بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم

گروه شیمی

# ترمودینامیک محلول‌های آبی برخی از آمینواسیدها در حضور مایعات یونی

**استاد راهنما:**

دکتر حمایت شکاری

**استاد مشاور :**

دکتر یعقوب منصوری

**توسط:**

فاطمه جبالی

**بهمن ۱۳۸۸**

**تقدیم به:**

**پدر و مادر مهربانم**

**آنان‌که زمزمه دعایشان، طنین آرامش لحظه‌های بیقراریم است**

**و موفقیتم مرهون زحمات بی‌شائبه آنهاست**

# تقدیر و تشکر

من لم یشکر مخلوق لم یشکر خالق

حمد وسپاس خداوند یکتا را که بر این حقیر منت نهاد و طریقت علم و دانش را بر روی من گشود تا به مدد سالکان این راه بتوانم مرحله‌ای از آن را پشت سر گذاشته و همواره چشم به راه لطف بی پایان او برای ادامه این مسیر بمانم تا فرصت استفاده از آنچه آموخته‌ام را نیز بر من ببخشاید. بدین منظور لازم می‌دانم از تمام عزیزانی که مرا در این تحقیق یاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از استاد راهنمای محترم و ارجمند جناب آقای دکتر حمایت شکاری که با راهنمایی‌های خردمندانه، زحمات دلسوزانه و صبر فراوان مرا در تمامی مراحل این تحقیق یاری نموده و در این راه از هیچ مساعدتی دریغ نفرمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد مشاور محترم این تحقیق جناب آقای دکتر یعقوب منصوری کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد محترم جناب آقای دکتر محمد خدادی مقدم (داور خارجی) و از استاد ارجمند جناب آقای دکتر داود سیف زاده (داور داخلی) که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشتند، سپاسگزارم.

از پدر و مادر عزیزم، خواهر خوبم و دو برادر نازنینم که در همه حال مشوق و پشتیبان من بوده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از دوستان عزیز و گرامی در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی شیمی فیزیک و شیمی آلی که در مراحل مختلف این تحقیق اینجانب را یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزارم. برای همگی این عزیزان آرزوی سلامتی، طول عمر باعزت، حسن عاقبت و کامیابی روزافزونتر به دعا از درگاه خداوند متعال خواهانم.

| | |
|---|---|
| **نام خانوادگی دانشجو:** جبالی | **نام:** فاطمه |
| **عنوان پایان‌نامه:** ترمودینامیک محلول‌های آبی برخی از آمینواسیدها در حضور مایعات یونی | |
| **استاد مشاور:** دکتر یعقوب منصوری | **استاد راهنما:** دکتر حمایت شکاری |
| **مقطع تحصیلی:** کارشناسی ارشد **رشته:** شیمی **گرایش:** شیمی فیزیک | **دانشگاه:** محقق اردبیلی |
| **دانشکده:** علوم **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۱۳۸۸/۱۱/۱۴ | **تعداد صفحه:** ۱۴۸ |
| **کلید واژه‌ها:** آمینواسیدها، مایعات یونی، دانسیته، ویسکوزیته، هدایت الکتریکی، ضریب شکست، برهم‌کنش‌های حلال–حل‌شونده | |


**چکیده:** با توجه به اهمیت آمینواسیدها به عنوان واحدهای ساختاری ترکیبات بیولوژیکی مانند پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و کاربرد مایعات یونی به عنوان نمک‌های آلی و حلال‌های سبز در کنار آنها در فرآیندهای مختلف از جمله جداسازی، خالص‌سازی، کرماتوگرافی، کاتالیزوری و جذب سطحی نیاز به مطالعه ترمودینامیکی سیستم‌های شامل آمینواسیدها در کنار مایعات یونی مختلف وجود دارد. اندازه‌گیری خواص فیزیکی و ترمودینامیکی مانند خواص تعادلی بخار–مایع، خواص حجمی، ویسکومتری، هدایتی و غیره سبب روشن شدن بسیاری از خصوصیات و رفتارها در این مخلوطها می‌شود. لذا، در این پایان‌نامه خواص ترمودینامیکی و ترموفیزیکی محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایعات یونی مورد مطالعه قرار گرفته است. دانسیته، ویسکوزیته، هدایت مولی و ضریب شکست برخی از آمینواسیدها (گلایسین، L– آلانین و L– والین) در حضور محلول‌های آبی مایعات یونی برپایه ۱–آلکیل ۳–متیل ایمیدازولیوم با طول زنجیر آلکیلی و آنیون‌های مختلف در غلظت‌های مختلفی از مایعات یونی در دمای K ۲۹۸/۱۵ اندازه‌گیری شده‌اند. با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده، حجم مولی ظاهری در رقت بی‌نهایت، ضرایب $B$ ویسکوزیته، ثابت تجمع یونی و شکست مولی محاسبه گردیده اند. این کمیت‌ها جهت تفسیر اثر طول زنجیر متصل به حلقه ایمیدازولیوم، نوع آنیون و نوع آمینواسید روی برهم‌کنش‌های مختلف آبدوستی و آبگریزی بین آمینواسید و مایعات یونی استفاده شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص ترمودینامیکی نشان می‌دهند که تأثیر مایعات یونی روی رفتار گلایسین متفاوت از آلانین و والین می‌باشند. این نتیجه احتمالاً به دلیل تفاوت در ساختار و نوع برهم‌کنش‌های موجود بین آمینواسیدها و مایعات یونی می‌باشد.

# فهرست مطالب

عنوان صفحه

**فصل اول: مقدمه .....**

۱-۱ آمینواسیدها ..... ۱

۱-۱-۱ سنتز آمینواسیدها ..... ۵

۱-۲ مایعات یونی ..... ۶

۱-۲-۱ تاریخچه مایعات یونی ..... ۷

۱-۲-۲ مایعات یونی و شیمی سبز ..... ۸

۱-۲-۳ روش‌های سنتز مایعات یونی ..... ۹

۱-۲-۴ خواص فیزیکی مایعات یونی ..... ۱۰

۱-۲-۴-۱ هدایت یونی ..... ۱۰

۱-۲-۴-۲ ویسکوزیته ..... ۱۱

۱-۲-۴-۳ نقطه ذوب ..... ۱۱

۱-۲-۴-۴ فشار بخار ..... ۱۲

۱-۲-۴-۵ دانسیته ..... ۱۲

۱-۲-۴-۶ پایداری حرارتی ..... ۱۳

۱-۲-۴-۷ حلالیت مایعات یونی در آب ..... ۱۳

۱-۲-۴-۸ کشش سطحی ..... ۱۴

۱-۲-۵ کاربردهای مایعات یونی ..... ۱۴

۱-۳ کاربردهای آمینواسیدها در حضور مایعات یونی ..... ۱۵

۱-۴ پیشینه مطالعات انجام شده محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور الکترولیت‌ها ..... ۱۷

۱-۵ ترمودینامیک محلول‌های آمینواسید ..... ۲۲

۱-۶ خواص حجمی ..... ۲۶
۱-۶-۱ خواص حجمی محلول‌های آبی آمینواسیدها ..... ۲۹
۱-۷ ویسکوزیته محلول‌ها ..... ۳۲
۱-۸ هدایت الکتریکی ..... ۳۴
۱-۹ هدف از این کار پژوهشی ..... ۳۷
**فصل دوم: مواد و روش تحقیق** .....
۲-۱ مواد به کار برده شده ..... ۳۸
۲-۲ تجهیزات بکار برده شده ..... ۳۸
۲-۳ سنتز مایعات یونی ..... ۳۸
۲-۴ اندازه‌گیری دانسیته ..... ۴۳
۲-۵ اندازه‌گیری ویسکوزیته ..... ۴۳
۲-۶ اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ..... ۴۵
۲-۷ اندازه‌گیری ضریب شکست ..... ۴۶
**فصل سوم: نتایج و بحث** .....
۳-۱ بررسی خواص حجمی ..... ۴۸
۳-۱-۱ نتایج و تفسیر نتایج حاصل از اندازه‌گیری دانسیته ..... ۴۸
۳-۱-۲ اثر طول زنجیر آلکیلی مایعات یونی بررفتار داده‌های دانسیته ..... ۷۱
۳-۱-۳ اثر طول زنجیر آلکیلی آمینواسید بررفتار داده‌های دانسیته ..... ۷۲
۳-۱-۴ اثر طول زنجیر آلکیلی مایعات یونی بررفتار حجم مولی ظاهری ..... ۷۴
۳-۱-۵ اثر طول زنجیر آلکیلی آمینواسید بررفتار حجم مولی ظاهری ..... ۷۶
۳-۱-۶ اثر طول زنجیر آلکیلی آمینواسید بررفتار حجم مولی جزئی استاندارد ..... ۷۷
۳-۱-۷ اثر اندازه آنیون مایع یونی بررفتار حجم مولی ظاهری ..... ۷۹
۳-۲ برسی خواص ویسکومتری ..... ۸۰
۳-۲-۱ نتایج و تفسیر نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویسکوزیته ..... ۸۰

۳-۲-۲ اثر طول زنجیر آلکیلی مایعات یونی بررفتار ویسکوزیته ..... ۹۳
۳-۲-۳ اثر طول زنجیر آلکیلی آمینواسید بررفتار ویسکوزیته ..... ۹۴
۳-۲-۴ اثر اندازه آنیون مایع یونی بررفتار ویسکوزیته ..... ۹۶
۳-۳ نتایج حاصل از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ..... ۹۷
۳-۳-۱تفسیر نتایج حاصل از اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ..... ۱۰۴
۳-۳-۲ اثر طول زنجیر آلکیلی آمینواسید بر رفتار هدایت مولی ..... ۱۰۹
۳-۳-۳ اثر طول زنجیر آلکیلی و اندازه آنیون مایعات یونی بر رفتار هدایت مولی ..... ۱۱۰
۳-۴ نتایج حاصل از اندازه‌گیری ضریب شکست ..... ۱۱۲
۳-۴-۱ تفسیر نتایج حاصل از اندازه‌گیری ضریب شکست ..... ۱۱۸
۳-۴-۲ اثر طول زنجیرآلکیلی مایعات یونی بر رفتار شکست مولی ..... ۱۱۹
۳-۴-۳ اثر طول زنجیرآلکیلی آمینواسید بر رفتار شکست مولی ..... ۱۲۱
۳-۴-۴ اثر اندازه آنیون مایع یونی بر رفتار شکست مولی ..... ۱۲۲
۳-۵ نتیجه‌گیری ..... ۱۲۴
۳-۶ پیشنهادات ..... ۱۲۷
منابع و مأخذ ..... ۱۲۸
ضمائم و پیوست‌ها ..... ۱۴۴

# فهرست تصاویر

عنوان صفحه


شکل (۱-۱): ساختمان L – α آمینواسید ۲

شکل (۱-۲): ساختار یون دوقطبی آمینواسید ۴

شکل (۱-۳): ساختار آمینواسیدها در pH های مختلف ۵

شکل (۱-۴): تشکیل پیوند پپتیدی ۵

شکل (۱-۵): روش سنتز آمینواسیدها ۶

شکل (۱-۶): برخی از کاتیون‌ها و آنیون‌های مایعات یونی ۷

شکل (۱-۷): روش‌های سنتز مایعات یونی ۱۰

شکل (۱-۸): میزان جذب رطوبت برخی مایعات یونی از محیط ۱۳

شکل (۱-۹): کاربردهای مختلف مایعات یونی ۱۵

شکل (۱-۱۰): سل‌های ترکیب موضعی ۲۳

شکل (۲-۱): شمای کلی دانسیمتر مدل DMA-4500M ۴۳

شکل (۲-۲): ویسکومتر آبلوده ۴۵

شکل(۲-۳): شکست‌سنج رومیزی آبه ۴۷

شکل (۳-۱): دانسیته سیستم ([BMIm]Br + L-Alanine + Water) نسبت به مولالیته آمینواسید ۵۵

شکل (۳-۲): دانسیته سیستم ([HMIm]Br + L-Alanine + Water) نسبت به مولالیته آمینواسید ۵۶

شکل (۳-۳): دانسیته سیستم ([HMIm][$MSO_4$] + L-Alanine + Water) نسبت به مولالیته آمینواسید ۵۶

شکل (۳-۴): حجم مولی ظاهری سیستم ([PMIm]Br + Glycine + Water) نسبت به مولالیته آمینواسید ۵۷

شکل (۳-۵): حجم مولی ظاهری سیستم ([BMIm]Br + L-Alanine + Water) نسبت به مولالیته

آمینواسید ..... ۵۷
شکل (۳–۶): حجم مولی ظاهری سیستم ([HMIm]Br + L-Valine + Water) نسبت به مولالیته
آمینواسید ..... ۵۸
شکل (۳–۷): ساختار انواع برهم‌کنش‌ها ..... ۶۸
شکل (۳–۸): مقایسه دانسیته گلایسین در حضور مایعات یونی مختلف با مولالیته
۰/۳ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۱
شکل (۳–۹): مقایسه دانسیته L –آلانین در حضور مایعات یونی مختلف با مولالیته
۰/۲ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۲
شکل (۳–۱۰): مقایسه دانسیته محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی [PMIm]Br
با مولالیته ۰/۳ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۳
شکل (۳–۱۱): مقایسه دانسیته محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی [BMIm]Br
با مولالیته ۰/۳ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۳
شکل (۳–۱۲): مقایسه حجم مولی ظاهری L –آلانین در حضور مایعات یونی مختلف
با مولالیته ۰/۲ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۵
شکل (۳–۱۳): مقایسه حجم مولی ظاهری L –والین در حضور مایعات یونی مختلف
با مولالیته ۰/۴ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۵
شکل (۳–۱۴): مقایسه حجم مولی ظاهری محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور
مایع یونی [PMIm]Br با مولالیته ۰/۱ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۶
شکل (۳–۱۵): مقایسه حجم مولی ظاهری محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور
مایع یونی [HMIm]Br با مولالیته ۰/۱ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۷

شکل (۳–۱۶): مقایسه حجم مولی جزئی محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور
مایع یونی [BMIm]Br نسبت به مولالیته مایع یونی ..... ۷۸
شکل (۳–۱۷): مقایسه حجم مولی جزئی محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور

مایع یونی [HMIm]Cl نسبت به مولالیته مایع یونی ..... ۷۸
شکل (۳–۱۸): مقایسه حجم مولی ظاهری گلایسین در حضور مایعات یونی مختلف بامولالیته
۰/۱ $mol.kg^{-1}$ ..... ۷۹
شکل (۳–۱۹): مقایسه حجم مولی ظاهری گلایسین در حضور مایعات یونی مختلف بامولالیته
۰/۲ $mol.kg^{-1}$ ..... ۸۰
شکل (۳–۲۰): ویسکوزیته سیستم ([PMIm]Br + Glycine + Water) نسبت به غلظت
آمینواسید با مولالیته‌های مختلف مایع یونی ..... ۸۶
شکل (۳–۲۱): ویسکوزیته سیستم ([BMIm]Br + L-Alanine + Water) نسبت به غلظت
آمینواسید با مولالیته‌های مختلف مایع یونی ..... ۸۷
شکل (۳–۲۲): ویسکوزیته سیستم ([BMIm]Br + Glycine+ Water) نسبت به غلظت
آمینواسید با مولالیته‌های مختلف مایع یونی ۸۷
شکل (۳–۲۳): ضرایب *B* ویسکوزیته محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع
یونی [HMIm][$MSO_4$] نسبت به تعداد اتم‌های کربن آمینواسیدها ..... ۸۹
شکل (۳–۲۴): مقایسه ویسکوزیته محلول‌های آبی L –آلانین در حضور مایعات یونی مختلف
با مولالیته ۰/۱ $mol.kg^{-1}$ ..... ۹۳
شکل (۳–۲۵): مقایسه ویسکوزیته محلول‌های آبی L –آلانین در حضور مایعات یونی مختلف
با مولالیته ۰/۲ $mol.kg^{-1}$ ..... ۹۴
شکل (۳–۲۶): مقایسه ویسکوزیته محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی
[PMIm]Br با مولالیته ۰/۱ $mol.kg^{-1}$ ..... ۹۵
شکل (۳–۲۷): مقایسه ویسکوزیته محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی
[HMIm]Br با مولالیته ۰/۳ $mol.kg^{-1}$ ..... ۹۵
شکل (۳–۲۸): مقایسه ویسکوزیته محلول‌های آبی L –آلانین در حضور مایعات یونی
مختلف با مولالیته ۰/۲ $mol.kg^{-1}$ ..... ۹۶
شکل (۳–۲۹): مقایسه ویسکوزیته محلول‌های آبی L –آلانین در حضور مایعات یونی

مختلف با مولالیته $mol.kg^{-1}$ ۰/۳ ..... ۹۷
شکل (۳-۳۰): هدایت مولی محلول آبی مایع یونی، [PMIm]Br نسبت به غلظت مایع یونی در حضور گلایسین ..... ۱۰۵
شکل (۳-۳۱): هدایت مولی محلول آبی مایع یونی، [PMIm]Br نسبت به غلظت مایع یونی در حضور L –آلانین ..... ۱۰۵
شکل (۳-۳۲): هدایت مولی محلول آبی مایع یونی، [HMIm]Br نسبت به غلظت مایع یونی در حضور L –آلانین ..... ۱۰۶
شکل (۳-۳۳): مقایسه هدایت مولی محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [PMIm]Br نسبت به غلظت مایع یونی ..... ۱۱۰
شکل (۳-۳۴): مقایسه هدایت مولی محلول آبی مایعات یونی مختلف در حضور L –آلانین، نسبت به غلظت مایع یونی ..... ۱۱۱
شکل (۳-۳۵): مقایسه هدایت مولی محلول آبی مایعات یونی مختلف در حضور L –والین، نسبت به غلظت مایعات یونی ..... ۱۱۱
شکل (۳-۳۶): شکست مولی سیستم (L-Alanine + Water + [PMIm]Br) در غلظت‌های مختلفی از [PMIm]Br ..... ۱۱۸
شکل (۳-۳۷): شکست مولی سیستم (L-Alanine + Water + [BMIm]Br) در غلظت‌های مختلفی از [BMIm]Br ..... ۱۱۹
شکل (۳-۳۸): مقایسه شکست مولی گلایسین در حضور مایعات یونی مختلف با مولالیته $mol.kg^{-1}$ ۰/۱ از مایع یونی ..... ۱۲۰
شکل (۳-۳۹): مقایسه شکست مولی L –آلانین در حضور مایعات یونی مختلف با مولالیته $mol.kg^{-1}$ ۰/۴ از مایع یونی ..... ۱۲۰
شکل (۳-۴۰): مقایسه شکست مولی محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی با مولالیته $mol.kg^{-1}$ ۰/۱ از مایع یونی [BMIm]Br ..... ۱۲۱
شکل (۳-۴۱): مقایسه شکست مولی محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی با مولالیته

$mol.kg^{-1}$ ۰/۱ از مایع یونی [HMIm]Br..... ۱۲۲
شکل (۳-۴۲): مقایسه شکست مولی گلایسین در حضور مایعات یونی مختلف با مولالیته
$mol.kg^{-1}$ ۰/۱ از مایعات یونی ..... ۱۲۳
شکل (۳-۴۳): مقایسه شکست مولی گلایسین در حضور مایعات یونی مختلف با مولالیته
$mol.kg^{-1}$ ۰/۲ از مایعات یونی ..... ۱۲۳

# فهرست جداول

عنوان صفحه


جدول (۱–۱): ساختار و مقدار pK برخی آمینواسیدها..... ۳

جدول (۲–۱): ویسکوزیته آب در دماهای مختلف..... ۴۴

جدول (۳–۱): دانسیته، $d$ و حجم مولی ظاهری، $V_\phi$ محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [PMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۵۰

جدول (۳–۲): دانسیته، $d$ و حجم مولی ظاهری، $V_\phi$ محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [BMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۵۱

جدول (۳–۳): دانسیته، $d$ و حجم مولی ظاهری، $V_\phi$ محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۵۲

جدول (۳–۴): دانسیته، $d$ و حجم مولی ظاهری، $V_\phi$ محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm]Cl در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۵۳

جدول (۳–۵): دانسیته، $d$ و حجم مولی ظاهری، $V_\phi$ محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm][$MSO_4$] در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۵۴

جدول (۳–۶): حجم مولی جزئی استاندارد، $V_\phi^0$ و شیب تجربی، $S_v$ آمینواسیدها در محلول‌های آبی مایع یونی، [PMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۶۰

جدول (۳–۷): حجم مولی جزئی استاندارد، $V_\phi^0$ و شیب تجربی، $S_v$ آمینواسیدها در محلول‌های آبی مایع یونی، [BMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۶۱

جدول (۳–۸): حجم مولی جزئی استاندارد، $V_\phi^0$ و شیب تجربی، $S_v$ آمینواسیدها در محلول‌های آبی مایع یونی، [HMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۶۲

جدول (۳–۹): حجم مولی جزئی استاندارد، $V_\phi^0$ و شیب تجربی، $S_v$ آمینواسیدها در محلول‌های آبی مایع یونی، [HMIm]Cl در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۶۳

جدول (۳–۱۰): حجم مولی جزئی استاندارد، $V_{\phi}^{0}$ و شیب تجربی، $S_{v}$ آمینواسیدها در محلول‌های آبی مایع یونی، [HMIm][$MSO_4$] در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۶۴

جدول (۳–۱۱): سهم حجم مولی جزئی استاندارد، $V_{\phi}^{0}$ یون‌های دوقطبی ($NH_3^+$, $COO^-$)، گروه متیلن ($CH_2$) و زنجیرهای آلکیلی دیگر در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۶۶

جدول (۳–۱۲): حجم مولی جزئی استاندارد انتقالی $\Delta_t V_{\phi}^{0}$ در محلول‌های آبی آمینواسیدها در مایعات یونی در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۶۹

جدول (۳–۱۳): مقادیر عدد آبپوشی آمینواسیدها، $n_H$، در محلول‌های آبی آمینواسیدها در مایعات یونی در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۷۰

جدول (۳–۱۴): ویسکوزیته، $\eta$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [PMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۸۱

جدول (۳–۱۵): ویسکوزیته، $\eta$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [BMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۸۲

جدول (۳–۱۶): ویسکوزیته، $\eta$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۸۳

جدول (۳–۱۷): ویسکوزیته، $\eta$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm]Cl در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۸۴

جدول (۳–۱۸): ویسکوزیته، $\eta$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm][$MSO_4$] در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۸۵

جدول (۳–۱۹): ضرایب $B$ معادله جانز–دول محلول‌های آبی آمینواسیدها در کنار مایعات یونی در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۸۸

جدول (۳–۲۰): سهم گروه ضرایب $B$ ویسکوزیته یون‌های دوقطبی آمینواسید $B(NH_3^+,COO^-)$ و گروه متیلن $B(CH_2)$ در محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایعات یونی در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۹۰

جدول (۳-۲۱): ضرایب $B$ ویسکوزیته‌ی انتقال، آمینواسیدها $\Delta_t B$ در محلول‌های آبی مایعات یونی، در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۹۱

جدول (۳-۲۲): ضرایب $A_1$ و $A_2$ و ضرایب همبستگی، $R^2$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در مایعات یونی در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۹۲

جدول (۳-۲۳): مقادیر هدایت مولی، $\Lambda$، [PMIm]Br نسبت به غلظت مایع یونی، c، در حضور آمینواسیدهای مختلف در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۹۹

جدول (۳-۲۴): مقادیر هدایت مولی، $\Lambda$، [BMIm]Br نسبت به غلظت مایع یونی، c، در حضور آمینواسیدهای مختلف در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۰۰

جدول (۳-۲۵): مقادیر هدایت مولی، $\Lambda$، [HMIm]Br نسبت به غلظت مایع یونی، c، در حضور آمینواسیدهای مختلف در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۰۱

جدول (۳-۲۶): مقادیر هدایت مولی، $\Lambda$، [HMIm]Cl نسبت به غلظت مایع یونی، c، در حضور آمینواسیدهای مختلف در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۰۲

جدول (۳-۲۷): مقادیر هدایت مولی، $\Lambda$، $[HMIm][MSO_4]$ نسبت به غلظت مایع یونی، c، در حضور آمینواسیدهای مختلف در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۰۳

جدول (۳-۲۸): مقادیر هدایت مولی در رقت بی‌نهایت، $\Lambda_0$، ثابت تجمع، $K_A$، پارامتر فاصله، $R$، و انحراف استاندارد محلول‌های آبی آمینواسیدهای مختلف در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۰۷

جدول (۳-۲۹): ضریب شکست، $n_D$ و شکست مولی، $R_D$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [PMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۱۱۳

جدول (۳-۳۰): ضریب شکست، $n_D$ و شکست مولی، $R_D$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [BMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۱۴

جدول (۳-۳۱): ضریب شکست، $n_D$ و شکست مولی، $R_D$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm]Br در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۱۱۵

جدول (۳-۳۲): ضریب شکست، $n_D$ و شکست مولی، $R_D$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، [HMIm]Cl در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۱۶

جدول (۳-۳۳): ضریب شکست، $n_D$ و شکست مولی، $R_D$، محلول‌های آبی آمینواسیدها در حضور مایع یونی، $[HMIm][MSO_4]$ در دمای ۲۹۸/۱۵ K ..... ۱۱۷

# فهرست علائم اختصاری

| ترکیبات شیمیایی | علائم اختصاری |
|---|---|

گلایسین ..... Gly

L- آلانین ..... L-Ala

L- والین ..... L-Val

L-لوسین ..... L-Lue

L-فنیل آلانین ..... L-Phe

سرین ..... Ser

تریونین ..... Thr

تیروسین ..... Tyr

آسپارژین ..... Asn

آرژینین ..... Arg

لایزین ..... Lys

متیونین ..... Met

پرولین ..... Pro

تریپتوفان ..... Thr

۱-پروپیل-۳- متیل ایمیدازولیوم برمید ..... [PrMIm]Br

۱-بوتیل-۳- متیل ایمیدازولیوم برمید ..... [BMIm]Br

۱-هگزیل-۳- متیل ایمیدازولیوم برمید ..... [HMIm]Br

۱-هگزیل-۳- متیل ایمیدازولیوم کلرید ..... [HMIm]Cl

۱-هگزیل-۳-متیل ایمیدازولیوم متیل سولفات ..... $[HMIm][SO_4]$

۱-بوتیل ۳-متیل ایمیدازولیوم تترا فلوئور بورات ..... $[BMIm][BF_4]$

۱-بوتیل ۳-متیل ایمیدازولیوم متیل سولفات ..... $[BMIm][MSO_4]$

۱-متیل ۳-متیل ایمیدازولیوم متیل سولفات ..... $[MMIm][MSO_4]$

۱-هگزیل ۳-متیل ایمیدازولیوم هگزا فلوئور فسفات ..... $[HMIm][PF_6]$

۱-بوتیل ۳-متیل ایمیدازولیوم بیس(تری فلوئور متیل سولفونیل)آمید ..... $[BMIm][Tf_2N]$

۱-اتیل-۳-متیل ایمیدازولیوم یدید ..... $[EMIm]I$

۱-آلکیل ۳-متیل-بیس تریفیل سولفونامید ..... $[C_nMIm][(CF_3SO_2)_2N]$

نیترات ..... $[NO_3]^-$

استات ..... $[CH_3COO]^-$

اتیل آمونیوم نیترات ..... $[EtNH_3][NO_3]$

تریفلات ..... $[CF_3SO_3]^-$

تری فلوئوراستات ..... $[CF_3COO]^-$

پرکلرات ..... $[ClO_4]^-$

آموتیوتری فلوئوروبورات ..... $[NH_4]^+[BF_4]^-$

کلرید آلومونیوم ..... $[AlCl_4]^-$

# فصل اول

# مقدمه