

واکنش‌های کلیک در سنتز آلی

www.ketab.ir

سرینواسان چاندراسکاران

برگردان فارسی: حسین نصر اصفهانی

سرشناسه	چاندراسکاران، سرینیواسان، Chandrasekaran, Srinivasan
عنوان و نام پدیدآور	واکنش‌های کلیک در سنتز آلی / نویسنده سرینیواسان چاندراسکاران؛ برگردان فارسی حسین نصرافهانی؛ [ویراستاران علمی حافظه صالح آبادی و ابوالقاسم آقاپور].
مشخصات نشر	شاهرود : دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۴۵۶ ص.
شابک	978-964-7637-82-4
وضعیت فهرست‌نویسی	فیفا
یادداشت	Click Reactions in Organic Synthesis : عنوان اصلی
موضوع	ترکیب‌های آلی - سنتز
موضوع	Organic compounds-Synthesis
موضوع	شیمی آلی
موضوع	Chemistry, Organic
شناسه افزوده	نصرافهانی، حسین، ۱۳۴۷ - مترجم
شناسه افزوده	Nasr-Isfahani, Hossein
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی شاهرود
شناسه افزوده	Shahrood University
رده‌بندی کنگره	Q۱۲۶۲ ج۲۰۲ ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی	۵۴۷/۲
شماره کتاب‌شناسی ملی	۵۵۵۷۵۱۱

Click Reactions in Organic Synthesis
Srinivasan Chandrasekaran
Wiley-VCH, 2016

این کتاب ترجمه‌ای است از

نام کتاب: واکنش‌های کلیک در سنتز آلی
ناشر: دانشگاه صنعتی شاهرود
نویسنده: سرینیواسان چاندراسکاران
مترجم: دکتر حسین نصرافهانی
ویراستاران علمی: دکتر حافظه صالح آبادی و دکتر سید ابوالقاسم آقاپور
ویراستار ادبی: صدیقه غلامیان
طرح جلد: ناهید مصلحی
چاپ و صحافی: چاپ و نشر هم‌میهن
شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
قیمت: ۶۰۰۰۰ تومان
نوبت چاپ: اول، بهار ۱۳۹۸
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۶۳۷-۸۲-۴

نشانی: شاهرود، میدان هفت تیر، بلوار دانشگاه، معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود، مرکز چاپ و نشر

تلفن: ۰۳۱-۳۲۲۰۰۳۳۱ فروش برخط کتاب: Shahroodut.ac.ir/tir/book

تمامی حقوق چاپ و نشر این اثر در انحصار دانشگاه صنعتی شاهرود است و هرگونه استفاده از این اثر به‌طور مستقیم و یا غیر مستقیم بدون کسب مجوز ممنوع است.

شیمیدان‌های آلی معمولاً با "واکنش‌های دارای نام" آشنا هستند و بسیاری از این‌ها تأثیر عمیقی روی روشی که ما شیمی آلی را تجربه کرده‌ایم داشته‌اند. به هر حال، تعداد محدودی واکنش بدون نام هستند که دوره‌ی تاریخ (علم) را تغییر داده و از نظر تأثیر روی طیف وسیعی از رشته‌های علمی بی‌نظیر هستند. "متاثر اولفین" یکی از این گونه واکنش‌ها است که منجر به جایزه‌ی نوبل برای شگامانی شده است که در توسعه‌ی این واکنش مشارکت داشته‌اند. در یک روش مشابه، ما مجموعه‌ای از واکنش‌های بدون نام مناسب را داریم که جامعه‌ی علمی را در کمتر از پانزده سال چند طرانی فرا گرفته است؛ این مجموعه، "شیمی کلیک" است.

شیمی کلیک، یک مفهوم شیمیایی است که توسط باری شارپلس، مؤسسه‌ی پژوهشی اسکرپس، ایالات متحده‌ی آمریکا در سال ۲۰۰۱ بیان شده است و اهمیت استفاده از مجموعه‌ای از واکنش‌های گزینشی قدرت مند، بسیار قابل اعتماد تحت شرایط واکنش ساده را برای اتصال سریع واحدهای مولکولی کوچک به همدیگر به منظور سنتز سریع ترکیبات جدید از طریق اتصال‌های هترواتم و خلق تنوع مولکولی برجسته می‌کند. چند نوع از واکنش‌ها شناسایی شده‌اند که تمام معیارها را برآورده می‌کنند؛ واکنش‌هایی از لحاظ ترمودینامیکی مطلوب که به طور ویژه منجر به یک محصول می‌شوند؛ واکنش‌های هسته دوستی باز شدن حلقه‌ی اپوکسیدها و آزیریدین‌ها، واکنش‌های غیر آلدولی کربوئیلی، افزایش به پیوندهای چندگانه‌ی کربن-کربن، افزایش‌های مایکل، و واکنش‌های حلقه‌افزایی. گروه‌ترین واکنش‌های کلیک، واکنش آزیدها و آلکین‌های کاتالیز شده با مس که واکنش CuAAC نیز نامیده می‌شود و واکنش تیول-این هستند.

بعد از ظهور شیمی کلیک، سنتز مولکول‌هایی با خواص چندگانه‌ی برجسته، بسیار رایج شده و از طریق اتصال دو یا چند مولکول آسان شده است که دارای خواص انفرادی قابل توجهی هستند. طی پانزده سال گذشته، پیشرفت‌ها در زمینه‌ی شیمی کلیک، خارق‌العاده بوده و مرزهای این واکنش‌ها در زمینه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

چه کسی می‌توانست تصور کند که این مجموعه‌ی ساده از واکنش‌ها که "واکنش‌های کلیک" نامیده می‌شوند، در مدت زمان کوتاهی منجر به انقلابی در رویکرد به علم از طریق رشته‌های مختلف از جمله کشف دارو، سنتز پلیمر، علم مواد، زیست‌شناسی شیمیایی، شیمی درشت-مولکولی و شیمی مواد آرایشی شود؟ در سال ۲۰۱۱ دهمین سالگرد کشف مفهوم واکنش‌های کلیک با هیاهوی زیادی در جوامع علمی گرمی داشته شد.

تعدادی از مقالات مروری که در مجلات علمی پیشرو ظاهر شده‌اند، تاثیر این مجموعه‌ی ساده اما ظریف از واکنش‌ها در طراحی و سنتز معماری‌های مولکولی جدید را پوشش می‌دهد. در حالی که یک جفت کتاب در باره شیمی کلیک و کاربرد آن در زیست-شناسی و علم مواد به چاپ رسیده است، تا کنون کتابی منتشر نشده است که "مفهوم کلیک" و شکل‌های مختلف آن در دنیای آلای را برجسته کند. خوشبختانه این کتاب این نیاز را برآورده کرده و همچنین به عنوان یک منبعی آماده برای دستیابی به تمامی اطلاعات در پیگیری دیدگاه‌های جدیدتر در پژوهش‌های علمی به کار خواهد رفت.

این کتاب واکنش‌های کلیک در سنتز آلای ده موضوع مختلف را پوشش می‌دهد که هدف واکنش‌های کلیک در جنبه‌های مختلف سنتز آلای را تشریح می‌نماید. افراد خبره‌ی پیشرو که در این حوزه فعال هستند، در این پروژه مشارکت کرده‌اند. در فصل مقدمه، Ramapanicker و Chauhan دیدگاه‌های مکانیکی و سنتزی واکنش‌های کلیک را تهیه کرده‌اند. Gopalan و Balasubramanian کاربردهای واکنش‌های کلیک در سنتز داروها و کشف/توسعه‌ی داروها را در فصل ۲ مورد بحث قرار داده‌اند. در فصل ۳، Gil و همکارانش دیدگاه‌های سنتز شیمیایی سبز را ارائه کرده‌اند. در فصل ۴، Ramachary و Anebuselvy توجه خود را روی واکنش‌های کلیک بدون فلز در سنتز آلای متمم کرده‌اند. Rutjes و Hoogstede جریثات استفاده از شیمی کلیک در سنتز پپتید را در فصل ۵ بهیه کرده‌اند. در فصل ۶، موضوع کاربرد شیمی کلیک در سنتز مشتقات کریبوهیدرات به‌وسیله‌ی Tiwari و همکارانش بحث شده است. سنتز و بهبود پلیمرها با استفاده از واکنش‌های کلیک CuAAC توسط Ramakrishnan و Mandal در فصل ۷ بیان شده است. شیمی مربوط به واکنش‌های (کلیک) تیول-ان در سنتز و بهبود پلیمر توسط Chen و همکارانش در فصل ۸ ارائه شده است. Pasini اهمیت شیمی کلیک در سنتز درشت‌حلقه‌ها را در فصل ۹ برجسته کرده است. در فصل پایانی، Schinazi و همکارانش اهمیت شیمی کلیک در سنتز و بهبود DNA را مورد

بحث قرار داده‌اند. من به خاطر مشارکت عالی که نویسندگان داشته‌اند، احساس افتخار می‌کنم و سپاس ویژه‌ی خودم را به همگی این دانشمندان تقدیم می‌کنم. همچنین از ویراستاران و کارکنان Wiley-VCH به خاطر همکاری کامل ایشان سپاسگزاری می‌نمایم. سرانجام، می‌خواهم سپاس صمیمانه‌ی خود را به مناسبت پانزدهمین سالگرد "شیمی کلیک" به پیشگام این حوزه‌ی کاری، پروفسور باری شارپلس، به ثبت برسانم.

Bangalore
April 2, 2016

Srinivasan Chandrasekaran

فهرست

فصل ۱ شیمی کلیک: چشم اندازهای مکانیسمی و سنتزی.....	۱
۱.۱ واکنش‌های کلیک حلقه‌افزایی.....	۲
۱.۱.۱ حلقه‌افزایی ۳،۱-دوقطبی آزید-آلکین هویزگن.....	۲
۲.۱.۱ واکنش کلیک حلقه‌افزایی آزید-آلکین کاتالیز شده با مس (CuAAC).....	۳
۱.۲.۱.۱ مکانیسم واکنش‌های کلیک CuAAC.....	۵
۲.۲.۱ کاتالیزگرهای مورد استفاده برای واکنش‌های کلیک CuAAC.....	۷
۳.۲.۱ لیگاندهای مورد استفاده برای واکنش‌های کلیک CuAAC.....	۹
۳.۱.۱ واکنش‌های کلیک حلقه‌افزایی آزید-آلکین کاتالیز شده با روتنیوم (RuAAC).....	۹
۳.۱.۱ مکانیسم واکنش‌های کلیک RuAAC.....	۱۱
۴.۱.۱ واکنش‌های حلقه‌افزایی آزید-آلکین پیش‌برده شده به وسیله‌ی کس (SPAAC).....	۱۲
۵.۱.۱ تشکیل تری‌آزول از طریق الگ و کاتالیز.....	۱۴
۲.۱ واکنش‌های کلیک بر پایه‌ی تیول.....	۱۵
۱.۲.۱ واکنش‌های کلیک رادیکالی تیول.....	۱۷
۱.۱.۲.۱ واکنش کلیک رادیکالی تیول-ان.....	۱۷
۲.۱.۲.۱ واکنش کلیک رادیکالی تیول-آین.....	۲۰
۲.۲.۱ واکنش‌های کلیک افزایش هسته دوستی تیول‌ها.....	۲۳
۱.۲.۲.۱ واکنش‌های کلیک تیول-ایوکساید.....	۲۳
۲.۲.۲.۱ واکنش‌های کلیک تیول-ایزوسیانات.....	۲۴
۳.۲.۲.۱ واکنش‌های کلیک افزایش مایکل تیول.....	۲۵
۴.۲.۲.۱ واکنش جانشینی هسته دوستی تیول-هالوژن.....	۲۸
۳.۱ واکنش‌های کلیک متفرقه.....	۲۹
مراجع فصل ۱.....	۳۱
فصل ۲ کاربردهای شیمی کلیک در کشف و توسعه‌ی دارو.....	۳۵
۱.۲ مقدمه.....	۳۵
۲.۲ بخش الف: کاربرد شیمی کلیک در کشف و توسعه‌ی دارو.....	۳۵

- ۴۲..... ۱.۲.۲ مهار کننده‌های کربونیک انهیدراز.....
- ۴۴..... ۲.۲.۲ هدف گذاری آنکوسرکا ولولوس کیتیناز-۱ با استفاده از قطعه‌ی هیدروکسی‌تری‌آزول در خلال یک روش هایپینگ داربست.....
- ۴۷..... ۳.۲.۲ عوامل ضد سرطان مشتق شده از ۳،۲،۱-تری‌آزول.....
- ۴۸..... ۱.۳.۲.۲ مهار کننده‌های توپوایزومراز II.....
- ۵۰..... ۲.۳.۲.۲ مهار کننده‌های هیستون داستیلاز.....
- ۵۳..... ۳.۳.۲.۲ مهار کننده‌های پروتئین تیروزین کیناز.....
- ۵۵..... ۴.۳.۱.۲ عوامل ضد میکروتوبول.....
- ۵۶..... ۵.۳.۲.۱ مهار کننده‌های HSP 90.....
- ۵۷..... ۶.۳.۲.۱ آبه‌تاز وابسته به خودخواری در درمان سرطان.....
- ۵۸..... ۷.۳.۲.۲ فعالیت ضد سرطان β -تری‌آزول-پودوفیلوتوکسین.....
- ۵۹..... ۸.۳.۲.۲ منافات هلیکس ایک اسید دارای استخلاف ۳،۲،۱-تری‌آزول به عنوان عوامل ضد سرطان.....
- ۶۱..... ۹.۳.۲.۲ عوامل ضد تری.....
- ۶۱..... ۱۰.۳.۲.۲ ۳،۲،۱-تری‌آزول، نه غوز.....
- ۶۳..... ۱۱.۳.۲.۲ ۳،۲،۱-تری‌آزول کربورنیک هیدرها.....
- ۶۶..... ۱۲.۳.۲.۲ مهار کننده‌های β -لاکتامز به عنوان عوامل ضد باکتری.....
- ۶۸..... ۱۳.۳.۲.۲ کربازول‌های متصل به ۳،۲،۱-تری‌آزول به عنوان عوامل ضد سل.....
- ۶۸..... ۱۴.۳.۲.۲ ۳،۲،۱-تری‌آزول‌های دارای استخلاف ۴۰۰-دی‌آریل به عنوان عوامل ضد سل.....
- ۶۹..... ۱۵.۳.۲.۲ هیبریدهای ۳،۲،۱-تری‌آزول-آدامانتیل استامین.....
- ۷۱..... به عنوان عوامل ضد سل.....
- ۷۱..... ۱۶.۳.۲.۲ مهار کننده‌های غیر نوکلئوزیدی اینتگراز HIV.....
- ۷۱..... ۱۷.۳.۲.۲ قطعه‌های درمانی دیگر: عوامل درمانی گزینشی گیرنده‌ی دوپامین.....
- ۷۳..... D3 (D3R) متصل شده با ۳،۲،۱-تری‌آزول.....
- ۷۶..... ۱۸.۳.۲.۲ تقلید پتیدی: ۳،۲،۱-تری‌آزول به عنوان یک مقلد پیوند دی‌سولفید.....
- ۷۶..... ۳.۲ بخش ب: سنتز داروهای بر پایه‌ی تری‌آزول رایج.....
- ۷۶..... ۱.۳.۲ تازوباکتام.....
- ۷۷..... ۱.۱.۳.۲ سنتز تازوباکتام از حد واسط ۱۰۲.....

۷۹.....	۲.۱.۳.۲ گزارش‌های دیگر در باره‌ی سنتز تازوباکتام.....
۷۹.....	۲.۳.۲ سولیترومایسین.....
۸۱.....	۱.۲.۳.۲ سنتز سولیترومایسین.....
۸۲.....	۳.۳.۲ سفاتریزین.....
۸۳.....	۴.۳.۲ رادزولید.....
۸۴.....	۵.۳.۲ مولیدوستات.....
۸۵.....	۱.۵.۳.۲ سنتز مولیدوستات.....
۸۶.....	۶.۳.۲ رادیپتانانت.....
۸۷.....	۷.۳.۲ کربوکسی‌آمیدوتری‌آزول.....
۸۸.....	۸.۳.۲ رافینامید.....
۸۸.....	۱.۸.۳.۲ فرایند رافینامید-نوارتیس.....
۸۹.....	۲.۸.۳.۲ یک سنتر برای رافینامید.....
۹۱.....	۳.۸.۳.۲ سنتز کاتالیزگر برای رافینامید.....
۹۴.....	مراجع فصل ۲.....
۱۰۱.....	فصل ۳ سنتز شیمیایی سبز و واکنش‌های سبز.....
۱۰۱.....	۱.۳ مقدمه.....
۱۰۱.....	۲.۳ حلقه‌افزایی ۳.۱-دوقطبی هویزگن.....
۱۰۲.....	۱.۲.۳ چشم‌اندازهای سبز به شرایط واکنش.....
۱۰۲.....	۱.۱.۲.۳ کاتالیزگرهای مس(I).....
۱۰۲.....	۲.۱.۲.۳ کمپلکس‌های مس(I) با لیگاندهای دارای عناصر.....
۱۰۳.....	الکترون دهنده‌ی نیتروژن و فسفر.....
۱۰۸.....	۳.۱.۲.۳ واکنش‌گرهای فلزدار شده به عنوان کاتالیزگر.....
۱۰۹.....	۴.۱.۲.۳ گونه‌های مس تثبیت شده.....
۱۱۰.....	۵.۱.۲.۳ نانوکاتالیز مس.....
۱۱۲.....	۶.۱.۲.۳ فلزات دیگر به عنوان کاتالیزگر.....
۱۱۳.....	۷.۱.۲.۳ منابع انرژی نامتعارف.....
۱۱۴.....	۲.۲.۳ کاربردها برای سنتز.....
۱۱۴.....	۱.۲.۲.۳ مکان‌گزینی حلقه‌افزایی آلکین-آزید.....

۲.۲.۲.۳	الگوهای استخلافی مختلف روی تری آزول	۱۱۴
۳.۲.۲.۳	حلقه‌افزایی‌های پیش‌برده شده به وسیله‌ی کشش	۱۱۵
۴.۲.۲.۳	سولفونیل آزیدها در حلقه‌افزایی هویزگن	۱۱۶
۵.۲.۲.۳	سنتز وینیل-۳،۲،۱-تری آزول‌ها	۱۱۷
۶.۲.۲.۳	لیگندهای مشتق شده از تری آزول برای شیمی کئوردیناسیونی	۱۱۷
۷.۲.۲.۳	سنتز تترازول	۱۱۸
۸.۲.۲.۳	سنتز تری آزول‌های کایرال	۱۱۸
۹.۲.۲.۳	سنتز تری آزول‌های دارای خاصیت لومینسانس	۱۱۹
۱۰.۲.۲.۳	سنتز کتابخانه‌های تری آزول	۱۱۹
۱۱.۲.۲.۳	سنتز تری آزول‌های فسفریل‌دار	۱۲۰
۳.۳	سایر حلقه‌افزایی‌های ۱،۲-دوقطبی	۱۲۰
۴.۳	صرفه‌جویی اتمی و اساسی در دستورکارها در واکنش‌های چند جزئی	۱۲۱
۱.۴.۳	شرایط واکنش	۱۲۱
۱.۱.۴.۳	ترکیبات مس به عنوان کاتالیزگر	۱۲۱
۲.۱.۴.۳	کمپلکس‌های مس با لیگندهای الکترون دهنده نیتروژن و فسفر	۱۲۲
۳.۱.۴.۳	گونه‌های مس تثبیت شده	۱۲۳
۴.۱.۴.۳	نانوکاتالیز مس	۱۲۳
۵.۳	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۱۲۴
۳	مراجع فصل	۱۲۶
فصل ۴	سنتز ۳،۲،۱-تری آزول‌های دارای استخلاف از طریق اورتان‌سازی	۱۳۱
۱.۴	مقدمه	۱۳۱
۲.۴	سنتز ۳،۲،۱-تری آزول‌های دارای استخلاف مبتنی بر انولات از پیش تشکیل شده	۱۳۴
۳.۴	سنتز ۳،۲،۱-تری آزول‌های دارای استخلاف مبتنی بر انامین	۱۴۱
۴.۴	سنتز ۳،۲،۱-تری آزول‌های دارای استخلاف از طریق حدواسط‌های انولات کاتالیزگر	۱۴۵
۵.۴	جنبه‌های مکانیسمی عمومی برای مسیر انولات	۱۵۱
۶.۴	سنتز ۳،۲،۱-تری آزول‌های استخلاف‌دار از طریق حد واسط‌های انامین	۱۵۱
۷.۴	جنبه‌های مکانیسمی عمومی برای روش انامین	۱۶۲
۸.۴	سنتز ۳،۲،۱-تری آزول‌های استخلاف‌دار از طریق حد واسط ایمینیوم	۱۶۳

۱۶۵	۹.۴ سایر مسیرهای سنتز ۳،۲،۱-تری‌آزول‌ها
۱۸۱	۱۰.۴ نتیجه‌گیری
۱۸۲	مراجع فصل ۴
۱۸۷	فصل ۵ کاربردهای حلقه‌افزایی آزید-آلکین کاتالیز شده با مس (CuAAC) در پتیدها
۱۸۷	۱.۵ مقدمه
۱۸۸	۲.۵ راهبردهای اتصال پتید با کمک CuAAC
۱۹۸	۳.۵ راهبردهای بهبود اسکلت اصلی پتید با کمک CuAAC
۲۱۱	۴.۵ نتیجه‌گیری
۲۱۳	مراجع فصل ۵
۲۱۷	فصل ۶ سنتز مولکول‌های ۴-سازمان بر پایه‌ی کربوهیدرات با استفاده از شیمی کلیک
۲۱۷	۱.۶ مقدمه
۲۱۸	۲.۶ شیمی کلیک کاتالیز شده با CuAAC در سنتز گلیکوکانژوگ‌های گوناگون
۲۴۳	۳.۶ سنتز درشت حلقه‌های ساده تا پیچیده بر پایه‌ی کربوهیدرات
۲۵۱	۴.۶ سنتز خلاقانه‌ی کلیک نئوگلیکوکانژوگ‌های گوناگون
۲۶۴	۵.۶ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز آینده
۲۶۶	مراجع فصل ۶
۲۷۱	فصل ۷ واکنش کلیک آزید-آلکین در علم پلیمر
۲۷۱	۱.۷ مقدمه
۲۷۴	۲.۷ پلیمرهای خطی، درختی و پر شاخه
۲۹۲	۳.۷ پلیمرهای تشریک و بلوکی
۳۰۱	۴.۷ پلیمرهای ستاره‌ای و بلوک ستاره‌ای
۳۰۴	۵.۷ پلیمرهای حلقوی
۳۱۲	۶.۷ پلیمرهای قابل کلیک زنجیره جانبی
۳۱۵	۷.۷ سیستم‌های دارای پیوند عرضی
۳۲۰	۸.۷ پلیمرهای آلی متخلخل
۳۲۳	۹.۷ بهبود سطح با استفاده از واکنش CuAAC
۳۲۷	۱۰.۷ واکنش کلیک پیش‌برده شده با کشش

۳۳۰	۱۱.۷ واکنش‌های حلقه‌افزایی توپوشیمیایی آزید-آلکین (TAAC)
۳۳۱	۱۲.۷ جمع‌بندی و چشم‌انداز
۳۳۳	مراجع فصل ۷

فصل ۸ شیمی "کلیک" تیول-پایه برای طراحی معماری مولکولی

۳۳۷	۱.۸ مقدمه
۳۳۹	۲.۸ شیمی تیول برای طراحی معماری مولکولی
۳۳۹	۱.۲.۸ پلیمرهای خطی
۳۴۱	۲.۸ پلیمرهای پیوندی و شانه‌ای
۳۴۴	۲.۸ پلیمرهای ستاره‌ای
۳۴۷	۴.۲.۸ پلیمرهای حلقوی
۳۵۰	۵.۲.۸ پلیمرهای درختی و برشاخه
۳۵۶	۶.۲.۸ پلیمرهای کائوچو و هیپودرم
۳۶۳	۳.۸ نتیجه‌گیری
۳۷۲	مراجع فصل ۸

فصل ۹ سنتز درشت‌حلقه‌ها و شیمی کلیک

۳۷۵	۱.۹ مقدمه
۳۷۸	۱.۱.۹ درشت‌حلقه‌های کلیک شامل پپتید و قند
۳۸۸	۲.۱.۹ درشت‌حلقه‌های کلیک برای اتصال به آنیون و شناخت مولکولی
۳۹۲	۳.۱.۹ درشت‌حلقه‌های کلیک برای تشکیل پیوندهای مکانیکی
۳۹۵	۳.۱.۹ پلیمرهای حلقوی به دست‌آمده از طریق واکنش کلیک TAAC
۳۹۷	۲.۹ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۳۹۹	مراجع فصل ۹

فصل ۱۰ بهبود نوکلئوزیدها، نوکلئوتیدها، و نوکلئیک اسیدها با استفاده از

۴۰۵	حلقه‌افزایی [۳+۲] آزید-آلکین هویزگن: باز کردن جعبه‌ی پاندورا
۴۰۵	۱.۱.۱۰ مقدمه
۴۰۵	۱.۱.۱.۱۰ بهبودهای نوکلئوزید
۴۰۵	۱.۱.۱.۱.۱۰ هم‌رده‌های نوکلئوزید به عنوان داروهای بالقوه

۴۰۸.....	۲.۱.۱.۱۰ نوکلئوزیدهای زیست-اتصال
۴۱۴.....	۲.۱۰ بهبود نوکلئوتید و نوکلئیک اسید.....
۴۱۴.....	۱.۲.۱۰ DNA مصنوعی.....
۴۱۶.....	۲.۲.۱۰ بهبود پیش سنتزی DNA.....
۴۱۸.....	۳.۲.۱۰ بهبود پس سنتزی.....
۴۳۶.....	۳.۱۰ نتیجه گیری.....
۴۳۷.....	مراجع فصل ۱۰.....

www.ketab.ir