

ارزیابی و سنتز α -آمینو نیتریل‌ها با استفاده از مایعات یونی پروتونی به عنوان تسهیل کننده

الهه مددی^{۱*}، صغری فرهی^۲، فاطمه عبادست^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد شیمی آلی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان

۲- استادیار شیمی آلی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان

۳- استادیار شیمی، آلی دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان

دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان

Email: Elahemadadi@ymail.com

چکیده

در این تحقیق، ابتدا، دو مایع یونی پروتونی N,N - 4 -دی متیل آمینو پیریدینیوم استات و N -متیل ایمیدازولیوم استات به سادگی طی واکنش خنثی سازی بازهای آلی N,N - 4 -دی متیل آمینو پیریدین و N -متیل ایمیدازول با استیک اسید تهیه شدند و برای درک اثر کاتالیزوری آنان، در واکنش نوعی استرکربنزاآلدهید، آنیلین و $TMSCN$ به کار برده شدند. نظر به اینکه اغلب محصولات واکنش استرکربنزاآلدهید، کامل شدن واکنش نیازمند استفاده از حلال است، لذا از N -متیل ایمیدازولیوم استات به عنوان محیط انجام واکنش و کاتالیزور استفاده شد. N -متیل-ایمیدازولیوم استات علاوه بر اینکه در دمای اتاق مایع است، اثر کاتالیزگری بهتری هم نشان داد. عمومیت واکنش از جنبه آلدهیدها و آمین‌ها با ساختارهای مختلف در محیط N -متیل ایمیدازولیوم استات بررسی گردید. نتایج نشان داد بنزاآلدهیدهای دارای استخلاف دهنده القایی و رزونانسی و سینامالدهید با آمین‌ها شامل آنیلین، متا-آنیسیدین، پارا-تولوئیدین و بنزیل آمین محصولات α -آمینو نیتریل مربوطه را با بازده مطلوبی فراهم آوردند.

واژه‌های کلیدی: α -آمینو نیتریل- واکنش استرکربنزاآلدهید- N -متیل ایمیدازولیوم استات.

۱- مقدمه

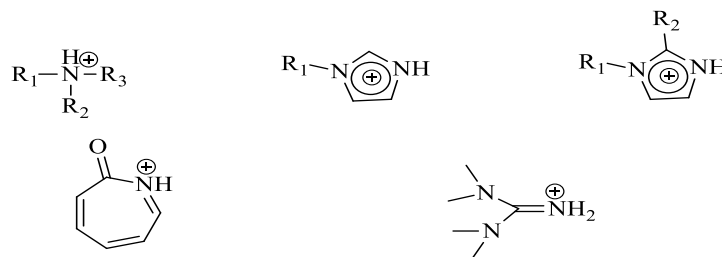
نمک‌های ترکیبی مایعاتی هستند که فقط یون دارند و به آنها مایعات یونی گفته می‌شود. با انتخاب دقیق مواد اولیه می‌توان مایعات یونی که در دمای اتاق یا پایین تر مایع هستند را فراهم آورد که مایعات یونی مایع در دمای اتاق نامیده می‌شوند. این مایعات یونی یا نمک‌های آلی هستند یا مخلوطی که شامل حداقل یک جزء آلی باشد. متداول‌ترین نمک‌های استفاده شده شامل کاتیون‌های آلکیل آمونیوم، آلکیل فسفونیوم، N -آلکیل پیریدینیوم و N,N - 4 -دی آلکیل ایمیدازولیوم و آنیون‌های بیس تری فلئوروسولفونیل ایمید، تری فلئورومتان سولفونات، آلکیل سولفات، دی سیانامید، هگزافلوروسولفات، تترافلوروبورات هستند. بسیاری از آلکیل آمونیوم هالیدها به صورت تجاری در دسترس هستند یا می‌توان به سادگی آنها را از طریق واکنش بین آمین وهالوآلکان فراهم آورد. تهیه پیریدینیوم و ایمیدازولیوم هالیدها نیز به طرز مشابهی انجام می‌شود. برخی از خواص فیزیکی ساده مایعات یونی که آنها را به عنوان حلال‌های بالقوه برای سنتز جالب می‌کنند عبارتند از: (۱) یک حلال خوب برای طیف گسترده‌ای از مواد آلی و معدنی هستند و ترکیب‌های غیرمعمولی از معرف‌ها را می‌توانند در

یک فاز گرد هم آورند. ۲) آنها اغلب از یون‌های ضعیف کئوردینه شونده تشکیل شده‌اند بنابراین، این پتانسیل را دارند که بسیار قطبی باشند. این درحالی است که همچنان حلال‌های غیرکئوردینه شونده هستند. ۳) با تعدادی از حلال‌های آلی مخلوط نمی‌شوند و یک جایگزین قطبی غیرآبی برای سیستم‌های دو فاز ارائه می‌دهند، مایعات یونی آب گریز نیز می‌توانند به‌عنوان فازهای قطبی مخلوط نشدنی با آب مورد استفاده قرار گیرند. ۴) مایعات یونی غیرفرار هستند، از این رو می‌توانند در سیستم‌های با خلاء بالا مورد استفاده قرار گیرند و بسیاری از مسائل مربوط به نگهداری را حذف کنند، زیرا آنها تبخیر نمی‌شوند [۲].

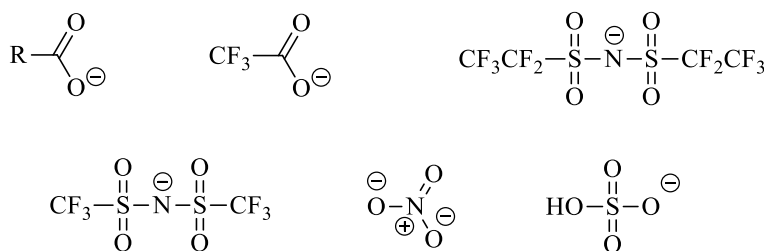
مایعات پروتئینی

مطالعات در زمینه مایعات یونی با سرعت بسیار بالایی گسترش پیدا کرده است، زیرا خواص مفید بسیاری از این مایعات یونی شناسایی و مورد استفاده قرار گرفته است. یک گروه از مایعات یونی، مایعات یونی پروتونی (PILs) هستند که به آسانی از طریق ترکیب اسید و باز برونستد تهیه می‌شوند.

مایعات یونی پروتونی (PILs) از طریق انتقال پروتون از اسید برونستد به باز برونستد تشکیل می‌شوند. این باعث تمایز بین PILها و AILها می‌شود، به‌گونه‌ای که همه‌ی مایعات یونی پروتونی دارای یک پروتون برای پیوند هیدروژنی هستند و معمولاً فشار بخار غیر قابل چشم‌پوشی دارند و برخی از آنها حلال‌های قابل تقطیر هستند، یعنی دمای جوش آنها پایین‌تر از دمای تفکیک است [۳]. فرآیند انتقال پروتون می‌تواند از طریق استفاده از اسیدهای قوی‌تر و بازهای قوی‌تر تسریع شود. از این رو منجر به نیروی محرکه بزرگ‌تری برای انتقال پروتون شود. مقادیر pK_a اسیدها و بازها ممکن است به‌عنوان نشانه‌ای از اینکه چگونه پروتون از اسید به باز منتقل می‌شود در نظر گرفته شود. اگرچه باید توجه داشت که pK_a معمولاً برای محلول‌های آبی است و ممکن است برای PILهای غیرآبی مناسب نباشد. متداول‌ترین مایعات یونی پروتونی آن‌هایی هستند که از واکنش آمین‌های نوع اول، دوم و سوم، ۱-آلکیل‌ایمیدازول‌ها، ۲،۱-دی‌آلکیل‌ایمیدازول‌ها، تترامتیل‌گوانیدین و کاپرولاکتام با اسیدهای آلی و معدنی شامل کربوکسیلیک اسیدها، سولفونیل آمیدها، نیتریک اسید و سولفوریک اسید به‌دست آمده‌اند. ساختار کاتیون‌ها و آنیون‌های مربوطه به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است [۴].



شکل ۱- کاتیون‌های متداول در سنتز مایعات یونی پروتونی.



شکل ۲- آنیون‌های متداول در سنتز مایعات یونی پروتونی.

لازم به ذکر است که مایعات یونی اسید برونستد و اسید لوئیس به عنوان مایعات یونی غیرپروتونی دسته بندی می-شوند [۵]. به عنوان مثال، اسیدیته در مایعات یونی اسید برونستد مستلزم طراحی دقیق روی یون هاست، از طریق قرار گرفتن گروه اسیدی مانند SO_3H روی ساختار کاتیون یا به وسیله پروتونی که روی آنیون مانند HSO_4^- وجود دارد. به دلیل چنین ملاحظات ساختاری از آن‌ها به عنوان مایعات یونی با کاربردهای ویژه نام برده می‌شود [۶].

تهیه α -آمینونیتریل‌ها: سنتز استرکر

واکنش استرکر که مستلزم حمله هسته دوستی یون سیانید به ایمین است از اهمیت بسیار بالایی در شیمی آلی برخوردار است، چون یکی از سر راست ترین روش‌ها برای رسیدن به α -آمینونیتریل هاست. به هر حال، روش آزمایشگاهی این واکنش سخت و خسته کننده است. همچنان که در واکنش کلاسیک استرکر مرسوم است از گاز هیدروژن سیانید یا سیانیدهای فلزات قلیایی به عنوان منبع سیانید استفاده می‌شود، به کارگیری این ترکیبات با مشکلات تکنیکی فراوانی به-ویژه در مرحله استخراج همراه است. هیدروژن سیانید فوق العاده سمی است، NaCN و KCN هم محیط بسیار قلیایی ایجاد می‌کنند به خصوص زمانی که از آلدئیدهای مزدوج استفاده شود این مواد کاربردی نیستند. لذا، علاقه ای مستمر برای کشف و توسعه روش‌های ملایم، ایمن و کارآمد برای این واکنش است. برای غلبه بر این مشکلات جایگزین‌های غیر قلیایی سیانیدی شامل دی اتیل فسفوروسیانیدات $(\text{EtO})_2\text{P}(\text{O})\text{CN}$ ، تری بوتیل تین سیانید (Bu_3SnCN) ، دی اتیل آلومینیوم سیانید (Et_2AlCN) ، تری متیل سالیلیل سیانید $(\text{Me}_3\text{SiCN}, \text{TMSCN})$ ، پتاسیم هگزاسیانیوفرات $(\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6)$ ، استیل سیانید (MeCOCN) ، اتیل سیانوفرات (CNCOOEt) ، استون سیانوهدیرین $(\text{ACH}, \text{CN}(\text{OH})\text{CMe}_2)$ و سیانید روی $(\text{Zn}(\text{CN})_2)$ پیشنهاد شده است. همه اینها یون سیانید را فراهم می‌آورند که به پیوند ایمینی یا یون ایمینیوم که از برهم کنش آلدئید (کتون) با آمین به دست آمده، حمله می‌کند و منابع بهتر و ایمن تری نسبت به هیدروژن سیانید یا سیانید فلزات قلیایی در نظر گرفته می‌شوند. در پژوهشی لی و همکارانش در سال ۲۰۱۷ واکنش استرکر آلدئیدها یا کتون‌ها، آمین‌ها و تری متیل سالیلیل سیانید را در شرایط بدون حلال و در حضور کاتالیزور MgI_2 etherate انجام دادند، این روش مزایایی از جمله شرایط واکنش ملایم، استخراج آسان، زمان واکنش کوتاه و همچنین تولید محصولات با بازده عالی را در بردارد [۷].

۲- مواد و روش‌ها

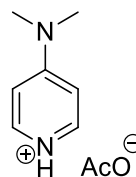
روش کار عمومی برای سنتز مایعات یونی پروتونی

۲۰ میلی مول آمین به همراه ۱۰ میلی لیتر دی کلرومتان درون یک بالن ۲۵ میلی لیتری مجهز به همزن مغناطیسی ریخته شد. سپس، با استفاده از قیف چکاننده اسید آلی به صورت قطره قطره به مدت ۱۰ دقیقه به مخلوط واکنش در دمای اتاق اضافه شد. پس از اضافه کردن اسید، اجازه داده شد تا مخلوط واکنش به مدت ۳ ساعت در دمای اتاق بچرخد. ماهیت مایع یونی به نوع اسید و آمین به کار رفته بستگی دارد که می‌تواند در حلال دی کلرومتان محلول باشد که با تبخیر حلال مایع یونی به دست می‌آید، یا نامحلول باشد که با صاف کردن از حلال جدا می‌شود.

روش تهیه مایع یونی N -متیل ایمیدازولیوم استات

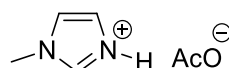
N -متیل ایمیدازول (۲۰ میلی مول، ۱/۵۹ میلی لیتر) به یک بالن ۲۵ میلی لیتری حاوی دی کلرومتان (۱۰ میلی لیتر) و مجهز به همزن مغناطیسی اضافه شد. سپس استیک اسید (۲۰ میلی مول، ۱/۱۴ میلی لیتر) به صورت قطره قطره طی مدت ۱۰ دقیقه به مخلوط واکنش اضافه شد و اجازه داده شد تا به مدت ۳ ساعت در دمای اتاق بچرخد. تبخیر حلال مایع بی رنگ N -متیل ایمیدازولیوم استات را به طور عمده فراهم می‌آورد که به دنبال آن با قرار دادن در آون ساده در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت مایع یونی مربوطه به صورت خالص به دست آمد.

۴-*N,N*-دی متیل آمینو پیریدینیوم استات: جامد سفید رنگ، دمای ذوب °C ۷۰



¹H NMR (500 MHz, CDCl₃) δ(ppm): 1.88 (s, 3H), 4.65 (s, 6H), 6.66 (s, 1H), 7.11 (d, *J*=7 Hz, 2H), 8.75 (t, *J*=7.5 Hz, 2H); IR (KBr) ν (cm⁻¹): 3600-3200, 3080, 2720, 1640, 1565, 1550, 1440.

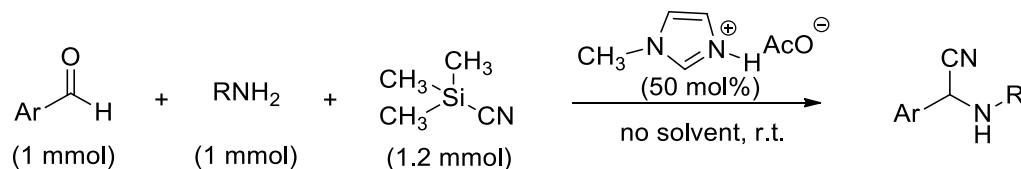
N-متیل ایمیدازولیوم استات: مایع بی رنگ



¹H NMR (500 MHz, CDCl₃) δ(ppm): 1.92 (s, 3H), 3.59 (s, 3H), 6.80 (s, 1H), 6.94 (s, 1H), 7.56 (s, 1H), 12.16 (s, 1H); IR (neat): 3444, 3121, 1714 cm⁻¹.

روش کلی سنتز استرکر در حضور *N*-متیل ایمیدازولیوم استات به عنوان کاتالیزگر

درون یک بالون ته گرد حاوی مگنت آلدهید (۱ میلی مول)، آمین (۱ میلی مول)، تری متیل سایلایل سیانید (۱/۲ میلی مول، ۰/۱۵ میلی لیتر) و *N*-متیل ایمیدازولیوم استات (۰/۵ میلی مول، ۰/۰۷ گرم) به ترتیب اضافه شدند. سپس، مخلوط واکنش در دمای اتاق به مدت زمان لازم چرخید تا واکنش کامل شود. پیشرفت واکنش به وسیله TLC (اتیل استات: پترولیوم اتر، ۷:۱) دنبال گردید. پس از اتمام واکنش مواردی که مخلوط واکنش جامد بود، اتانول به مخلوط واکنش اضافه شد و α -آمینو نیتریل مربوطه مستقیماً نوبلور گردید. در مواردی که مخلوط واکنش مایع بود به مخلوط واکنش ۱۵ میلی لیتر اتیل استات اضافه گردید و محتویات بالون درون یک قیف جداکننده ریخته شد و محتویات قیف چند بار با آب شستشو گردید. طی شستشو، مایع یونی پروتونی تقریباً به طور کامل وارد آب شده و از مخلوط واکنش جدا می شود و محصول درون فاز آلی می ماند. پس از جداسازی فاز آلی و آبی، برای جذب رطوبت موجود در فاز آلی سدیم سولفات به عنوان خشک کن اضافه شد. صاف کردن و به دنبال آن تبخیر حلال محصول واکنش را به صورت تقریباً خالص با بازده متوسط تا خوب فراهم آورد.



شکل ۳- طرح کلی سنتز استرکر در حضور *N*-متیل ایمیدازولیوم استات.

۳-نتایج و بحث

سنتز و ارزیابی مایعات یونی پروتونی

مایعات یونی پروتونی مورد مطالعه از واکنش مقادیر استوکیومتری از استیک اسید با بازهای آلی شامل ۴-*N,N*-دی متیل آمینو پیریدین و *N*-متیل ایمیدازول تهیه شدند و با بررسی خواص فیزیکی و داده های طیفی شناسایی شدند.

سنتز و ارزیابی α -آمینونیتریل‌ها

α -آمینونیتریل‌ها طی واکنش سه جزئی آلدهید، آمین و تری متیل سایلبل سیانید در حضور مایع یونی پروتونی به- عنوان حلال و تسهیل کننده سنتز شدند. هرچند هر دو مایع یونی پروتونی ۴-N,N-دی متیل آمینو پیریدینیوم استات و N-متیل ایمیدازولیوم استات اثر کم و بیش مشابهی بر واکنش دارند، چون در اغلب موارد محصول واکنش جامد است، ترجیحاً در این واکنش‌ها از N-متیل ایمیدازولیوم استات استفاده گردید. N-متیل ایمیدازولیوم استات مایع است، بنابراین، هم به عنوان حلال و هم به عنوان کاتالیزور محیط بهتری برای انجام واکنش فراهم می‌آورد. سنتزی ایده‌آل است که محصول دلخواه را در کم‌ترین مراحل ممکن با بازده خوب با استفاده از یک معرف سازگار با محیط زیست ایجاد کند. یک روش معمول برای سنتز ترکیبات آلی شکل گیری مرحله به مرحله پیوندهای ساده در مولکول هدف است. با این حال اگر چندین پیوند در یک توالی بدون جداسازی واسطه‌ها، تغییر شرایط واکنش یا اضافه کردن معرف شکل گیرد بسیار کارآمدتر خواهد بود. واضح است که این نوع واکنش در به حداقل رساندن پسماند کمک می‌کند. بنابراین، مدیریت پسماند غیرضروری است. همچنین در مقایسه با واکنش‌های مرحله‌ای مقدار حلال‌ها، واکنشگرها، جاذب‌ها و انرژی به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. علاوه بر این میزان نیروی کار کاهش می‌یابد. این واکنش‌ها باعث تولید یک محصول مطلوب از نظر اقتصادی و زیست محیطی خواهند شد.

بهینه سازی شرایط واکنش استرکر

به منظور تهیه α -آمینونیتریل‌ها طی سنتز سه جزئی استرکر واکنش بنزآلدهید، آنیلین و تری متیل سایلبل سیانید به‌عنوان واکنش‌الگو انتخاب شد و اثر متغیرهایی مانند نوع مایع یونی پروتونی و مقدار آن، تأثیر حلال و مقدار تری متیل سایلبل سیانید بررسی شد. نتایج این آزمایش‌ها در جدول ۱ آمده است. همان‌گونه که نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد بیشترین بازده مربوط به استفاده از مقادیر مولی یکسان از آلدهید و آمین و ۱/۲ اکی والان از تری متیل سایلبل سیانید در حضور ۰/۵ اکی والان از N-متیل ایمیدازولیوم استات به عنوان کاتالیزور در دمای اتاق و در شرایط بدون حلال است.

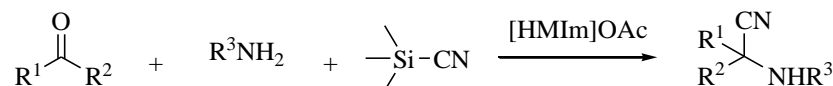
جدول ۱- بهینه کردن سنتز استرکر

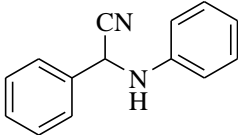
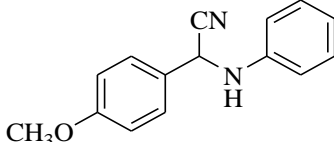
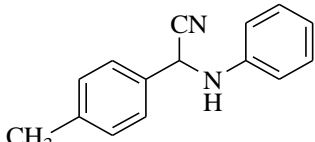
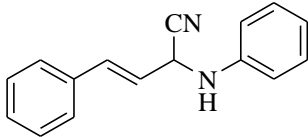
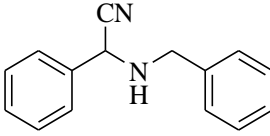
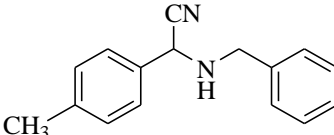
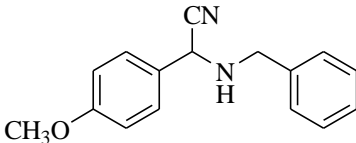
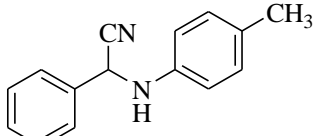
$\text{Ar}-\text{CHO} + \text{RNH}_2 + \text{CH}_3\text{C}(\text{Si}(\text{CH}_3)_3)\text{CN} \xrightarrow[\text{r.t.}]{\text{catalyst}} \text{Ar}-\text{CH}(\text{CN})\text{NHR}$					
ردیف	کاتالیزور	کاتالیزور (مول٪): تری متیل سایلبل سیانید (میلی مول): حلال	زمان (دقیقه)	پیشرفت واکنش %	
۱	بدون کاتالیزور	صفر : ۱ : بدون حلال	۳۰	۶۰	
۲	بدون کاتالیزور	صفر : ۱/۲ : بدون حلال	۳۰	۷۰	
۳	بدون کاتالیزور	صفر : ۱/۲ : اتانول	۳۰	۶۰	
۴	DMAP.CH ₃ COOH	۰/۲ : ۱/۲ : دی کلرومتان	۶۰	۷۰	
۵	NMIm.CH ₃ COOH	۰/۲ : ۱/۲ : بدون حلال	۵	۷۰	
۶	NMIm.CH ₃ COOH	۰/۵ : ۱/۲ : بدون حلال	۵	۱۰۰	

بررسی عمومیت واکنش سنتز استر کر

پس از آنکه شرایط واکنش بهینه شد، عمومیت واکنش برای آمین‌ها و آلدهیدهای مختلف نیز بررسی گردید. نتایج حاصل در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲- نتایج بررسی عمومیت سنتز α -آمینونیتریل‌ها در حضور N-متیل ایمیدازولیوم استات به‌عنوان تسهیل‌کننده



بازده %	زمان (دقیقه)	محصول	R ³	R ²	R ¹	ردیف
۹۷	۵		Ph	H	Ph	۱
۷۲	۵		Ph	H	4-OCH ₃ -C ₆ H ₄ -	۲
۷۴	۵		Ph	H	4-CH ₃ -C ₆ H ₄ -	۳
۶۵	۵		Ph	H	PhCH=CH-	۴
۷۷	۵		PhCH ₂	H	Ph	۵
۸۰	۵		PhCH ₂	H	4-CH ₃ -C ₆ H ₄ -	۶
۸۰	۱۵		PhCH ₂	H	3-OCH ₃ -C ₆ H ₄ -	۷
۹۸	۱۵		4-CH ₃ -C ₆ H ₄ -	H	Ph	۸

یک روش کلی برای رسیدن به مولکول‌های متنوع گسترش واکنش‌های چند جزئی است که این موضوع باعث شده تا شیمی‌دانان تمرکز زیادی بر مطالعه روی این نوع از واکنش‌ها داشته باشند. واکنش‌های چندجزئی واکنش‌های تک ظرفی هستند که در آن‌ها حداقل سه ماده‌ی اولیه با یکدیگر واکنش می‌دهند. این واکنش‌ها تک مرحله‌ای نیستند، اما از طریق واکنش‌های متوالی یا آبشاری پیش می‌روند. این واکنش‌ها در یک ظرف می‌توانند چندین پیوند را بدون نیاز به جداسازی حدواسط‌ها و تغییر شرایط واکنش مثل اضافه کردن حلال یا واکنشگری دیگر تشکیل دهند. سنتز سه‌جزئی استرکر یکی از قدیمی‌ترین واکنش‌های چندجزئی است که از اهمیت بسیار بالایی در شیمی آلی برخوردار است، چون یک ابزار مهم برای سنتز ترکیبات دارویی و تهیه α -آمینونیتریل‌هاست. این واکنش مستلزم حمله هسته دوسی یون سیانید به ایمین است. معادل‌های سیانیدی بسیاری برای انجام این واکنش معرفی شده‌اند که اغلب مواد کاربردی نیستند. در بین آنها تری متیل سایلیل سیانید کارآمدتر و کار کردن با آن راحت‌تر است.

مایعات یونی نمک‌هایی با دمای ذوب کمتر از 100°C درجه سانتیگراد که دارای ویژگی‌های مشخصی از قبیل پایداری حرارتی بالا، قابلیت بازیابی، فشار بخار پایین و توانایی حل کردن بسیاری از ترکیب‌های آلی و معدنی هستند. مایعات یونی پروتونی از جمله مایعات یونی دارای یک پروتون قابل انتقال روی کاتیون خود هستند. ویژگی برجسته مایعات یونی پروتونی در توانایی انتقال برگشت پذیر پروتون اسیدی روی کاتیون مایع یونی است. این ویژگی زمانی محسوس‌تر است که قدرت اسیدی اسید و قدرت بازی باز تشکیل دهنده مایع یونی پروتونی در حدی باشد که فرایند انتقال پروتون انجام گیرد. چنانچه اسید و باز آلی به اندازه‌ای قوی باشند که منجر به یک فرایند غیرقابل برگشت شود، مایع یونی پروتونی به دست آمده نمی‌تواند اثر کاتالیزوری مطلوبی داشته باشد. بنابراین، ترکیبی از اسید و باز آلی می‌تواند بهترین اثر کاتالیزوری را ارائه دهد که اسید ضعیف‌تر و باز قوی‌تر یا بالعکس باشد. از مایعات یونی پروتونی می‌توان به‌عنوان کاتالیزور برونستد اسیدی ملایم در واکنش‌های آلی استفاده نمود. در این تحقیق، با توجه به اهمیت و کاربردهای وسیع α -آمینونیتریل‌ها، همچنین ماهیت برونستد اسیدی ملایم مایعات یونی پروتونی، از N -متیل ایمیدازولیوم استات به‌عنوان یک کاتالیزگر اسیدی مناسب در واکنش سنتز سه‌جزئی استرکر استفاده کرده‌ایم.

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق، ابتدا، دو مایع یونی پروتونی N,N - 4 -دی متیل آمینو پیریدینیوم استات و N -متیل ایمیدازولیوم استات به‌سادگی طی واکنش خنثی سازی بازهای آلی N,N - 4 -دی متیل آمینو پیریدین و N -متیل ایمیدازول با استیک اسید تهیه شدند و برای درک اثر کاتالیزوری آنان، در واکنش نوعی استرکر بنزآلدهید، آنیلین و TMSCN به‌کار برده شدند. N -متیل ایمیدازولیوم استات علاوه بر اینکه در دمای اتاق مایع است، اثر کاتالیزگری بهتری هم نشان داد. انجام واکنش استرکر در حلال‌های معمول باعث کاهش چشمگیری در سرعت واکنش می‌شود. لذا N -متیل ایمیدازولیوم استات هم به‌عنوان کاتالیزور هم محیط انجام واکنش استفاده شد. عمومیت واکنش از جنبه آلدهیدها و آمین‌ها با ساختارهای مختلف در محیط N -متیل ایمیدازولیوم استات بررسی گردید. نتایج نشان داد بنزآلدهیدهای دارای استخلاف دهنده القایی و رزونانسی و سینامالدهید با آمین‌ها شامل آنیلین، متا-آنیسیدین، پارا-تولوئیدین و بنزیل آمین محصولات α -آمینو نیتریل مربوطه را با بازده مطلوبی فراهم آوردند. تهیه راحت و اقتصادی بودن کاتالیزور، تنوع محصولات، انجام فرایند در دمای اتاق بدن نیاز به استفاده از تکنیک‌های خاص برای انجام واکنش، همچنین استخراج و خالص سازی راحت و نسبتاً ارزان محصولات از مخلوط واکنش از ویژگی‌های برجسته این روش است.

مراجع

1. Welton, T. (1999). Room-temperature ionic liquids. Solvents for synthesis and catalysis. *Chemical Reviews*, 99(8), 2071-2084.
2. Hallett, J. P., & Welton, T. (2011). Room-temperature ionic liquids: solvents for synthesis and catalysis. 2. *Chemical reviews*, 111(5), 3508-3576.
3. Greaves, T. L., & Drummond, C. J. (2008). Protic ionic liquids: properties and applications. *Chemical Reviews*, 108(1), 206-237.
4. Greaves, T. L., & Drummond, C. J. (2015). Protic ionic liquids: evolving structure–property relationships and expanding applications. *Chemical Reviews*, 115(20), 11379-11448.
5. Amarasekara, A. S. (2016). Acidic ionic liquids. *Chemical Reviews*, 116(10), 6133-6183.
6. Giernoth, R. (2010). Task-specific ionic liquids. *Angewandte Chemie International Edition*, 49(16), 2834-2839.
7. Li, P., Zhang, Y., Chen, Z., & Zhang, X. (2017). Highly efficient three-component Strecker-type reaction catalyzed by MgI₂ etherate under solvent-free conditions. *Tetrahedron Letters*, 58(19), 1854-1858.