



کاتالیزگرهای آله؛ چشم اندازی نو در مسیری دیرپا

یاسمن نوبخت
 دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی آلی دانشگاه زنجان
 نعمت الله ارشدی
 عضو هیئت علمی گروه شیمی دانشگاه زنجان



چکیده

نزدیک به یک سده است که به منظور درک فعالیت کاتالیزگری و گزینشگری شگفت‌انگیز آنزیم‌ها در فرایندهای زیستی و تقلید از آنها، تلاشی در جریان است که با بهره‌گیری از مولکول‌های آلی با جرم مولکولی کم، آن‌ها با هزینه‌ای اندک و بازدهی بالا، بتوان به این هدف مهم دست یافت. روند پرشتاب رشد داده‌های پژوهشی در این زمینه و ورود دستاوردهای آن به صنعت و زندگی انسانی، داشتن شناختی اندک از کاتالیزگرهای آلی را امروز به یک ضرورت تبدیل کرده است. از این‌رو، معرفی مختصر این نوع کاتالیزگرها آن‌ها به زبانی ساده علی‌رغم پیچیدگی موجود در سازوکاری که بر طبق آن عمل می‌کنند، می‌تواند برای به دست آوردن تصویری روشن از ویژگی‌های برجسته این کاتالیزگرها و آینده‌ای که در انتظار آن‌ها و به تبع آن جامعه بشری است، بسیار سودمند باشد.

کلیدواژه‌ها

کاتالیزگری، کاتالیزگر آلی، سنتز آلی، شیمی فضایی، گزینشگری، شیمی سبز

مقدمه

یافتن راه‌حل برای چالش‌هایی که جهان امروز با آن دست به‌گریبان است از جمله مهمترین دغدغه‌های شیمی‌دان‌ها در سراسر جهان به‌شمار می‌آید. بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که برای کاهش سهم فعالیت‌های انسانی در گرمایش زمین، شناخت منابع پایدار انرژی و کاهش آثار محیط‌زیستی سنتزهای شیمیایی-که با رواج شیمی سبز تحقق می‌یابد- گسترش پژوهش در زمینه کاتالیزگری راه‌گشا خواهد بود، شکل ۱. در این پژوهش‌ها یافتن روش‌های سنتزی ایمن، کم هزینه و پربازده برای ساخت گستره وسیعی از ترکیب‌های آلی مورد نیاز، بیشترین اولویت را دارد.

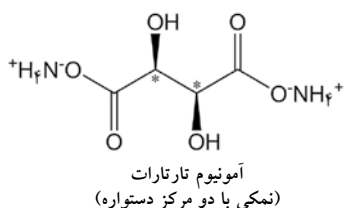


شکل ۱ پژوهش در حوزه کاتالیزگری نقطه آغاز تلاش برای رفع دغدغه‌های اقتصادی و محیط زیستی است.

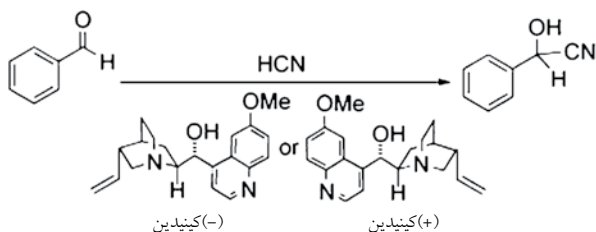
در نیمه دوم سده بیستم میلادی، پیدایش و گسترش سنتز نامتقارن^۱- ساخت ترکیب‌های دستواره^۲- که به‌نوعی یادآور توانایی کنترل ساختار سه بعدی مولکول در حین سنتز است، شیمی را دگرگون کرد. ترکیب‌های دستواره که پرشمارترین ترکیب‌های



لویی پاستور



موجود در یک محلول راسمیک آمونیم تارتارات سریع تر از انانتیومر دیگر ناپدید می شود (آنیون دی کربوکسیلات تارتارات بر اثر واکنش کربوکسیل زدایی به ماده دیگری تبدیل می شود). جورج بریدینگ^۱ در ابتدای سده نوزدهم برای شناخت سرچشمه شیمیایی فعالیت آنزیم های موجود در اندام ها و بافت های زنده دست به آزمایش جالبی زد. او در شرایط غیر آنزیمی و در حضور لیمونن راست گرد یا چپ گرد واکنش کربوکسیل زدایی کامفور کربوکسیلیک اسید فعال نوری را بر اثر گرما انجام داد و به این ترتیب شاهد نوعی غنی سازی انانتیومری بود. او این واکنش را در حضور آلکالوئیدهای دستواره همچون نیکوتین، کینین یا کینیدین تکرار کرد و نتایج مشابهی به دست آورد، شکل ۳. اگرچه انانتیوگزینی^{۱۱} - برتری دادن تولید یک انانتیومر بر دیگری- این واکنش کمتر از ۱۰ درصد بود اما همین مقدار برای بریدینگ موفقیت بزرگی به شمار می آمد زیرا افزون بر ثبت معادله های سینتیکی پایه ای این جداسازی سینتیکی^{۱۲} به نام خود، این افتخار را یافت که امروز تشکیل نخستین پیوند کربن-کربن نامتقارن را نیز به او نسبت می دهند.



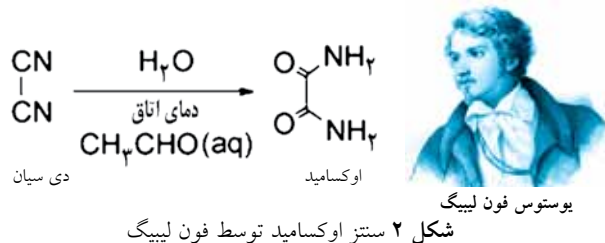
شکل ۳ دومین تلاش بریدینگ برای غنی سازی انانتیومری

فراورده های طبیعی نیتروژن دار مانند آلکالوئیدها و آمینو اسیدها (مونومر و اولیگوپپتیدهای کوتاه) از جمله نخستین کاتالیزگرهای آلی بودند که به ویژه توسط ولفگانگ لانگن بک^{۱۳} مورد آزمون قرار گرفتند. در سال ۱۹۰۹ هنری داکین^{۱۴} هنگام مطالعه واکنش تراکمی از نوع کنوون آگل^{۱۵} میان استالدهید و کربوکسیلیک اسیدها یا استرهای دارای گروه های متیلن فعال، مشاهده کرد که گروه آمین آمینو اسیدها می تواند نقش کاتالیزگری

موجود در طبیعت را شامل می شود، به هنگام سنتز در آزمایشگاه در ابتدای ترین حالت، به صورت مخلوطی یک به یک از دو انانتیومر (مخلوط راسمیک) به دست می آیند. سنتز نامتقارن تلاش برای ساخت تنها یک انانتیومر آن ترکیب دستواره است. روش های کاتالیزگری^۲ شاید تنها راه ایجاد فراورده هایی غنی شده از یک انانتیومر باشد. روش هایی خوش آیند شیمی دان ها که طی آن در حضور مقدار کمی از یک ترکیب دستواره، شیمی فضایی فراورده یک تبدیل شیمیایی به آسانی کنترل می شود. در این شاخه روبه رشد شیمی، مفاهیم و روش های تازه ای که پیوسته پدیدار می شوند، تبدیل هایی با گزینشگری^۴ بیشتر، از دید اقتصادی جذاب تر و از نظر محیط زیستی سازگارتر را نوید می دهند. اگرچه اجرای تبدیل های شیمیایی در حضور مقدار اندکی از مولکول های آلی اقدام تازه ای نیست، ولی پیدایش تصادفی و از روی شانس شمار زیادی تبدیل های گزینشگر در سال های اخیر، باعث جلب توجه دوباره شیمی دان ها، آن هم با نگرشی نو و متفاوت، به این موضوع شده است. با این وصف، شایسته است که کاتالیزگری نامتقارن یا به عبارتی فرایند سرعت بخشی به واکنش سنتز ترکیب های دستواره را جریانی تازه در سنتز آلی^۵ نام نهاد.

نقطه آغاز

بهره گیری از مولکول های آلی به عنوان کاتالیزگر از همان سال های آغازی عمر سنتز آلی رایج بوده است. در واقع، پیدایش نخستین واکنش کاتالیزگری آلی^۶ به یوستوس فون لیبیگ^۷ نسبت داده می شود. وی به طور تصادفی دریافت که دی سیان در حضور محلول آبی استالدهید به اوکسامید تبدیل می شود، شکل ۲. در پی این کامیابی، این واکنش کارآمد به سرعت اساس سنتز اوکسامید در صنایع شیمیایی شد.



بی تردید، پیدایش آنزیم ها و شناخت شیوه عمل آن ها اثر مهمی بر گسترش واکنش های کاتالیزگری نامتقارن داشته است. نخستین واکنش نامتقارن توسط لویی پاستور^۸ یافت شد. او مشاهده کرد که در مجاورت پنسیلیوم گلوکا^۹ انانتیومر راست گرد

کاتالیزگر آلی چیست؟

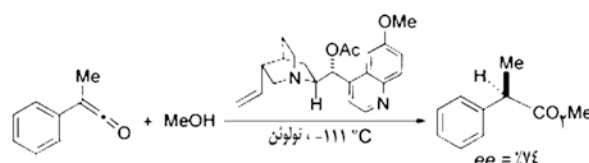
همانند کمپلکس‌های فلزی و آنزیم‌ها، مولکول‌های کوچک آلی هم می‌توانند تبدیل‌های شیمیایی را سرعت بخشند. کاتالیزگری آلی با کمک مقدار استوکیومتری از مولکول‌های آلی بدون فلز، ابزاری را برای شتاب دادن به واکنش‌های شیمیایی فراهم می‌کند. افزون بر روش‌های شناخته شده و همچنان رایج مبتنی بر فلز (کاتالیزگرهای آلی فلزی)، امروزه در سنتز نامتقارن به کارگیری مولکول‌های کوچک و دستواره آلی به عنوان کاتالیزگرهایی تازه و یا جایگزین در سنتز ساختارهای پیچیده، اهمیت ویژه‌ای یافته است.

همان‌گونه که فلزها می‌توانند اسیدهای لوویس ایجاد کنند، کاتالیزگرهای آلی^{۲۹} نیز توانایی تشکیل بازهای لوویسی را دارند که یک ناجور اتم^{۳۰} در مرکز آن قرار دارد. در میان این کاتالیزگرها، بازهای دارای ناجور اتم نیتروژن و فسفر به بیشترین میزان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. گفتنی است که با توجه به فراوانی طبیعی آمین‌ها، این گونه کاتالیزگرها بیشتر از ترکیب‌های فسفردار نظیر در دسترس بوده‌اند. در ضمن همه ترکیب‌های نامتقارن فسفردار نیز انسان ساخته است. یکی از برتری‌های ویژه کاتالیزگرها بر پایه فسفر، توانایی آن‌ها به داشتن هم‌زمان خاصیت هسته‌دوستی و مرکز نامتقارن است. همچنین کمتر بودن خاصیت بازی اتم فسفر در برابر اتم نیتروژن بر چیرگی بیشتر خاصیت هسته‌دوستی فسفر در رقابت با نقش بازی آن در واکنش‌های همی‌افزاید.

روند پرشتاب رشد داده‌های پژوهشی در این زمینه و ورود دستاوردهای آن به صنعت و زندگی انسانی، داشتن شناختی اندک از کاتالیزگرهای آلی را امروز به یک ضرورت تبدیل کرده است

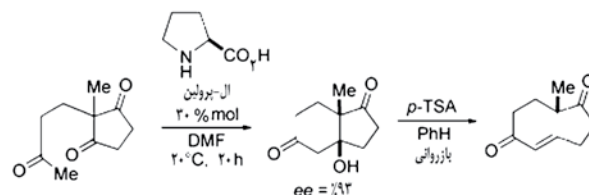
وجود اتم نیتروژن خود نوع ویژه‌ای واکنش‌پذیری^{۳۱} را ایجاد می‌کند که کاتالیزگری آمینی^{۳۲} نامیده می‌شود. آمین به عنوان کاتالیزگر ممکن است طی واکنش، به واسطه‌های انامین یا ایمینیوم تبدیل شود. اگر به انامین تبدیل شود چگالی الکترونی را در مرکز واکنش افزایش می‌دهد. در حالی که، در شکل دوم با کاهش چگالی الکترونی در مرکز واکنش همراه خواهد بود. میان این دو واسطه که هم‌زمان در مخلوط واکنش ایجاد می‌شوند،

داشته باشد. این مشاهده نخستین گواهی بود که از رخ دادن واکنش‌هایی از نوع انامین حکایت داشت. واکنش‌هایی که در آن‌ها انامین به عنوان واسطه تشکیل می‌شود. این واکنش‌ها به آلدول و تبدیل‌های نظیر آن نیز گسترش یافت و از آغاز دهه ۱۹۳۰ به این سو مطالعه نظام‌دار روی سامانه‌های غیرنامتقارن^{۳۳} با کامیابی‌های چشمگیری ادامه یافت. در پایان دهه پنجاه هنگامی که هورست پراسای یوس^{۳۴} فرونی انانتیومری^{۳۵} - تفاوت درصد انانتیومرهای تولید شده - ۷۴ درصدی در سنتز انانتیوگزین (-) - آلفا - فنیل متیل پروپیونات در حضور او - استیل کینین به عنوان کاتالیزگر را گزارش کرد، نگاه‌های امیدوار دوباره به سنتز نامتقارن جلب شد، شکل ۴.



شکل ۴ سنتز انانتیوگزین (-) - آلفا - فنیل متیل پروپیونات از فنیل متیل کینین که در سال ۱۹۶۰ توسط پراسای یوس گزارش شد.

در پایان دهه‌ی ۱۹۷۰ یکی دیگر از رویدادهای کلیدی در تاریخ واکنش کاتالیزگری آلی به وقوع پیوست. پیدایش واکنش حلقوی شدن رابینسون^{۳۶} نامتقارن در حضور ال-پرولین به عنوان کاتالیزگر که با نام واکنش هایوش-پَریش^{۳۷} - ایدر^{۳۸} - زَوا^{۳۹} - ویشرت^{۴۰} شناخته می‌شود. این واکنش که یک واکنش آلدول درون مولکولی است، امکان دستیابی به برخی از واسطه‌های کلیدی در سنتز ترکیب‌های طبیعی را فراهم آورد، شکل ۵.



شکل ۵ نخستین واکنشی که در آن به نقش ال-پرولین به عنوان کاتالیزگر پی‌برده شد.

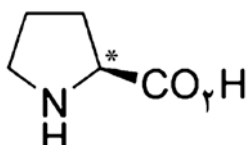
این واکنش به واسطه نقش ویژه ال-پرولین هم از نظر سنتزی و هم از نظر سازوکار^{۴۰} بسیار مورد توجه قرار گرفت. بررسی دوباره واکنش هایوش-پَریش-ایدِر-زَوا-ویشرت توسط بنجامین لیست^{۴۱} و کارلوس بارباس^{۴۲} در دهه ۱۹۹۰ سبب شد تا بزرگراهی به سوی واکنش‌های انانتیوگزین^{۴۳} گوناگون دیگر و کاربردهای آن‌ها در واکنش‌های چندمرحله‌ای باز شود.

دو مولکول برای ایجاد حالت گذار) که در ذات واکنش‌های شیمیایی است، بر سرعت آن‌ها می‌افزایند.

در حالت‌های گذار، برهم‌کنش‌هایی از نوع پیوند هیدروژنی در تعیین آرایش‌های هندسی پایدار، نقش بسیار مهمی دارد. این نیروهای جهت‌مدار^{۳۶} (وابسته به جهت) چه درون و چه میان مولکولی تشکیل شوند، در شکل دهی به ساختارهای نوع دوم و سوم پروتیین‌ها و نوکلئیک اسیدها^{۳۷}، همچنین در شیمی فرامولکولی^{۳۸} و ساختار کمپلکس‌های میزبان-مهمان^{۳۹} سهم ویژه‌ای دارند. در سنتز نامتقارن، این پیوندهای هیدروژنی با کمک به انتقال پروتون اسیدهای برونستد در تبدیل‌های شیمیایی بویژه انتقال دستواره‌ای آن، می‌توانند هم سرعت و هم گزینشگری کل فرایند را در کنترل خود داشته باشند.

پرویلین؛ شناخته شده‌ترین کاتالیزگر آلی

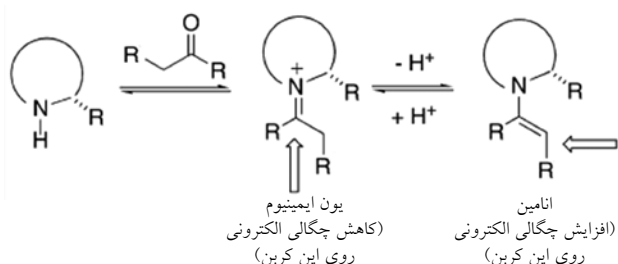
پرویلین آمینواسیدی غیرسمی، سازگار با محیط‌زیست و نه‌چندان گران است. یک مرکز دستواره دارد و هر دو انانتیومر آن (D- یا R-پرویلین و L- یا S-پرویلین) به آسانی در دسترس است. پرویلین به‌راحتی در هر شرایطی واکنش می‌دهد و قابل بازیافت نیز است. ال-پرویلین که آمینواسیدی طبیعی است از جمله شناخته شده‌ترین کاتالیزگرهای آلی به‌شمار می‌آید. گروه آمین نوع دوم و گروه کربوکسیلیک اسید موجود در ساختار ال-پرویلین، هر دو جایگاهی مناسب برای فعال کردن و جهت دادن به گونه‌های الکترون‌دوست و هسته‌دوست هستند. در واقع، هر دو گروه عاملی یادشده این امکان را دارند که به‌عنوان اسید برونستد و باز لوویس به ایفای نقش بپردازند، شکل ۷.



شکل ۷ ال-پرویلین، آمینواسیدی با یک مرکز دستواره با پیکربندی S

اگرچه در کارهای آزمایشگاهی معمولاً از ال-پرویلین طبیعی استفاده می‌شود، اما هر دو شکل انانتیومری آن در دسترس است. pK_a اتم نیتروژن پرویلین بیشتر از دیگر آمینواسیدها است، از این رو در مقایسه با آن‌ها، هسته‌دوستی بیشتری از خود نشان می‌دهد. بنابراین پرویلین قادر است به‌عنوان یک هسته‌دوست عمل کند و به‌ویژه، در واکنش با ترکیب‌های کربونیل‌دار، یون ایمینیوم

می‌توان نوعی تاتومری^{۳۳} در نظر گرفت که طی آن با جابه‌جا شدن همزمان پیوند پی و یک پروتون، حالت کم-الکترون ایمینیوم (واسطه الکترون دوست) به حالت پر-الکترون انامین (واسطه‌ی هسته‌دوست) تبدیل می‌شود، شکل ۶. از آن جا که با توجه به شرایط واکنش، غلظت نسبی هر یک از این دو واسطه در تعادل قابل کنترل است، می‌توان واکنش را با توجه به شرایط از سازوکاری کاملاً متفاوت پیش‌برد و به فراورده‌های مختلفی دست یافت.



شکل ۶ تشکیل دو واسطه الکترون‌دوست (یون ایمینیوم) و هسته‌دوست (انامین) و تعادل میان آن‌ها

برخلاف بیشتر کاتالیزگرهای آلی فلزی که فعالیت کاتالیزگری خود را تنها از یک طریق انجام می‌دهند (برای نمونه، اسیدهای لوویس فقط با اتصال به اتم اکسیژن کتون‌ها، الکترون‌دوستی اتم کربن متصل به اکسیژن را افزایش می‌دهند) بیشتر کاتالیزگرهای آلی کارآمدی که امروزه به کار می‌روند، بیش از یک مرکز فعال دارند. شمار زیادی از این کاتالیزگرها کاتالیزگرهایی دوکاره^{۳۴} هستند. به سخنی دیگر، اگر یک مرکز آن‌ها به‌عنوان اسید برونستد فعالیت کند، مرکز دیگر می‌تواند همزمان نقش یک باز لوویس را داشته باشد. چنین کاتالیزگرهایی می‌توانند به‌ترتیب، هم گروه‌های دهنده و هم گروه‌های پذیرنده را فعال کنند. این ویژگی نه تنها سبب افزایش چشمگیر سرعت واکنش می‌شود، بلکه به دلیل ساختار بسیار سازمان‌یافته حالت گذار) وجود برهم‌کنش‌های مطلوب درون مولکولی (گزینشگری واکنش را نیز فزونی می‌بخشد. افزون بر این، این حقیقت که واکنش در یک فضای محدود (نزدیکی بیش از اندازه مراکز واکنش دهنده به یکدیگر) روی می‌دهد، می‌تواند به این معنا باشد که کاتالیزگر به‌عنوان یک «آنتروپی فریب^{۳۵}» عمل می‌کند. به سخن دیگر، چنین کاتالیزگرهایی به یاری آنتالپی (گرمادهی ناشی از برهم‌کنش‌های پایدارکننده درون مولکولی) با غلبه بر آنتروپی فعال‌سازی نامطلوبی (کاهش آنتروپی به دلیل اتحاد



فرایندی که در آن، یک آنزیم بی‌آنکه نیازی به تشکیل پیوند کووالانسی داشته باشد، واکنشگرها را با برهم‌کنش‌های ضعیفی همچون پیوند هیدروژنی، پیرامون جایگاه فعال خود جمع و آماده واکنش می‌کند.

نتیجه‌گیری

با این گسترده‌ی واکنش‌های کاتالیزگری آلی سکویی غنی برای شناخت و بهره‌گیری از واکنش‌های چندمرحله‌ای ایجاد می‌کند. واکنش‌هایی که امکان افزایش پیچیدگی ساختاری فراورده‌ها در سنتز نامتقارن را به شیوه‌ای به شدت فضاکنترل^{۴۳} فراهم می‌آورند. به این ترتیب، با مطالعه و به‌کارگیری کاتالیزگرهای آلی، به ویژه آن‌هایی که از فضاگرایی^{۴۴} بسیار چشمگیری برخوردارند، شاید بتوان به رقابتی نزدیک‌تر با طبیعت پرداخت و یک گام هر چند کوچک به سوی درک طبیعت و فرایندهای پیچیده آن برداشت و راز دیگری از اسرار آفرینش را آشکار کرد.



1. asymmetric synthesis, 2. chiral, 3. catalysis, 4. selectivity, 5. organic synthesis, 6. organocatalysis, 7. von Liebig, J., 8. Pasteur, L., 9. Penicillium glauca, 10. Breiding, G., 11. enantioselectivity, 12. kinetic resolution, 13. Langenbeck, W., 14. Dakin, H. D., 15. Knoevenagel, E., 16. non-asymmetric, 17. Pracejus, H., 18. enantiomeric excess (ee), 19. Robinson annulations, 20. Hajos, Z. G., 21. Parrish, R. D., 22. Eder, U., 23. Sauer, G., 24. Wiechert, R., 25. Mechanism, 26. List, B., 27. Barbas, C. F., 28. enantioselective, 29. organocatalyst, 30. heteroatom, 31. reactivity, 32. aminocatalysis, 33. tautomerism, 34. bifunctional, 35. entropy trap, 36. directional, 37. nucleic acid, 38. supramolecular chemistry, 39. host-guest complexes, 40. substrate, 41. non-covalent, 42. enamine cycle, 43. stereocontrol, 44. stereoselectivity



1. A. Berkessel, H. Groger "Asymmetric Organocatalysis-From Biomimetic Concepts to Applications in Asymmetric Synthesis" Wiley-VCH verlag GmbH & KGaA, Weinheim, **2005**.
2. P. I. Dalko "Enantioselective Organocatalysis" Wiley-VCH verlag GmbH & KGaA, Weinheim, **2007**.
3. S. Bertelsen, K. A. Jorgensen "Organocatalysis-after the gold rush" Chem. Soc. Rev. **2009**, 38, 2178.
4. B. List "Asymmetric Organocatalysis" Topics in Current Chemistry, Springer verlag, Heidelberg, **2010**.
5. A. Dondoni, A. Massi "Asymmetric Organocatalysis: From Infancy to Adolescence" Angew. Chem. Int. Ed. **2008**, 47, 4638.
6. P. I. Dalko* and L. Moisan "In the Golden Age of Organocatalysis" Angew. Chem. Int. Ed. **2004**, 43, 5138.
7. W. J. Liu, N. Li, L. Z. Gong "Asymmetric Organocatalysis" Springer verlag, Heidelberg, **2011**.



انامین ایجاد کند. آشکار شده است که در این واکنش‌ها گروه کربوکسیلیک اسید پرولین به‌عنوان یک اسید برونستد عمل می‌کند؛ رفتاری که سبب می‌شود پرولین در دسته کاتالیزگرهای دوکاره قرارگیرد.

اناتیوگزینی بالا و گاه استثنایی واکنش‌هایی که در آن‌ها از پرولین به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود را می‌توان به توان هماهنگ‌کنندگی بالای این مولکول در ایجاد حالت‌های گذار بسیار سازمان‌یافته با کمک شبکه‌ای از پیوندهای هیدروژنی توضیح داد. اگرچه نارسایی‌های مهمی در سنتز با حضور پرولین وجود دارد (مانند سختی جلوگیری از وقوع واکنش‌های رقابتی جانبی) اما هنوز هم پرولین نقش مهمی در مطالعه کاتالیزگری آمینی دارد. این در حالی است که مشتق‌ها و ترکیب‌هایی با ساختارهای مشابه پرولین در برخی از واکنش‌ها، سرعت و گزینشگری بهتری نیز نشان داده‌اند.

شیوه عمل کاتالیزگرهای آلی

معمولاً واکنش‌های کاتالیزگرهای آلی با ساختارهای گذاری سفت یا سست پیش می‌روند. دسته نخست، شامل ترکیب‌هایی هستند که در آن‌ها کاتالیزگر و واکنش دهنده^{۴۵} با نیرویی قوی‌تر از ۱۵ کیلوکالری بر مول به یکدیگر می‌پیوندند در حالی که، در دسته دوم برهم‌کنش آن‌ها ضعیف و کمتر از ۴ کیلوکالری بر مول است. بنابراین می‌توان شیوه عمل این کاتالیزگرها را به ترتیب کووالانسی و غیرکووالانسی^{۴۶} نامید.

کاتالیزگری کووالانسی: در بسیاری از واکنش‌های کاتالیزگری آلی، حالت گذار از طریق تشکیل پیوند کووالانسی میان کاتالیزگر و واکنش دهنده پیش می‌رود. واکنش‌های مبتنی بر آمین که در آن‌ها آمینواسیدها، پپتیدها، آلکالوئیدها و مولکول‌های نیتروژن‌دار سنتزی به عنوان کاتالیزگرهای دستواره به کار می‌روند، از جمله نمونه‌های شناخته شده در این دسته به شمار می‌آیند. پیکره اصلی این واکنش‌ها، شامل واکنش‌هایی است که چرخه انامین^{۴۷} و واسطه‌های ایمینیوم گفته می‌شود.

کاتالیزگری غیرکووالانسی: شمار روبه‌رشد واکنش‌های کاتالیزگری آلی نامتقارن که با برهم‌کنش‌های ضعیف شتاب می‌گیرند، نشان از توجه روزافزون به این دسته از واکنش‌ها دارد. این نوع کاتالیزگری شامل تشکیل کمپلکس میزبان-مهمان یا اجتماع اسید-باز میان کاتالیزگر و واکنش دهنده است. برهم‌کنش‌های فرامولکولی، شیوه اثر آنزیم‌ها را یادآوری می‌کند؛