

جداسازی آمینو اسید پرولین با استفاده از سیستم دو فازي آبي

حمید بخشی*، فاطمه عبدوی

دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

چکیده

سیستم های دو فازي آبي سیستم های شناخته شده و سازگار با ساختار پروتئین ها، آنزیم و بیومولکول ها هستند که جهت جداسازی و خالص سازی این ترکیبات مورد استفاده قرار گرفته اند. اسید آمینه پرولین به عنوان ترکیبی که می تواند از کشت میکروبی بدست آید در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی کاربرد دارد. این مقاله به بررسی تعادل فازي مایع-مایع در سیستم دو فازي آبي حاوی اسید آمینه پرولین پرداخته شده است. داده های آزمایشگاهی ضریب تفکیک جهت جداسازی اسید آمینه پرولین در سیستم آب- پلیمر- نمک با حضور پلی اتیلن گلیکول با وزن های مولکولی ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۳۵۰، ۶۰۰۰، ۸۰۰۰ و نمک دی پتاسیم تارتارات، گزارش شده است. داده های تعادل فازي آزمایشگاهی، منحنی باینودال و خطوط رابط برای سیستم سه جزئی آب - پلیمر- نمک بدست آمده اند. تأثیر وزن مولکولی پلیمر و درصد وزنی پلیمر و نمک بر ضریب تفکیک اسید آمینه پرولین مورد بررسی قرار گرفته است.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۲۰ شهریور ۱۳۹۵

دریافت پس از اصلاح: ۸ آذر ۱۳۹۶

پذیرش نهایی: ۲۳ بهمن ۱۳۹۶

کلمات کلیدی:

پرولین

سیستم دو فازي آبي

دی پتاسیم تارتارات

تعادل فازي

ضریب تفکیک

۱- مقدمه

کردند [۱۳]. پرز و همکاران تفکیک پرولین را در سیستم های نمکی حاوی مایع یونی مورد مطالعه قرار دادند [۱۴]. تفکیک پرولین در سیستم دوفازی آبی با استفاده از نمک پتاسیم تارتارات تا کنون صورت نگرفته است. این راهنما به نویسندگان مقالات کمک می کند تا مقاله خود را با طراحی مورد قبول این نشریه تهیه نمایند.

در این تحقیق با رسم منحنی باینودال پلی اتیلن گلیکول با وزن مولکولی متفاوت و نمک دی پتاسیم تارتارات ($K_2C_4H_4O_6$) تاثیر وزن مولکولی پلیمر بر منحنی و میزان ناحیه دوفازی در این سیستم سه جزیی بررسی خواهد شد. همچنین با در نظر گرفتن چند خطوط رابط، تأثیر ترکیب درصد پلیمر و نمک و آب بر روی طول خط رابط و همچنین ضریب تفکیک اسید آمینه در سیستم چهار جزیی آب- پلیمر- نمک- آمینو اسید مورد بررسی قرار می گیرد.

۲- آزمایش

۱-۲- مواد

مواد آزمایشگاهی بکار رفته در این تحقیق همراه با منبع تهیه و درصد خلوص در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) مواد آزمایشگاهی مورد استفاده در این تحقیق

ماده	شرکت سازنده	درصد خلوص
PEG ۱۰۰۰	Merck GR	٪۹۹
PEG ۲۰۰۰	Merck GR	٪۹۹
PEG ۳۳۵۰	Sigma-Aldrich	٪۹۹
PEG ۶۰۰۰	Merck GR	٪۹۹
PEG ۸۰۰۰	Sigma-Aldrich	٪۹۹
دی پتاسیم تارتارات	Merck GR	٪۹۹
پرولین	Merck GR	٪۹۹

۲-۲- روش آزمایش

برای تعیین تعادل فاز دوفازی مایع-مایع ابتدا باید منحنی باینودال رسم شود تا با استفاده از آن ناحیه دوفازی که مناسب تشکیل فازها می باشد تعیین گردد. با تعیین ناحیه دوفازی می توان ترکیب درصد مناسب خوراک را برای انجام جداسازی مشخص کرد. برای تعیین منحنی باینودال از روش نقطه ابری استفاده شد [۱۶،۱۵]. به این صورت که ابتدا محلول پلیمر (با غلظت ۴۰ تا ۴۵٪) و محلول نمک (با غلظت ۲۵ تا ۳۵٪) با درصد وزنی مشخص تهیه گردیده، سپس با

سیستم های دوفازی آبی برای استخراج بیو مولکول هایی همچون آمینو اسید ها، پپتید ها و آنزیم ها از فازهای آبی، یکی از روش های پر کاربرد و مهم است. این سیستم ها در سال ۱۹۶۵ به عنوان جدا کننده مواد بیولوژیک، معرفی شد [۳-۱]. سیستم دوفازی آبی زمانی حاصل می شود که دو ماده آب دوست ولی غیر قابل امتزاج، در آب حل می شوند. جدایی مواد در این سیستم ها با نیروی بین مولکولی صورت می گیرد و باید توسط مدل های رایج در تعادل مایع-مایع توصیف شود. پلی اتیلن گلیکول (PEG) اغلب در سیستم های دوفازی آبی به عنوان یک پلیمر آب دوست استفاده می شود و در دهه های اخیر مورد توجه فراوان بوده است [۴-۶].

سیستم دوفازی آبی به سیستم های پلیمر-پلیمر، پلیمر-نمک، سیستم های شامل مواد فعال سطحی و سیستم های شامل مایع یونی-نمک تقسیم بندی می شوند. در این بین سیستم پلیمر-نمک به دلیل ویسکوزیته کمتر و در دسترس بودن مواد، شرایط آزمایشگاهی مساعد و به صرفه بودن از جنبه اقتصادی بیشتر مورد استفاده قرار گرفته اند [۷]. در سیستم پلیمر-نمک هر دو فاز به صورت عمده حاوی حلال آب هستند و فاز بالا غنی از پلیمر و فاز پایین غنی از نمک می باشد [۸]. روش های بسیار زیادی برای مدل کردن رفتار سیستمهای در حال تعادل ارائه شده است که از بین آنها روش های پیش بینی کننده بسیار مورد توجه بوده و کاربرد وسیعی به خصوص در نرم افزارهای طراحی دارا می باشند. چنین روش هایی بر پایه مدل اشتراک گروهی استوارند. بخش اعظمی از سیستم های دوفازی آبی را آب تشکیل می دهد. در نتیجه بررسی ترمودینامیک خواص آب به صورت تجربی و تئوری به عنوان یک عامل مهم در مطالعه رفتار این سیستم ها به شمار می رود. همچنین فعالیت، یکی از خواص مهم ترمودینامیکی می باشد که با سایر خواص ترمودینامیکی ارتباط می باشد. سیستم های دوفازی آبی جهت جداسازی اسیدهای آمینه مورد استفاده قرار گرفته اند [۹، ۱۰ و ۱۱]. جداسازی پرولین به همراه چند اسید آمینه دیگر توسط داسیلوا و سارکاردو [۱۲] در سیستم دوفازی آبی حاوی پلی اتیلن گلیکول و نمک پتاسیم فسفات با موفقیت انجام شده است. همچنین مدیرا و همکاران سیستم دوفازی آبی پلیمر - پلیمر و پلیمر- نمک را برای جداسازی تعدادی از اسیدهای آمینه از جمله پرولین بکار بردند و اثر ساختار پلیمرهای گوناگون از جمله دکستران را بر جداسازی اسید آمینه بررسی

نمک با درصد وزنی متفاوت از پلیمر (۱۸-۱۰) و نمک (۲۳-۱۲) در خوراک ورودی تهیه گردید. نمونه ها هم زده شد، سپس میزان معینی از محلول اسید آمینه (غلظت کل محلول اسید آمینه ۳-۵ میکرو مول بر لیتر بود) به سیستم دو فاز اضافه گردید. در هر لوله فالکون حدود ۰/۱-۰/۱ سانتی متر مکعب از نمونه اصلی اسید آمینه - آب به سیستم دو فاز اضافه شد. سپس نمونه به مدت ۳۰ دقیقه هم زده شد و مدت کوتاهی در سرعت پایین در دستگاه سانتریفیوژ قرار گرفت. پس از آن برای رسیدن به تعادل و جدایی دو فاز از هم حداقل به مدت ۲ ساعت در دمای معین ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. pH محلول ها با دستگاه pH متر اندازه گیری شد. اندازه گیری نشان داد که pH محلول ها در محدوده ۷-۸/۴ می باشد. پس از گذشت زمان و جدا شدن دو فاز از هم، نمونه ها با استفاده از محلول مرجع که شامل پلیمر و نمک و آب با همان درصد های وزنی بدون حضور اسید آمینه می باشند؛ در دستگاه طیف سنج مرئی ماوراء بنفش مورد بررسی قرار گرفت. به این صورت که نمونه های بدون پرولین به عنوان نمونه شاهد و نمونه های با پرولین به عنوان نمونه های اصلی در دستگاه قرار داده شد و میزان جذب نشان داده خوانده شد. سپس برای همه سیستم ها درصد وزنی پرولین با استفاده از منحنی های استاندارد مربوطه محاسبه گردید. طول موج انتخابی برای حداکثر جذب پرولین برابر با ۲۱۲ نانومتر قرار داده شد. با تعیین غلظت آمینو اسید با استفاده از اسپکتروفوتومتر، ضریب تفکیک اسید آمینه از رابطه ذیل بدست آمد:

$$k_p = \frac{C_{top}}{C_{bottom}} \quad (2)$$

که C_{top} غلظت تعادلی اسید آمینه در فاز غنی از پلیمر (فاز بالا) و C_{bottom} غلظت تعادلی اسید آمینه در فاز غنی از نمک (فاز پایین) است.

۳- نتایج

داده های تعادل فاز مایع - مایع برای سیستم های پلی اتیلن گلاکول با وزن مولکولی متفاوت و نمک دی پتاسیم تارتارات در جدول (۲) آمده اند. تأثیر وزن مولکولی پلی اتیلن گلاکول بر منحنی باینودال و مساحت ناحیه دو فاز و تک فاز منحنی باینودال در نمودار (۱) رسم شد. جدول (۳) ضرایب فیت شده معادله تعیین ضریب شکست را

روش تیتراسیون محلول نمک با محلول پلیمر تیترا می شود. کدر شدن محلول انتقال از ناحیه تک فاز به دو فاز را نشان می دهد. در این نقطه میزان محلول پلیمری اضافه شده مشخص می شود. بعد از تعیین ناحیه دو فاز با استفاده از منحنی باینودال، ترکیب درصد های مشخصی که در این ناحیه قرار گیرند، به عنوان ترکیب خوراک انتخاب می شود تا پس از مخلوط شدن و رسیدن به تعادل خطوط رابط تعیین گردد. هر خط رابط ترکیب درصد فاز های بالا و پایین را برای خوراک مورد نظر مشخص می کند. برای تعیین خطوط رابط از روش معرفی شده توسط مرکوک [۱۷] استفاده شد. محلول پلیمر و نمک و آب با میزان درصد های وزنی متفاوت بر اساس منحنی باینودال در مبنای ۱۰ گرم محلول خوراک که در ناحیه دو فاز قرار دارند، تهیه شد. اندازه گیری های وزنی با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم انجام گرفت. سپس نمونه های خوراک به مدت ۱ ساعت هم زده شد و پس از آن در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور بر دقیقه قرار داده شد. بعد از آن نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت برای ثبات دما در دمای عملیاتی (۲۵ درجه سلسیوس) و جدایی کامل فاز ها در حمام آب گرم (MB, Julabo Co. Germany) با دقت دمای ۰/۵ کلون نگهداری شدند تا به تعادل برسند. بعد از جدایی دو فاز چنانچه مرز شفاف بین دو فاز تشکیل شود و هیچ یک از فاز بالا و پایین تغییر حجم ندهند، محلول به تعادل رسیده است و برای آنالیز میزان نمک و پلیمر در سیستم سه تایی و میزان آمینو اسید در سیستم چهار تایی سنجیده می شود. غلظت نمک پس از رقیق سازی از ۲۵۰ تا ۵۰۰ برابر در فاز بالا و پایین با دستگاه فلیم فتو متر محاسبه گردید. دقت محاسبه غلظت نمک $\pm 0/02$ درصد وزنی می باشد. برای محاسبه غلظت پلیمر در دو فاز از رفراکتومتر (QUARTZ RS-232, Belgium) استفاده شد. رابطه بین ضریب شکست و کسر وزنی پلیمر w_1 و کسر وزنی نمک w_2 به صورت معادله ذیل بیان می شود [۲۰]:

$$n_D = n_D^0 + a_1 w_1 + a_2 w_2 \quad (1)$$

که در این رابطه n_D^0 ضریب شکست آب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و برابر با ۱/۳۳۲۵ می باشد و w_1 و w_2 درصد های وزنی پلیمر و نمک می باشند. ثوابت a_1 و a_2 با استفاده از رگرسیون داده های ضریب شکست آزمایشگاهی بدست آمده در محلول های رقیق شده پلیمر و نمک محاسبه می شوند. این داده ها در جدول (۳) آمده است. جهت تعیین ضریب تفکیک اسید آمینه پرولین، نخست محلول مادر پلیمر-

$$TLL = \sqrt{(w_1^t - w_1^b)^2 + (w_2^t - w_2^b)^2} \quad (3)$$

که w_1^t و w_2^t به ترتیب کسر وزنی پلیمر و نمک در فاز بالا، همینطور w_1^b و w_2^b کسر وزنی پلیمر و نمک در فاز پایین می‌باشند.

برای سیستم سه جزئی نشان می‌دهد. همچنین ترکیب درصد های تعادلی برای خطوط رابط در جدول (۴) آورده شده است. نمودارهای (۲) تا (۶) خطوط رابط تعادلی بدست آمده را نشان می‌دهند. طول خطوط رابط مختلف از رابطه ذیل بدست می‌آید:

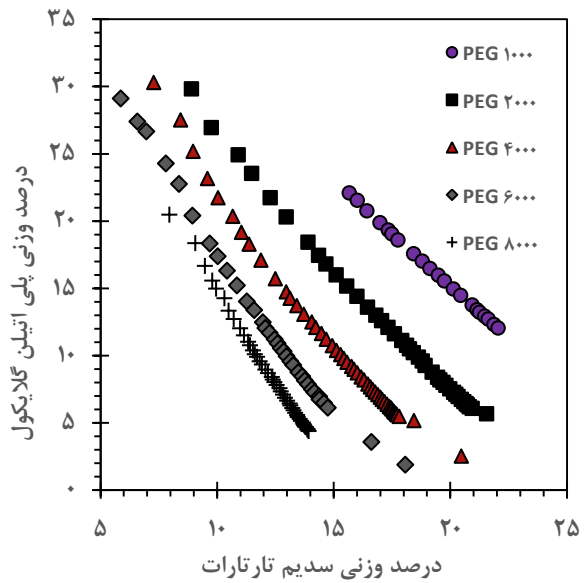
جدول (۲) داده های تعادلی باینودال پلی اتیلن گلیکول (۱) + نمک دی پتاسیم تارتارات (۲) + آب (۳) در ۲۹۸/۱۵ K

PEG ۱۰۰۰		PEG ۲۰۰۰		PEG ۴۰۰۰		PEG ۶۰۰۰		PEG ۸۰۰۰	
۱۰۰ w ₁	۱۰۰ w ₂	۱۰۰ w ₁	۱۰۰ w ₂	۱۰۰ w ₁	۱۰۰ w ₂	۱۰۰ w ₁	۱۰۰ w ₂	۱۰۰ w ₁	۱۰۰ w ₂
۲۲/۰۷۰۳	۱۵/۶۷۹۷	۲۹/۸۰۸۵	۸/۹۱۷۶	۳۰/۲۷۳۲	۷/۲۹۵۱	۳۲/۲۳۸۶	۴/۷۶۵۵	۲۰/۴۴۸۵	۷/۹۵۹۶
۲۱/۵۱۹۶	۱۶/۰۲۰۴	۲۶/۹۲۵۱	۹/۷۵۶۰	۲۷/۴۹۳۳	۸/۴۴۱۸	۲۹/۰۸۸۰	۵/۸۸۰۰	۱۸/۳۴۹۷	۹/۰۷۸۵
۲۰/۷۵۰۰	۱۶/۴۳۰۰	۲۴/۹۰۵۰	۱۰/۹۲۲۱	۲۵/۱۷۴۶	۸/۹۸۳۶	۲۷/۳۸۶۰	۶/۵۹۵۰	۱۶/۶۴۷۲	۹/۴۸۸۹
۱۹/۸۴۹۹	۱۶/۹۹۰۱	۲۳/۵۲۹۴	۱۱/۴۹۲۴	۲۳/۱۳۷۴	۹/۶۰۱۵	۲۶/۶۳۳۵	۶/۹۷۳۵	۱۵/۵۶۵۰	۹/۸۰۹۸
۱۹/۳۱۰۰	۱۷/۳۶۰۰	۲۱/۷۱۰۸	۱۲/۲۸۹۱	۲۱/۷۱۷۹	۱۰/۰۵۰۰	۲۴/۲۵۴۰	۷/۸۱۶۸	۱۴/۹۴۹۹	۹/۹۷۱۶
۱۹/۰۱۹۷	۱۷/۵۱۰۳	۲۰/۲۸۹۱	۱۲/۹۶۸۶	۲۰/۳۳۶۶	۱۰/۶۸۲۸	۲۲/۷۳۵۰	۸/۳۷۴۹	۱۴/۲۵۱۸	۱۰/۳۲۱۹
۱۷/۵۷۹۷	۱۷/۷۷۰۳	۱۸/۴۱۷۱	۱۳/۹۰۲۳	۱۹/۱۵۸۰	۱۱/۰۵۹۴	۲۰/۳۹۴۲	۸/۹۵۷۷	۱۳/۳۲۱۵	۱۰/۵۰۱۸
۱۷/۵۵۰۰	۱۸/۴۳۹۰	۱۷/۴۳۱۵	۱۴/۳۶۷۹	۱۸/۲۷۲۳	۱۱/۳۷۷۳	۱۸/۳۲۳۳	۹/۶۸۷۶	۱۲/۶۹۹۵	۱۰/۷۲۴۷
۱۶/۹۹۹۸	۱۸/۸۱۰۲	۱۶/۷۸۲۰	۱۴/۶۸۱۴	۱۷/۰۸۰۱	۱۱/۸۸۷۸	۱۷/۳۵۶۹	۱۰/۰۳۰۵	۱۱/۹۹۸۱	۱۰/۹۹۳۲
۱۶/۴۶۰۰	۱۹/۱۴۰۰	۱۵/۹۸۹۱	۱۵/۱۱۸۱	۱۵/۷۰۱۷	۱۲/۵۱۴۶	۱۶/۲۹۲۰	۱۰/۴۲۹۵	۱۱/۴۷۷۵	۱۱/۱۶۶۷
۱۵/۹۶۹۰	۱۹/۵۰۱۰	۱۵/۱۴۴۱	۱۵/۵۷۱۳	۱۴/۷۱۲۴	۱۲/۹۷۳۰	۱۵/۱۸۵۹	۱۰/۸۶۲۷	۱۰/۹۹۸۷	۱۱/۳۴۱۵
۱۵/۵۳۰۰	۱۹/۷۵۰۰	۱۴/۳۸۶۴	۱۶/۰۰۹۶	۱۴/۲۳۴۴	۱۳/۱۴۲۹	۱۴/۰۱۴۵	۱۱/۲۹۱۰	۱۰/۷۳۹۲	۱۱/۴۲۲۹
۱۴/۹۳۰۰	۲۰/۱۴۰۰	۱۳/۵۸۷۴	۱۶/۴۵۷۹	۱۳/۷۰۹۰	۱۳/۴۳۲۰	۱۳/۳۵۶۲	۱۱/۵۹۶۴	۱۰/۳۶۷۰	۱۱/۵۴۴۵
۱۴/۴۴۹۹	۲۰/۴۶۰۱	۱۲/۹۹۴۶	۱۶/۸۱۷۸	۱۳/۰۶۵۵	۱۳/۷۳۵۴	۱۲/۴۵۸۵	۱۱/۹۶۹۰	۱۰/۰۷۲۵	۱۱/۶۲۹۶
۱۳/۷۴۲۵	۲۰/۹۵۰۵	۱۲/۵۷۴۳	۱۷/۰۷۱۵	۱۲/۴۸۸۹	۱۴/۰۶۹۹	۱۲/۰۴۳۳	۱۲/۰۷۹۳	۹/۸۸۱۷	۱۱/۷۲۴۷
۱۳/۳۸۰۴	۲۱/۱۶۰۶	۱۲/۰۷۶۲	۱۷/۳۴۳۱	۱۲/۰۶۹۳	۱۴/۲۴۴۲	۱۱/۶۸۴۴	۱۲/۲۵۵۵	۹/۵۵۰۲	۱۱/۸۳۱۹
۱۳/۱۹۹۹	۲۱/۲۷۰۱	۱۱/۶۰۶۰	۱۷/۶۱۱۲	۱۱/۶۲۶۲	۱۴/۴۸۷۷	۱۱/۲۰۸۲	۱۲/۴۷۷۰	۹/۳۲۰۵	۱۱/۹۲۹۵
۱۲/۹۱۹۸	۲۱/۴۸۰۲	۱۱/۰۹۴۵	۱۷/۹۲۵۲	۱۱/۲۰۰۱	۱۴/۶۹۲۶	۱۰/۸۸۶۱	۱۲/۵۹۹۰	۸/۹۲۷۸	۱۲/۰۸۴۵
۱۲/۶۸۰۵	۲۱/۶۳۰۵	۱۰/۷۴۰۶	۱۸/۱۴۲۸	۱۰/۷۲۳۳	۱۴/۹۵۶۶	۱۰/۵۲۸۷	۱۲/۷۴۶۵	۸/۶۷۹۸	۱۲/۱۹۵۸
۱۲/۲۹۰۲	۲۱/۸۸۰۸	۱۰/۴۹۲۴	۱۸/۲۵۸۸	۱۰/۳۷۴۵	۱۵/۱۳۴۶	۱۰/۲۸۹۶	۱۲/۸۶۵۸	۸/۳۹۶۸	۱۲/۳۵۴۵
۱۲/۰۳۹۹	۲۲/۰۶۰۱	۱۰/۲۰۰۷	۱۸/۴۳۰۵	۱۰/۰۵۵۳	۱۵/۳۰۲۴	۹/۹۴۶۲	۱۲/۹۹۳۹	۸/۱۹۹۹	۱۲/۴۰۰۹
		۹/۸۶۷۸	۱۸/۶۳۹۷	۹/۷۷۴۰	۱۵/۴۴۳۹	۹/۵۵۱۶	۱۳/۱۵۰۹	۸/۰۱۵۶	۱۲/۴۶۶۳
		۹/۵۷۷۲	۱۸/۸۰۳۱	۹/۴۹۰۱	۱۵/۵۷۹۰	۹/۲۶۶۲	۱۳/۲۸۱۷	۷/۷۹۶۷	۱۲/۵۶۸۹
		۹/۲۵۸۸	۱۸/۹۳۴۰	۹/۱۸۷۸	۱۵/۷۸۱۴	۸/۷۵۸۳	۱۳/۵۰۰۷	۷/۵۵۰۸	۱۲/۶۷۹۶
		۸/۷۵۷۷	۱۹/۲۳۸۷	۸/۹۶۵۶	۱۵/۸۷۸۵	۸/۴۳۰۴	۱۳/۶۶۵۱	۷/۳۲۷۶	۱۲/۷۴۲۷
		۸/۳۷۵۰	۱۹/۴۶۶۵	۸/۷۰۵۱	۱۶/۰۱۶۵	۸/۱۳۵۶	۱۳/۷۷۲۳	۷/۰۷۱۶	۱۲/۸۳۰۹
		۸/۱۸۰۲	۱۹/۵۷۰۱	۸/۳۸۱۲	۱۶/۱۹۰۵	۷/۸۳۳۵	۱۳/۹۱۰۶	۶/۸۵۰۶	۱۲/۹۲۵۹
		۷/۹۸۹۸	۱۹/۷۰۰۱	۸/۱۶۸۳	۱۶/۳۱۴۷	۷/۴۸۳۷	۱۴/۰۷۶۴	۶/۶۴۱۴	۱۳/۰۱۲۲
		۷/۷۷۴۴	۱۹/۸۱۸۷	۷/۸۶۴۴	۱۶/۴۷۱۰	۷/۲۵۱۹	۱۴/۱۸۲۲	۶/۴۲۱۰	۱۳/۱۳۰۳
		۷/۵۱۴۶	۱۹/۹۸۹۴	۷/۶۴۴۴	۱۶/۵۸۲۴	۶/۹۴۶۵	۱۴/۳۹۱۰	۶/۲۸۰۰	۱۳/۱۵۶۵
		۷/۲۴۸۳	۲۰/۱۴۸۹	۷/۴۶۵۸	۱۶/۶۷۴۸	۶/۷۳۳۸	۱۴/۴۰۴۲	۶/۰۹۰۱	۱۳/۲۲۹۳
		۷/۱۰۲۹	۲۰/۲۴۴۳	۷/۲۷۴۲	۱۶/۷۹۳۵	۶/۴۶۰۳	۱۴/۶۰۰۰	۵/۹۲۵۱	۱۳/۲۸۵۱
		۶/۹۴۳۸	۲۰/۳۴۶۸	۷/۰۷۹۹	۱۶/۸۹۴۶	۶/۱۰۱۴	۱۴/۷۵۶۹	۵/۷۳۰۹	۱۳/۳۶۳۵
		۲۰/۷۲۷۹	۲۰/۴۸۴۷	۶/۸۸۱۶	۱۷/۰۰۷۷	۳/۵۷۱۶	۱۶/۶۲۱۲	۵/۵۴۹۶	۱۳/۴۴۳۰
		۶/۵۶۶۲	۲۰/۵۹۲۸	۶/۷۲۱۷	۱۷/۰۹۲۴	۱/۸۶۳۳	۱۸/۰۸۳۲	۵/۴۱۱۱	۱۳/۴۷۵۳
		۶/۴۱۷۵	۲۰/۶۹۱۲	۶/۵۶۳۰	۱۷/۱۸۵۵			۵/۲۶۳۸	۱۳/۵۴۹۵

۶/۳۲۲۲	۲۰/۷۴۲۵	۶/۳۶۸۵	۱۷/۲۹۲۹	۵/۱۲۷۲	۱۳/۵۹۹۶
۶/۱۸۴۵	۲۰/۸۳۱۸	۶/۳۰۸۹	۱۷/۴۰۱۰	۵/۰۱۳۰	۱۳/۶۸۵۸
۶/۰۵۲۳	۲۰/۹۴۸۳	۶/۱۱۲۲	۱۷/۴۵۷۸	۴/۸۹۶۱	۱۳/۷۱۰۰
۵/۶۵۰۳	۲۱/۵۶۳۷	۶/۰۰۱۰	۱۷/۵۰۱۵	۴/۷۹۳۳	۱۳/۷۴۹۰
		۵/۸۷۵۶	۱۷/۵۷۶۲	۴/۷۰۶۵	۱۳/۷۸۸۴
		۵/۷۸۳۸	۱۷/۶۱۹۴	۴/۶۶۲۴	۱۳/۸۲۰۱
		۵/۶۷۰۷	۱۷/۶۸۴۹	۴/۵۳۲۲	۱۳/۸۷۷۲
		۵/۵۸۱۳	۱۷/۷۳۰۵	۴/۴۵۹۷	۱۳/۸۹۶۳
		۵/۴۵۹۱	۱۷/۸۲۲۶	۴/۳۷۲۲	۱۳/۹۳۶۳
		۵/۱۵۰۴	۱۸/۴۵۵۹		
		۲/۵۱۰۶	۲۰/۴۸۹۰		

جدول (۳) ضرایب معادله (۱) برای پلیمر (۱) + نمک دی پتاسیم تارتارات (۲) + آب (۳) در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین

سیستم	a_1	a_2
PEG ۱۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	-۰/۱۳۹۶	-۰/۱۴۱۸
PEG ۲۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	-۰/۱۴۰۹	
PEG ۴۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	-۰/۱۴۱۱	
PEG ۶۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	-۰/۱۴۳۴	
PEG ۸۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	-۰/۱۴۳۰	

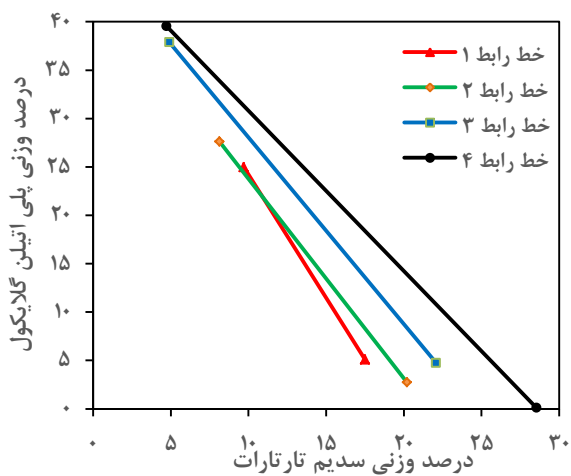


شکل (۱) منحنی باینودال پلی اتیلن گلیکول و نمک دی پتاسیم تارتارات در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین

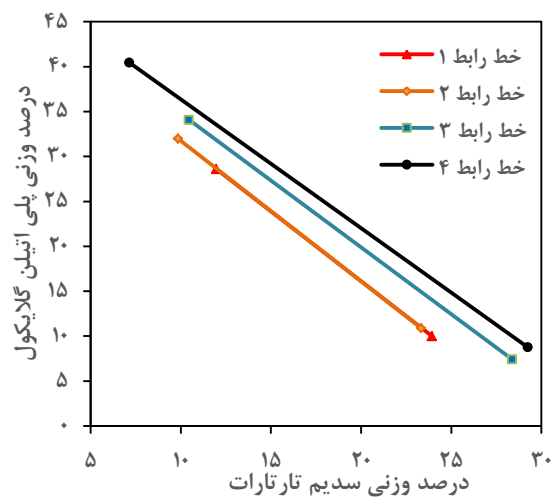
جدول (۴) داده های تعادلی خطوط رابط سیستم حاوی پلی اتیلن گلیکول (۱) + نمک دی پتاسیم تارتارات (۲)

سیستم	خط رابط	ترکیب درصد خوراک		ترکیب درصد فاز بالا		ترکیب درصد فاز پایین		TLL
		w_{1100}	w_{2100}	w_{1100}	w_{2100}	w_{1100}	w_{2100}	
PEG ۱۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	۱	۱۵/۱۱۸۰	۲۰/۹۷۵۲	۲۸/۶۰۳۰	۱۱/۹۶۸۰	۱۰/۰۰۲۰	۲۳/۹۳۳۰	۲۲/۱۱۶۹
	۲	۱۶/۱۲۴۱	۲۰/۹۴۴۷	۳۱/۹۷۳۴	۹/۸۴۸۵	۱۰/۹۰۰۷	۲۳/۳۳۰۵	۲۵/۰۱۶۴
	۳	۱۷/۰۵۲۰	۲۱/۹۷۳۰	۳۴/۰۷۲۲	۱۰/۴۶۲۱	۷/۴۱۳۹	۲۸/۳۸۵۲	۳۳/۹۱۸۴
	۴	۱۸/۰۹۸۰	۲۲/۹۷۷۵	۴۰/۴۳۹۸	۷/۱۵۵۲	۸/۷۴۹۲	۲۹/۲۵۶۸	۳۸/۶۳۶۴
PEG ۲۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	۱	۱۶/۰۰۰۰	۱۶/۰۰۰۰	۳۰/۳۳۸۵	۷/۵۱۹۱	۵/۸۸۰۹	۲۱/۲۹۴۹	۲۸/۰۷۳۳
	۲	۱۶/۵۰۰۰	۱۶/۵۰۰۰	۳۱/۲۳۶۵	۶/۹۰۷۰	۵/۱۹۵۷	۲۲/۳۱۳۲	۳۰/۲۵۶۸
	۳	۱۶/۹۸۳۰	۱۶/۹۸۳۰	۳۵/۱۰۷۰	۵/۷۳۲۶	۷/۴۷۷۶	۲۱/۱۸۵۹	۳۱/۶۵۷۳
	۴	۱۷/۹۶۴۱	۱۷/۹۶۴۱	۳۸/۸۰۴۲	۴/۹۴۴۵	۸/۶۴۵۲	۲۱/۹۲۷۳	۳۴/۶۱۲۸
PEG ۴۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	۱	۱۵/۰۰۰۰	۱۴/۰۰۰۰	۲۴/۹۷۹۰	۹/۷۰۰۰	۵/۰۹۲۱	۱۷/۵۰۰۰	۲۱/۳۶۱۸
	۲	۹/۹۹۹۰	۱۶/۹۸۳۰	۲۷/۶۱۶۵	۸/۱۳۳۳	۲/۷۳۳۱	۲۰/۲۰۰۰	۲۷/۶۵۴۸
	۳	۱۴/۹۵۵۱	۱۶/۹۴۹۲	۳۷/۸۷۳۱	۴/۹۰۹۱	۴/۷۳۸۴	۲۲/۰۸۳۳	۳۷/۳۲۵۸

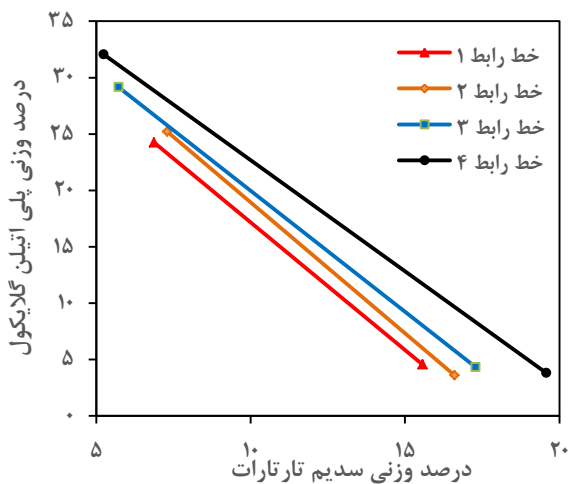
	۴	۱۴/۹۷۰۱	۱۸/۹۶۲۱	۳۹/۵۴۴۱	۴/۷۲۷۳	-۰/۰۸۶۹	۲۸/۵۴۴۵	۴۶/۰۸۸۳
PEG ۶۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	۱	۱۳/۰۰۰۰	۱۳/۰۰۰۰	۲۴/۲۳۳۸	۶/۸۷۵۰	۴/۵۵۰۹	۱۵/۵۶۷۰	۲۱/۵۱۶۷
	۲	۱۴/۰۰۰۰	۱۳/۰۰۰۰	۲۵/۲۱۴۴	۷/۲۹۳۸	۳/۵۹۴۱	۱۶/۶۰۵۲	۲۳/۵۴۰۲
	۳	۱۴/۰۰۰۰	۱۴/۰۰۰۰	۲۹/۱۳۴۴	۵/۷۲۷۳	۴/۳۰۸۹	۱۷/۲۹۲۷	۲۷/۱۱۵۷
	۴	۱۵/۰۰۰۰	۱۵/۰۰۰۰	۳۲/۰۵۷۹	۵/۲۳۹۱	۳/۷۸۵۵	۱۹/۵۸۵۱	۳۱/۷۰۳۹
PEG ۸۰۰۰ + K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ + H ₂ O	۱	۱۱/۹۵۲۲	۹/۹۶۰۲	۱۳/۳۱۶۴	۱۱/۳۲۴۰	-۰/۷۱۷۷	۱۶/۴۸۳۵	۱۳/۶۱۴۲
	۲	۱۲/۳۹۹۸	۱۱/۰۰۰۲	۱۶/۸۰۰۱	۱۱/۵۴۷۹	-۰/۰۳۰۰	۱۸/۰۱۳۶	۱۷/۹۷۳۳
	۳	۱۲/۸۰۰۰	۱۲/۰۰۰۰	۱۹/۵۸۶۶	۱۰/۲۹۰۰	-۰/۹۳۳۱	۱۷/۸۸۸۳	۲۰/۱۴۱۷
	۴	۱۲/۰۰۰۰	۱۱/۰۰۰۰	۱۶/۹۰۶۲	۱۰/۳۱۳۲	۱/۲۷۱۱	۱۶/۴۱۹۱	۱۶/۷۸۵۱



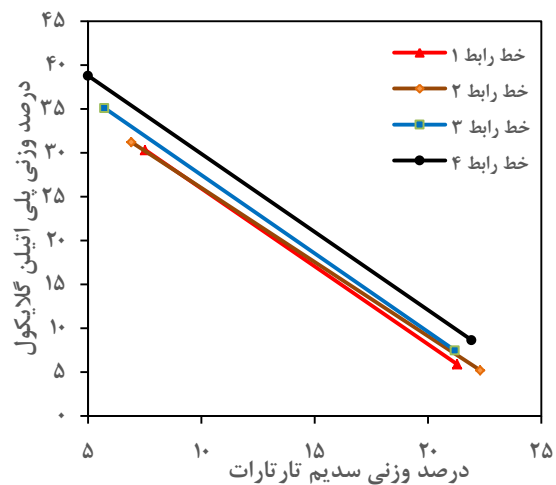
شکل (۴) خطوط رابط سیستم پلی اتیلن گلیکول ۴۰۰۰ - سدیم تارتارات



شکل (۲) خطوط رابط سیستم پلی اتیلن گلیکول ۱۰۰۰ - سدیم تارتارات

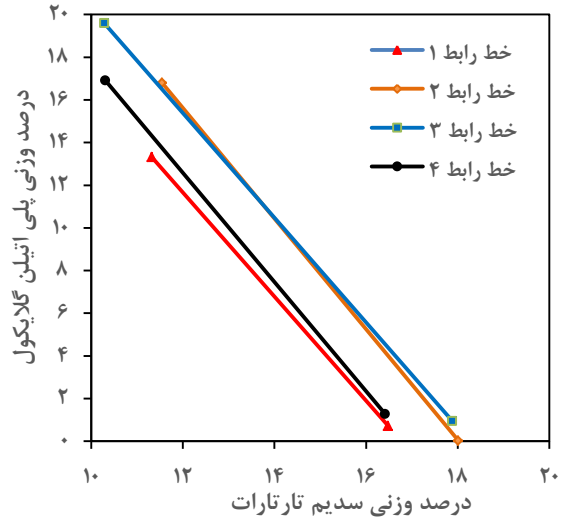


شکل (۵) خطوط رابط سیستم پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ - سدیم تارتارات



شکل (۳) خطوط رابط سیستم پلی اتیلن گلیکول ۲۰۰۰ - سدیم تارتارات

ضریب تفکیک پرولین در سیستم دو فاز آبی مورد مطالعه اندازه گیری شده و در جدول (۵) نشان داده شده است. پرولین حلالیت بسیار بالایی در آب دارد. در ۲۵ درجه سانتیگراد ۱۶۲ گرم پرولین در ۱۰۰ میلی لیتر آب خالص حل می شود. محدوده غلظت های استفاده شده برای پرولین در این تحقیق بسیار پایین تر از مقدار حلالیت اشباع پرولین است. می توان این اسید آمینه را کاملاً حلال در آب نامید. از این رو سیستم های دو فاز آبی که در آنها آب بخش عمده هر فاز را تشکیل می دهند، ابزار و محیط مناسبی جهت تفکیک و جداسازی پرولین می باشند. از سوی دیگر وجود نمک و پلی اتیلن گلیکول و ایجاد دو فاز موجب ایجاد تغییر در حلالیت پرولین و انتقال انتخابی به یکی از فازهای مورد مطالعه می گردد.



شکل (۶) خطوط رابط سیستم پلی اتیلن گلیکول ۸۰۰۰ - سدیم تارتارات

جدول (۵) داده های تعادلی ضریب تفکیک اسید آمینه پرولین

PEG	خط رابط	w_{1100}		w_{2100}		w_{3100}		k
		فاز بالا	فاز پایین	فاز بالا	فاز پایین	فاز بالا	فاز پایین	
۱۰۰۰	۱	۲۸/۶۰۳۰	۱۰/۰۰۲۰	۱۱/۹۶۸۰	۲۳/۹۳۳۰	۰/۰۴۷۶	۰/۰۱۳۷	۳/۴۸۳۵
	۲	۳۱/۹۷۳۴	۱۰/۹۰۰۷	۹/۸۴۸۵	۲۳/۳۳۰۵	۰/۰۲۶۹	۰/۰۴۲۶	۱/۵۸۵۹
	۳	۴۰/۴۳۹۸	۸/۷۴۹۲	۷/۱۵۵۲	۲۹/۲۵۶۸	۰/۰۳۲۷	۰/۰۳۲۰	۱/۰۲۲۹
۲۰۰۰	۱	۳۰/۳۳۸۵	۵/۸۸۰۹	۷/۵۱۳۱	۲۱/۲۹۴۹	۰/۰۳۰۲	۰/۰۲۸۰	۱/۰۷۹۱
	۲	۳۱/۲۳۶۵	۵/۱۹۵۷	۶/۹۰۷۰	۲۲/۳۱۳۲	۰/۰۳۷۲	۰/۰۳۶۱	۱/۰۳۰۰
	۳	۳۸/۸۰۴۲	۸/۶۴۵۲	۴/۹۴۲۵	۲۱/۹۲۷۳	۰/۰۳۲۴	۰/۰۲۸۳	۱/۰۱۴۴
۴۰۰۰	۱	۲۴/۹۷۹۰	۵/۰۹۲۱	۹/۷۰۰۱	۱۷/۵۰۰۰	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۴۹	۱/۶۰۲۹
	۲	۳۷/۸۷۳۱	۴/۷۳۳۱	۴/۹۰۹۱	۲۲/۰۸۳۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۱/۰۶۶۹
	۳	۳۹/۵۴۴۱	۰/۰۸۶۹	۴/۷۲۴۳	۲۸/۵۴۴۵	۰/۰۳۷۷	۰/۰۳۴۲	۱/۱۰۱۹
۶۰۰۰	۱	۲۴/۲۳۳۸	۴/۵۵۰۹	۶/۸۷۵۰	۱۵/۵۶۷۰	۰/۰۴۰۶	۰/۰۲۳۵	۱/۷۲۶۳
	۲	۳۲/۰۵۷۹	۳/۷۸۵۵	۵/۲۳۹۱	۱۹/۵۸۵۱	۰/۰۳۹۹	۰/۰۳۶۰	۱/۱۰۸۲
۸۰۰۰	۱	۱۳/۳۱۶۴	۰/۷۱۷۷	۱۱/۳۲۴۰	۱۶/۴۸۳۵	۰/۰۱۱۷	۰/۰۱۱۶	۱/۰۰۵۰
	۲	۱۶/۸۰۰۱	۰/۰۳۰۱	۱۱/۵۴۷۹	۱۸/۰۱۳۶	۰/۰۳۱۸	۰/۰۱۵۳	۲/۰۷۴۷

می کند و حلالیتش در آب کم می شود. همانطور که از نتایج آزمایش های دیگر در تأثیر وزن مولکولی پلیمر بر منحنی باینودال حاصل شده است [۱۸-۲۱]. نتایج حاصل پس از بررسی ضریب تفکیک پرولین در چند خطوط رابط مربوط به سیستم دو فاز آبی پلی اتیلن گلیکول با وزن مولکولی ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۳۵۰، ۶۰۰۰، ۸۰۰۰ و نمک دی پتاسیم تارتارات نشان می دهد ضریب تفکیک به عوامل مختلفی از سیستم دو فاز آبی از جمله نوع و شکل پلیمر، وزن مولکولی آن، غلظت اجزاء فاز و خواص شیمی فیزیک بیو مولکول مثل

مشاهده می شود، زمانی که وزن مولکولی پلیمر افزایش می یابد مساحت ناحیه دو فاز آبی افزایش می یابد و محلول دو فاز در غلظت های پایین تری از پلیمر و نمک تهیه می شوند. با مقایسه منحنی های باینودال می توان نتیجه گرفت که با افزایش وزن مولکولی پلی اتیلن گلیکول، نقطه ابری و حالت دو فاز در غلظت های پایینی از پلیمر و نمک رخ می دهد و ناحیه دو فاز آبی افزایش می یابد. به دلیل اینکه PEG یک پلیمر آب دوست می باشد که با افزایش وزن مولکولی و بزرگ تر شدن زنجیره پلیمر، آبریزی نسبی آن افزایش پیدا

مراجع

- [1] P- A. Albertsson, (1987) "Partition of cell particles and macromolecules: Separation and purification of biomolecules, cell organelles, membranes and cells in aqueous polymer two phase systems and their use in biochemical analysis and biotechnology, John Wiley and Sons, Chichester", *Cell Biochemistry and Function*, 5 (3), 233-234.
- [2] H. Walter, G. Johansson, and D. E. Brooks (1991) "Partitioning in aqueous two-phase systems: recent results", *Analytical biochemistry*, 197 (1), 1-18.
- [3] B. Y. Zaslavsky (1994) *Aqueous two-phase partitioning: physical chemistry and bioanalytical applications*, CRC Press.
- [4] S. Abbasi, J. S. Tan, T. A. T. Ibrahim, S. Kadkhodaei, H. S. Ng, F. Vakhshiteh, and A. B. Ariff (2014) "Primary recovery of a bacteriocin-like inhibitory substance derived from *Pediococcus acidilactici* Kp10 by an aqueous two-phase system", *Food chemistry*, 151, 93-100.
- [5] J. F. Pereira, V. C. Santos, H. O. Johansson, J. A. Teixeira, and A. Pessoa (2012) "A stable liquid-liquid extraction system for clavulanic acid using polymer-based aqueous two-phase systems", *Separation and purification technology*, 98, 441-450.
- [6] S. M. Dehnavi, G. Pazuki, and M. Vossoughi (2015) "PEGylated silica-enzyme nanoconjugates: a new frontier in large scale separation of α -amylase", *Scientific reports* 5. 18221.
- [7] R. H. Kaul (2000) *Aqueous two-phase systems." Aqueous Two-Phase Systems: Methods and Protocols: Methods and Protocols* Humana Press, Sweden, 1-10.
- [8] J. C. Marcos, L. P. Fonseca, M. T. Ramalho, and J. M. S. Cabral (2002) "Application of surface response analysis to the optimization of penicillin acylase purification in aqueous two-phase systems", *Enzyme and Microbial Technology*, 31 (7), 1006-1014.
- [9] J. A. Asenjo, and B. A. Andrews (2011) "Aqueous two-phase systems for protein separation: a perspective", *Journal of Chromatography A*, 1218 (49), 8826-8835.
- [10] S. C. Silvério, L. A. Ferreira, J. Martins, J. C. Marcos, E. Macedo, and J. Teixeira (2012) "Lysozyme and bovine serum albumin partitioning in polyethylene glycol-phenylalanine conjugate polymer/salt aqueous two-phase systems", *Fluid Phase Equilibria*, 322, 19-25.
- [11] D. P. De Barros, S. R. Campos, P. P. Madeira, A. M. Azevedo, A. M. Baptista, and M. R. Aires-Barros (2014) "Modeling the partitioning of amino acids in aqueous two phase systems", *Journal of Chromatography A*, 1329, 52-60.
- [12] C. S. Da Silva, M. F. Cuel, V. O. Barreto, , W. H. Kwong, C. O. Hokka, and M. Barboza (2012) "Separation of clavulanic acid from fermented broth of amino acids by an aqueous two-phase system and ion-

اندازه بیو مولکول، بار خالص بیو مولکول و آگریزی یا آبدوست بودن آن در شرایط موجود بستگی دارد. با توجه به جدول (۵) بیشترین میزان ضریب تفکیک مربوط به اولین خط رابط از PEG ۱۰۰۰ است و می توان به صورت کلی بیان کرد که با افزایش وزن مولکولی پلیمر ضریب تفکیک کاهش می یابد. ولی پرولین به فاز غنی از نمک انتقال نمی یابد. زیرا با افزایش وزن مولکولی پلی اتیلن گلیکول به دلیل قوی تر شدن بر هم کنش دافعه میان پلیمر و بیو مولکول، توزیع بیو مولکول در فاز دیگر بیشتر می گردد. با افزایش وزن مولکولی پلیمر طول زنجیره پلیمر و در نتیجه اثر حجم مستثنی شده افزایش یافته و موجب کاهش فضای آزاد می شود. البته در تحقیقات صورت گرفته اثر تغییر وزن مولکولی روی پروتئین ها با وزن مولکولی بیشتر بالاتر است. قابل ذکر است که pH نقطه ایزوالکتریک یا همان pI (نقطه ای که در آن اسید آمینه بدون بار و خنثی می باشد) برای پرولین برابر با ۶/۳ می باشد. از آنجایی که pH های اندازه گیری شده محلول بالاتر از نقطه ایزوالکتریک پرولین می باشد، اسید آمینه دارای بار منفی خواهد بود. از آنجایی که فاز پایین غنی از نمک تفیک شده به آنیون و کاتیون است و با در نظر داشتن اینکه آنیون تارتارت از یون پتاسیم بزرگ تر می باشد، نیروی دافعه میان بارهای منفی اسید آمینه و آنیون، موجب تمایل بیشتر پرولین برای انتقال به فاز بالا می گردد. همچنین با افزایش طول خطوط رابط محتوی آب در سیستم کاهش می یابد و سیستم آگریز می-شود. در نتیجه پرولین که یک اسید آمینه آبدوست است؛ به فاز پایین که آگریزی نسبی کمتری دارد تمایل بیشتری نشان می دهد و ضریب تفکیک اسید آمینه کاهش می یابد.

۳- نتیجه گیری

داده های تعادلی مایع-مایع سیستم دو فاز آبی حاوی آب + سدیم تارتارات + پلی اتیلن گلیکول با وزن های مولکولی مختلف ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۴۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۸۰۰۰ در دمای ۲۹۸ کلوین تعیین شد. اثر وزن مولکولی پلیمر بر منحنی باینودال و طول خطوط رابط و ضریب تفکیک پرولین بررسی شد. ضریب تفکیک اسید آمینه پرولین در این سیستم ها محاسبه شد و داده ها حاکی از این است که می توان این سیستم را برای تفکیک اسید آمینه پرولین در فرآیند پایین دستی بکار برد.

- (ethylene glycol)+ MgSO₄+ H₂O at 298 K", *Journal of Chemical & Engineering Data*, 41 (6), 1333-1336.
- [18] J. C. Merchuk, B. A. Andrews, and J. A. Asenjo (1998) "Aqueous two-phase systems for protein separation: studies on phase inversion", *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 711 (1), 285-293.
- [19] G. Tubío, L. Pellegrini, B. B. Nerli, and G. A. Picó (2006) "Liquid- liquid equilibria of aqueous two-phase systems containing poly (ethylene glycols) of different molecular weight and sodium citrate", *Journal of Chemical & Engineering Data*, 51 (1), 209-212.
- [20] B. Perez, L. P. Malpiedi, G. Tubío, B. Nerli, and P. de Alcântara Pessoa Filho (2013) "Experimental determination and thermodynamic modeling of phase equilibrium and protein partitioning in aqueous two-phase systems containing biodegradable salts", *The Journal of Chemical Thermodynamics*, 56, 136-143.
- [21] Y. T. Wu, , D. Q. Lin, and Z. Q. Zhu (1998) "Thermodynamics of aqueous two-phase systems—the effect of polymer molecular weight on liquid-liquid equilibrium phase diagrams by the modified NRTL model" *Fluid phase equilibria*, 147 (1), 25-43.
- exchange adsorption", *New biotechnology*, 29 (3), 428-431.
- [13] P. P. Madeira, A. Bessa, L. Álvares-Ribeiro, M. R. Aires-Barros, A. E. Rodrigues, and B. Y. Zaslavsky (2013) "Analysis of amino acid-water interactions by partitioning in aqueous two-phase systems. I—Amino acids with non-polar side-chains", *Journal of Chromatography A*, 1274, 82-86.
- [14] M. D. Pérez, L. I. Tomé, M. G. Freire, I. M. Marrucho, O. Cabeza, and J. A. Coutinho (2010) " (Extraction of biomolecules using) aqueous biphasic systems formed by ionic liquids and aminoacids", *Separation and Purification Technology*, 72 (1), 85-91.
- [15] E. L. Cheluget, S. Gelinas, J. H. Vera, and M. E. Weber (1994) "Liquid-liquid equilibrium of aqueous mixtures of poly (propylene glycol) with sodium chloride", *Journal of Chemical and Engineering Data*, 39 (1), 127-130.
- [16] H. Cabezas (1996) "Theory of phase formation in aqueous two-phase systems", *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 680, 3-30.
- [17] P. G. Tello, F. Camacho, G. Blazquez, and F. J. Alarcon (1996) "Liquid- liquid equilibrium in the system poly

Separation of Proline Amino Acid by Aqueous Two Phase System

Hamid Bakhshi*, Fatemeh Abdavi

Chemical Engineering Department, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran

ABSTRACT

Aqueous two- phase system is a well-known technique for separation of bio-molecules such as proteins and enzymes. Proline as an Amino acid has a lot of applications in different industries. In this research, proline partition coefficient in aqueous two-phase system of polymer- salt has been investigated. The system consists of polyethylene glycol as a polymer with different molecular weights and a biodegradable salt that is suitable for the environment, D-potassium tartrate. Phase diagram (binodal curve) and tie lines were experimentally determined with different percentage of weight composition of polymer, salt and water from initial feed. Analysis of surface of two-phase area in binodal curve and tie line length were done. The best polymer and salt stock solution were suggested for phase diagram, and in that case increasing PEG molecular weight increases surface of two-phase area. Effect of PEG molecular weight, tie line length, polymer and salt concentration on proline partition coefficient has been investigated.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: September 11, 2017

Received in revised form: November 29, 2017

Accepted: February 12, 2018

Key words:

Proline

Aqueous Two- Phase System

Phase Equilibrium

Partition Coefficient

All right reserved.

* Corresponding Author:
h.bakhshi@nit.ac.ir