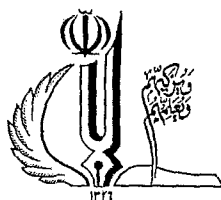


۸۷۱۱۰۷۸۸۸

۸۸۱۲۹



دانشگاه تهران

دانشکده شیمی

گروه شیمی فیزیک

## پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی فیزیک

### عنوان

مطالعه تعادل‌های مایع - مایع سیستم‌های آبی متشکل از پلی وینیل پیرولیدون  
و نمک‌های پتاسیم تارتارات و پتاسیم اگزالات در برخی دماها

استاد راهنما

آقای دکتر محمد تقی زعفرانی معطر

استاد مشاور

آقای دکتر محمد تقی زاده

پژوهشگر

علی زعفرانلو

اسفند ۱۳۸۷



۳۳۸ / ۱ / ۲۸

۱۱۰۴۱۰

## تقدیم

به پدر و مادر فداکاره، دو بیکران بی‌همتا  
، دو سرو قامتی که گوهر وجودشان و باران  
محبت شان را همواره بی هیچ منت و  
ادعائی مرهمی کردند بر خستگی‌هایم .

به فاطمه و عادلہ عزیزه، دو گوهر  
آسمانی که در طول دوران تحصیل همواره  
مشوقه بودند و همراه

با تقدیر و تشکر از

استاد علم و ادب و اخلاق ;

جناب آقای

دکتر محمد تقی زعفرانی معطر

که در طول این مدت ، همواره از

راهنمایی‌های ایشان به عنوان دانشمند

برتر جهان اسلام بهره‌مند بوده.

## با تقدیر و تشکر از

❖ از جناب آقای دکتر محمد تقی تقی زاده میریت ممتزم گروه شیمی فیزیک که افتخار مشاوره این پایاننامه را با ایشان داشتیم، قدردانی می‌کنم.

❖ از جناب آقای دکتر مبین اشعثی سرفابی که زحمت داوری این پایاننامه را متقبل شده‌اند کمال تشکر و امتنان را دارم.

❖ از دوست و برادر همیشگی، پویا قسوره که کارشناسی ارشد را مدیون مضمون سبزش می‌دانم.

❖ از برادر و همکار عزیز، داریوش نیکجو و فواهر همیشگیم قدسی مدنی که در طول این مدت با خلوص نیت، دلسوزی و پشتکار مثال زدنی، در تمامی مشکلات و فستگی‌ها در کنارم ماندند.

❖ از دوست عزیزم شهرام طلوعی و فواهر مهربانم شعله ممزه زاده به خاطر مهربانی‌ها و راهنمایی‌های علمی‌شان. در نبود این بزرگواران مطمئناً ارائه پایاننامه در این زمان و با کیفیت مطلوب میسر نبود.

❖ از دوستان و همکاران عزیزم در آزمایشگاه پژوهشی کالریمتری، آقای نصیری و خانمها شوکت سرمد، نسترن تومیدی فر، رقیه مجدان، بهناز اسد زاده، فاطمه علیزاده و نیلوفر داوودی که در طول دوره همچون خانواده یار و همراه من بودند.

❖ دوستان بسیار عزیز و ارجمندم آقایان ساسان سیاهکوهیان، ابراهیم بنیاس، مجید اکبری، حامد محمد پور، مسین افشاری و خانم‌ها طاهره معدلی، سمیه اسد زاده و مرضیه عباسی که همواره در غم و شادی شریکم بودند.

نام خانوادگی: زعفرانی	نام: علی
عنوان پایان نامه: مطالعه تعادلهای مایع - مایع سیستم های آبی متشکل از پلی وینیل پیرولیدون و نمکهای پتاسیم اگزالات و پتاسیم تارتارات در برخی دماها	
استاد راهنما: دکتر محمد تقی زعفرانی معطر	استاد مشاور: دکتر محمد تقی تقی زاده
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: شیمی	گرایش: شیمی فیزیک
دانشگاه: شیمی	تاریخ فارغ التحصیلی: اسفند ۱۳۸۷
	تعداد صفحه: ۱۱۹
کلید واژه ها: سیستم های دو فازی آبی، دیاگرام فاز، تعادل فاز مایع - مایع، پلی وینیل پیرولیدون، برازش ، $K_2C_2O_4$ ، $K_2C_4H_4O_6$	
چکیده:	
<p>سیستم های دو فازی آبی سیستم های متشکل از محلول های آبی دو پلیمر یا یک پلیمر و یک نمک (معدنی یا آلی) می باشد، که پس از اختلاط به دو فاز آبی امتزاج ناپذیر تفکیک می شود. در این سیستم ها هر فاز عمدتاً دارای ۸۵ تا ۹۰٪ آب است و محیطی بسیار مناسب برای جداسازی و تخلیص مواد بیولوژیکی از قبیل آنزیم ها، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک، همچنین اندامک های سلولی ایجاد می کند.</p> <p>هنگامی که مخلوط پیچیده ای از بیومولکول ها به سیستم های دو فازی آبی افزوده می شود، بیومولکول ها به طور نابرابر بین دو فاز توزیع شده و جداسازی صورت می گیرد. در سال های اخیر محققین زیادی تحقیقات خود را بر روی داده های تعادل فاز سیستم های دو فازی آبی پلیمر+نمک متمرکز نموده اند. تعدادی از سیستم های دو فازی آبی PVP - نمک به طور گسترده ای مورد بررسی قرار گرفته اند. اما سیستم های <math>PVP_{3500} + K_2C_4H_4O_6 + H_2O</math> ، <math>PVP_{3500} + K_2C_2O_4 + H_2O</math> هنوز بررسی نشده اند. بنابراین در این کار پژوهشی، داده های تعادل مایع - مایع و منحنی باینودال این سیستم ها را بدست آوردیم.</p> <p>از دلایل انتخاب این مواد می توان به عدم آلودگی های زیست محیطی اشاره نمود. بخصوص اگزالات که زیست تخریب پذیر می باشد.</p>	

برای برازش داده های خطوط ارتباطی پلیمر- نمک از « معادله تجربی ستسچینو، اتمر توپاس و معادله پتانسیل بن کرافت»، « مدل NRTL» و ویریال اسمزی استفاده شده است، و تطابق خوبی بین داده های تجربی و محاسباتی بدست آمده است. برای برازش منحنی باینودال از مدل تجربی «مرچاک» بطور موفقیت آمیز استفاده شده است. همچنین از روش Plait Point برای بدست آوردن نقطه بحرانی استفاده شده است.

یررسی این سیستمها نشان داد که بطور کلی با افزایش دما ناحیه دو فازی افزایش پیدا کرده که این افزایش در نواحی با غلظت کم پلیمر محسوس تر است. همچنین از بین مدلها ، مدل ستسچینو و NRTL بهترین برازش را برای سیستمهای مورد نظر انجام داده اند.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و بررسی منابع
۱.....	مقدمه.....
۸.....	۱-۱ اهمیت مطالعه تعادل فازي.....
۹.....	۱-۲- نمودار فاز.....
۱۵.....	۱-۳- محلول‌های پلیمر.....
۱۶.....	۱-۴- علت جدایی فاز.....
۱۸.....	۱-۵- بررسی اثر پارامترهای مؤثر در تشکیل سیستم های دو فازي.....
۱۸.....	۱-۵-۱- اثر نوع نمک.....
۲۰.....	۱-۵-۲- اثر دما.....
۲۱.....	۱-۵-۳- اثر جرم مولکولی پلیمر.....
۲۲.....	۱-۵-۴- اثر pH محلول.....
۲۳.....	۱-۶- توزیع بیومولکول ها.....
۲۴.....	۱-۷- مدل سازی.....
۲۹.....	۱-۷-۱- مدل‌های ترکیب موضعی.....
۳۰.....	۱-۷-۱-۱- سهم برهمکنش های دوربرد.....

۳۴ ..... ۲-۱-۷-۱- سهم برهمکنشهای کوتاه برد

۳۹ ..... ۳-۱-۷-۱- سهم ترکیبی

۴۱ ..... ۲-۷-۱- معادله تجربی مرچاک

۴۱ ..... ۳-۷-۱- معادله تجربی اتمر تویاس معادله پتانسیل بن کرافت

۴۲ ..... ۴-۷-۱- معادله تجربی ستسچینو

۴۶ ..... ۵-۷-۱- معادله اسمزی ویریاک

۴۸ ..... ۸-۱- اهداف

### فصل دوم: مواد و روشها

۵۱ ..... ۱-۲- مواد مورد استفاده

۵۲ ..... ۲-۲- ابزار مورد استفاده برای رسم منحنی باینودال

۵۳ ..... ۳-۲- روش تجربی تعیین منحنی باینودال

۵۴ ..... ۴-۲- روش تجربی بدست آوردن خطوط ارتباطی

۵۵ ..... ۱-۴-۲- آنالیز نمک

۵۶ ..... ۲-۴-۲- تعیین غلظت پلیمر

### فصل سوم: نتایج و بحث

۵۹ ..... ۱-۳- بخش تجربی

۵۹ ..... ۱-۱-۳- نتایج منحنی های باینودال

۶۲ ..... ۲-۱-۳- بررسی نتایج حاصل از منحنی های باینودال



- ۶۲.....۱-۲-۱-۳- بررسی اثر دما بر روی منحنی های باینودال
- ۶۴.....۲-۲-۱-۳- بررسی اثر نوع نمک بر روی منحنی های باینودال
- ۶۸.....۳-۱-۳- نتایج خطوط ارتباطی (tie-lines)
- ۷۴.....۴-۱-۳- اثر دما بر روی خطوط ارتباطی
- ۷۷.....۲-۳- بخش نظری
- ۷۸.....۱-۲-۳- مدل سازی با معادله تجربی مرچاک
- ۸۰.....۲-۲-۳- برازش خطوط ارتباطی با مدل های مختلف
- ۸۰.....۱-۲-۲-۳- مدل سازی با معادله تجربی اتمر تویاس و معادله پتانسیل بن کرافت
- ۸۵.....۲-۲-۲-۳- مدل سازی با معادله تجربی ستسچینو
- ۸۹.....۳-۲-۲-۳- مدل سازی با معادله ویریال اسمزی
- ۹۴.....۴-۲-۲-۳- مدل سازی با معادله NRTL
- ۱۰۵.....۳-۲-۳- نتایج نقطه پلیت
- ۱۱۱.....۴-۲-۳- مقایسه مدل ها
- ۱۱۲.....نتیجه گیری
- ۱۱۳.....پیشنهادات
- ۱۱۳.....منابع

شکل (۱-۱): ساختار منومر پلی وینیل پیرولیدون	۷
شکل (۲-۱): نمودار فاز مثلثی برای سیستم دکستران - فیکول - آب در $23^{\circ}\text{C}$	۹
شکل (۳-۱): نمودار فاز مربعی سیستم دکستران $70$ - فیکول $400$ - آب در $23^{\circ}\text{C}$	۱۲
شکل (۱-۲) ابزار مورد استفاده در تعیین منحنی باینودال به روش نقطه ابری	۵۲
شکل (۱-۳): منحنی باینودال سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در $3^{\circ}\text{C}$ دما	۶۱
شکل (۲-۳): منحنی باینودال سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در $3^{\circ}\text{C}$ دما	۶۱
شکل (۳-۳): اثر نوع انیون تشکیل دهنده نمک بر روی مکان هندسی منحنی باینودال	۶۴
شکل (۴-۳): نتایج خطوط ارتباطی سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در دمای K	۲۹۸/۱۵
شکل (۵-۳): نتایج خطوط ارتباطی سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در دمای K	۳۰۸/۱۵
شکل (۶-۳): نتایج خطوط ارتباطی سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در دمای K	۳۱۸/۱۵
شکل (۷-۳): نتایج خطوط ارتباطی سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در دمای K	۲۹۸/۱۵
شکل (۸-۳): نتایج خطوط ارتباطی سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در دمای K	۳۰۸/۱۵
شکل (۹-۳): نتایج خطوط ارتباطی سیستم $\text{PVP}_{3500}$ (۱) + $\text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (۲) + $\text{H}_2\text{O}$ (۳) در دمای K	۳۱۸/۱۵

- شکل (۳-۱۰): اثر دما بر روی شیب و طول خطوط ارتباطی در سیستم  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) ..... ۷۴
- شکل (۳-۱۱): اثر دما بر روی شیب و طول خطوط ارتباطی در سیستم  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) ..... ۷۵
- شکل (۳-۱۲): برآزش منحنی باینودال سیستم  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) با مدل مرچاک در ۳ دما ..... ۷۹
- شکل (۳-۱۳): برآزش منحنی باینودال سیستم  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) با مدل مرچاک در ۳ دما ..... ۷۹
- شکل (۳-۱۴): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) با مدل اتمرتویاس و بن کرافت در دمای K ۲۹۸/۱۵ ..... ۸۱
- شکل (۳-۱۵): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) با مدل اتمرتویاس و بن کرافت در دمای K ۳۰۸/۱۵ ..... ۸۲
- شکل (۳-۱۶): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) با مدل اتمرتویاس و بن کرافت در دمای K ۳۱۸/۱۵ ..... ۸۲
- شکل (۳-۱۷): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) با مدل اتمرتویاس و بن کرافت در دمای K ۲۹۸/۱۵ ..... ۸۳
- شکل (۳-۱۸): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) + PVP<sub>3500</sub> (۱) با مدل اتمرتویاس و بن کرافت در دمای K ۳۰۸/۱۵ ..... ۸۳

- شکل (۳-۱۹): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل اتمرتویاس و بن کرافت در دمای  $318/15$  K ..... ۸۴
- شکل (۳-۲۰): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ستسچینو در دمای  $298/15$  K ..... ۸۶
- شکل (۳-۲۱): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ستسچینو در دمای  $308/15$  K ..... ۸۷
- شکل (۳-۲۲): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ستسچینو در دمای  $318/15$  K ..... ۸۷
- شکل (۳-۲۳): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ستسچینو در دمای  $298/15$  K ..... ۸۸
- شکل (۳-۲۴): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ستسچینو در دمای  $308/15$  K ..... ۸۸
- شکل (۳-۲۵): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ستسچینو در دمای  $318/15$  K ..... ۸۹
- شکل (۳-۲۶): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ویریال اسمزی در دمای  $298/15$  K ..... ۹۱
- شکل (۳-۲۷): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ویریال اسمزی در دمای  $308/15$  K ..... ۹۱

- شکل (۳-۲۸): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ویریال اسمزی در دمای  $318/15$  K ..... ۹۲
- شکل (۳-۲۹): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ویریال اسمزی در دمای  $298/15$  K ..... ۹۲
- شکل (۳-۳۰): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ویریال اسمزی در دمای  $308/15$  K ..... ۹۳
- شکل (۳-۳۱): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل ویریال اسمزی در دمای  $318/15$  K ..... ۹۳
- شکل (۳-۳۲): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل NRTL ۶ پارامتری در دمای  $298/15$  K ..... ۹۵
- شکل (۳-۳۳): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل NRTL ۶ پارامتری در دمای  $308/15$  K ..... ۹۶
- شکل (۳-۳۴): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل NRTL ۶ پارامتری در دمای  $318/15$  K ..... ۹۶
- شکل (۳-۳۵): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل NRTL ۶ پارامتری در دمای  $298/15$  K ..... ۹۷
- شکل (۳-۳۶): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با مدل NRTL ۶ پارامتری در دمای  $308/15$  K ..... ۹۷

شکل (۳-۳۷): برازش خطوط ارتباطی تجربی ل سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳)

با مدل NRTL ۶ پارامتری در دمای  $318/15$  K ..... ۹۸

شکل (۳-۳۸): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۴ پارامتری در دمای  $298/15$  K ..... ۱۰۰

شکل (۳-۳۹): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۴ پارامتری در دمای  $308/15$  K ..... ۱۰۰

شکل (۳-۴۰): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_2O_4$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۴ پارامتری در دمای  $318/15$  K ..... ۱۰۱

شکل (۳-۴۱): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۴ پارامتری در دمای  $298/15$  K ..... ۱۰۱

شکل (۳-۴۲): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۴ پارامتری در دمای  $308/15$  K ..... ۱۰۲

شکل (۳-۴۳): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۴ پارامتری در دمای  $318/15$  K ..... ۱۰۲

شکل (۳-۴۴): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۲ پارامتری در دمای  $298/15$  K ..... ۱۰۴

شکل (۳-۴۵): برازش خطوط ارتباطی تجربی سیستم  $PVP_{3500}$  (۱) +  $K_2C_4H_4O_6$  (۲) +  $H_2O$  (۳) با

مدل NRTL ۲ پارامتری در دمای  $308/15$  K ..... ۱۰۴

شکل (۳-۴۶): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  با

مدل NRTL ۲ پارامتری در دمای K ۳۱۸/۱۵ ..... ۱۰۵

شکل (۳-۴۷): برآزش خطوط ارتباطی تجربی سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  با مدل

NRTL ۴ پارامتری با استفاده از دیگرام مثلثی در دمای K ۲۹۸/۱۵ ..... ۱۰۶

شکل (۳-۴۸): نتایج نقطه پلیت برای سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  در دمای

K ۲۹۸/۱۵ ..... ۱۰۸

شکل (۳-۴۹): نتایج نقطه پلیت برای سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$

در دمای K ۳۰۸/۱۵ ..... ۱۰۸

شکل (۳-۵۰): نتایج نقطه پلیت برای سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_2O_4$  + (۳)  $H_2O$  در دمای

K ۳۱۸/۱۵ ..... ۱۰۹

شکل (۳-۵۱): نتایج نقطه پلیت برای سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  در دمای

K ۲۹۸/۱۵ ..... ۱۰۹

شکل (۳-۵۲): نتایج نقطه پلیت برای سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  در دمای

K ۳۰۸/۱۵ ..... ۱۱۰

شکل (۳-۵۳): نتایج نقطه پلیت برای سیستم (۱)  $PVP_{3500}$  + (۲)  $K_2C_4H_4O_6$  + (۳)  $H_2O$  در دمای

K ۳۱۸/۱۵ ..... ۱۱۰

جدول (۱-۲) مواد مورد استفاده در این کار پژوهشی	۵۱
جدول (۲-۲) ضرایب معادله (۱-۲) در دمای ۲۹۸/۱۵ K	۵۷
جدول (۱-۳): داده های باینودال سیستم پلیمر (۱) + نمک (۲) + آب (۳) در ۳ دما	۶۰
جدول (۲-۳): داده های تعادل فاز مایع-مایع سیستم (۱) PVP <sub>3500</sub> + (۲) K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> + (۳) H <sub>2</sub> O در ۳ دما	۶۹
جدول (۳-۳): داده های تعادل فاز مایع-مایع سیستم (۱) PVP <sub>3500</sub> + (۲) K <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> + (۳) H <sub>2</sub> O در ۳ دما	۷۰
جدول (۴-۳): انحراف استاندارد و پارامترهای معادله مرچاک برای سیستم پلیمر (۱) + نمک (۲) + آب (۳)	۷۸
جدول (۵-۳): انحراف استاندارد و پارامترهای معادله اتمر توپاس و بن کرافت برای سیستم پلیمر (۱) + نمک (۲) + آب (۳)	۸۱
جدول (۶-۳): انحراف استاندارد و پارامترهای معادله ستسچینو برای سیستم پلیمر (۱) + نمک (۲) + آب (۳)	۸۶
جدول (۷-۳): انحراف استاندارد و پارامترهای معادله ویریال اسمزی برای سیستم پلیمر (۱) + نمک (۲) + آب (۳)	۹۰
جدول (۸-۳): انحراف استاندارد و پارامترهای معادله NRTL ۶ پارامتری برای سیستم پلیمر (۱) + نمک (۲) + آب (۳)	۹۵
جدول (۹-۳): پارامترهای برهمکنش، $\tau_{ij}$ ، با استفاده از داده های سیستم دوتایی (۱) PVP <sub>4070</sub> + (۲) H <sub>2</sub> O	۹۸



- جدول (۳-۱۰): انحراف استاندارد و پارامترهای معادله NRTL ۴ پارامتری برای سیستم پلیمر (۱) + نمک  
 (۲) + آب (۳) ..... ۹۹
- جدول (۳-۱۱): پارامترهای برهمکنش،  $\tau_{ij}$ ، با استفاده از داده های سیستم دوتایی (۳)  $H_2O$  +  
 (۲)  $K_2C_4H_4O$  ..... ۱۰۳
- جدول (۳-۱۲): انحراف استاندارد و پارامترهای معادله NRTL ۲ پارامتری برای (۳)  $H_2O$  + (۲)  
 (۱)  $PVP_{3500}$  +  $K_2C_4H_4O_6$  ..... ۱۰۳
- جدول (۳-۱۳): پارامترهای نقاط پلیت برای سیستم پلیمر (۱) + نمک (۲) + آب (۳) ..... ۱۰۷
- جدول (۳-۱۴): مقایسه انحراف استاندارد مدل های بکار رفته در برازش ..... ۱۱۱

# فصل اول

## مقدمه

9

## بررسی منابع

## مقدمه

امروزه علم بیوشیمی و زیست شناسی سلولی متأثر از روش‌های جداسازی است و چون پروتئین‌ها فراوان‌ترین مولکول‌های آلی در سلولها هستند لذا جداسازی پروتئین‌ها مورد توجه بسیار قرار گرفته است. جداسازی و خالص سازی بیومولکولها و بيو پليمرها در مقیاس بزرگ از لحاظ صنعتی اهمیت خاصی دارد. در مورد پروتئین‌ها روشهای زیر برای جداسازی در مقیاس صنعتی وجود دارد:

۱- روش بر اساس رسوب دهی

۲- روش بر اساس جذب سطحی

۳- روش بر اساس سیستمهای غشایی

۴- روش بر اساس سیستم‌های دو فازي آب

جداسازی ترکیبات سازنده مخلوط‌ها به وسیله توزیع بین دو فاز مایع امتزاج ناپذیر چه به صورت استخراج توده‌ای و چه به وسیله کروماتوگرافی تقسیمی مایع-مایع، از کلاسیک‌ترین روش‌ها در شیمی می باشد. از آنجا که سیستم‌های شیمیایی شامل جلاله‌های آلی برای جداسازی مواد بیولوژیکی (بویژه ذرات ریز بیولوژیکی) اثرات زیان‌بخشی دارند، استفاده از آنها ممنوع شده است [۱].

سیستم‌های دو فازي آبی یکی از روشهای استخراج مایع-مایع می باشد که به طور وسیعی برای بازیافت محصولات بیولوژیکی از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، آنزیم‌ها، تمامی سلول‌ها و اندامک‌های درون سلولی مانند میتوکندری و کلروپلاست مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم‌های دو فازي آبی سیستم‌های متشکل از دو پلیمر غیر قابل امتزاج یا یک پلیمر و یک نمک به همراه آب می باشند که مخلوط حاصل از آنها غالباً به تشکیل دو فاز منجر خواهد شد و پس از تشکیل دو فاز یکی از فازها از یکی از پلیمرها غنی می‌شود و فاز دیگر، از پلیمر دیگر یا نمک غنی خواهد شد. از

آنجایی که سیستم‌های بیولوژیکی اغلب از منابعی تهیه می‌شوند که حجم بسیار بالایی دارند و استفاده از سایر روشهای جداسازی مانند کروماتوگرافی، فیلتراسیون و غیره را با مشکل مواجه می‌کند. سیستم‌های دو فازی اغلب برای تغلیظ و خالص سازی مواد بیولوژیکی مورد استفاده قرار گرفته‌است. از سیستم‌های دو فازی آبی در استخراج و جداسازی مواد دارویی، رنگ‌ها، مواد غذایی و آرایشی و یون‌های فلزی نیز استفاده می‌شود [۳ و ۲].

سیستم‌های دو فازی آبی در مقایسه با سایر روش‌های جداسازی از مزایای زیر برخوردار می‌باشد:

- ۱- حداکثر مواد تشکیل دهنده فاز در این سیستم‌ها آب است که در حدود (۸۵ تا ۹۰٪) می‌باشد.
- ۲- اجزاء تشکیل دهنده فاز نسبت به مواد بیولوژیکی بی‌اثر است و حتی پلیمرها باعث پایداری مواد بیولوژیکی می‌شوند.

۳- جداسازی، سریع و انتخابی است.

۴- به راحتی می‌توان آن را به مقیاس‌های بالا تعمیم داد، که استفاده صنعتی از این سیستم‌ها را ممکن می‌سازد.

۵- جداسازی را می‌توان در دمای اتاق انجام داد.

۶- مواد تشکیل دهنده فاز غیر سمی و اشتعال ناپذیرند.

۷- این سیستم‌ها را می‌توان جهت جداسازی یک ماده دلخواه طراحی نمود.

۸- بازده بالا

۹- تهیه سیستم‌های دوفازی آبی بسیار راحت است، معمولاً شامل تهیه محلول‌های مادر از همه اجزاء فاز می‌باشد که در مقادیر مناسب با هم مخلوط می‌شوند.

۱۰- از سایر روش‌های جداسازی اقتصادی تر است [۴ و ۱].