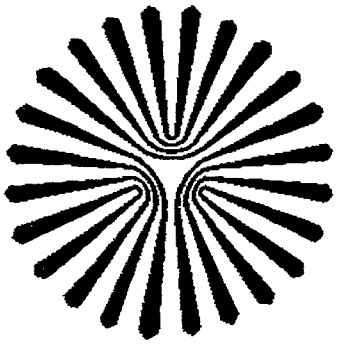
١٣٧٠٨١



دانشگاه پیام نور

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی آلی

دانشکده علوم پایه

گروه علمی شیمی

سنتز مشتقات جدید آمیدی کافئیک اسید

استاد راهنما:

دکتر علیرضا فرومدی

استاد مشاور:

دکتر رضا آزاد بخت

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

نگارش:

نفیسه اسمعیلی

۱۳۸۹/۳/۱۷

آبان ۱۳۸۸

۱۳۷۰۸۱

دانشگاه پیام نور

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی آلی

دانشکده علوم پایه

گروه علمی شیمی

سنتز مشتقات جدید آمیدی کافئیک اسید

استاد راهنما:

دکتر علیرضا فرومدی

استاد مشاور:

دکتر رضا آزاد بخت

نگارش:

نفیسه اسمعیلی

آبان۱۳۸۸

دانشگاه پیام نور

بسمه تعالی

تصویب پایان نامه

پایان نامه تحت عنوان : **سنتز مشتقات جدید آمیدی کافئیک اسید**

که در مرکز همدان تهیه و به هیات داوران ارایه گردیده است مورد تایید می باشد . تاریخ دفاع : ۲۸ / ۹ / ۱۳۸۸

نمره : ۱۹ / ۵۶ نوزده پنجاه شش صدم درجه ارزشیابی : عالی

اعضای هیات داوران :

نام و نام خانوادگی	هیات داوران	مرتبه علمی	امضاء
۱- جناب آقای دکتر علیرضا فرومدی	استاد راهنما	استاد	
۲- جناب آقای دکتر رضا آزاد بخت	استاد مشاور	استادیار	
۳-جناب آقای دکتر اردشیر خزائی	استاد داور(خارجی)	استاد	
٤- جناب آقای دکتر عباس امینی منش	استاد داور(داخلی)	استادیار	
۵- جناب آقای دکتراسماعیل تماری	نماینده گروه علمی	استادیار	
٦- جناب آقای دکتر عباس امینی منش	نماینده تحصیلات تکمیلی	استادیار	

تقد یم به خانواده عزیزم

که در همه مراحل زندگی ام با دلسوزی بی اندازه خود،یار،

همراه، مشوق و راهنمای بسیار خوبم بودند و دعای خیر آنها

پشتوانه من بو ده است.

با تقدیرو تشکر از :
استاد ارجمند جناب آقای دکتر علی رضا فرومدی که افتخار شاگردی ایشان را داشته و از رهنمودها و توصیه های ارزشمند خود بهره مند ساختند و از هیچ تلاشی دریغ نورزیدند و همواره ازراهنمائیهای عالمانه ایشان در انجام این پایان نامه بهره مند شده ام.

با تشکر از ریاست محترم دانشگاه پیام نور جناب آقای دکتر اردشیر خزائی

استاد ارجمند جناب آقای دکتر رضا آزاد بخت استاد مشاور پایان نامه، که با راهنمائیها و نظرات ارزنده شان ،اینجانب را مورد لطف و همراهی قرار داده اند.

با سپاس فراوان از راهنماییها و تلاش های اساتید محترم جناب آقای دکتر عباس امینی منش و جناب آقای دکترتماری که همواره با رهنمودهای ارزشمندشان در تمام مراحل تحصیلی مرا مورد لطف و عنایت خود قرار داده اند.

باسپاس و قدردانی از جناب آقای دکتر عباس شفیعی ریاست محترم دانشکده داروسازی دانشگاه تهران
وبا تشکر از جناب آقای دکترعبدی

با تشکر ازداوران محترم:
جناب آقای دکتر اردشیر خزائی و جناب آقای دکتر عباس امینی منش که قبول زحمت نموده و داوری پایان نامه اینجانب را به عهده گرفته اند.

با تشکر ازهمکاران و دوستان خوبم، بویژه سرکار خانم آزاده میمندی

باسپاس و قدردانی صمیمانه از اعضای محترم دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پز شکی تهران

و

دانشگاه پیام نور همدان

فهرست

فصل اول : رادیکال های آزاد وترکیبات آنتی اکسیدان وتشکیل پیوند آمیدی

عنوان — شماره صفحه

مقدمه ۱

کلّیات سیستم های اکسیداسیون : ۲

۱-۱) رادیکال های آزاد ۲

۱-۱-۱) منشاء رادیکال های آزاد ٤

۱-۱-۱-۱) منابع درونی ٤

۱-۱-۱-۱-۱) انتقال الکترون میتوکندری ٥

۱-۱-۱-۱-۲) واکنش اکسید شدن ٥

۱-۱-۱-۱-۳) التهاب ٥

۱-۱-۱-۱-٤) یونهای فلزی انتقالی ٦

۱-۱-۱-۱-٥) واکنشهای آنزیمی ٦

۱-۱-۱-۱-٦) ایسکمی ٦

۱-۱-۱-۲) منابع بیرونی ۷

۱-۱-۱-۲-۱) افزایش روز افزون O_2 و O_3 در اتمسفر و سطح کره زمین ۷

۱-۱-۱-۲-۲) دود سیگار ۷

۱-۱-۱-۲-۳) داروها ۷

۱-۱-۱-۲-٤) اشعه یونیزه کننده ۸

۱-۱-۱-۲-٥) غذاها ۸

۱-۱-۲) انواع رادیکالهای آزاد ۸

۱-۱-۲-۱) رادیکالهای آزاد اکسیژن دار ۸

۱-۱-۲-۱-۱) رادیکالهای آزاد سوپراکسید($O_2^{\bullet -}$) ۹

۱-۱-۲-۱-۲) رادیکال هیدورکسیل ($^{\bullet}OH$) ۹

۱-۱-۲-۱-۳) رادیکال آزاد پراکسی ($ROO^{\bullet}$) ۱۰

۱-۱-۲-۱-۴) رادیکال آزاد نیتریک اکسید ($NO^{\bullet}$) ۱۰

فهرست

۱-۱-۲-۱-۵) رادیکال آزاد $RO^{\bullet}$ ۱۱

۱-۱-۲-۱-۶) اُزن (O_3) ۱۱

۱-۱-۲-۱-۷) اکسیژن منفرد ($^1O_2$) ۱۱

۱-۱-۲-۲) رادیکالهای آزاد فلزی ۱۲

۱-۱-۲-۳) رادیکالهای آزاد نیتروژن دار ۱۲

۱-۱-۲-٤) رادیکالهای آزاد کلردار ۱۲

۱-۱-۳) مکانیسم سمّیت توسط رادیکالهای آزاد ۱۳

۱-۱-۳-۱) روش مستقیم ۱۳

۱-۱-۳-۲) روش غیر مستقیم ۱۳

۱-۱-٤) نقش رادیکالهای آزاد در بیماریها ۱۳

۱-۱-٤-۱) اثر رادیکالهای آزاد بر روی پروتئین و DNA و اسید نوکلئیک.. ..... ۱٤

۱-۱-٤-۲) اثر رادیکالهای آزاد روی چربیها ۱٤

۱-۲) ترکیبات آنتی اکسیدان ۱۵

تعریف ترکیبات آنتی اکسیدان ۱۵

۱-۲-۱) آنزیم های آنتی اکسیدان ۱٦

۱-۲-۱-۱) سوپراکسید دسموتاز (SOD) ۱٦

۱-۲-۱-۲) کاتالاز ۱۷

۱-۲-۱-۳) گلوتاتیون پراکسیداز (GSHPx) ۱۷

۱-۲-۲) آنتی اکسیدانهای مهار کننده (زنجیره شکن) ۱۸

۱-۲-۲-۱) ویتامین ها ۱۹

۱-۲-۲-۱-۱) توکوفرول (Vit E) ۱۹

۱-۲-۲-۱-۲) اسیدآسکوربیک (Vit C) ۲۰

۱-۲-۲-۱-۳) بتا کاروتن ۲۲

۱-۲-۲-۱-٤) Ubiquinones (co-enzyme Q) and Ubiquinols (Ubi-q) ۲۲

۱-۲-۲-۱-۵) اسید اوریک ۲۳

فهرست

۱-۲-۲-۱-۶) بیلی روبین ۲۳

۱-۲-۲-۱-۷) کاروتنوئید ۲۴

۱-۲-۲-۱-۸) لیکوپن ۲۴

۱-۲-۲-۱-۹) لوتئین ۲۴

۱-۲-۲-۱-۱۰) کرومون ها و کرومانون ها ۲۵

۱-۲-۲-۱-۱۱) پلی فنل ها ۲۵

۱-۲-۲-۱-۱۱-۱)بنزوییک اسید ۲۶

۱-۲-۲-۱-۱۱-۲)سینامیک اسید ۲۶

۱-۲-۲-۱-۱۱-۳)کوماریک اسید ۲۷

۱-۲-۲-۱-۱۱-۴)فرولیک اسید ۲۸

۱-۲-۲-۱-۱۱-۵)کافئیک اسید ۲۸

۱-۲-۲-۱-۱۲) فلاونوئیدها ۲۹

۱-۲-۳) آنتی اکسیدان های پیشگیری کننده ۳۱

۱-۲-۳-۱) ترانسفرین ۳۱

۱-۲-۳-۲) لاکتوفرین ۳۱

۱-۲-۳-۳) سرولوپلاسمین ۳۱

۱-۲-۳-۴) آلبومین ۳۱

۱-۲-۳-۵) دفروکسامین ۳۲

۱-۲-۴) آنتی اکسیدان های دارویی ۳۲

۱-۳) کاربرد آنتی اکسیدانها ۳۲

۱-۳-۱) استفاده از آنتی اکسیدانها در پیشگیری و درمان بیماریها ۳۲

۱-۳-۲) استفاده از آنتی اکسیدانها بعنوان محافظ غذایی ۳۳

۱-۳-۳) استفاده از آنتی اکسیدانها به عنوان مواد آرایشی ۳۳

تشکیل پیوند آمیدی و جفت شدن پپتیدی ۳۴

تشکیل پیوند آمیدی: روش ها و راهکارها ۳۵

فهرست

۱-۴ : آسیل هالیدها..... ۳۶

۱-٤-۱ : آسیل کلریدها..... ۳۶

۱-٤-۱-۱ : تشکیل آسیل کلریدها..... ۳۷

۱-٤-۱-۲: واکنش های جفت شدن با آسیل کلریدها..... ۳۹

۱-٤-۱-۳: محدودیت های آسیل کلریدها..... ٤۰

۱-٤-۲: آسیل فلوریدها..... ٤۱

۱-٤-۳: آسیل برومیدها..... ٤۲

۱-۵: آسیل آزید..... ٤۲

۱-٦: آسیل آیمیدازول های که در آنها از CDI استفاده می شود..... ٤۳

۱-۷: انیدریدها..... ٤٤

۱-۷-۱: انیدریدهای متقارن..... ٤۵

۱ - ۷ -۲ : انیدریدهای مرکب..... ٤۵

۱ - ۷ - ۲ — ۱: انیدریدهای کر بو کسیلیک مرکب..... ٤۵

۱ - ۷ - ۲ - ۲ : انیدریدهای کربونیک مرکب..... ٤٦

۱ - ۷ - ۲ - ۳ : *N*- کربوکسی انیدرید یا انیدرید های لوچ..... ٤۷

۱ - ۷ - ۲ - ٤ : مفهوم تعمیم یافته ی انیدریدهای مرکب..... ٤۸

۱ -۷ - ۲ - ٤ - ۱ : اتوکسی استیلن..... ٤۸

۱- ۷- ۲- ٤ - ۲ : حدواسط های آسیل اکسی بوران..... ٤۹

۱-۷-۲-٤-۳:*O*-آسیل ایزواوره، با استفاده از کربو دی ایمیدها به عنوان واکنشگرهای جفت کننده..... ۵۰

۱ - ۸ : استرها..... ۵۲

۱- ۸ - ۱ : آلکیل استرها..... ۵۲

۱- ۸ - ۲ : استرهای فعال..... ۵۳

۱ - ۸ - ۲ - ۱ : روش های چند مرحله ای..... ۵٤

۱ - ۸ - ۲ - ۱ -۱ : سوکسین یمیدیل استرها..... ۵٤

۱ - ۸ - ۲ - ۱ - ۲ : استفاده از۱،۲،۲،۲ تترا کلرو اتیل کلرو فرمات به عنوان حدواسط..... ۵۵

فهرست

۱-۸-۲-۲ : روش های تک مرحله ای..... ۵۵

۱ - ۸ - ۲ - ۲ - ۱ : نمک های فسفونیوم..... ۵۶

۱ - ۸ -۲ - ۲- ۲ : نمک های اورونیوم..... ۵۸

۱ - ۸ - ۲ - ۲ - ۳ : نمک های آمونیوم..... ۶۰

۱ - ۸ - ۲ - ۲ - ۳ - ۱ : تری ازینیل استرها..... ۶۰

۱ - ۸- ۲ - ۲ - ۳ - ۲ : واکنشگر موکایاما..... ۶۱

۱ - ۹ : سایر روش های جفت کننده..... ۶۲

۱ -۹ - ۱ :لیگاند استیودینگر..... ۶۲

۱ - ۹ - ۲ : استفاده از پروتئازها و آمیدازها..... ۶۳

۱ - ۹ -۳ : فعالیت میکرو ویو..... ۶۵

۱ - ۹- ٤ :روش های حالت جامد..... ۶۵

فصل دوم : مواد و روش ها

۲-۱) روش ها..... ٦٦

۲-۱-۲)نامگذاری مواد واکنش دهنده..... ۶۶

۲-۲-۱) ۴ -آمینو-۲-۶-دی ترشیو بوتیل فنول..... ۶۷

۲-۲-۲) استفاده از دی سیکلو هگزیل کربو دی ا یمید (DCC) و*N* - هیدروکسی سوکسین ایمید (HOSu)..... ٦٨

۲-۲-۳) استفاده از انیدرید متقارن دی سیکلو هگزیل کربو دی ا یمید (DCC) و٤- دی متیل آمینو پیریدین(DMAP)..... ٦٩

۲-۲-٤) استفاده از *N*- (۳- دی متیل آمینو پروپیل)-*N´* - اتیل کربو دی ایمید هیدرو کلرید (EDCI) با ۱-هیدروکسی بنزو تری آزو هیدرات (HOBt) ۷۰

۲-۲-۵)سنتز(*E*)-*N*- (۲- هیدروکسی فنیل) و۳- (۲- هیدروکسی فنیل)آکریل آمید..... ۷۱

۲-۲-۶) سنتز(*E*)-*N*- (۲- هیدروکسی فنیل) -۳-(۳- هیدروکسی فنیل) آکریل آمید..... ۷۲

۲-۲-۷) سنتز(*E*)-*N*- (۲- هیدروکسی فنیل)-۳-(۴- هیدروکسی فنیل)آکریل آمید..... ۷۳

فهرست

۲-۲-۸)سنتز(*E*)-۳-(۳،۴-دی هیدروکسی فنیل)-*N*- (۲- هیدروکسی فنیل) آ کریل آمید.....۷۴

۲-۲-۹)سنتز(*E*)-۳-(۴-هیدروکسی-۳-متوکسی فنیل)-*N*- (۲- هیدروکسی فنیل)آکریل آمید.....۷۵

فصل سوم : بحث و نتیجه گیری

۳-۱)بحث.....۷۶

۳-۱-۱)مکانیسم پیشنهادی برای سنتز ترکیبات.....۷۸

۳-۱-۱-۱)تشکیل پیوند آمیدی با استفاده DCC , HOSu.....۷۸

۳-۱-۱-۲) تشکیل پیوند آمیدی با استفاده از DCC , DMAP.....۷۹

۳-۱-۱-۳) تشکیل پیوند آمیدی با استفاده از EDCI , HOBt.....۸۰

۳-۱-۱-۴) تشکیل پیوند آمیدی با استفاده از BOP.....۸۱

۳-۲)تشکیل پیوند آمیدی از روشهای دیگر.....۸۲

۳-۲-۱) استفاده از دی سیکلو هگزیل کربو دی ا یمید DCC و HOSu.....۸۲

۳-۲-۲) استفاده از دی سیکلو هگزیل کربو دی ایمید (DCC) و٤- دی متیل آمینو پیریدین(DMAP).....۸۳

۳-۲-۳) استفاده از با *N*-(۳- دی متیل آمینو پروپیل)-*N´* - اتیل کربو دی ایمید هیدرو کلرید (EDCI) ,۱- هیدرکسی بنزو تری آزو هیدرات (HOBt).....۸٤

۳-۲-٤) بنزوتری آزول - ۱ - ایل - اکسی تریس – (دی متیل آمینو) - فسفونیوم هگزا فلورو فسفات (BOP).....۸۵

۳-۳)نتیجه گیری.....۸٦

فصل چهارم : پیوست

طیف ها.....۸۷-۹۹

گواهی پذیرش مقاله در شانزدهمین سمینار زنجان.....۱۰۰

فهرست

خلاصه مقاله..... ۱۰۱

فصل ششم : منابع

منابع ۱۰۲
چکیده انگلیسی..... ۱۱۲

فهرست شکل ها

شکل(۱- ۱)- شمایی ساده از واکنش رادیکالهای آزاد با مولکول هدف..... ۲

شکل(۱- ۲)- تولید رادیکال آزاد سوپراکسید ۷

شکل(۱- ۳)- مکانیسم تولید رادیکال آزاد از استامینوفن..... ۷

شکل(۱- ۴)- واکنش رادیکال هیدروکسیل با DNA..... ۱۰

شکل(۱- ۵)- پیامدهای آسیب رادیکال آزاد..... ۱٤

شکل(۱- ٦)-شمای ساده‌ای از عملکرد SOD ۱۷

شکل(۱- ۷)- شمای ساده‌ای از عملکرد کاتالاز ۱۷

شکل(۱- ۸) - مکانیسم فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز..... ۱۸

شکل(۱- ۹)- انواع توکوفرول..... ۱۹

شکل(۱- ۱۰)- ویتامین E (آلفا توکوفرول)..... ۲۰

شکل(۱- ۱۱)- L- آسکوربیک اسید (ویتامین ث)..... ۲۰

شکل (۱-۱۲)- ساختار شیمیایی بتا کاروتن..... ۲۲

شکل(۱- ۱۳)- ساختار شیمیایی اوبیکینون)-۱۰ ..... ۲۳

شکل(۱- ۱۴)- ساختار شیمیایی اسید اوریک..... ۲۳

شکل(۱- ۱۵)- پروتوپورفیرین IX..... ۲٤

شکل(۱- ۱۶)- ساختار شیمیایی لوتئین..... ۲۵

شکل(۱- ۱۷)- ساختار شیمیایی بنزوییک اسید..... ۲٦

شکل(۱-۱۸)- ساختار شیمیایی سینامیک اسید..... ۲٦

شکل(۱- ۱۹)- ساختار شیمیایی کوماریک اسیدها..... ۲۷

شکل(۱- ۲۰)- ساختار شیمیایی فرولیک اسید..... ۲۸

شکل(۱- ۲۱)- ساختار شیمیایی کافئیک اسید..... ۲۸

شکل(۱- ۲۲)- ساختمان پایه فلاونوئیدها ۲۹

شکل(۱- ۲۳)- ساختمان پایه توکوفرول..... ۲۹

شکل(۱-۲۴)- اپی کاتشین..... ۳۰

فهرست شکل ها

شکل(۱- ۲۵)- اپی گالوکاتشین EGC ۳۰

شکل(۱- ۲۶)- اپی گالوکاتشین گالات EGCG ۳۰

شکل(۱- ۲۷)- گالیک اسید ۳۰

شکل(۱- ۲۸)- ساختار شیمیایی دفروکسامین ۳۲

شکل (۱-۲۹)- تشکیل پیوند استر و آمید ۳۴

شکل (۱-۳۰)- اسید فعال و مرحله آمینولیز ۳۵

شکل (۱-۳۱)- اگزازلون تولید شده در جفت شدن پپتیدی ۳۶

شکل (۱-۳۲)- مکانیزم تشکیل آسیل کلرید ۳۷

شکل (۱-۳۳)-- فعال سازی با DMF ۳۸

شکل (۱-۳۴)-- تشکیل آسیل کلرید با استفاده از سیانوریک کلرید ۳۸

شکل (۱-۳۵)- تشکیل آسیل کلرید از TPP و کربن تترا کلرید ۳۹

شکل (۱-۳۶)- استفاده از واکنشگر کلراسیون گسز ۳۹

شکل (۱-۳۷)- آمینولیز ۴۰

شکل (۱-۳۸)- نقش کاتالیزی پیریدین ۴۰

شکل (۱-۳۹)- راسمیک شدن از طرف تشکیل کتن ۴۱

شکل (۱-۴۰)- تشکیل آسیل فلورید از سیانوریک فلورید ۴۱

شکل (۱-۴۱)- تشکیل آسیل فلورید از TFFH ۴۲

شکل (۱-۴۲)- تشکیل آسیل برومید از TPP و NBS ۴۲

شکل (۱-۴۳)- سنتز آمید از آزید ۴۳

شکل (۱-۴۴)- نوآرائی Curtius ۴۳

شکل (۱-۴۵)- آماده سازی آمید با DPPA ۴۳

شکل (۱-۴۶)- آماده سازی آمید از CDI ۴۴

شکل (۱-۴۷)- روش چند مرحله ای نمک کربامویل ایمیدازولیوم ۴۴

شکل (۱-۴۸)- تهیه انیدرید و جفت شدن با آمین ۴۵

شکل (۱-۴۹)- جفت شدن دو مرحله ای از انیدرید ۴۶

شکل (۱-۵۰) جفت شدن دو مرحله ای از اتیل کربونیک انیدرید ۴۶

فهرست شکل ها

شکل (۱-۵۱)- اتوکسی کربونیک انیدرید..... ۴۷

شکل (۱-۵۲)- آماده سازی NCA..... ۴۷

شکل (۱-۵۳)- تشکیل همو پلی آمینو اسید غیر کنترل شده..... ۴۸

شکل (۱-۵۴)- سنتز پپتید کنترل شده از NCAs..... ۴۸

شکل (۱-۵۵)- تشکیل دو مرحله ای آمید از اتوکسی استیلن..... ۴۹

شکل (۱-۵۶)- تشکیل آسیل بورانات و آمینولیز..... ۴۹

شکل (۱-۵۷)- استفاده کاتالیتیکی برونیک در جفت کردن آمید..... ۵۰

شکل (۱-۵۸)- جفت کردن آمید کربو دی ایمید..... ۵۱

شکل (۱-۵۹)- استفاده از HOBt..... ۵۱

شکل (۱-۶۰) تشکیل حلقه بنزو پیپرا زینون تحت شرایط کاهشی..... ۵۲

شکل (۱-۶۱)- رودامین متیل استر برای جفت کردن آمین ها..... ۵۳

شکل (۱-۶۲)- الکل های معمولی جهت استفاده و جفت کردن آمید..... ۵۴

شکل (۱-۶۳)- کیلیت شدن با HOAt..... ۵۴

شکل (۱-۶۴)- آماده سازی سوکسین ایمیدیل استر..... ۵۵

شکل (۱-۶۵)- آماده سازی چند مرحله ای از استرهای فعال شده..... ۵۵

شکل (۱-۶۶)- جفت کردن تک مرحله ای با استفاده از BOP..... ۵۶

شکل (۱-۶۷)- جفت شدن تک مرحله ای با استفاده از PyBrop..... ۵۷

شکل (۱-۶۸)- جفت کردن تک مرحله ای با استفاده از HBTU یا TBTU..... ۵۸

شکل (۱-۶۹)- تعادل بین اورونیوم و گوانیدیوم..... ۵۹

شکل (۱-۷۰)- تشکیل گوانیدیم از HBTU..... ۵۹

شکل (۱-۷۱)- واکنش های جفت شدن تک مرحله ای با TOTU..... ۵۹

شکل (۱-۷۲)- جفت شدن تک مرحله ای با DMTMN..... ۶۱

شکل (۱-۷۳)- جفت کردن تک مرحله ای با استفاده از واکنشگر موکایاما..... ۶۱

شکل (۱-۷۴)-لیگاند استیودینگر..... ۶۲

شکل (۱-۷۵)- مکانیزم واکنش استیودینگر..... ۶۳

شکل (۱-۷۶)- تولید صنعتی آمپی سیلین..... ۶۴

فهرست شکل ها

شکل(۳-۱)کانفور مر هایی از N - متیل آمیدوN- آنیلید..... ۷۷
شمای(۱)- کربو دی ایمیدها..... ۵۰
شمای (۲)- PyBop..... ۵۷
شمای (۳)- واکنشگرهای موکایاما..... ۶۲

فهرست جداول

جدول صفحه

جدول (۱-۱)- واکنشگرهای جفت کننده بازی فسفونیوم..... ۵۷
جدول (۱-۲)- واکنشگر های جفت کننده اورونیوم/گوانیدیم..... ۶۰
جدول (۱-۳)- واکنشگر جفت کننده بازی ایمینیموم..... ۶۰
جدول (۲-۱)- نامگذاری ترکیبات واکنش دهنده..... ۶۶
جدول (۳-۱)- مشخصات ترکیبات سنتز شده..... ۸۶