

دانشگاه بین المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

وزارت علوم و تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
دانشکده علوم پایه
پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی فیزیک

موضوع:

بررسی روش های جدید انتقال دارو به کمک نانوحامل ها (نانوذرات حمل کننده ی دارو) و کمپلکس های بین پلیمری

استاد راهنما:

دکتر بهمن واشقانی فراهانی

استاد مشاور:

دکتر فرزانه حسین پور رجبی

محمد حسین احمدی ازغندی

تهیه و تنظیم: امین مکوندی



دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
 معاونت آموزشی - مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم تأییدیه هیأت داوران جلسه دفاع از پایان‌نامه/رساله

بدین وسیله گواهی میشود جلسه دفاعیه از پایان‌نامه کارشناسی ارشد امین مکوندی دانشجوی رشته شیمی گرایش شیمی - فیزیک تحت عنوان بررسی روش‌های جدید انتقال دارو به کمک نانو حامل‌ها (نانو ذرات حمل‌کننده دارو) و کمپلکس‌های بین پلیمری در تاریخ ۱۳۸۹/۱۲/۴ در دانشگاه برگزار گردید و این پایان‌نامه با نمره ۲۰.۹۰ و درجه ≥ 16 مورد تأیید هیأت داوران قرار گرفت.

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	دکتر بهمن واشقانی فراهانی	دانشیار	بین‌المللی امام خمینی (ره)	
۲	استاد مشاور	دکتر فرزانه حسین پور رجبی محمد حسین احمدی ازغندی	دانشیار مربی	بین‌المللی امام خمینی (ره)	
۳	داور خارج	دکتر بهرام قلمی چوبر	استادیار	دانشگاه گیلان	
۴	داور داخل	دکتر غلامرضا رضایی بهبهانی	دانشیار	بین‌المللی امام خمینی (ره)	
۵	نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مسعود رجبی	استادیار	بین‌المللی امام خمینی (ره)	

چکیده

در بخش اول این پایان نامه، با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد کیتوسان (به خصوص در دارورسانی)، نانوذرات کیتوسان به عنوان حامل داروی فلوکستین از طریق کمپلکس سازی بین پلیمری بواسطه‌ی برهمکنش‌های الکترواستاتیکی کیتوسان با تری‌پلی‌فسفات تهیه شدند. خصوصیات و ویژگی‌های شیمی فیزیکی ذرات حاصل با استفاده از دستگاه‌های طیف سنجی مادون قرمز (IR)، آنالیز گرمایی (TGA) و میکروسکوپ‌های الکترونی عبوری (TEM) و روبشی (SEM) ارزیابی شد. تشکیل کمپلکس بین دو پلیمر تایید شد و تصاویر حاصل از نانوذرات نشان دادند که ذرات بدست آمده شکل تقریباً کروی داشته و در ابعاد نانو بوده و داروی فلوکستین در میان کمپلکس کیتوسان-تری‌پلی‌فسفات بارگذاری شده‌است. بازدهی به دام انداختن دارو تعیین شد. آزادسازی دارو در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد (دمای بدن) و بافر ۷/۴ (مطابق با pH محیط زیستی بدن) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری UV مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین سینتیک رهاسازی دارو با استفاده از مدل‌های ریاضی بررسی شد.

در بخش دوم این پایان نامه، با استفاده از نرم افزار DPD شبیه‌سازی چگونگی تشکیل نانوذرات حاوی داروی فلوکستین انجام شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی رضایت بخش بود و نشان داد که کیتوسان، تری - پلی‌فسفات و داروی فلوکستین برهمکنش خوبی داشته‌اند. همچنین با استفاده از نرم افزار DPD میزان بازدهی در بارگذاری داروها مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که هرچه برهمکنش بین دارو و پلیمر بیشتر باشد میزان بارگذاری دارو نیز بیشتر است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
۱-۱-۱-۱	کمپلکس های بین پلیمری
۱-۱-۱-۱-۱	انواع نیروهای پیوند ثانویه در کمپلکس های بین پلیمری
۱-۱-۱-۱-۱-۱	نیروهای کولمبی (برهمکنش های الکترواستاتیکی)
۱-۱-۱-۱-۲	پیوند هیدروژنی
۱-۱-۲	انواع کمپلکس های بین پلیمری
۱-۲-۱-۱	کمپلکس های پلی الکترولیتی
۱-۲-۱-۱	کمپلکس هایی با پیوند هیدروژنی
۲-۱	نانوذرات
۱-۲-۱	دسته بندی کلی نانوذرات به عنوان سیستم های دارورسان
۲-۲-۱	روش های بار گذاری دارو در نانوذرات

- ۱-۲-۲-۱ به دام انداختن دارو توسط ذره ۷
- ۱-۲-۲-۲ جذب سطحی دارو ۷
- ۱-۳-۱ دارورسانی ۸
- ۱-۳-۱ سیستم‌های با رهایش کنترل شده ۸
- ۱-۳-۲ سیستم‌های با دارورسانی هدفمند ۸
- ۱-۳-۳ تعریف انتقال دارو ۹
- ۱-۳-۴ عوامل کاهش بهره‌ی درمانی داروها ۹
- ۱-۳-۵ مزایای سیستم‌های انتقال دارو ۹
- ۱-۳-۶ معایب سیستم‌های انتقال دارو ۱۰
- ۱-۳-۷ انواع سیستم‌های کنترلی انتقال دارو ۱۰
- ۱-۳-۷-۱ سیستم‌های تحت کنترل نفوذ ۱۱
- ۱-۳-۷-۲ سیستم‌های تحت کنترل تخریب ۱۱
- ۱-۳-۷-۳ سیستم‌های تحت واکنش‌های شیمیایی ۱۱
- ۱-۳-۷-۴ سیستم‌های تحت کنترل تورم ۱۲
- ۱-۳-۷-۵ سیستم‌های تحت کنترل پدیده اسمز ۱۲
- ۱-۳-۷-۶ سیستم‌های عکس‌العملی ۱۲
- ۱-۳-۸ حامل‌های دارورسان ۱۳
- ۱-۳-۸-۱ کمپلکس‌های بین پلیمری ۱۴

۱-۳-۸-۲ مایسل ها ۱۴

۱-۳-۸-۳ لیوزوم ها ۱۵

۱-۳-۸-۴ کریستال های مایع ۱۵

۱-۳-۸-۵ میکرو کره ها ۱۵

۱-۳-۸-۶ دندریمرها ۱۶

فصل دوم: تئوری

مقدمه ۱۷

۱-۲ کیتوسان ۱۸

۲-۲ روش های گوناگون تهیه میکرو/نانوذرات ۲۰

۱-۲-۲ روش مایسل معکوس ۲۱

۲-۲-۲ روش امولسیون اتصال-عرضی ۲۲

۳-۲-۲ روش رسوب دهی/انباشتگی ۲۳

۴-۲-۲ روش انعقاد قطره-امولسیون ۲۴

۵-۲-۲ روش خشک کن افشانه ای ۲۵

۶-۲-۲ روش غربال کردن ۲۶

۷-۲-۲ روش پلی الکترولیت کمپلکس ۲۷

- ۳-۲ عوامل تاثیر گذار روی سایز نانوذرات در روش پلی الکترولیت کمپلکس ۲۸
- ۱-۳-۲ غلظت محلول کیتوسان ۲۸
- ۲-۳-۲ اثر ویسکوزیته روی سایز نانوذرات ۲۸
- ۳-۳-۲ تاثیر نسبت کیتوسان به پلی آنیون ۲۸
- ۴-۳-۲ تاثیر وزن مولکولی و درجه ی استیل دار کردن ۲۸
- ۵-۳-۲ تاثیر pH ۲۹
- ۶-۳-۲ تاثیر سرعت هم زدن ۳۰
- ۷-۳-۲ تاثیر دما ۳۱
- ۸-۳-۲ نتیجه گیری از پارامترهای مطرح شده ۳۱
- ۴-۲ شبیه سازی مولکولی در مقیاس مزوسکوپیک ۳۲
- ۱-۴-۲ دینامیک پراکندگی ذرات ۳۲
- ۱-۱-۴-۲ تئوری های مربوط به دینامیک پراکندگی ذرات ۳۳
- ۵-۲ مروری بر تحقیقات انجام شده ۳۷
- ۱-۵-۲ تحقیقات انجام شده در زمینه ی تشکیل کمپلکس های بین پلیمری ۳۷
- ۱-۵-۲ تحقیقات انجام شده در زمینه ی کاربرد این مواد در دارورسانی، انتقال ژن ها و ۳۹
- ۶-۲ نتیجه گیری از مباحث مطرح شده ۴۲

فصل سوم: تجرّبی

- ۳-۱ مواد مورد استفاده..... ۴۳
- ۳-۱-۱ حلال..... ۴۳
- ۳-۱-۲ کیتوسان..... ۴۳
- ۳-۱-۳ تری پلی فسفات..... ۴۴
- ۳-۱-۴ فلوکستین..... ۴۴
- ۳-۲ وسایل و تجهیزات مورد نیاز..... ۳۵
- ۳-۳ آزمایش‌های انجام شده..... ۳۵
- ۳-۳-۱ تهیه و آماده سازی کمپلکس بین پلیمری کیتوسان-تری پلی فسفات به روش پلی الکترولیت کمپلکس..... ۴۵
- ۳-۳-۱-۱ تهیه محلول کیتوسان..... ۴۵
- ۳-۳-۱-۲ تهیه محلول تری پلی فسفات..... ۴۵
- ۳-۳-۱-۳ آماده سازی کمپلکس بین پلیمری کیتوسان-تری پلی فسفات..... ۴۵
- ۳-۳-۱-۴ فیلتراسیون محلول جهت بدست آوردن رسوب..... ۴۶
- ۳-۳-۲ تهیه و آماده سازی کمپلکس بین پلیمری کیتوسان-تری پلی فسفات و لود کردن دارو بر روی آن..... ۴۷
- ۳-۳-۲-۱ تهیه محلول کیتوسان..... ۴۷

- ۴۷ ۲-۲-۳-۳ تهیهی محلول دارو
- ۴۷ ۳-۲-۳-۳ تهیهی محلول تری پلی فسفات
- ۴۷ ۴-۲-۳-۳ لود کردن دارو
- ۴۸ ۵-۲-۳-۳ فیلتراسیون محلول
- ۴۸ ۳-۳-۳ آزمایش بازدهی به دام انداختن دارو
- ۴-۳-۳ تکنیک ها و دستگاه‌های به کار رفته جهت شناسایی و بررسی خصوصیات شیمی فیزیکی ترکیبات سنتز شده ۴۹
- ۴۹ ۱-۴-۳-۳ طیف سنجی مادون قرمز
- ۴۹ ۲-۴-۳-۳ تعیین مورفولوژی و میانگین سایز ذرات
- ۵۰ ۳-۴-۳-۳ بررسی آنالیز گرمایی
- ۵۰ ۴-۴-۳-۳ طیف سنجی مرئی
- ۵۰ ۵-۳-۳ آنالیز دارو
- ۵۰ ۶-۳-۳ آزمایش‌های رهایش دارو
- ۵۱ ۷-۳-۳ آزمایش بررسی سینتیک رهاسازی فلوکستین
- ۵۲ ۸-۳-۳ دستگاه‌های مورد استفاده
- ۵۲ ۱-۸-۳-۳ اسپکتروسکوپی مادون قرمز
- ۵۲ ۲-۸-۳-۳ میکروسکوپ الکترونی عبوری
- ۵۳ ۳-۸-۳-۳ میکروسکوپ الکترونی روبشی

۳-۳-۴ طیف سنجی ماوراء بنفش مرئی ۵۳

۳-۳-۵ آنالیز گرمائی ۵۴

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۴-۱ برهم کنش الکترواستاتیکی بین کیتوسان-تری پلی فسفات ۵۵

۴-۲ استفاده از طیف سنجی مادون قرمز برای تحلیل نتایج ۵۷

۴-۳ استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری و روبشی برای تحلیل نتایج ۵۹

۴-۴ استفاده از آنالیز گرمائی برای مقایسه کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات با کیتوسان خالص ۶۳

۴-۵ آنالیز داروی فلوکستین ۶۴

۴-۶ تعیین بازده به دام انداختن داروی فلوکستین ۶۶

۴-۷ بررسی رهاسازی فلوکستین از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات ۶۶

۴-۸ بررسی سینتیک رهایش فلوکستین با استفاده از مدل های ریاضی ۶۹

۴-۸-۱ آنالیز داده ها ۷۰

۴-۸-۱-۱ مدل سینتیک درجه صفر ۷۰

۴-۸-۱-۲ مدل سینتیک درجه یک ۷۱

۴-۸-۱-۳ مدل هیگوجی ۷۱

۴-۸-۱-۴ مدل هیکسون-کرول ۷۲

۷۳ ۵-۱-۸-۴ مدل کرسمیر- پیاس
۷۳ ۲-۸-۴ نمودارهای ترسیم شده
۷۴ ۳-۸-۴ سینتیک رهایش فلوکستین با استفاده از نمودارهای ترسیم شده
۷۷ ۴-۸-۴ بررسی مکانیسم آزادسازی دارو با مدل کرسمیر- پیاس
۹-۴	بررسی انتقال دارو از کمپلکس بین پلیمری کیتوسان-تری پلی فسفات بواسطه برهمکنش
۷۹ الکترواستاتیکی از طریق محاسبات مولکولی
۱-۹-۴	استفاده از شبیه سازی مولکولی به روش دینامیک پراکندگی ذرات در تشکیل کمپلکس پلی
۷۹ الکترولیتی کیتوسان-تری پلی فسفات
۲-۹-۴	تصاویر شبیه سازی شده مربوط به لود کردن داروی فلوکستین در کیتوسان-تری پلی فسفات
۸۲
۳-۹-۴	بررسی تاثیر برهمکنش دارو با پلیمرها در میزان لود کردن دارو توسط دینامیک پراکندگی
۸۶ ذرات
۹۵ مراجع

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱ چگونگی شکل‌گیری کمپلکس بین پلیمری..... ۱
- شکل ۱-۲ نیروهای کولمبی و هیدروژنی..... ۲
- شکل ۱-۳ پیوند هیدروژنی بین پلی‌اکریلیک اسید (PAA) و پلی‌اتیلن اکساید (PEO)..... ۳
- شکل ۱-۴ کمپلکس پلی‌الکترولیتی بین پلی‌اکریلیک اسید (PAA) و پلی‌اتیلن ایمین (PEI)..... ۴
- شکل ۱-۵ کمپلکس با پیوند هیدروژنی بین پلی‌اکریلیک اسید (PAA) و پلی‌اتیلن اکساید (PEO)..... ۵
- شکل ۱-۶ شکل‌گیری کمپلکس بین پلیمری توسط پلیمریزاسیون ماتریکسی متاکریلیک (MAA) اسید در حضور پلی‌اتیلن گلیکول (PEG)..... ۶
- شکل ۱-۷ نانو کپسول‌ها و نانو کره‌ها..... ۷
- شکل ۱-۸ روش‌های مختلف بارگذاری دارو در نانوذرات..... ۷
- شکل ۱-۹ انواع حامل‌های دارورسان..... ۱۳
- شکل ۱-۱۰ مایسل در محیط آبی..... ۱۴
- شکل ۱-۱۱ لیپوزوم‌ها..... ۱۵
- شکل ۱-۱۲ دندریمرها (درخت سان‌ها)..... ۱۶
- شکل ۱-۲ تبدیل کیتین به کیتوسان..... ۱۸
- شکل ۲-۲ ساختار شیمیایی کیتین، کیتوسان و سلولز..... ۱۹
- شکل ۲-۳ نمایش شماتیک تهیه و آماده‌سازی میکرو/نانوذرات کیتوسان به روش مایسل معکوس ۲۱
- شکل ۲-۴ نمایش شماتیک تهیه و آماده‌سازی میکرو/نانوذرات کیتوسان به روش امولسیون اتصال-عرضی..... ۲۲
- شکل ۲-۵ نمایش شماتیک تهیه و آماده‌سازی میکرو/نانوذرات کیتوسان به روش رسوب‌دهی/انباشتگی..... ۲۳

- شکل ۲-۶ نمایش شماتیک تهیه و آماده‌سازی میکرو/نانوذرات کیتوسان به روش انعقاد قطره-امولسیون
 ۲۴
- شکل ۲-۷ نمایش شماتیک تهیه و آماده‌سازی میکرو/نانوذرات کیتوسان به روش خشک کن افشانه‌ای
 ۲۵
- شکل ۲-۸ نمایش شماتیک تهیه و آماده‌سازی میکرو/نانوذرات کیتوسان به روش غربال کردن. ۲۶
 شکل ۲-۹ نمایش شماتیک تهیه و آماده‌سازی میکرو/نانوذرات کیتوسان به روش پلی الکترولیت
 کمپلکس ۲۷
- شکل ۲-۱۰ تاثیر وزن مولکولی و درجه دی‌استیل‌دار کردن کیتوسان روی سایز نانوذرات کیتوسان
 ۲۹
- شکل ۲-۱۱ تاثیر pH روی سایز نانوذرات کیتوسان ۳۰
 شکل ۲-۱۲ تاثیر سرعت هم زدن روی سایز نانوذرات کیتوسان ۳۰
 شکل ۲-۱۳ تاثیر دما روی سایز نانوذرات کیتوسان ۳۱
 شکل ۲-۱۴ نمودار ستونی تاثیر پارامترهای مختلف روی سایز نانوذرات کیتوسان ۳۲
 شکل ۳-۱ واحد تکرار شونده از پلیمر کیتوسان ۴۳
 شکل ۳-۲ واحد تکرار شونده از پلیمر تری پلی فسفات ۴۴
 شکل ۳-۳ ساختار مولکولی داروی فلوکستین ۴۵
 شکل ۴-۱ مکانیسم‌های برهم‌کنش کیتوسان با تری پلی فسفات ۵۶
 شکل ۴-۲ برهم‌کنش‌های الکترواستاتیکی بین کیتوسان با تری پلی فسفات ۵۶
 شکل ۴-۳ طیف FTIR از کیتوسان ۵۸
 شکل ۴-۴ طیف FTIR از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات ۵۸
 شکل ۴-۵ طیف FTIR از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات حاوی داروی فلوکستین ۵۹
 شکل ۴-۶ تصویر SEM از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات ۶۰
 شکل ۴-۷ تصویر SEM از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات ۶۰
 شکل ۴-۸ تصویر TEM از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات حاوی داروی فلوکستین ۶۱
 شکل ۴-۹ تصویر TEM از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات حاوی داروی فلوکستین ۶۲
 شکل ۴-۱۰ تصویر TEM از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات حاوی داروی فلوکستین ... ۶۲
 شکل ۴-۱۱ تصویر TEM از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات حاوی داروی فلوکستین ۶۳

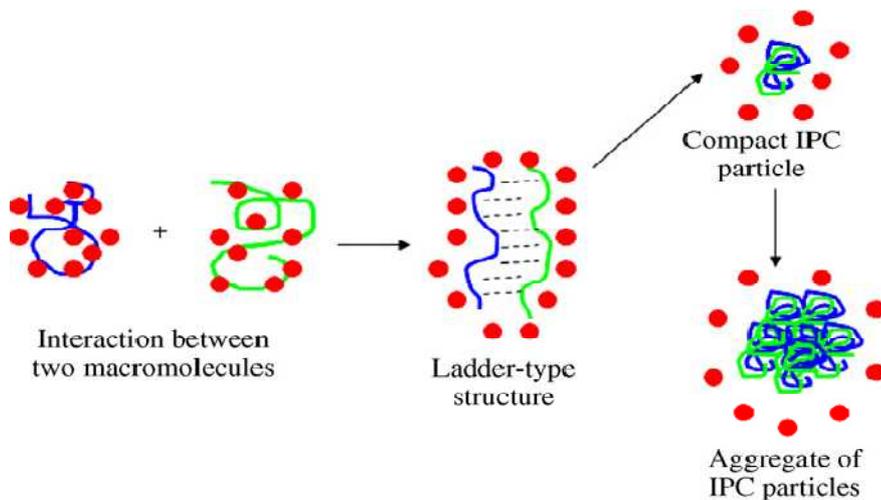
- شکل ۴-۱۲ منحنی حاصل از آنالیز گرمایی کیتوسان خالص در مقایسه با کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات..... ۶۴
- شکل ۴-۱۳ ساختار مولکولی داروی فلوکستین ۶۵
- شکل ۴-۱۴ منحنی کالیراسیون داروی فلوکستین ۶۵
- شکل ۴-۱۵ منحنی رهاسازی فلوکستین از نانوذرات ۶۸
- شکل ۴-۱۶ مدل مرتبه صفرم برای رهایش داروی فلوکستین از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات ۷۴
- شکل ۴-۱۷ مدل مرتبه اول برای رهایش داروی فلوکستین از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات ۷۵
- شکل ۴-۱۸ مدل هیگچی برای رهایش داروی فلوکستین از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات ۷۵
- شکل ۴-۱۹ مدل هیکسون - کرول برای رهایش داروی فلوکستین از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات..... ۷۶
- شکل ۴-۲۰ مدل کرسمیر-پپاس برای رهایش داروی فلوکستین از کمپلکس کیتوسان-تری پلی فسفات..... ۷۶
- شکل ۴-۲۱ جعبه شیشه سازی در مرحله صفر..... ۸۳
- شکل ۴-۲۲ جعبه شیشه سازی پس از گذشت ۴۰۰ مرحله ۸۳
- شکل ۴-۲۳ جعبه شیشه سازی پس از گذشت ۸۰۰ مرحله ۸۴
- شکل ۴-۲۴ جعبه شیشه سازی پس از گذشت ۱۰۰۰ مرحله ۸۴
- شکل ۴-۲۵ جعبه شیشه سازی پس از گذشت ۱۶۰۰ مرحله ۸۵
- شکل ۴-۲۶ جعبه شیشه سازی پس از گذشت ۱۹۰۰ مرحله ۸۵
- شکل ۴-۲۷ تصویری از یک نانوپارتیکل حاوی داروی فلوکستین شیشه سازی شده..... ۸۶
- شکل ۴-۲۸ ساختار مولکولی ایوپروفن و سالیسیلیک اسید..... ۸۷
- شکل ۴-۲۹ جعبه شیشه سازی برای ایوپروفن ۹۰
- شکل ۴-۳۰ جعبه شیشه سازی برای سالیسیلیک اسید..... ۹۳
- شکل ۴-۳۱ چگونگی قرار گرفتن داروی سالیسیلیک اسید بین دو پلیمر CS و TPP..... ۹۳

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۴ پارامترهای حاصل از رهائش فلوکستین از ماتریس پلیمری به کمک مدل‌های ریاضی ۷۷	
جدول ۲-۴ مکانیسم‌های مختلف رهش از ماتریس‌های پلیمری با در نظر گرفتن توان n و شکل هندسی آن‌ها.....	۷۸
جدول ۳-۴ مدل دانه درشت کیتوسان (CS)، تری پلی فسفات (TPP)، داروی فلوکستین (F1, F2) آب (W).....	۸۰
جدول ۴-۴ پارامترهای برهمکنش مورد استفاده در شبیه سازی کیتوسان-تری پلی فسفات- فلوکستین.....	۸۲
جدول ۵-۴ مدل دانه درشت کیتوسان (CS)، تری پلی فسفات (TPP)، ایوپروفن (D1, D2, D3)، آب (W).....	۸۸
جدول ۶-۴ پارامترهای برهمکنش مورد استفاده در شبیه سازی کیتوسان-تری پلی فسفات- ایوپروفن.....	۸۹
جدول ۷-۴ مدل دانه درشت کیتوسان (CS)، تری پلی فسفات (TPP)، سالیسیلیک اسید (S1, S2)، آب (W).....	۹۱
جدول ۸-۴ پارامترهای برهمکنش مورد استفاده در شبیه سازی کیتوسان-تری پلی فسفات-سالیسیلیک اسید.....	۹

۱-۱ کمپلکس‌های بین پلیمری^۱

هنگامی که برهمکنش‌های بین پلیمرها در یک محلول از برهمکنش پلیمر-حلال بیشتر باشد، کمپلکس‌های بین پلیمری تشکیل خواهند شد. کمپلکس‌های بین پلیمری از طریق برهمکنش بین مولکولی از دو پلیمر مجزا (از طریق نیروهای پیوندی ثانویه) تشکیل می‌شوند. این ترکیب بدست آمده معمولاً به صورت رسوب در محلول ظاهر می‌شود. به همین خاطر تشکیل رسوبات در مخلوط دو یا چند محلول پلیمری بیانگر وجود واکنش بین پلیمری قویست. مطالعه فرآیندهای تشکیل کمپلکس برای پیدا کردن کاربردهای جدید برای کمپلکس‌های جدید بعنوان موادی که خاصیت‌های فیزیکی و شیمیایی و عاملی ویژه و متفاوت با پلیمرهای اولیه را از خود نشان می‌دهند، بطور گسترده‌ای در دست بررسی است.



شکل ۱-۱: چگونگی شکل‌گیری کمپلکس بین پلیمری (دانه‌ها نشان دهنده مولکول‌های حلال می‌باشند)

^۱ - Interpolymer complex

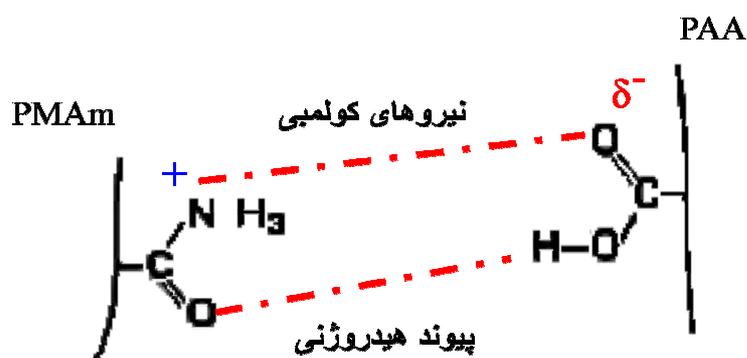
۱-۱-۱ نیروهای پیوند ثانویه، در کمپلکس‌های بین پلیمری بصورت زیر تقسیم بندی می‌شوند: [۱-۲]

۱. نیروهای کولبی^۱ (برهمکنش‌های الکتروستاتیکی^۲)
۲. پیوند هیدروژنی
۳. نیروهای واندروالسی
۴. برهمکنش‌های انتقال بار
۵. مبادله‌ی دافعی
۶. برهمکنش‌های آبگریزی (هیدروفوبیکی)

از آنجاییکه که دو مورد اول برای ما از اهمیت بیشتری برخوردار است، مختصر توضیحی در مورد آنها داده می‌شود.

۱-۱-۱-۱ نیروهای کولبی (نیروهای برهمکنش کننده الکترواستاتیکی):

نیروی کولبی بین دو مولکول باردار عمل می‌نماید. این برهمکنش به واسطه دامنه تقریباً وسیع و نیروی نسبتاً زیادش و متفاوت بودن آن با سایر نیروهای برهمکنش کننده، قابل شناسایی است [۱].



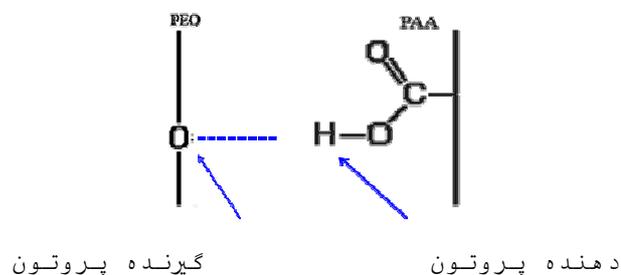
شکل ۱-۲: نیروهای کولبی و هیدروژنی

¹ Coulombic forces

² Electrostatic interactions

۲-۱-۱-۱ پیوند هیدروژنی

پیوند هیدروژنی در نتیجه برهمکنش بین یک اتم هیدروژن با کمبود الکترون و اتمی با دانسیته الکترونی بالا بوجود می‌آید. [۱]



شکل ۳-۱ : پیوند هیدروژنی بین پلی اکریلیک اسید (PAA) و پلی اتیلن اکساید (PEO)

۲-۱-۱ انواع کمپلکس‌های بین پلیمری به صورت زیر تقسیم بندی می‌شوند: [۳]

- ۱- کمپلکس‌های پلی‌الکترولیتی^۱
- ۲- کمپلکس‌هایی با پیوندهای هیدروژنی^۱
- ۳- کمپلکس فضا گزین^۲
- ۴- کمپلکس‌های انتقال بار^۳

^۱-Polyelectrolyte complexes
^۱-Hydrogen bonding complexes
^۲-Stereo complexes
^۳-Charge transfer complexes