

مرکز پژوهش‌های شیمی و مهندسی شیمی ایران
پژوهشکده مواد معدنی، کاتالیزورها و شیمی فیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد
گرایش معدنی

عنوان:

سنتز و شناسایی لیگاندهای هتروسیکلی نیتروژن دار و بررسی
رفتار آنها در مقابل فلزات نقره (I) و پالادیم (II)

استاد راهنما:

دکتر میترا قاسم زاده

استاد مشاور:

دکتر علی اکبر طرلانی

نگارش:

فاطمه آخوندپور

بهمن ماه ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به:

پدر و مادر بزرگوارم همراه با بوسه بر دستان پرمهرشان،

همسر عزیزم به خاطر تمام محبت‌ها و حمایت‌هایش،

دو فرشته کوچک زندگی‌ام که بی‌صبرانه منتظر آمدنشان هستم.

با تقدیر و تشکر از:

استاد گرامی سرکار خانم دکتر میترا قاسم‌زاده که در انجام پروژه حاضر با راهنمایی‌هایشان مرا یاری نمودند و همیشه با آرامشی مثال زدنی پشتوانه گرمی در پیشبرد این پروژه برایم بوده‌اند.

جناب آقای دکتر رعیتی که داوری این پایان‌نامه را عهده‌دار بودند.

استاد مشاور جناب آقای دکتر علی اکبر طرلانی که تصحیح این پایان‌نامه را بر عهده داشتند.

پروفسور Bernhard Neümuller استاد دانشگاه Marburg (آلمان)، که در تعیین ساختار تک‌بلور

لیگاند و کمپلکس‌ها به وسیله کریستالوگرافی پراش اشعه X مرا یاری نمودند.

از خانم مهندس سمیرا با همت، خانم ندا نوروززاده، خانم عفت متفکری و آقای محمد رشیدی، آقای

علی گوران و آقای سعید شیرخانی به خاطر تمام کمک‌هایی که در آزمایشگاه به من نمودند،

سپاسگزارم. همچنین از دوستان خوبم خانم مونیکا جوهریان، خانم رخساره نوری و خانم الهام خدایی

بسیار سپاسگذارم.

اعضای هیئت علمی، مسئولین کتابخانه و کامپیوتر و تمامی کسانی که به نحوی در پیشبرد این پروژه مرا

یاری نمودند.

به علاوه از تمامی اعضای خانواده ام بویژه پدر و مادر عزیزم و همسر عزیزم که در طول تحصیل همیشه

پشتیبان و مشوق من بوده‌اند، نهایت تشکر را دارم.

چکیده

چکیده

در چند دهه اخیر به شیمی ترکیبات ناجور حلقوی نیتروژن دار به ویژه ۴،۲،۱-تری آزول ها و ۴،۲،۱-تری آزین ها، مشتقات و کمپلکس های فلزی آنها توجه خاصی شده است.

در این پروژه با استفاده از مشتق سازی ترکیبات ۴-آمینو-۳-متیل-۱H-۴،۲،۱-تری آزول-۵(4H)-تیون (AMTT) و ۴-آمینو-۶-متیل-۳-تیوکسو-۴،۲،۱-تری آزین-۵(2H)-اون (AMTTO) از طریق انجام واکنش جانشینی، ترکیبات بیس ناجور حلقه جدیدی سنتز شده است. از طریق واکنش ترکیب ترفتال دی آلدهید با ترکیب ۴-آمینو-۳-متیل-۱H-۴،۲،۱-تری آزول-۵(4H)-تیون (AMTT) ترکیب بیس هتروسیکلی جدید L_2 و از واکنش ترکیب ایزوفتال دی آلدهید با ترکیب AMTT ترکیب بیس هتروسیکلی جدید L_3 و از واکنش ترکیب ترفتال دی آلدهید با ترکیب ۴-آمینو-۳-متیل-۳-تیوکسو-۴،۲،۱-تری آزین-۵(2H)-اون (AMTTO)، ترکیب بیس هتروسیکلی جدید L_4 سنتز و شناسایی شدند و ساختار مولکولی ترکیبات حاصل توسط پراش اشعه ایکس نیز تعیین شد.

از واکنش میان ترکیب L_0 (AMTT) به عنوان لیگاند با نمک فلزی نترات نقره به نسبت های مولی (۱:۱) کمپلکسی جدید با فرمول $[(PPh_3)Ag(L_0)]_2(NO_3)_2$ حاصل شد که از طریق شناسایی های طیف سنجی ساختار آن بدست آمده است. همچنین از واکنش میان لیگاند L_0 (AMTT) با نمک فلزی $PdCl_2$ به نسبت (۱:۱) نیز کمپلکس $[Pd(Cl)(PPh_3)(L_0)Pd(Cl)(PPh_3)_2]Cl \cdot 3MeOH$ حاصل شد.

از واکنش میان لیگاند L_1 با نمک فلزی $PdCl_2$ به نسبت (۱:۱) و نمک فلزی نترات نقره به نسبت (۱:۱) به ترتیب کمپلکس-های C_{11} و C_{12} حاصل شدند. از واکنش میان لیگاند L_3 با نمک فلزی پالادیم کلرید به نسبت (۱:۱) نیز کمپلکس C_{31} بدست آمد.

ساختار بلوری لیگاندها و برخی از کمپلکس های آنها به وسیله پراش سنج تک بلور پرتوی ایکس مشخص شدند. لازم به ذکر است که اطلاعات اولیه برای شناسایی ترکیبات سنتز شده به وسیله بررسی های تجزیه عنصری، طیف سنجی زیر قرمز، اسپکتروسکوپی جرمی و رزونانس مغناطیسی هسته انجام شده است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	فصل اول: بخش تئوری
۲	۱-۱- ترکیبات هتروسیکل یا ناجور حلقه
۵	۲-۱- لیگاندهای تیون هتروسیکل و کمپلکس‌های آنها
۷	۳-۱- لیگاندهای آزولی
۲۱	۴-۱- لیگانهای شیف-باز و کمپلکس‌های آنها
۳۰	۵-۱- لیگاندهای شیف-باز مشتق شده از ترکیب (AMTTO)
	فصل دوم: بخش تجربی
۳۸	۱-۲- مراحل تجربی کار
۳۸	۲-۲- مواد شیمیایی مورد استفاده
۳۸	۳-۲- دستگاه‌های مورد استفاده
۳۹	۴-۲- تهیه ترکیب تیوکرپوهیدرازید (TCH)
۳۹	۴-۲-۱- داده طیفی ترکیب TCH
۴۰	۵-۲- تهیه ترکیب ۴-آمینو-۶-متیل-۳-تیوکسو-۴،۲،۱-تری‌آزین-۵(2H)-اون (AMTTO)
۴۰	۵-۲-۱- روش تهیه ترکیب (AMTTO)
۴۰	۵-۲-۲- داده طیفی ترکیب (AMTTO)
۴۱	۶-۲- تهیه و شناسایی ترکیب ۴-آمینو-۳-متیل-۴،۲،۱-تری‌آزول-۵-تیون (AMTT / L ₀)
۴۱	۶-۲-۱- روش تهیه ترکیب (AMTT / L ₀)
۴۱	۶-۲-۲- داده طیفی ترکیب (AMTT / L ₀)
۴۲	۷-۲- تهیه و شناسایی ترکیب (L ₁)
۴۲	۷-۲-۱- روش تهیه ترکیب (L ₁)
۴۳	۷-۲-۲- داده‌های طیفی ترکیب (L ₁)
۴۳	۷-۲-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی ترکیب (L ₁)
۴۴	۸-۲- تهیه و شناسایی ترکیب (L ₂)
۴۴	۸-۲-۱- روش تهیه ترکیب (L ₂)
۴۵	۸-۲-۲- داده‌های طیفی ترکیب (L ₂)
۴۵	۸-۲-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی ترکیب (L ₂)
۴۹	۸-۲-۴- بررسی داده‌های بلورشناسی تک بلور ترکیب (L ₂)
۵۰	۹-۲- تهیه و شناسایی ترکیب (L ₃)
۵۰	۹-۲-۱- روش تهیه ترکیب (L ₃)

۵۱	۲-۹-۲- داده‌های طیفی ترکیب (L ₃)
۵۱	۲-۹-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی ترکیب (L ₃)
۵۵	۲-۹-۴- بررسی داده‌های بلورشناسی تک بلور ترکیب (L ₃)
۵۷	۲-۱۰-۱- تهیه و شناسایی ترکیب (L ₄)
۵۷	۲-۱۰-۱- روش تهیه ترکیب (L ₄)
۵۸	۲-۱۰-۲- داده‌های طیفی ترکیب (L ₄)
۵۹	۲-۱۰-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی ترکیب (L ₄)
۶۲	۲-۱۰-۴- بررسی داده‌های بلورشناسی تک بلور ترکیب (L ₄)
۶۳	۲-۱۱-۱- تهیه و شناسایی ترکیب (L ₅)
۶۳	۲-۱۱-۱- روش تهیه ترکیب (L ₅)
۶۴	۲-۱۱-۲- داده‌های طیفی ترکیب (L ₅)
۶۴	۲-۱۱-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی ترکیب (L ₅)
۶۶	۲-۱۲-۱- تهیه و شناسایی کمپلکس ۱:۱ پالادیم کلرید (II) با لیگاند L ₁ (کمپلکس C ₁₁)
۶۶	۲-۱۲-۱- روش تهیه کمپلکس C ₁₁
۶۶	۲-۱۲-۲- داده‌های طیفی کمپلکس C ₁₁
۶۶	۲-۱۲-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی کمپلکس C ₁₁
۶۸	۲-۱۳-۱- تهیه و شناسایی کمپلکس ۱:۱ نیترات نقره (I) با لیگاند L ₁ (کمپلکس C ₁₂)
۶۸	۲-۱۳-۱- روش تهیه کمپلکس C ₁₂
۶۸	۲-۱۳-۲- داده‌های طیفی کمپلکس C ₁₂
۶۸	۲-۱۳-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی کمپلکس C ₁₂
۷۰	۲-۱۴-۱- تهیه و شناسایی کمپلکس ۱:۱ پالادیم کلرید (II) با لیگاند L ₃ (کمپلکس C ₃₁)
۷۰	۲-۱۴-۱- روش تهیه کمپلکس C ₃₁
۷۰	۲-۱۴-۲- داده‌های طیفی کمپلکس C ₃₁
۷۰	۲-۱۴-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی کمپلکس C ₃₁
۷۲	۲-۱۵-۱- تهیه و شناسایی کمپلکس نیترات نقره (I) با تری فنیل فسفین و لیگاند تری آزول
۷۲	۲-۱۵-۱- روش تهیه کمپلکس نیترات نقره (I) با تری فنیل فسفین و لیگاند تری آزول
۷۳	۲-۱۵-۲- داده‌های طیفی کمپلکس
۷۳	۲-۱۵-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی کمپلکس
۷۵	۲-۱۵-۴- بررسی داده‌های بلورشناسی کمپلکس
۷۷	۲-۱۶-۱- تهیه و شناسایی کمپلکس پالادیم کلرید (II) با تری فنیل فسفین و لیگاند تری آزول
۷۷	۲-۱۶-۱- روش تهیه کمپلکس پالادیم کلرید (II) با تری فنیل فسفین و لیگاند تری آزول
۷۸	۲-۱۶-۲- داده‌های طیفی کمپلکس
۷۸	۲-۱۶-۳- تجزیه و تحلیل داده‌های طیفی کمپلکس

۸۲	فصل سوم: بحث و نتیجه گیری
۸۷	فصل چهارم: مراجع
۹۲	فصل پنجم: پیوست

فهرست پیوست

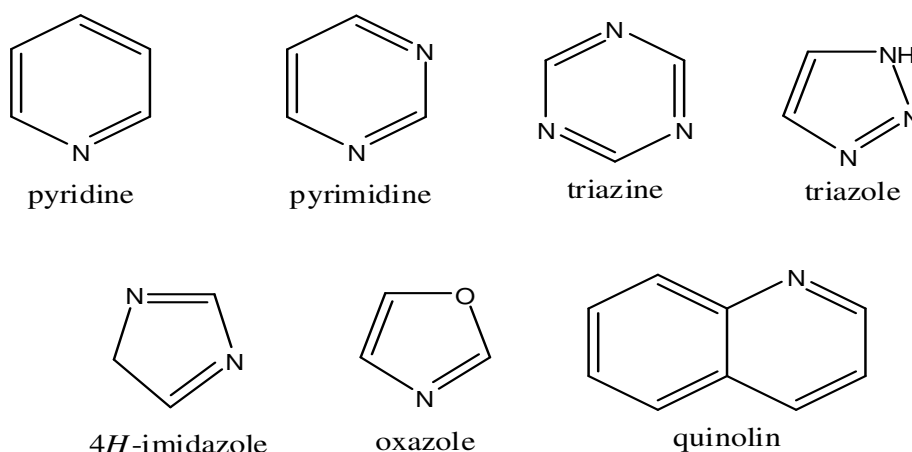
۹۳	شکل ۱- طیف MASS ترکیب L_1
۹۴	شکل ۲- طیف ^1H-NMR ترکیب L_2
۹۵	شکل ۳- طیف $^{13}C-NMR$ ترکیب L_2
۹۵	شکل ۴- طیف MASS ترکیب L_2
۹۶	شکل ۵- طیف ^1H-NMR ترکیب L_3
۹۶	شکل ۶- طیف $^{13}C-NMR$ ترکیب L_3
۹۷	شکل ۷- طیف IR ترکیب L_3
۹۷	شکل ۸- طیف MASS ترکیب L_3
۹۸	شکل ۹- طیف ^1H-NMR ترکیب L_4
۹۸	شکل ۱۰- طیف $^{13}C-NMR$ ترکیب L_4
۹۹	شکل ۱۱- طیف IR ترکیب L_4
۹۹	شکل ۱۲- طیف MASS ترکیب L_4
۱۰۰	شکل ۱۳- طیف IR ترکیب L_5
۱۰۰	شکل ۱۴- طیف MASS ترکیب L_5
۱۰۱	شکل ۱۵- طیف IR کمپلکس C_{11}
۱۰۱	شکل ۱۶- طیف MASS کمپلکس C_{11}
۱۰۲	شکل ۱۷- طیف IR کمپلکس C_{12}
۱۰۲	شکل ۱۸- طیف MASS کمپلکس C_{12}
۱۰۳	شکل ۱۹- طیف IR کمپلکس C_{31}
۱۰۳	شکل ۲۰- طیف MASS کمپلکس C_{31}
۱۰۴	شکل ۲۱- طیف IR کمپلکس $[\{(PPh_3)Ag(L_0)\}_2](NO_3)_2$
۱۰۴	شکل ۲۲- طیف MASS کمپلکس $[\{(PPh_3)Ag(L_0)\}_2](NO_3)_2$
۱۰۵	شکل ۲۳- طیف ^1H-NMR کمپلکس $[Pd(Cl)(PPh_3)(L_0)Pd(Cl)(PPh_3)_2]Cl \cdot 3MeOH$
۱۰۶	شکل ۲۴- طیف IR کمپلکس $[Pd(Cl)(PPh_3)(L_0)Pd(Cl)(PPh_3)_2]Cl \cdot 3MeOH$

- ۱۰۶ شکل ۲۵-طیف MASS کمپلکس $[\text{Pd}(\text{Cl})(\text{PPh}_3)(\text{L}_0)\text{Pd}(\text{Cl})(\text{PPh}_3)_2]\text{Cl} \cdot 3\text{MeOH}$
- ۱۰۷ جدول ۱: داده‌های بلورنگاری ترکیبات (L_2) و (L_3)
- ۱۰۸ جدول ۲: داده‌های بلورنگاری ترکیب (L_4)
- ۱۰۹ جدول ۳: داده‌های بلورنگاری ترکیبات $[\{(\text{PPh}_3)\text{Ag}(\text{L}_0)\}_2](\text{NO}_3)_2$ و $[\text{Pd}(\text{Cl})(\text{PPh}_3)(\text{L}_0)\text{Pd}(\text{Cl})(\text{PPh}_3)_2]\text{Cl} \cdot 3\text{MeOH}$

فصل اول: بخش تئوری

۱-۱- ترکیبات هتروسیکل یا ناجور حلقه

ترکیباتی را ناجور حلقه می‌نامند که از سیستمی حلقوی با حداقل یک اتم غیر کربنی تشکیل شده باشد. عناصری که معمولاً به همراه کربن در سیستم حلقوی وجود دارند، نیتروژن، اکسیژن و گوگرد می‌باشند [۱]. در شکل (۱-۱) تعدادی از این دسته ترکیبات را مشاهده می‌کنیم که حاوی اتم‌های N و O هستند.



شکل (۱-۶) - ساختمان چند نمونه از لیگاندهای تیون هتروسیکل

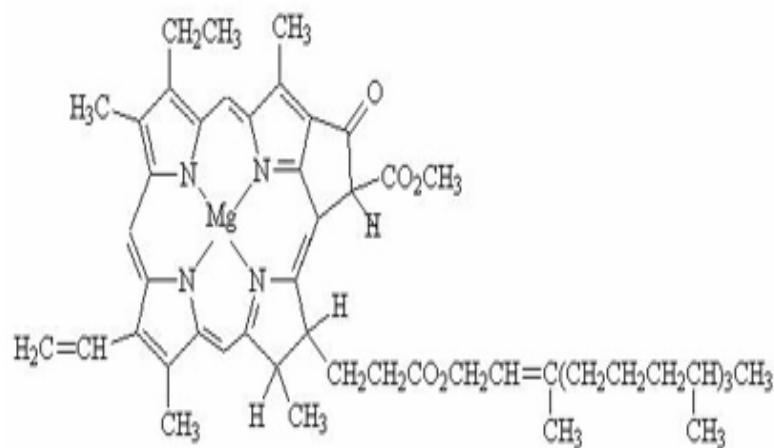
ترکیبات ناجور حلقه محدوده استفاده وسیعی دارند و در میان انواع ترکیبات دارویی، دامپزشکی و شیمی گیاهی سهم عمده ای دارند. آنها به عنوان عوامل شفاف کننده نوری، ضد اکسایش، ضد خوردگی، افزودنی ها و بسیاری از عوامل دیگر به کار می‌روند [۲-۶].

یکی از ویژگی‌های مهم در ترکیبات ناجور حلقه، امکان ظهور گروه‌های فعال به صورت استخلاف در بخشی از خود سیستم ناجور حلقه است. برای مثال، اتم‌های نیتروژن بازی می‌توانند هم به صورت استخلاف آمینو و هم به صورت بخشی از حلقه در ترکیب ناجور حلقه ظاهر شوند. به این ترتیب، گروه‌های استخلافی روی حلقه یا اتم‌های ناجور داخل حلقه موجب ایجاد ساختارهای متنوع در ناجور حلقه‌ها می‌شوند. [۷-۱۵]

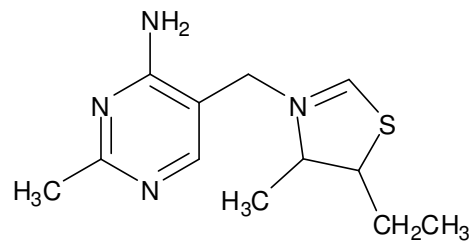
در دهه‌های اخیر استفاده از ترکیبات ناجور حلقه به عنوان حدواسط‌های سنتزهای آلی نیز روند فزاینده ای یافته است. بسیاری از آنها دارای اهمیت اساسی در سیستم موجودات زنده می‌باشند. به عنوان مثال، می‌توان

به اسیدهای نوکلئیک اشاره کرد که مشتقاتی از سیستم های پیریمیدینی و پورینی هستند و شرکت آنها در رونویسی^۱ قطعیت یافته است. کلروفیل (شکل ۱-۲) و هم که مشتقات سیستم حلقوی پورفیرینی هستند، از اجزای لازم برای فتوسنتز و انتقال اکسیژن در گیاهان عالی و حیوانات می باشند.

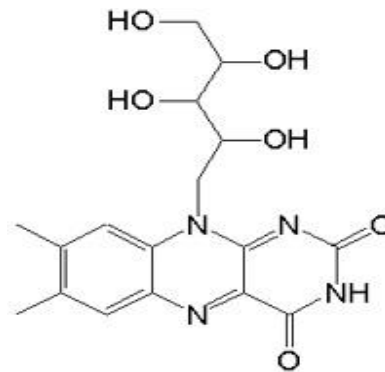
اجزای ضروری ترکیب رژیم غذایی مثل تیامین (ویتامین ب ۱) شکل (۱-۳)، ریوفلاوین (ویتامین ب ۲) شکل (۱-۴)، پیریدوکسول (ویتامین ب ۶)، نیکوتینامید (ویتامین ب ۳) و اسید آسکوربیک (ویتامین ث) از دیگر ترکیبات ناجورحلقه هستند. از میان بیست آمینواسیدی که معمولاً در پروتئین ها یافت می شوند، سه اسید آمینه به نام های هیستیدین شکل (۱-۵)، پرولین و تریپتوفان شکل (۱-۶) ترکیبات ناجورحلقه ای هستند. بنابراین تعجب آور نیست که حجم عمده کارهای تحقیقاتی جاری به روش های سنتز و خصوصیات ترکیبات ناجورحلقه اختصاص یافته است. در زیر شکل ساختمان چند نمونه از این ترکیبات را مشاهده می-کنید.



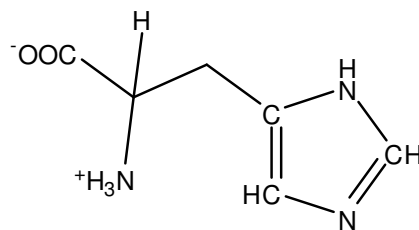
شکل (۱-۲)-مولکول کلروفیل



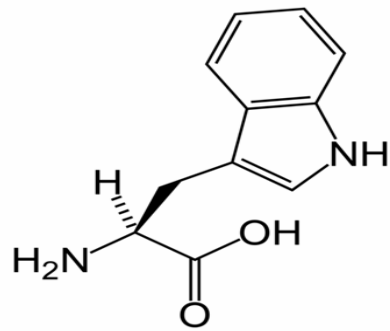
شکل (۱-۳)- ترکیب تیامین



شکل (۱-۴)- ترکیب ریوفلاوین



شکل (۱-۵)- ترکیب هیستیدین



شکل (۱-۶)- ترکیب تریپتوفان

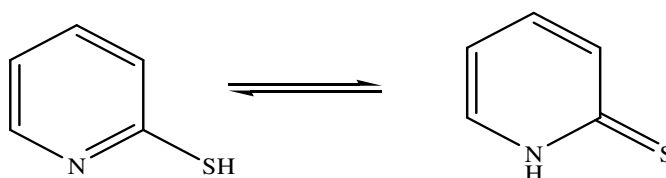
با توجه به تنوع بسیار زیاد ترکیبات ناجور حلقه، در اینجا به توضیحاتی در مورد شیمی ترکیبات ناجور حلقه

حاوی ۳ اتم دهنده نیتروژن پرداخته می شود.

۱-۲- لیگاندهای تیون هتروسیکل و کمپلکس‌های آنها

ترکیبات دارای گروه تیوآمید (-NH-C=S-) در هتروسیکل‌های نیتروژن‌دار را لیگاندهای تیون هتروسیکلی می‌نامند.

ویژگی مهم این لیگاندها وجود حالت توتومری تیون-تیول در آنها می‌باشد که این خصوصیت باعث ایجاد تنوع زیادی از مشتقات مفید، حاوی اتم‌های کوئوردینه شونده گوناگون با خواص بیوشیمیایی فراوان شده است [۱۶-۲۵].



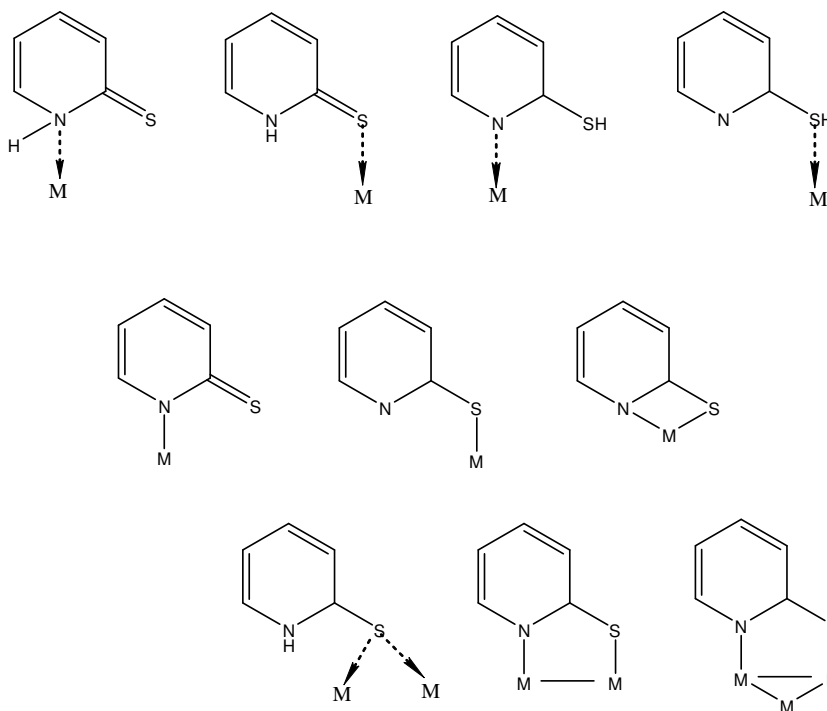
شکل (۱-۷) - توتومری بین تیول و تیون در لیگاندهای تیون ناجور حلقه

وجود توتومری بین دو حالت تیون و تیول سبب می‌شود که این لیگاندها هم به عنوان لیگاند تک دندانه و هم به عنوان لیگاند چند دندانه عمل کنند [۲۶، ۲۷]. به این ترتیب که این ترکیبات می‌توانند از طریق اتم نیتروژن یا اتم گوگرد به صورت یک دندانه به یون فلزی کوئوردینه شوند و یا از طریق اتم‌های نیتروژن و گوگرد به صورت دودندانه در کمپلکس ظاهر شوند [۲۸]. در مواردی هم از طریق پل زدن ارتباط بین چند فلز را برقرار می‌نمایند که در این حالت می‌تواند بین یون‌های فلزی شرکت کننده در کمپلکس پیوند فلزی ایجاد شود. برخی از اتصالات نسبت به برخی دیگر استحکام بیشتری داشته و در کمپلکسها بیشتر دیده می‌شوند. در مواردی که اتصال از طریق اتم‌های نیتروژن و گوگرد انجام شود می‌تواند منجر به ایجاد حلقه‌های

چهار، پنج و شش عضوی شود و ترکیب حاصل می‌تواند پایدارتر باشد و یا به دلیل پیچش‌هایی در حلقه

ناپایدار باشد. در شکل زیر، تعدادی از طرق اتصال شناخته شده ترکیبات تیون هتروسیکل نمایش داده شده

است [۲۹-۳۰].



شکل (۸-۱) - نحوه اتصال لیگاندهای تیون هتروسیکلی به یون فلزی

۱-۳- لیگاندهای آزولی

سیستم های حلقوی با بیش از یک ناجوراتم ساختارهای متنوعی تولید می کنند. تفاوت در جایگیری و تعداد اتم ها باعث ایجاد ساختمان های گوناگونی شده و حضور ناجوراتم اضافی در سیستم تاثیرات مهمی را در خواص ترکیب خواهد داشت. در اینجا به معرفی چند نمونه از این سیستم ها می پردازیم.

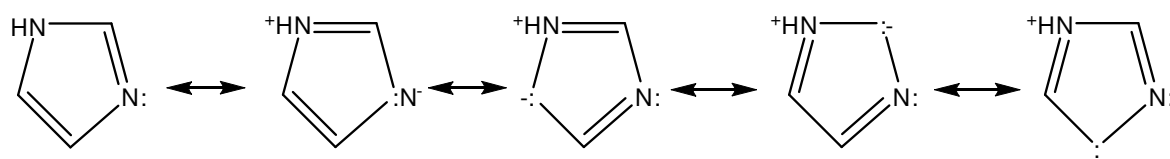
ترکیب ایمیدازول در سال ۱۸۵۸ برای اولین بار توسط هنریش دبس^۱ سنتز شد در حالی که مشتقات مختلف ایمیدازول در ۱۸۴۰ تهیه شده بودند. ایمیدازول یک هتروسیکل مسطح ۵ عضوی با انرژی رزونانس قابل توجه و کمی بیشتر از پیرول می باشد. ساده ترین عضو این خانواده ایمیدازول می باشد که در حالت جامد به رنگ زرد کم رنگ دیده می شود. ایمیدازول ها عموماً حلالیت ضعیفی در آب دارند اما در محلول های آلی مثل کلروفرم، پروپیلن گلیکول، روغن پلی اتوکسیلات به خوبی حل می شوند. وجود اتم نیتروژن در حلقه ها آثار مهمی بر خواص حلقه می گذارد. اتم های نیتروژن اضافی دارای جفت الکترون تنها در سطح حلقه ها می باشند. این الکترون ها در سیستم π دخالت نداشته و بدین ترتیب محل مناسبی را برای حمله پروتون ها و سایر الکترون دوست ها فراهم می کنند. علاوه بر این اتم های نیتروژن باعث کاهش سطوح انرژی اوربیتال های π می گردند. در نتیجه حمله الکترون دوستی بر روی اتم کربن در مقایسه با پیرول، فوران یا تیوفن مشکل تر می گردد. از سوی دیگر اتم های نیتروژن اضافی اثر القائی الکترون کشندگی دارند و باعث پایداری بیشتر حد واسطه های با بار منفی در واکنش می شوند.

اثر اتم های نیتروژن اضافی را می توان در خواص اسیدی و بازی این هتروسیکل ها نیز مشاهده کرد. جفت الکترون موجود بر روی اتم نیتروژن آن را برای پروتونه شدن مناسب می کند و به این دلیل اغلب آزول ها بازهای قویتری نسبت به پیرول هستند.

1. Henrich Debs

از سوی دیگر پایداری آنیون‌های آزولید خیلی بیشتر از آنیون‌های پیرولید بوده و بنابراین آزول‌های حاوی گروه‌های NH اسیدهای قوی‌تری نسبت به پیرول می‌باشند. ایمیدازول یک باز نسبتاً قوی است اما سایر آزول‌ها بازهای ضعیفی هستند. خواص بازی معمولاً با افزایش اتم‌های نیتروژن کاهش می‌یابد که به دلیل اثر الکترون کشندگی اتم‌های نیتروژن اضافی است.

تحرك آسان پروتون‌ها در ترکیبات آزولی فاقد استخلاف روی اتم نیتروژن نتیجه پیوندهای هیدروژنی گسترده در این ترکیبات در حالت مایع و جامد است. پیوند هیدروژنی در آزول‌های دارای استخلاف روی نیتروژن یا در اکسازول‌ها و تiazول‌ها ممکن نیست. نتیجه مهم دیگر تحرك پروتون این است که در دی آزول‌ها، تری آزول‌ها و تترا آزول‌های فاقد استخلاف روی اتم نیتروژن به دلیل انتقال بین مولکولی پروتون، اشکال متعدد توتومری وجود دارد. انتقالات پروتونی در این ترکیبات معمولاً بقدری سریع است که امکان جداسازی ساختمان‌های مجزا را نمی‌دهد ولی ممکن است یکی از اشکال توتومرها در محلول شکل غالب باشد. حلقه ایمیدازول دارای ساختارهای رزونانسی زیر می‌باشد.



شکل (۹-۱) - ساختارهای رزونانسی ایمیدازول

ایمیدازول در بسیاری از مولکول‌های مهم زیستی دیده شده است. در ساختمان اسید آمینه ضروری هیستیدین و محصول کربوکسیل‌زدایی آن -هیستامین- حضور دارد. ایمیدازول آزاد یک باز آلی نسبتاً قوی است و

می‌تواند به عنوان یک اسید ضعیف نیز فعالیت کند. در برخی از آنزیم‌ها که عملکرد آنها کاتالیز انتقال پروتون است، سیستم ایمیدازول می‌تواند هم به عنوان اسید و هم به عنوان باز عمل کند.

بسیاری از ترکیبات مهم صنعتی و فنی دارای مشتقات ایمیدازول می‌باشند. به عنوان مثال "پلی بنزومیدازول" دارای ایمیدازول متصل به حلقه بنزن بوده که در برابر حرارت مقاوم می‌باشد و در صنعت به عنوان عامل بازدارنده خوردگی برای فلزاتی مانند مس در سیستم‌های آبی بکار برده می‌شود. از این ماده در ترکیبات گوناگون مورد استفاده در عکاسی و الکترونیک نیز استفاده می‌شود.

حلقه ایمیدازول بخش مهمی را در بسیاری از داروها از جمله داروهای ضد فشار خون و داروهای ضد قارچی و قارچ‌کش به خود اختصاص داده است. ایمیدازول‌ها فعالیت ضد باکتری، ضد قارچی، ضد پرتوزایی و ضد انگلی دارند.

مشتقات فنیلی ایمیدازول‌ها دارای اثرات ضد قارچی گسترده‌ای بر مخمرها و قارچ‌های رشته‌ای بوده و در درمان بسیاری از بیماری‌های موضعی و سیستمیک ناشی از این عوامل به کار می‌روند. "تیابندازول" (شکل ۱-۱۰) یک ضد انگل بوده که یک ایمیدازول می‌باشد و خاصیت ضد قارچی نیز دارد. اولین بار در سال ۱۹۴۴ اثرات ضد قارچی بنزایمیدازول (شکل ۱-۱۱) گزارش گردید.

"کلروبنزیل ایمیدازول" اولین آزولی بود که گرم موضعی ۵ درصد آن وارد بازار شد و روی بسیاری از قارچ‌ها و باکتری‌های گرم مثبت مؤثر بود. اهمیت ایمیدازول‌های ضد قارچ با معرفی سه ترکیب کلوتریمازول (شکل ۱-۱۲)، میکونازول (شکل ۱-۱۳) و اکونازول (شکل ۱-۱۴) در سال ۱۹۶۹ مشخص گردید و با ارائه کتوکونازول (شکل ۱-۱۵) در سال ۱۹۸۱ پیشرفت قابل ملاحظه‌ای پیدا کرد.