز فنول و آمین در واکنش تری‌متیل‌سایلیل‌دار شدن
۷۸	۳-۴-۷- مکانیسم پیشنهادی برای واکنش تری‌متیل‌سایلیل‌دار کردن الکل‌ها و فنول‌ها
۸۰	۳-۵- نتیجه‌گیری
۹۳	منابع

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان و شماره
۵۲	جدول (۱-۳): تهیه بنزایمیدازول با استفاده از ۲،۱- فنیلن دی‌آمین و تری اتیل ارتو فرمات در مجاورت $SbCl_3$ در حلال‌های مختلف و شرایط بدون حلال.....
۵۳	جدول (۲-۳): تهیه بنزایمیدازول با استفاده از مقادیر مختلف تری‌اتیل ارتو فرمات.....
۵۴	جدول (۳-۳): تهیه بنزایمیدازول با استفاده از مقادیر مختلف کاتالیزور.....
۵۵	جدول (۴-۳): تهیه بنزایمیدازول‌ها از مشتق‌های ۲،۱- فنیلن دی‌آمین و ارتواسترها به ترتیب با نسبت های ۱ : ۳ و کاتالیزور $SbCl_3$ با میزان ۱۳ درصد مولی، در دمای اتاق و در مجاورت اتانول.....
۵۹	جدول (۵-۳): تهیه بنزایمیدازول با استفاده از مقادیر مختلف تری‌اتیل ارتو فرمات.....
۶۰	جدول (۶-۳): تهیه بنزایمیدازول با استفاده از $SbCl_3/SiO_2$ و شرایط بدون کاتالیزور.....
۶۰	جدول (۷-۳): تهیه بنزایمیدازول‌ها با استفاده از مقادیر مختلف $SbCl_3/SiO_2$
۶۲	جدول (۸-۳): تهیه بنزایمیدازول‌ها از مشتق‌های ۲،۱- فنیلن دی‌آمین و ارتواسترها به ترتیب با نسبت های ۱ : ۳ و کاتالیزور $SbCl_3/SiO_2$ با میزان ۱۳ درصد مولی، در دمای اتاق و در ۲ میلی‌لیتر حلال اتانول.....
۶۵	جدول (۹-۳): تهیه ۳- فنیل ۱- پروپیل تری‌متیل سایلیل اتر با استفاده از واکنشگر $SbCl_3$ در شرایط بدون حلال و در حلال‌های مختلف در دمای اتاق.....

جدول (۱۰-۳): واکنش تهیه ۳- فنیل ۱- پروپیل تری متیل سایلبل اتر با استفاده از مقادیر مختلف کاتالیزور $SbCl_3$
۶۶

جدول (۱۱-۳): واکنش ۳- فنیل ۱- پروپانول (۱ میلی مول) با HMDS (۰/۸ میلی مول) در مجاورت ۰/۰۵ گرم از کاتالیزورهای مختلف و در شرایط بدون کاتالیزور در شرایط بدون حلال و در دمای اتاق.
۶۶

جدول (۱۲-۳): تهیه ۳- فنیل ۱- پروپیل تری متیل سایلبل اتر با استفاده از مقادیر مختلف HMDS در مجاورت $SbCl_3$
۶۷

جدول (۱۳-۳): تهیه تری متیل سایلبل اترها در مجاورت $SbCl_3$ (۰/۲۱ میلی مول) با نسبت مولی ۱ : ۰/۸، به ترتیب از الکل یا فنول و HMDS در شرایط بدون حلال و در حلال استونیتریل و در دمای اتاق.....
۶۸

فصل اول

مقدمه

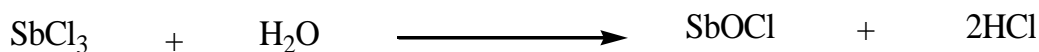
مقدمه

۱ - مروری کوتاه بر شیمی $SbCl_3$

آنتیموان تری کلرید یک ترکیب شیمیایی با فرمول مولکولی $SbCl_3$ می‌باشد. این ترکیب یک جامد نرم، بی‌رنگ و با بوی تند است که به عنوان روغن آنتیموان معروف است. این ترکیب دارای جرم مولکولی $228/13$ ، چگالی $3/140 \text{ g/cm}^3$ ، نقطه ذوب $73/4^\circ C$ و نقطه جوش $220/3^\circ C$ می‌باشد. همچنین این ترکیب غیر قابل اشتعال است [۱].

$SbCl_3$ از واکنش کلر با فلز آنتیموان، آنتیموان تری اکسید یا آنتیموان تری سولفید تهیه می‌شود. همچنین ممکن است به وسیله واکنش آنتیموان تری اکسید با هیدروکلریک اسید غلیظ هم تهیه شود.

$SbCl_3$ را باید دور از آب و رطوبت نگهداری کرد زیرا خیلی سریع با آب واکنش می‌دهد و خاصیت کاتالیزوریش را از دست می‌دهد [۲]. شکل (۱-۱) بیانگر این مطلب می‌باشد.

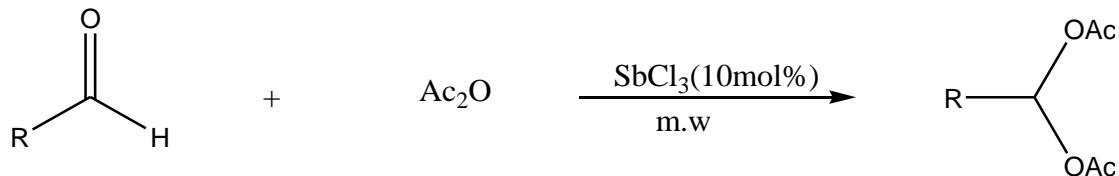


شکل (۱-۱)

این ترکیب عاملی است برای پیدا کردن ویتامین A و کارتنوئیدهای وابسته در آزمایش carr- pric به طوری که با کارتنوئیدها وارد واکنش می‌شود و یک کمپلکس آبی رنگ تشکیل می‌دهد که به وسیله رنگ‌سنجی اندازه‌گیری می‌شود. $SbCl_3$ همچنین به عنوان یک کاتالیزور برای واکنش‌های پلیمردار کردن، هیدرو کراکینگ و واکنش‌های کلردار کردن استفاده می‌شود [۱].

از جمله مزیت‌های $SbCl_3$ می‌توان به دسترسی راحت، ارزان بودن و کارکرد بهتر نسبت به سایر هالیدهای فلزی مثل $GdCl_3$ ، $InCl_3$ و $TiCl_3$ اشاره کرد. در ادامه به تعدادی از واکنش‌های آلی که توسط $SbCl_3$ کاتالیز شده‌اند اشاره می‌شود [۳].

۱ + ۱ - تهیه ۱-دی‌استات‌ها^۱ کاتالیز شده توسط $SbCl_3$
 $SbCl_3$ تهیه‌ی ۱،۱-دی‌استات‌ها را از واکنش آلدهیدهای آروماتیک و آلیفاتیک و استیک‌انیدرید در شرایط بدون حلال و تحت تابش ماکروویو کاتالیز می‌کند. (شکل ۱-۲)



R = aromatic or aliphatic group

شکل (۱-۲)

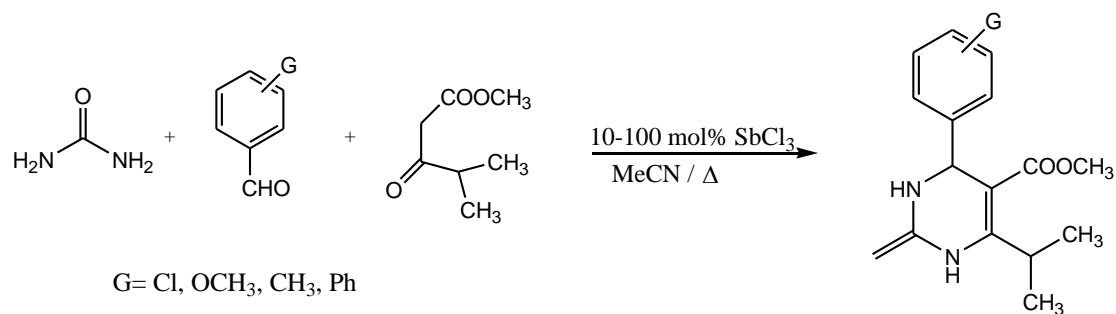
این واکنش در سال ۲۰۰۸ توسط ژانگ^۲ و همکارانش گزارش شد. آن‌ها دریافتند که فقط ۱۰٪ مول از کاتالیزور برای پیشرفت واکنش لازم است و استفاده از مقدار زیاد آن در میزان بازده تغییری ایجاد نمی‌کند. همچنین دلایل موفقیت این روش را هزینه پایین کاتالیزور، بازده بالا، زمان کوتاه و سادگی روش انجام واکنش اعلام کردند [۴].

^۱ - 1,1-Diacetate

^۲ - Zhang

۱ + ۴ - واکنش بیجینلی^۳ کاتالیست شده توسط $SbCl_3$

در سال ۲۰۰۷ ایویکا کپانک^۴ و همکارانش از $SbCl_3$ به عنوان کاتالیزور واکنش بیجینلی آلدئید-های آروماتیک، استرهای استو استات و اوره برای تهیه دی‌هیدروپیریمیدینون استفاده کردند. شکل (۳-۱)



شکل (۳-۱)

مخلوط این واکنش در تولوئن، اتانول و استو نیتریل به عنوان حلال در شرایط تقطیر برگشتی قرار گرفت که استو نیتریل به عنوان بهترین حلال انتخاب شد. $SbCl_3$ در این واکنش به میزان ۲۰٪ مولی استفاده شد که نسبت به کاتالیزورهای دیگر مثل $FeCl_3$ ، $NiCl_2$ ، $BiONO_3$ ، $BiCl_3$ و ... مؤثرتر بوده است. $SbCl_3$ فعالیت مشابهی مثل روی تریفلات و تریفلات دارد اما $SbCl_3$ نسبت به نمک‌های تریفلات ارزان تر می‌باشد [۵].

³ - Biginelli

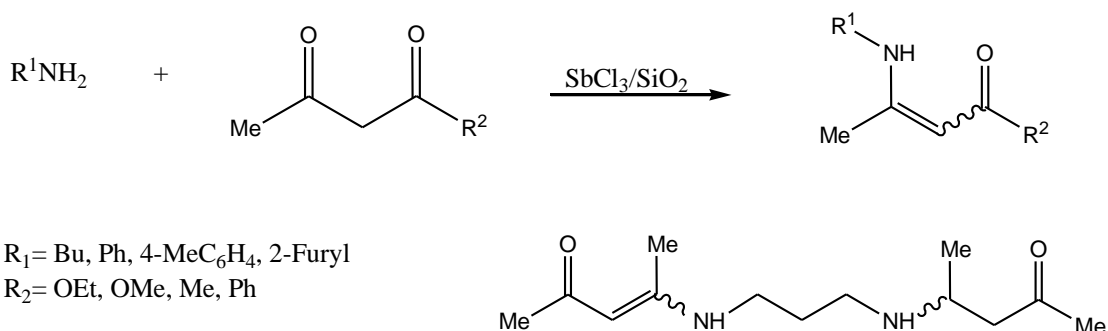
⁴ - Ivica Cepanec

۱ + ۳ - $SbCl_3/SiO_2$ یک کاتالیزور ناهمگن کارآمد برای تهیه آمینو پروپنون و ۳- آمینو پروپانوات

در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به استفاده از کاتالیزورهای ناهمگن در مقایسه با کاتالیزورهای همگن شده است. استفاده از این کاتالیزورها فواید بسیار زیادی از جمله جداسازی بسیار ساده این کاتالیزورها از مخلوط واکنش، قابلیت استفاده مجدد و با صرفه بودن فرایند از لحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی، دارد [۶].

از طرفی کاتالیست اسید لوئیس به رطوبت حساس بوده و به راحتی در مجاورت مقادیر کمی آبی تجزیه یا غیر فعال می‌شود، بنابراین، استفاده از آن با مشکل همراه است؛ افزون بر این مصرف آن سبب ایجاد آلودگی در محیط زیست می‌شود. بنابراین، جهت گسترش روش‌هایی با سمیت کمتر و دوستدار محیط زیست از اسیدهای لوئیس تثبیت‌شده روی یک بستر مناسب مثل سیلیکاژل استفاده می‌کنند [۷].

در سال ۲۰۰۷ ژانگ^۵ و همکارانش استفاده از آنتیموان تری کلرید تثبیت‌شده روی سیلیکا را به عنوان یک کاتالیزور ناهمگن و کارآمد برای تهیه آمینو پروپنون^۶ و ۳- آمینو پروپانوات^۷ از آمین‌های آروماتیک و آلیفاتیک و ترکیب‌های ۱،۳- دی‌کربونیل معرفی کردند [۸]. (شکل ۱-۴)



شکل (۱-۴)

⁵- Zhang
⁶- Aminopropenone
⁷- 3-Aminopropenoate

برای این واکنش کاتالیزورهایی مثل $Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ [۹]، $CeCl_3 \cdot 7H_2O$ [۱۰]، $HClO_4/SiO_2$ [۱۱] و همچنین اسیدهای جامدی مثل خاک رس، سیلیس کلرید و زیرکونیوم سولفات و حتی شرایط بدون کاتالیزور با استفاده از محلول یونی و آب تحت تابش فراصوت^۸ جهت بهبود و اصلاح این روش پیشنهاد شده است. با این حال زمان واکنش طولانی، عملکرد نه چندان رضایت‌بخش، شرایط واکنش خشن و ضرورت استفاده از مواد اضافی از اشکالات این روش‌هاست

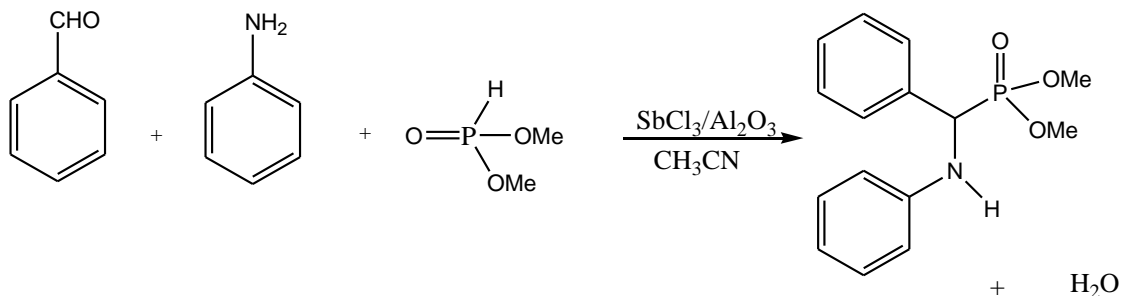
سادگی واکنش، تمیز بودن، Work-up مناسب و امکان استفاده مجدد از کاتالیزور از مزیت‌های واکنش فوق می‌باشد (شکل ۱-۳) [۸].

۱ + ۴ - سنتز تک مرحله‌ای α -آمینو فسفونات توسط $SbCl_3$ جذب‌شده روی آلومینا

$SbCl_3$ جذب‌شده روی Al_2O_3 یک کاتالیزور خوب و قابل بازیافت است که در پیشرفت واکنش سه جزئی شامل آلدهیدهای آروماتیک و آلیفاتیک، آمین‌هایی همانند آریل آمین‌ها، آمین‌های آروماتیک و استرهای (S) α -آمینواسیدهای با دی‌آکیل فسفیت‌ها، مؤثر است و باعث تولید α -آمینو فسفونات قابل انتظار با بازده بالا می‌شود [۱۲]. (شکل ۱-۵)

واکنش در دمای اتاق و در مجاورت ۵٪ مولی از کاتالیزور $SbCl_3/Al_2O_3$ در مدت زمان ۳ ساعت انجام می‌شود. همچنین با استفاده از Al_2O_3 تنها، حتی با صرف زمان ۸ ساعت هم فراورده‌ای ایجاد نشد و این نشان می‌دهد که Al_2O_3 در این واکنش فقط به عنوان یک بستر کاتالیزوری عمل می‌کند و نقش کاتالیزوری ندارد.

⁸ - ultrasound



شکل (۱-۵)

استفاده از این کاتالیزور مزایایی مثل خالص‌سازی ساده، جابجایی راحت، شرایط واکنش خوب، تولید فراورده خالص، انحلال پذیری بالا، کاهش فراورده‌های جانبی و زائد، افزایش سرعت واکنش و قابل بازیافت بودن و استفاده مجدد در حدود ۱۰ بار را دارد.

۱-۴ - مروری کوتاه بر خواص و کاربردهای بنزایمیدازول^۹

اکثر ترکیب‌های دارویی دارای حلقه‌های هتروسیکل می‌باشند و دانش در زمینه ترکیب‌های هتروسیکل و راه‌های سنتز آن‌ها در واقع گامی به سوی دانش تهیهی فرآورده‌های دارویی است. بسیاری از داروها و عمده ترکیب‌های هتروسیکل که دارای کاربرد عملی هستند، از منابع طبیعی استخراج نشده بلکه ساخته می‌شوند. می‌توان گفت که اساس شیمی آلی به واقع در مطالعه فرآورده‌های طبیعی نهفته است، چرا که این ترکیب‌ها پایه‌گذار طراحی بسیاری از ترکیب‌های مفیدی هستند که متعاقباً تکوین می‌یابند [۱۳].

با ادغام دو سیستم حلقوی هترو آروماتیک تک حلقه‌ای می‌توان تنوع عظیمی از هتروسیکل‌های ادغام شده را بوجود آورد. بنزایمیدازول یک هترو آروماتیک پنج عضوی ادغام شده با بنزن می‌باشد [۱۴]. (شکل ۱-۶)

^۹ - Benzimidazol