

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دکتر اندرو اف. پارسونز

---

# نکات کلیدی در شیمی آلی

---

دکتر ابراهیم کیان مهر  
عضو هیأت علمی دانشگاه تهران



شماره مسلسل ۹۸۶۹

شماره انتشار ۴۰۳۶

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه	: پارسونز، ا.اف.
عنوان و نام پدیدآور	: Parsons, A.F.
مشخصات نشر	: نکات کلیدی در شیمی آلی / تألیف اندرو اف. پارسونز؛ ترجمه ابراهیم کیان‌مهر
مشخصات ظاهری	: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۷.
فروست	: ۳۴۴ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۴۰۳۶.
وضعیت فهرست‌نویسی	: 978-964-03-7334-7
یادداشت	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Keynotes In Organic Chemistry, 2 nd ed, 2014.
عنوان دیگر	: کتابنامه.
موضوع	: نکات اساسی در شیمی آلی.
شناسه افزوده	: شیمی، آلی، - رنوس مطالب
شناسه افزوده	: کیان‌مهر، ابراهیم، ۱۳۴۹ - مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه تهران. مؤسسه انتشارات
رده‌بندی کنگره	: Univrrsity of Tehran. Press
رده‌بندی دیویی	: QD۲۵۶/۵/پ۲ن۸ ۱۳۹۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۴۷
	: ۵۵۲۳۳۸۴

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازنویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود و تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است. (این کتاب با کاغذ حمایتی به چاپ رسیده است.)



عنوان: نکات کلیدی در شیمی آلی

تألیف: اندرو اف. پارسونز

ترجمه: دکتر ابراهیم کیان‌مهر

نوبت چاپ: اول

تاریخ انتشار: ۱۳۹۸

شمارگان: ۲۰۰ نسخه

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مترجم است»

بها: ۶۸۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرشی مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press @ ut. ac. ir - تارنما: http://press.ut.ac.ir

پخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

## فهرست

یازده	پیشگفتار
۱	فصل ۱: ساختار و پیوند
۱	۱-۱ پیوندهای یونی در مقایسه با پیوندهای کووالانسی
۲	۲-۱ قاعده هشت تایی
۲	۳-۱ بار قراردادی
۴	۴-۱ پیوندهای سیگما ( $\sigma$ ) و پای ( $\Pi$ -)
۵	۵-۱ هیبریداسیون
۷	۶-۱ اثرات القایی، اثرات فوق مزدوج شدن و مزومری
۷	۱-۶-۱ اثرات القایی
۸	۲-۶-۱ فوق مزدوج شدن
۸	۳-۶-۱ اثرات مزومری
۱۱	۷-۱ خاصیت اسیدی و بازی
۱۱	۱-۷-۱ اسیدها
۱۴	۲-۷-۱ بازها
۱۷	۳-۷-۱ اسیدها و بازهای لوئیس
۱۸	۴-۷-۱ خاصیت بازی و هیبریداسیون
۱۸	۵-۷-۱ خاصیت اسیدی و آروماتیسیتته
۱۹	۶-۷-۱ واکنش‌های اسید-باز
۱۹	نمونه سوال حل شده
۲۱	مسایل
۲۵	فصل ۲: گروه‌های عاملی، نامگذاری و رسم ساختار ترکیبات آلی
۲۵	۱-۲ گروه‌های عاملی
۲۶	۲-۲ گروه‌های آلکیل و آریل
۲۷	۳-۲ استخلاف آلکیل
۲۷	۴-۲ نامگذاری زنجیرهای کربنی
۲۹	۱-۴-۲ موارد خاص
۳۲	۵-۲ رسم ساختار ترکیبات آلی
۳۳	نمونه سوال حل شده
۳۴	مسایل
۳۷	فصل ۳: شیمی فضایی
۳۷	۱-۳ ایزومری
۳۸	۲-۳ ایزومرهای صورت‌بندی
۳۸	۱-۲-۳ صورت‌بندی‌های اتان ( $\text{CH}_3\text{CH}_3$ )
۴۰	۲-۲-۳ صورت‌بندی‌های بوتان ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ )

۴۱	۳-۲-۳ صورت‌بندی‌های سیکلوآلکان‌ها
۴۲	۴-۲-۳ سیکلوهگزان
۴۴	۳-۳ ایزومرهای پیکربندی
۴۴	۱-۳-۳ آلکن‌ها
۴۶	۲-۳-۳ ایزومرهای دارای مراکز کایرال
۵۳	نمونه سوال حل شده
۵۴	مسایل
۵۷	<b>فصل ۴: واکنش پذیری و مکانیسم</b>
۵۷	۱-۴ حدواسط‌های فعال: یون‌ها در مقایسه با رادیکال‌ها
۵۹	۲-۴ هسته‌دوست‌ها و الکترون‌دوست‌ها
۶۰	۱-۲-۴ قدرت نسبی
۶۲	۳-۴ کربوکاتیون‌ها، کربانیون‌ها و رادیکال‌های کربن
۶۳	۱-۳-۴ ترتیب پایداری
۶۴	۴-۴ اثرات فضایی
۶۴	۵-۴ حالت‌های اکسایش
۶۵	۶-۴ انواع کلی واکنش‌ها
۶۵	۱-۶-۴ واکنش‌های قطبی (شامل حدواسط‌های یونی)
۶۷	۲-۶-۴ واکنش‌های رادیکالی
۶۸	۳-۶-۴ واکنش‌های پریسیکلیک
۶۹	۷-۴ یون‌ها در مقایسه با رادیکال‌ها
۶۹	۸-۴ گزینش‌پذیری واکنش
۷۰	۹-۴ سینتیک و ترمودینامیک واکنش
۷۰	۱-۹-۴ ترمودینامیک
۷۲	۲-۹-۴ سینتیک
۷۵	۳-۹-۴ کنترل سینتیک در مقابل کنترل ترمودینامیکی
۷۶	۱۰-۴ همپوشانی اربیتالی و انرژی
۷۸	۱۱-۴ دستورالعمل‌هایی برای نوشتن مکانیسم واکنش
۷۹	نمونه سوال حل شده
۸۱	مسایل
۸۵	<b>فصل ۵: هالوآلکان‌ها</b>
۸۵	۱-۵ ساختار
۸۶	۲-۵ روش تهیه
۸۶	۱-۲-۵ هالوژن‌دار کردن آلکان‌ها
۸۷	۲-۲-۵ هالوژن‌دار کردن الکل‌ها
۹۰	۳-۲-۵ هالوژن‌دار کردن آلکن‌ها
۹۱	۳-۵ واکنش‌ها

۹۲	۵-۳-۱ جایگزینی هسته دوستی
۹۹	۵-۳-۲ حذف
۱۰۵	۵-۳-۳ جایگزینی در مقابل حذف
۱۰۷	نمونه سوال حل شده
۱۰۹	مسایل
۱۱۳	<b>فصل ۶: آلکن ها و آلکین ها</b>
۱۱۳	۶-۱ ساختار
۱۱۵	۶-۲ آلکن ها
۱۱۵	۶-۲-۱ روش تهیه
۱۱۶	۶-۲-۲ واکنش ها
۱۳۲	۶-۳ آلکین ها
۱۳۲	۶-۳-۱ روش تهیه
۱۳۲	۶-۳-۲ واکنش ها
۱۳۶	نمونه سوال حل شده
۱۳۷	مسایل
۱۳۹	<b>فصل ۷: بنزن ها</b>
۱۳۹	۷-۱ ساختار
۱۴۱	۷-۲ واکنش ها
۱۴۱	۷-۲-۱ هالوژن دار کردن
۱۴۲	۷-۲-۲ نیترودار کردن
۱۴۳	۷-۲-۳ سولفون دار کردن
۱۴۴	۷-۲-۴ آلکیل دار کردن: آلکیل دار کردن فریدل-کرافتس
۱۴۵	۷-۲-۵ آسیل دار کردن: آسیل دار کردن فریدل-کرافتس
۱۴۶	۷-۳ واکنش پذیری بنزن های دارای استخلاف
۱۴۶	۷-۳-۱ واکنش پذیری حلقه های بنزن: استخلاف های فعال کننده و غیرفعال کننده
۱۴۷	۷-۳-۲ جهت گیری واکنش ها
۱۵۱	۷-۴ جایگزینی هسته دوستی آروماتیک (مکانیسم $S_NAr$ )
۱۵۲	۷-۵ تشکیل بنزاین
۱۵۲	۷-۶ واکنش های زنجیرهای جانبی
۱۵۶	۷-۷ کاهش حلقه بنزن
۱۵۶	۷-۸ سنتز بنزن های دارای استخلاف
۱۶۰	۷-۹ جایگزینی الکترون دوستی در نفتالن
۱۶۰	۷-۱۰ جایگزینی الکترون دوستی در پیریدین
۱۶۱	۷-۱۱ جایگزینی الکترون دوستی در پیروول، فوران و تیوفن
۱۶۲	نمونه سوال حل شده
۱۶۳	مسایل

**فصل ۸: ترکیبات کربونیل: آلدهیدها و کتون‌ها**

- ۱۶۵ ۱-۸ ساختار
- ۱۶۵ ۲-۸ واکنش پذیری
- ۱۶۶ ۳-۸ واکنش‌های افزایش هسته‌دوستی
- ۱۶۸ ۱-۳-۸ واکنش پذیری نسبی آلدهیدها و کتون‌ها
- ۱۶۸ ۲-۳-۸ انواع هسته‌دوست‌ها
- ۱۶۸ ۳-۳-۸ افزایش هسته‌دوستی هیدرید: کاهش
- ۱۷۲ ۴-۳-۸ افزایش هسته‌دوستی هسته‌دوست‌های کربنی: تشکیل پیوندهای C-C
- ۱۷۵ ۵-۳-۸ افزایش هسته‌دوستی هسته‌دوست‌های اکسیژنی: تشکیل هیدرات‌ها و استال‌ها
- ۱۷۸ ۶-۳-۸ افزایش هسته‌دوستی هسته‌دوست‌های گوگردی: تشکیل تیواستال‌ها
- ۱۷۹ ۷-۳-۸ افزایش هسته‌دوستی هسته‌دوست‌های آمینی: تشکیل ایمین‌ها و انامین‌ها
- ۱۸۲ ۴-۸ واکنش‌های جایگزینی -  $\alpha$
- ۱۸۲ ۱-۴-۸ توتومری کتو-انول
- ۱۸۳ ۲-۴-۸ واکنش پذیری انول‌ها
- ۱۸۴ ۳-۴-۸ خاصیت اسیدی اتم‌های هیدروژن -  $\alpha$  : تشکیل یون انولات
- ۱۸۵ ۴-۴-۸ واکنش پذیری انولات‌ها
- ۱۸۶ ۵-۸ واکنش‌های تراکمی کربونیل-کربونیل
- ۱۸۷ ۱-۵-۸ تراکم آلدهیدها و کتون‌ها: واکنش تراکمی آلدول
- ۱۸۸ ۲-۵-۸ تراکم آلدولی مخلوط یا متقاطع
- ۱۸۹ ۳-۵-۸ واکنش‌های درون مولکولی آلدول
- ۱۸۹ ۴-۵-۸ واکنش مایکل

نمونه سوال حل شده

مسایل

**فصل ۹: ترکیبات کربونیل: کربوکسیلیک اسیدها و مشتقات آن‌ها**

- ۱۹۵ ۱-۹ ساختار
- ۱۹۶ ۲-۹ واکنش پذیری
- ۱۹۶ ۳-۹ واکنش‌های جایگزینی هسته‌دوستی آسید
- ۱۹۶ ۱-۳-۹ واکنش پذیری نسبی مشتقات کربوکسیلیک اسید
- ۱۹۷ ۲-۳-۹ واکنش پذیری مشتقات کربوکسیلیک اسید در مقایسه با کربوکسیلیک اسیدها
- ۱۹۸ ۳-۳-۹ واکنش پذیری مشتقات کربوکسیلیک اسید در مقایسه با آلدهیدها/کتون‌ها
- ۱۹۸ ۴-۹ واکنش‌های جایگزینی هسته‌دوستی کربوکسیلیک اسیدها
- ۱۹۸ ۱-۴-۹ تهیه اسید کلریدها
- ۱۹۹ ۲-۴-۹ تهیه استرها (استری شدن)
- ۱۹۹ ۵-۹ واکنش‌های جایگزینی هسته‌دوستی اسید کلریدها
- ۲۰۱ ۶-۹ واکنش‌های جایگزینی هسته‌دوستی اسید انیدریدها
- ۲۰۲ ۷-۹ واکنش‌های جایگزینی هسته‌دوستی استرها



۲۰۴	۸-۹ واکنش‌های جایگزینی هسته‌دوستی و کاهش آمیدها
۲۰۶	۹-۹ واکنش‌های افزایش هسته‌دوستی نیتریل‌ها
۲۰۷	۱۰-۹ واکنش‌های جایگزینی $\alpha$ -کربوکسیلیک اسیدها
۲۰۸	۱۱-۹ واکنش‌ها تراکمی کربونیل-کربونیل
۲۰۸	۱-۱۱-۹ واکنش تراکمی کلایزن
۲۰۹	۲-۱۱-۹ تراکم کلایزن متقاطع یا مخلوط
۲۱۰	۳-۱۱-۹ تراکم کلایزن درون مولکولی: واکنش دیکمن
۲۱۱	۱۲-۹ خلاصه‌ای از واکنش پذیری کربونیل
۲۱۲	نمونه سوال حل شده
۲۱۳	مسایل
۲۱۷	<b>فصل ۱۰: طیف‌بینی</b>
۲۱۷	۱-۱۰ طیف‌سنجی جرمی (MS)
۲۱۷	۱-۱-۱۰ مقدمه
۲۱۹	۲-۱-۱۰ الگوهای ایزوتوپی
۲۲۰	۳-۱-۱۰ تعیین فرمول مولکولی
۲۲۱	۴-۱-۱۰ الگوهای قطعه‌قطعه شدن
۲۲۲	۵-۱-۱۰ یونش شیمیایی (CI)
۲۲۲	۲-۱۰ طیف الکترومغناطیس
۲۲۳	۳-۱۰ طیف‌بینی فرابنفش (UV)
۲۲۵	۴-۱۰ طیف‌بینی فروسرخ (IR)
۲۲۸	۵-۱۰ طیف‌بینی رزونانس مغناطیسی هسته (NMR)
۲۳۱	۱-۵-۱۰ طیف‌بینی $^1\text{H}$ NMR
۲۳۷	۲-۵-۱۰ طیف‌بینی $^{13}\text{C}$ NMR
۲۳۹	نمونه سوال حل شده
۲۴۰	مسایل
۲۴۳	<b>فصل ۱۱: فراورده‌های طبیعی و بسپارهای سنتزی</b>
۲۴۳	۱-۱۱ کربوهیدرات‌ها
۲۴۶	۲-۱۱ لیپیدها
۲۴۶	۱-۲-۱۱ موم‌ها، چربی‌ها و روغن‌ها
۲۴۷	۲-۲-۱۱ استروئیدها
۲۴۸	۳-۱۱ آمینو اسیدها، پپتیدها و پروتئین‌ها
۲۵۱	۴-۱۱ اسیدهای نوکلئیک
۲۵۳	۵-۱۱ بسپارهای سنتزی
۲۵۳	۱-۵-۱۱ بسپارهای افزایشی
۲۵۶	۲-۵-۱۱ بسپارهای تراکمی
۲۵۷	نمونه سوال حل شده

۲۵۹	مسائل
۲۶۱	پیوست ۱: آنتالپی‌های تفکیک پیوند
۲۶۲	پیوست ۲: طول پیوندها
۲۶۳	پیوست ۳: مقادیر تقریبی $pK_a$ (نسبت به آب)
۲۶۴	پیوست ۴: اختصارات مفید
۲۶۶	پیوست ۵: جذب‌های فروسرخ
۲۶۷	پیوست ۶: جابجایی شیمیایی‌های تقریبی در $NMR$
۲۷۰	پیوست ۷: خلاصه واکنش‌ها
۲۷۵	پیوست ۸: واژه‌نامه
۲۸۵	منابع برای مطالعه بیشتر
۲۸۷	پاسخ‌های تشریحی
۳۱۹	نمایه

---

## پیشگفتار نویسنده کتاب

---

با توسعه علوم، نیاز بیشتری به کتاب‌های جدید احساس می‌شود که نکات کلیدی یک موضوع را به صورتی معنی‌دار ارائه کنند. کتاب حاضر، به صورت خلاصه به مبحث شیمی آلی برای دانشجویان رشته شیمی و سایر رشته‌های مرتبط (از جمله بیوشیمی) در بریتانیا می‌پردازد که برای دانشجویان در سایر کشورها نیز مفید خواهد بود.

در این کتاب به شکل‌ها و تصاویر خیلی تاکید شده است (تصاویر گویاتر از کلمه‌ها هستند)؛ از این روی، به جای متن، بیشتر از تصویر استفاده شده است. در حاشیه تصاویر، عباراتی کلیدی نوشته شده است که خلاصه‌ای از مفاهیم و اطلاعات مهم مرتبط را بیان می‌کنند. تعاریف و اصول کلیدی نیز به صورت خلاصه در متن آورده شده‌اند.

در سه فصل اول کتاب، مفاهیم بنیادی از جمله ساختار و پیوند، شناسایی گروه عاملی و شیمی فضایی، معرفی شده‌اند. فصل مهمی نیز به واکنش‌پذیری و مکانیسم اختصاص یافته که در آن اصول بنیادی واکنش‌های آلی به طور خلاصه مرور می‌شوند. در این فصل، خلاصه‌ای از ابزارهای کلیدی که برای درک فصل‌های بعدی ضروری هستند، در اختیار خواننده قرار می‌گیرد و بر تنظیم مطالب بر اساس مکانیسم واکنش‌ها تاکید می‌شود. مکانیسم‌های کلی واکنش‌ها (مانند مکانیسم‌های جایگزینی و افزایشی) در این فصل مرور می‌شوند. جزئیات بیشتر مکانیسم‌ها نیز در فصل‌های بعدی توضیح داده می‌شوند. فصل‌های ۵ تا ۱۰ به صورت مطالعه موردی تنظیم شده‌اند و در آن‌ها شیمی مربوط به گروه‌های عاملی مهم‌تر مرور می‌شود. ابتدا به هالوآلکان‌ها پرداخته می‌شود و از آنجا که این ترکیبات در واکنش‌های حذفی شرکت می‌کنند، بحث با واکنش‌های (افزایش الکترون‌دوستی) آلکن‌ها و آلکین‌ها ادامه می‌یابد. واکنش‌پذیری متمایز بنزن و مشتقات آن (واکنش‌های جایگزینی الکترون‌دوستی) در فصل ۷ و شیمی غنی ترکیبات کربونیل در فصل‌های ۸ و ۹ توضیح داده می‌شوند. این تقسیم‌بندی بر اساس واکنش‌پذیری متفاوت (افزایش در مقابل جایگزینی) آلدهیدها/کتون‌ها و مشتقات کربوکسیلیک اسید با هسته‌دوست‌ها انجام شده است. یک فصل به اهمیت طیف‌بینی در شناسایی ساختار ترکیبات آلی اختصاص داده شده است و سرانجام، ساختار و واکنش‌پذیری تعدادی از فراورده‌های طبیعی و بسپارهای سنتزی مهم در فصل ۱۱ توضیح داده شده است. نمونه سوال‌های حل شده و مسایل در پایان هر فصل ارائه شده‌اند تا درک خواننده از مطالب هر فصل مورد ارزیابی قرار گیرد. پاسخ تشریحی تمام این مسایل نیز در انتهای کتاب آورده شده است. جداول مربوط به داده‌های فیزیکی مفید، خلاصه‌ای از واکنش‌ها و یک واژه‌نامه نیز در پیوست‌های انتهای کتاب داده شده‌اند.

### تقدیر و تشکر نویسنده کتاب

افراد زیادی در انجام این پروژه کمک کردند که از همه آن‌ها تشکر می‌کنم. از جمله از دانشجویان و همکارانم در دانشگاه یورک<sup>۱</sup> تشکر می‌کنم. نظرات سازنده آنها بسیار ارزشمند بود. از خانواده‌ام بابت حمایت و صبوری آن‌ها در طول این پروژه سپاس‌گزاری می‌کنم. در خاتمه، از پائول دردز<sup>۲</sup> و سارا تیلی<sup>۳</sup> از انتشارات وایلی<sup>۴</sup> بابت تمام کمک‌هایشان در تهیه ویرایش دوم این کتاب قدردانی می‌کنم.

دکتر اندرو اف. پارسونز<sup>۵</sup>

۲۰۱۳

---

1 York

2 Paul Deards

3 Sarah Tilley

4 Wiley

5 Dr Andrew F. Parsons