

# شیمی ترکیب‌های ناجور حلقه

## در یک نگاه

جان ا. جول

کیت میلز

دکتر مریم اخباری

مهندس سید محمدجواد حسینی‌زاده





|                     |                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | جول، جان آرتور (Joule, J. A. John Arthur)                                                                 |
| عنوان و نام پدیدآور | شیمی ترکیب‌های ناجور حلقه در یک نگاه/جان ا. جول، کیت میلز؛ [ترجمه]، مریم اخباری، سید محمدجواد حسینی‌زاده. |
| مشخصات نشر          | تهران: دانش‌نگار، ۱۳۹۳.                                                                                   |
| مشخصات ظاهری        | ۱۷۶ ص.                                                                                                    |
| شابک                | ۹۷۸-۶۰۰-۳۰۸-۰۸۵-۰                                                                                         |
| وضعیت فهرست‌نویسی   | فیا.                                                                                                      |
| یادداشت             | عنوان اصلی: Heterocyclic chemistry at a glance, 2007                                                      |
| موضوع               | شیمی هتروسیکلیک                                                                                           |
| شناسه افزوده        | میلز، کیت                                                                                                 |
| شناسه افزوده        | Mills, K. Keith                                                                                           |
| شناسه افزوده        | اخباری، مریم، مترجم                                                                                       |
| شناسه افزوده        | حسینی‌زاده، سید محمدجواد، ۱۳۴۵-، مترجم                                                                    |
| رده‌بندی کنگره      | ۱۳۹۳ ۸۸۸ ش ۹ ج ۱ / QD۴۰۰                                                                                  |
| رده‌بندی دیویی      | ۵۲۷/۵۹                                                                                                    |
| کتاب‌شناسی ملی      | ۳۴۵۱۳۹                                                                                                    |

#### فرهیخته گرامی:

کپی کردن و یا تهیه فایل‌های pdf از تمام و یا قسمتی از کتاب تزییع آشکار حقوق ملادی و معنوی ناشر و مولف است و انگیزه تالیف، ترجمه و نشر کتاب‌های جدید را در کشور از بین می‌برد. خواهشمند است در زمان خرید کتاب از اصل بودن آن اطمینان حاصل نمایید.



### شیمی ترکیب‌های ناجور حلقه در یک نگاه

تألیف: دکتر مریم اخباری (عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان)، سید محمدجواد حسینی‌زاده

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۳۹۳

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

چاپ و صحافی: فرنگار رنگ

شابک: ۹۷۸ ۶۰۰-۳۰۸-۰۸۵-۰



9 786003 080850

قیمت: ۱۱۰۰۰ تومان

تهران، انقلاب، خیابان منیری‌جاوید (اردبیل‌هشت)، نبش وحید نظری، شماره ۱۴۲-تلفکس: ۶۶۴۰۰۲۲۰-۶۶۴۰۰۱۴۴

این اثر مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پختی یا عرضه کند تحت پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

## فهرست مطالب

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| فصل ۱- نام گذاری ترکیب های ناجور حلقه .....                             | ۱۷ |
| فصل ۲- ساختار ترکیب های ناجور حلقه آروماتیک .....                       | ۳۱ |
| ۱-۲- ساختار بنزن و واکنش پذیری عمومی آن .....                           | ۲۱ |
| ۲-۲- ساختار ناجور حلقه های آروماتیک شش عضوی .....                       | ۲۴ |
| ۱-۲-۲- پیریدین و پیریدینیوم ها .....                                    | ۲۴ |
| ۲-۲-۲- کوئینولین ها و ایزو کوئینولین ها .....                           | ۲۶ |
| ۳-۲-۲- دی آزین ها .....                                                 | ۲۶ |
| ۳-۲- ساختار ناجور حلقه های آروماتیک پنج عضوی .....                      | ۲۷ |
| ۱-۳-۲- پیرول ها، تیوفن ها و فوران ها .....                              | ۲۷ |
| ۲-۳-۲- ایندول ها .....                                                  | ۲۹ |
| ۳-۳-۲- آزول ها .....                                                    | ۲۹ |
| فصل ۳- انواع واکنش های متداول در شیمی ناجور حلقه ها .....               | ۳۱ |
| مقدمه .....                                                             | ۳۱ |
| ۱-۳- ویژگی اسیدی و بازی .....                                           | ۳۱ |
| ۲-۳- واکنش های جانشینی الکترون دوستی مهم .....                          | ۳۲ |
| ۱-۲-۳- واکنش فرمیل دار شدن و یلزامیر .....                              | ۳۲ |
| ۲-۲-۳- واکنش مانیخ- دی آلکیل آمینومیل دار کردن .....                    | ۳۲ |
| ۳-۳- جانشینی هسته دوستی مولکول های آروماتیک .....                       | ۳۳ |
| ۴-۳- ناجور حلقه های C-فلز دار شده .....                                 | ۳۴ |
| ۱-۴-۳- به عنوان هسته دوست .....                                         | ۳۴ |
| ۲-۴-۳- تهیه ی ترکیب های هترو آریل لیتیم .....                           | ۳۵ |
| ۳-۴-۳- تهیه ی واکنشگر های هترو آریل گرینارد .....                       | ۳۶ |
| ۵-۳- تشکیل و آب کافت ایمن / ناایمن .....                                | ۳۶ |
| ۶-۳- هم ارزهای سنتزی معمول ترکیب های کربونیل در سنتز ناجور حلقه .....   | ۳۷ |
| ۷-۳- واکنش های حلقه زایی .....                                          | ۳۸ |
| فصل ۴- پیریدین ها .....                                                 | ۴۱ |
| ۱-۴- پیریدین ها و الکترون دوست ها- افزایش به N و جانشینی بر روی C ..... | ۴۱ |
| ۱-۱-۴- افزایش الکترون دوستی بر روی نیتروژن .....                        | ۴۱ |
| ۲-۱-۴- جانشینی الکترون دوستی بر روی کربن .....                          | ۴۲ |

- ۴۳-۳-۱-۴- جانشینی الکترون‌دوستی بر روی پیریدین‌های فعال‌شده ..... ۴۳
- ۴۴-۲-۴- پیریدین‌ها و هسته‌دوست‌ها ..... ۴۴
- ۴۴-۱-۲-۴- جایگزینی هیدروژن ..... ۴۴
- ۴۵-۲-۲-۴- جایگزینی گروه‌های ترک‌کننده ..... ۴۵
- ۴۶-۳-۲-۴- افزایش به نمک‌های پیریدینیوم ..... ۴۶
- ۴۷-۳-۴- اکسایش و کاهش پیریدین‌ها ..... ۴۷
- ۴۸-۴-۴- پیریدین‌های اکسیژن‌دار ..... ۴۸
- ۴۸-۵-۴- پیریدین N-اکسیدها ..... ۴۸
- ۵۰-۶-۴- پیریدین‌های دارای استخلاف آمین ..... ۵۰
- ۵۱-۷-۴- آلکیل پیریدین‌ها و پیریدین کربوکسیلیک اسیدها ..... ۵۱
- ۵۱-۸-۴- پیریدین‌ها در واکنش‌های الکتروسایکلیک ..... ۵۱
- ۵۲-۹-۴- پیریدین‌های C-فلزدارشده از طریق پروتون‌زدایی مستقیم یا تبادل هالوژن/فلز ..... ۵۲
- ۵۳-۱۰-۴- سنتز حلقه پیریدین ..... ۵۳
- ۵۳-۱۰-۴- گسست‌ها ..... ۵۳
- ۵۳-۲-۱۰-۴- سنتز پیریدین‌ها از ترکیب‌های او۵-دی کربونیل (پیوندهای او۲- و او۶- ساخته می‌شوند). ... ۵۳
- ۵۴-۳-۱۰-۴- سنتز پیریدین‌ها از یک آلدهید، دو اکی‌والان از یک ترکیب او۳-دی کربونیل و آمونیاک (پیوندهای او۲- و او۳- و او۴- و او۶- ساخته می‌شوند) ..... ۵۵
- ۵۴-۴-۱۰-۴- سنتز پیریدین‌ها از ترکیب‌های او۳-دی کربونیل و واحد  $C_2N$  (پیوندهای او۳- و او۴- ساخته می‌شوند) ..... ۵۶
- ۵۴-۵-۱۰-۴- سنتز پیریدین‌ها از طریق واکنش‌های حلقه‌زایی ..... ۵۷

## فصل ۵- کوئینولین‌ها و ایزو کوئینولین‌ها ..... ۵۹

- ۵۹-۱- کوئینولین‌ها/ایزو کوئینولین‌ها: افزایش الکترون‌دوستی به نیتروژن و جانشینی بر روی کربن ..... ۵۹
- ۵۹-۱-۱- افزایش الکترون‌دوستی به نیتروژن ..... ۵۹
- ۶۰-۲-۱-۵- جانشینی الکترون‌دوستی بر روی کربن ..... ۶۰
- ۶۱-۲-۵- کوئینولین‌ها / ایزو کوئینولین‌ها و هسته‌دوست‌ها ..... ۶۱
- ۶۱-۱-۲-۵- جانشینی به جای هیدروژن حلقه ..... ۶۱
- ۶۲-۲-۲-۵- جایگزینی گروه‌های ترک‌کننده ..... ۶۲
- ۶۳-۳-۲-۵- افزایش به نمک‌های کوئینولیوم و ایزو کوئینولیوم ..... ۶۳
- ۶۴-۳- کوئینولین‌ها و ایزو کوئینولین‌ها با استخلاف‌های اکسیژن ..... ۶۴
- ۶۵-۴-۵- کوئینولین / ایزو کوئینولین N-اکسیدها ..... ۶۵
- ۶۵-۵-۵- کوئینولین/ایزو کوئینولین‌های C-فلزدارشده توسط پروتون‌زدایی مستقیم و یا تبادل هالوژن/فلز ..... ۶۵
- ۶۶-۶-۵- اکسایش و کاهش کوئینولین/ایزو کوئینولین‌ها ..... ۶۶
- ۶۶-۷-۵- سنتز حلقه ..... ۶۶

|    |                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۶۶ | ۱-۷-۵ گسسته ها                                                                                              |
| ۶۷ | ۲-۷-۵ سنتر کوئینولین ها از آتیلین ها (پیوندهای ۲و۱ و ۴و۴ ساخته می شوند)                                     |
| ۶۷ | ۳-۷-۵ سنتر کوئینولین ها از اورتو-آمینو آریل کتون ها یا آلدهیدها (پیوندهای ۲و۱ و ۴و۳ ساخته می شوند)          |
| ۶۸ | ۴-۷-۵ سنتر ایزو کوئینولین ها از ۲-آریل اتان آمین ها (پیوندهای ۲و۱ و ۸و۱ تشکیل می شود)                       |
| ۶۸ | ۵-۷-۵ سنتر ایزو کوئینولین ها از آریل آلدهیدها و یک آمینو استالدهید استال (پیوندهای ۲و۱ و ۴و۴ تشکیل می شوند) |

## فصل ۶- دی آزرین ها ۷۱

|    |                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| ۷۱ | مقدمه                                                                                  |
| ۷۱ | ۱-۶ دی آزرین ها و الکترون دوست ها-افزایش به N و جانشینی بر روی C                       |
| ۷۱ | ۱-۱-۶ افزایش الکترون دوستی بر روی نیتروژن                                              |
| ۷۲ | ۲-۱-۶ جانشینی الکترون دوستی بر روی کربن                                                |
| ۷۳ | ۲-۶ دی آزرین ها و هسته دوست ها                                                         |
| ۷۳ | ۱-۲-۶ جانشینی هیدروژن                                                                  |
| ۷۴ | ۲-۲-۶ جایگزینی گروه ترک کننده                                                          |
| ۷۵ | ۳-۶ دی آزرین ها با گروه های استخلافی آمین                                              |
| ۷۶ | ۴-۶ دی آزرین ها، با استخلاف اکسیژن                                                     |
| ۷۶ | ۱-۴-۶ N-پروتون زدایی و N-آلکیل دار کردن                                                |
| ۷۷ | ۲-۴-۶ جایگزینی اکسیژن                                                                  |
| ۷۷ | ۳-۴-۶ واکنش های الکترو سایکلک                                                          |
| ۷۷ | ۵-۶ دی آزرین های C-فلز دار شده، به وسیله پروتون زدایی مستقیم یا توسط تبادل هالوژن /فلز |
| ۷۹ | ۶-۶ سنتر حلقه دی آزرین                                                                 |
| ۷۹ | ۱-۶-۶ گسسته ها                                                                         |
| ۷۹ | ۲-۶-۶ سنتر پیریدازین ها از ترکیب های ۴و۱-دی کربونیل (پیوندهای ۳و۲ و ۶و۱ ساخته می شوند) |
| ۷۹ | ۳-۶-۶ سنتر پیریمیدین ها از ترکیب های ۳و۱-دی کربونیل (پیوندهای ۴و۳ و ۶و۱ ساخته می شوند) |
| ۸۰ | ۴-۶-۶ سنتر پیرازین ها از ترکیب های ۲و۱-دی کربونیل (پیوندهای ۵و۴ و ۶و۱ ساخته می شوند)   |

## فصل ۷- پیریلیوم ها و بنزو پیریلیوم ها ۸۱

|    |                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| ۸۱ | ۱-۷ نمک های پیریلیوم                                                           |
| ۸۲ | ۲-۷ پیریلیوم ها و نوکلئوفیل ها                                                 |
| ۸۲ | ۳-۷ واکنش های باز شدن حلقه II-۲ پیران ها                                       |
| ۸۴ | ۴-۷ پیریلیوم و بنزو پیریلیوم ها با استخلاف های اکسیژن-پیرون ها و بنزو پیرون ها |
| ۸۶ | ۵-۷ سنتر پیریلیوم و بنزو پیریلیوم ها                                           |

- ۵-۷-۱- سنتز پیرلیوم از ۵-دی‌کتون‌ها (پیوند ۱و۲- ساخته می‌شود) ..... ۸۶
- ۵-۷-۲- سنتز ۱- بنزو پیرلیوم‌ها، کومارین‌ها و کرومون‌ها ..... ۸۷

## فصل ۸- پیرول‌ها ..... ۸۹

- ۸-۱- پیرول‌ها و الکترو فیل‌ها (جانشینی بر روی کربن) ..... ۸۹
- ۸-۱-۱- اکسایش پیرول‌ها (به پلی‌پیرول‌ها) ..... ۹۱
- ۸-۲- پیرول‌های N- فلزدار شده از طریق پروتون‌زدایی ..... ۹۲
- ۸-۳- پیرولیل‌های C- فلزدار شده از طریق پروتون‌زدایی مستقیم یا تبادل هالوژن-فلز ..... ۹۳
- ۸-۴- فعالیت استخلاف‌های زنجر جانی ..... ۹۴
- ۸-۵- پیرول‌ها در واکنش‌های الکتروسایکلیک ..... ۹۴
- ۸-۶- سنتز حلقه پیرول ..... ۹۵
- ۸-۶-۱- گسست‌ها ..... ۹۵
- ۸-۶-۲- سنتز پیرول‌ها از ترکیب‌های ۴-دی‌کربونیل (پیوندهای ۱و۲- و ۵- ساخته می‌شوند) ..... ۹۶
- ۸-۶-۳- سنتز پیرول‌ها از α-آمینوکتون‌ها (پیوندهای ۱و۲- و ۳و۴- شکل می‌گیرند) ..... ۹۶
- ۸-۶-۴- سنتز پیرول‌ها توسط ایزوسیانیدها (پیوندهای ۲و۳- و ۴و۵- شکل می‌گیرند) ..... ۹۸

## فصل ۹- ایندول‌ها ..... ۹۹

- ۹-۱- ایندول‌ها و الکترو فیل‌ها- جانشینی بر روی کربن ..... ۹۹
- ۹-۲- ایندول‌های N- فلزدار شده توسط پروتون‌زدایی ..... ۱۰۱
- ۹-۳- ایندول‌های C- فلزدار شده توسط پروتون‌زدایی مستقیم ..... ۱۰۲
- ۹-۴- واکنش‌پذیری استخلاف‌های زنجر جانی ..... ۱۰۳
- ۹-۵- کاهش ایندول‌ها ..... ۱۰۳
- ۹-۶- ایندول‌ها با استخلاف اکسیژن ..... ۱۰۳
- ۹-۷- سنتز حلقه ایندول ..... ۱۰۴
- ۹-۷-۱- گسست‌ها ..... ۱۰۴
- ۹-۷-۲- سنتز ایندول‌ها از فیل هیدرازون‌ها- سنتز فیشر ایندول (پیوندهای ۱و۲- و ۳و۴- شکل می‌گیرند) ..... ۱۰۴
- ۹-۷-۳- سنتز ایندول‌ها از اورتو-نیترو تولوئن‌ها (پیوندهای ۱و۲- و ۳و۴- شکل می‌گیرند) ..... ۱۰۵
- ۹-۷-۴- سنتز ایندول‌ها از اورتو-نیترو آریل‌هالیدها یا اورتو-آمینو آریل‌هالید (پیوندهای ۳و۴ و سپس ۱و۲، شکل می‌گیرند) ..... ۱۰۶

## فصل ۱۰- فوران‌ها و تیوفن‌ها ..... ۱۰۷

- ۱۰-۱- فوران‌ها و تیوفن‌ها و الکترون‌دوست‌ها- استخلاف بر روی C ..... ۱۰۷
- ۱۰-۲- تیوفن‌ها و فوران‌های C- فلزدار شده به وسیله پروتون‌دار شدن مستقیم یا تبادل هالوژن/ فلز ..... ۱۰۹
- ۱۰-۳- فوران‌ها (و تیوفن‌ها) در واکنش‌های الکتروسایکلیک ..... ۱۱۰

|     |                                                                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۱۱ | ۴-۱۰- اکسایش و کاهش فوران‌ها و تیوفن‌ها                                                             |
| ۱۱۱ | ۱-۴-۱۰- کاهش شدید تیوفن‌ها                                                                          |
| ۱۱۲ | ۱۰-۴-۲- اکسایش کنترل شده فوران‌ها                                                                   |
| ۱۱۲ | ۱۰-۵- فوران‌ها و تیوفن‌های دارای استخلاف اکسیژن                                                     |
| ۱۱۳ | ۱۰-۶- سنتز حلقه فوران و تیوفن                                                                       |
| ۱۱۳ | ۱۰-۶-۱- گسست‌ها                                                                                     |
| ۱۱۳ | ۱۰-۶-۲- سنتز فوران‌ها و تیوفن‌های از ترکیب‌های او۴- دی‌کربونیل (پیوندهای او۲- و او۵- تشکیل می‌شوند) |
| ۱۱۳ |                                                                                                     |

## فصل ۱۱- او۳-آزول‌ها و او۲-آزول‌ها ۱۱۵

|     |                                                                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۱۵ | مقدمه                                                                                               |
| ۱۱۵ | ۱۱-۱- آزول‌ها و الکترون دوست‌ها - افزایش روی N و جانشینی در C                                       |
| ۱۱۵ | ۱۱-۱-۱- واکنش بر روی بیروژن                                                                         |
| ۱۱۷ | ۱۱-۱-۲- واکنش‌ها بر روی کربن                                                                        |
| ۱۱۹ | ۱۱-۱-۳- جانشینی الکترون دوستی بر روی آزول‌های فعال شده                                              |
| ۱۱۹ | ۱۱-۲- آزول‌ها در جانشینی هسته دوستی هالوژن                                                          |
| ۱۲۰ | ۱۱-۳- آزول‌های N-فلزدار شده از طریق پروتون زدایی                                                    |
| ۱۲۰ | ۱۱-۴- آزول‌های C-فلزدار شده                                                                         |
| ۱۲۰ | ۱۱-۴-۱- تiazول‌ها، ایزوتiazول‌ها، ایمیدازول‌ها و بیرازول‌های N-استخلاف دار                          |
| ۱۲۰ | ۱۱-۴-۱-۱- از طریق پروتون زدایی مستقیم                                                               |
| ۱۲۲ | ۱۱-۴-۱-۲- از طریق تبادل هالوژن/فلز                                                                  |
| ۱۲۲ | ۱۱-۴-۲- پروتون زدایی از کربن در اکسازول‌ها و ایزو اکسازول‌ها                                        |
| ۱۲۳ | ۱۱-۵- ایلیدهای آزولیوم                                                                              |
| ۱۲۳ | ۱۱-۶- آزول‌ها در واکنش‌های الکتروسایکلیک                                                            |
| ۱۲۴ | ۱۱-۷- برخی کاهش‌های مهم آزول‌ها                                                                     |
| ۱۲۴ | ۱۱-۸- آزول‌ها با استخلاف‌های اکسیژن و آمین                                                          |
| ۱۲۷ | ۱۱-۹- سنتز حلقه‌ی او۳-آزول‌ها                                                                       |
| ۱۲۷ | ۱۱-۹-۱- گسست‌ها                                                                                     |
| ۱۲۷ | ۱۱-۹-۲- سنتز تiazول‌ها و ایمیدازول‌ها از $\alpha$ -هالوکتون‌ها (پیوندهای او۵- و او۴- ساخته می‌شوند) |
| ۱۲۸ | ۱۱-۹-۳- سنتز او۳-آزول‌ها از ترکیبات او۴- دی‌کربونیل (پیوندهای او۲- و او۵- ساخته می‌شوند)            |
| ۱۲۹ | ۱۱-۹-۴- سنتز او۳-آزول‌ها با استفاده از تسلیل متیل ایزوسیانید                                        |
| ۱۳۰ | ۱۱-۱۰- سنتز حلقه‌ی او۲-آزول                                                                         |
| ۱۳۰ | ۱۱-۱۰-۱- گسست‌ها                                                                                    |

- ۱۱-۱۰-۲- سنتز پیرازول‌ها و ایزوکسازول‌ها از ترکیبات ۳ا-دی‌کربونیل (پیوندهای ۵ا- و ۳ا- ساخته می‌شوند) ..... ۱۳۰
- ۱۱-۱۰-۳- سنتز ایزوکسازول‌ها و پیرازول‌ها از آلکین‌ها ..... ۱۳۱
- ۱۱-۱۰-۴- سنتز ایزوتیازول از ترکیبات کربونیلی  $\beta$ -آمینو  $\alpha$  و  $\beta$  غیراشباع (پیوند ۲ا ساخته می‌شود) ..... ۱۳۲

## فصل ۱۲- پیورین‌ها ..... ۱۳۳

- مقدمه ..... ۱۳۳
- ۱۲-۱- پیورین‌ها و الکترون‌دوست‌ها- افزایش به N و جانشینی بر روی C ..... ۱۳۶
- ۱۲-۱-۱- افزایش الکترون‌دوستی به نیتروژن ..... ۱۳۶
- ۱۲-۱-۲- جانشینی الکترون‌دوستی بر روی کربن ..... ۱۳۸
- ۱۲-۲- پیورین‌ها و هسته‌دوست‌ها ..... ۱۳۸
- ۱۲-۳- پیورین‌های C-فلزدار شده توسط پروتون‌زدایی مستقیم یا تبادل هالوژن/فلز ..... ۱۴۰
- ۱۲-۴- پیورین‌ها با استخلاف‌های اکسیژن و آمین ..... ۱۴۰
- ۱۲-۴-۱- آلکیل‌دار شدن ..... ۱۴۱
- ۱۲-۴-۲- تبدیل اکسیژن به گروه‌های ترک‌کننده ..... ۱۴۱
- ۱۲-۴-۳- جایگزینی سولفور ..... ۱۴۱
- ۱۲-۵- پیورین‌ها با استخلاف آمین ..... ۱۴۲
- ۱۲-۵-۱- آلکیل‌دار شدن ..... ۱۴۲
- ۱۲-۵-۲- تبدیل به نمک‌های دی‌ازونیوم ..... ۱۴۲
- ۱۲-۶- سنتز حلقه‌های پیورین ..... ۱۴۳
- ۱۲-۶-۱- گسست‌ها ..... ۱۴۳
- ۱۲-۶-۲- سنتز پیورین‌ها از ۴ا-دی‌آمینوپیریمیدین‌ها (پیوندهای ۸ا، ۷ا و ۹ا ساخته می‌شوند) ..... ۱۴۴
- ۱۲-۶-۳- سنتز پیورین‌ها از ۵-آمینوایمیدازول-۴-کربوکسامید (پیوندهای ۲ا، ۱ا و ۳ا تشکیل می‌شوند) ..... ۱۴۴
- ۱۲-۶-۴- سنتز تک‌مرحله‌ای ..... ۱۴۵

## فصل ۱۳- ناجور حلقه‌ها با نیتروژن جوش خورده (نیتروژن سربل) ..... ۱۴۷

- مقدمه ..... ۱۴۷
- ۱۳-۱- ایندولیزین‌ها ..... ۱۴۸
- ۱۳-۱-۱- واکنش با الکترون‌دوست‌ها ..... ۱۴۸
- ۱۳-۲-۱- واکنش‌های دیگر ..... ۱۴۹
- ۱۳-۲- آزاد ایندولیزین‌ها و هتروپیرولیزین‌ها ..... ۱۵۰
- ۱۳-۲-۱- آزاد ایندولیزین‌ها ..... ۱۵۰
- ۱۳-۲-۲- هتروپیرولیزین‌ها ..... ۱۵۱
- ۱۳-۳- سنتز ایندولیزین‌ها و آزاد ایندولیزین‌ها ..... ۱۵۲

۱۳-۴- کوئینولیزینیوم‌ها و کوئینولیزینون‌ها ..... ۱۵۳

## فصل ۱۴- ناجور حلقه‌های غیر آروماتیک ..... ۱۵۵

مقدمه ..... ۱۵۵

۱۴-۱- حلقه‌های سه عضوی ..... ۱۵۵

۱۴-۲- حلقه‌های چهار عضوی ..... ۱۵۸

۱۴-۳- حلقه‌های پنج و شش عضوی ..... ۱۵۹

۱۴-۴- سنتز حلقه ..... ۱۶۰

۱۴-۴-۱- از مواد اولیه غیر حلقوی دو عاملی ..... ۱۶۰

۱۴-۴-۲- ناجور حلقه‌های سه عضوی از آلکن‌ها ..... ۱۶۱

۱۴-۴-۳- تبادل هترواتم‌ها ..... ۱۶۲

۱۴-۴-۴- واکنش‌های حلقه‌زایی ..... ۱۶۳

۱۴-۴-۵- تغییر آرایش گرابز ..... ۱۶۴

نمایه ..... ۱۶۵

فهرست علائم و اختصارات ..... ۱۷۵

## پیش‌گفتار مترجمین

شیمی ترکیب‌های ناجور حلقه، یکی از شاخه‌های مهم علم شیمی آلی است که می‌توان آن را یکی از پرکاربردترین شاخه‌های این رشته دانست و آشنایی و تسلط بر این شاخه و خواص ناجور حلقه‌ها، برای متخصصین شیمی آلی و برخی رشته‌های مرتبط لازم است. ناجور حلقه‌ها کاربردهای وسیعی در تهیه داروها، فرآورده‌های دایمی و بازدارنده‌های خوردگی دارند. این ترکیبات در طبیعت نیز فراوان یافت شده و اهمیت بسیار زیادی در سامانه‌های زنده دارند.

در حال حاضر، درس شیمی ناجور حلقه به‌عنوان یکی از دروس اصلی و پایه در دوره کارشناسی ارشد شیمی آلی و سایر رشته‌های مرتبط مانند دوره دکترای حرفه‌ای داروسازی، کارشناسی ارشد فیتوشیمی، شیمی دارویی، شیمی ترکیبات طبیعی و شیمی و فن‌آوری اسانس تدریس می‌شود؛ از نظر مترجمین و نویسندگان، کتاب حاضر بهترین منبع در دسترس برای این درس می‌باشد که در برگزیده کلیه مباحث و سرفصل‌های تعیین شده به‌صورت کلی و پایه‌ای و بدون پرداختن به جزئیات غیر ضروری است. مباحث این کتاب، خلاصه کتاب «*Heterocyclic chemistry*» نوشته ژول و میلز می‌باشد که یکی از منابع اصلی معرفی شده از طرف وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری است و به نظر شخص نویسنده (امیل ژول)، این خلاصه‌سازی به‌منظور اجتناب از ارائه اطلاعات غیر ضروری و غیرپایه‌ای به دانشجویانی است که در ابتدای راه ورود به این شاخه از شیمی آلی می‌باشند.

این کتاب از نظر حجم و محتوا به گونه‌ای تهیه شده است که تدریس تمامی فصول آن به‌طور کامل در قالب سه واحد درسی و هم‌چنین مطالعه همه متن کتاب در طول یک نیم‌سال برای دانشجویان کاملاً امکان‌پذیر و قابل انتظار است. بدین منظور از ترجمه فصولی از کتاب که مطابق سرفصل نبوده و یا معمولاً به‌دلیل اهمیت کمتر (از نظر مفاهیم) توسط اساتید تدریس نمی‌شود (فصل ۱۳ و نیز فصول ۱۶ تا ۱۸ نسخه اصلی)، خودداری شده است و از آن‌جا که مباحث به اندازه کافی خلاصه شده، متن کامل کتاب می‌تواند به‌عنوان یک جزوه درسی توسط استاد و دانشجو مورد استفاده قرار گیرد. مسلماً ترجمه حاضر خالی از عیب نبوده و مترجمین از پیشنهادها و راهنمایی‌های صاحب‌نظران، همکاران و دانشجویان استقبال می‌نمایند.

در پایان لازم می‌دانیم از خانم مهندس اسما مازوجی و آقای مهندس ابراهیم عامل محرابی جهت همکاری صمیمانه و ارائه نقطه نظرات ارزشمندشان سپاس‌گزاری کنیم. همچنین از حمایت‌های مالی دانشگاه کاشان و همکاری مدیریت و کارمندان محترم موسسه انتشارات دانش‌نگار در چاپ این اثر قدردانی می‌نماییم.

مریم اخباری

سید محمدجواد حسینی‌زاده