٣٢٧٨١

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تاریخ ثبت
۱۳۸۰/۱۱/۱۰

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده شیمی

بررسی بعضی از نقاط همرسی در سیالات چگال با استفاده از معادلات حالت

۱۰۰۱۹

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی

سید رسول نوریان

استاد راهنما

دکتر غلامعباس پارسافر

۱۳۷۸

۳۲۷۸۱

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی آقای سید رسول نوریان نجف آبادی-

تحت عنوان

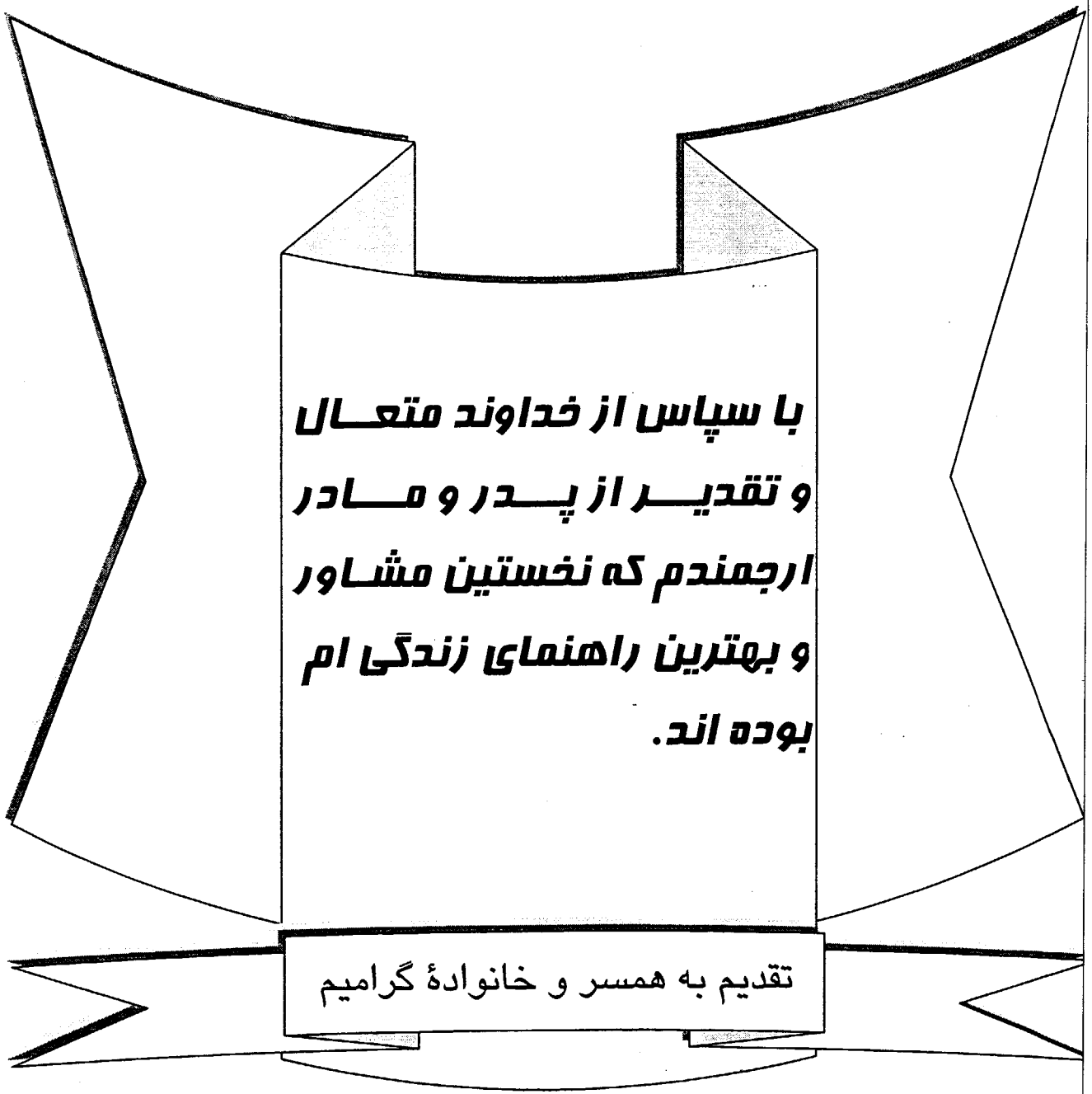
بررسی بعضی از نقاط همرسی در سیالات چگال
با استفاده از معادلات حالت

تاریخ ۱۳۷۸/۱۲/۲ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی وتصویب نهایی قرارگر فت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر غلامعباس پار سافر
۲-استاد مشاور پایان نامه	دکتر بیژن نجفی
۳- استاد داور	دکتر هادی اکبرزاده
سر پرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر غلامعباس پار سافر

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر پارسافر که درتمام مراحل تحصیلی وانجام این تز از راهنمائی ایشان بهره مند بوده ام تشکر و سپاسگزاری می نمایم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.


با سپاس از خداوند متعال
و تقدیر از پدر و مادر
ارجمندم که نخستین مشاور
و بهترین راهنمای زندگی ام
بوده اند.
تقدیم به همسر و خانوادهٔ گرامیم

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
چکیده	۱

فصل اول : نیروهای بین مولکولی

۱-۱- حالتهای مختلف ماده	۲
۱-۱-۱- حالت جامد	۲
۱-۱-۲- حالت گازی	۳
۱-۱-۳- حالت مایع	4
۱-۲- برهم کنش بین دو مولکول	٦
۱ -۳- انرژی جاذبه بین مولکولی	۸
۱-۳-۱- نیروهای الکتروستاتیک	۸
۱-۳-۲- اثرات القایی	۱۰
۱-۳-۳- پتانسیل دوقطبیهای لحظه ای	۱۱
۱-٤- انرژی پتانسیل جاذبه کل	۱۱
۱-٥- انرژی پتانسیل دافعه مولکولی	۱۲
۱-٦- انرژی بر هم کنش کل بین دو مولکول	۱۲
۱-۷- معرفی توابع پتانسیل بین مولکولی	۱۲
۱-۷-۱- تابع پتانسیل ٦-۱۲ لنارد جونز	۱۲
۱-۷-۲- پتانسیل کره سخت	۱۳
۱-۷-۳- پتانسیل چاه مربعی	۱٥
۱-۷-٤- پتانسیل مراکز دافعه نقطه ای	۱٥
۱-۷-٥- پتانسیل ساترلند	۱٥
۱-۷-٦- پتانسیل چاه مثلثی	۱۷
۱-۷-۷- پتانسیل بوکینگهام	۱۷
۱-۷-۸- پتانسیل کونر- بوکینگهام	۱۸

۱-۷-۹- پتانسیل مورس ۱۸
۱-۷-۱۰- پتانسیل عزیز ۱۹

فصل دوم : معادلات حالت و قواعد حاکم بر سیالات چگال

۲-۱- معادله حالت گاز ایده ال ۲۰
۲-۲- محاسبه معادله حالت با استفاده از روشهای آماری ۲۱
۲-۳- معادله حالت وان دروالس ۲۲
۲-۳-۱- اصلاح معادله وان دروالس با استفاده از نظریه اختلال ۲۳
۲-۳-۲- تصحیح جمله دافعه در معادله وان دروالس ۲۳
۲-۳-۳- بررسی قسمت جاذبه معادله وان دروالس با استفاده از نظریه اختلال ۲٤
۲-٤- معادله حالت ویریال ۲٦
۲-٤-۱- ارتباط ضرایب ویریال با اثرات متقابل مولکولها ۲۷
۲-۵- در این بخش بعضی معادلات حالت مهم دیگر به اختصار آورده می شود ۳۲
۲-۵-۱- معادلات بتی - بریجمن ۳۲
۲-۵-۲- معادله حالت ردلیخ - وانگ ۳۳
۲-۵-۳- معادله حالت پنگ - رابینسون ۳۳
۲-۵-٤- معادله حالت برتولت ۳٤
۲-۵-۵- معادله حالت دیترسی ۳٤
۲-۵-٦- معادلات حالت برای سیالات رقیق ۳٤
الف- معادله حالت سو ۳٤
ب- معادله کارناهان - استارلینگ - وان دروالس ۳٤
ج- معادله حالت دیترس - رانزیو ۳۵
۲-۵-۷- معادله حالت ایم - سانگ - میسون ۳۵
۲-۵-۸- معادله حالت میسون - تائو ۳٦
۲-۵-۹- معادله حالت استروبریدج ۳۷
۲-۵-۱۰- معادله حالت نیمه تجربی دیترز ۳۸
۲-۵-۱۱- معادله جدید اصلاح شده وان دروالس ۳۸
۲-٦- معرفی چند معادله حالت برای سیالات مختلف ۳۹
۲-٦-۱- معادله تیت ٤۰

۲-٦-۲- معادله مار ناگان ٤١
۲-٦-۳- معادله حالت بوانزا ٤٢
۲-٦-٤- قاعدهٔ همدمای خطی ٤٢
۲-٦-٥- نقطه ضریب تراکم پذیری مشترک ٤٧
۲-۷- قواعد تجربی حاکم بر سیالات چگال ٤٧
۲-۷-۱- نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری ٤٩
۲-۷-۲- نقطه همرسی ضریب کشیدگی ٥٠
۲-۷-۳- خطی بودن ضریب کشیدگی در مقابل فشار ٥١
۲-۷-٤- نقطه همرسی در نمودارهای α_p برحسب p برای همدماها ٥١

فصل سوم : استفاده از معادلات حالت در پیش بینی بعضی از قواعد عمومی در سیالات

۳-۱- معادله حالت سیستم چگال ٥٣
۳-۱-۱- نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری ٦١
۳-۱-۲- نقطه همرسی ضریب کشیدگی ٦٣
۳-۱-۳- خطی بودن ضریب کشیدگی بر حسب فشار ٦٥
۳-۲- معادله حالت عمومی سیالات ٦٦
۳-۲-۱- نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری ٦٧
۳-۲-۲- نقطه همرسی ضریب کشیدگی ٦٧
۳-۲-۳- خطی بودن ضریب کشیدگی بر حسب فشار ٦٩
۳-۳- ضریب انبساط پذیری همفشار ٧٠
۳-۳-۱- تعریف و رابطه ریاضی ضریب انبساط پذیری ٧١
۳-۳-۲- اندازه گیری انبساط پذیری همفشار ٧٣
۳-۳-۳- بررسی نقطه همرسی برای همدماهای ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار ٧٦
۳-۳-٤- محاسبه α_p با استفاده از معادله حالت وان دروالس ٧٩
۳-٤- بررسی ضریب انبساط پذیری همفشار با استفاده از معادله حالت DSEOS ٨٤
۳-٥- نتیجه گیری ٨٤

فصل چهارم : استخراج دو معادله حالت جدید نیمه تجربی برای سیالات

٤-١- استخراج معادله حالت جدید ٨٩

٤-١-١- ارزیابی معادله حالت جدید با داده های تجربی ٩١

٤-١-٢- تابعیت دمایی ضرایب نسبت به دما ٩٢

٤-٢- بررسی قواعد حاکم بر سیالات با استفاده از معادله حالت ٩٥

٤-٢-١- نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری ٩٧

٤-٢-٢- نقطه همرسی همدماهای ضریب کشیدگی کاهش یافته ٩٧

٤-٢-٣- خطی بودن ضریب کشیدگی در مقابل فشار ٩٩

٤-٣- معرفی معادله حالت جدید نیمه تجربی دوم ٩٩

٤-٤- بررسی قواعد حاکم بر سیالات با استفاده از معادله حالت معرفی شده ١٠٦

٤-٤-١- نقطه همرسی فاکتور تراکم پذیری ١٠٦

٤-٤-٢- نقطه همرسی همدماهای ضریب کشیدگی ١٠٧

٤-٤-٣- وابستگی ضریب انبساط پذیری همفشار به فشار ١٠٨

٤-٥- نتیجه گیری ١١١

فصل پنجم : تجزیه و تحلیل نقطه همرسی ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار و سایر نقاط همرسی مرتبط با آن قواعد شناخته شده

٥-١- بررسی نقطه همرسی بر اساس معادله حالت وان دروالس ١١٧

٥-١-١- صرفنظر کردن از پارامتر a در معادله وان دروالس ١١٨

٥-١-٢- صرفنظر کردن از پارامتر b در معادله وان دروالس ١١٩

٥-١-٣- وابسته گرفتن پارامتر b به دما ١١٩

٥-٢- پیش بینی نقطه همرسی با استفاده از معادلات حالت مختلف ١٢٠

٥-٣- ارزیابی و محاسبه چند نقطه همرسی جدید مرتبط با نقاط همرسی شناخته شده ١٢٢

٥-٣-١- نقطه همرسی در نمودار $\frac{1}{T\alpha_p}$ بر حسب دانسیته ١٢٢

٥-٣-٢- نقطه همرسی در نمودار α_p بر حسب p برای همحجمها ١٢٤

۵-۳-۳- ارتباط فشار با دما در نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری بر حسب دانسیته ۱۲۶
۵-۳-٤- نقطه تقاطع در نمودار ضریب کشیدگی بر حسب دانسیته برای همفشارهای مختلف..... ۱۲۸

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ - وابستگی تابع توزیع شعاعی نسبت به فاصله r از یک مولکول فرضی در مبدأ مختصات ۵

شکل ۱-۲ - تغییرات نیرو و تابع پتانسیل نسبت به فاصله بین دو مولکول ۷

شکل ۱-۳ - پتانسیل لنارد- جونز (۱۲-۶) ۱۴

شکل ۱-۴ - پتانسیل کره سخت ۱۴

شکل ۱-۵ - پتانسیل چاه مربعی ۱۵

شکل ۱-۶ - پتانسیل مراکز دافعه نقطه ای ۱۶

شکل ۱-۷ - پتانسیل ساترلند ۱۶

شکل ۱-۸ - پتانسیل چاه مثلثی ۱۷

شکل ۱-۹ - پتانسیل بوکینگهام ۱۸

شکل ۲-۱ - نمودار تابع توزیع شعاعی $g_{\circ}(r)$ بر حسب r ۲۶

شکل ۲-۲ - تابع f - مایر بر حسب فاصله بین مولکولی ۳۱

شکل ۲-۳ - محدوده ای که معادله ویریال معتبر نیست به صورت هاشور خورده نشان داده شده است ۳۲

شکل ۲-۴ - وابستگی دمایی پارامترهای معادله ایم - سانگ - میسون ۳۶

شکل ۲-۵ - دقت معادله (۲-۷۴) برای چند سیال ۴۱

شکل ۲-۶- حجم پیش بینی شده از معادلهٔ (۲-۸۰) برای مخلوط $x\,Ar + (1-x)\,Kr$ برای همدماهای مشخص شده ... ۴۳

شکل ۲-۷ - پیش بینی رفتار خطی $(z-1)V^{2}$ بر حسب ρ^{2} برای همدماهای تولوئن ۴۶

شکل ۲-۸ - ضریب کشیدگی بر حسب فشار برای همحجمهای مختلف آرگون ۴۷

شکل ۲-۹ - پیش بینی نقطه تراکم پذیری مشترک از LIR برای همدماهای مختلف متان ۴۸

شکل ۲-۱۰ - پیش بینی نقطه تراکم پذیری مشترک از LIR برای همدماهای مختلف آرگون ۴۸

شکل ۲-۱۱ - نقطه همرسی ضرایب تراکم پذیری برای همدماهای مختلف سیال آرگون ۴۹

شکل ۲-۱۲- نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری بر حسب دانسیته برای همدماهای مختلف سیال متان ۵۰

شکل ۲-۱۳ - نقطه همرسی ضریب کشیدگی برای سیال آرگون ۵۱

شکل ۲-۱۴ - ضریب کشیدگی کاهش یافته بر حسب فشار برای همدماهای مختلف آرگون ۵۲

شکل ۳-۱ وابستگی $\frac{U}{\varepsilon}$ نسبت به دانسیته کاهش یافته برای آرگون در دمای ۷۰۰ K ۵۴

شکل ۳-۲ - انطباق داده های تجربی نرمال هگزان با معادله DSEOS در دمای ۷۰۰ K ۵۷

شکل ۳-۳ - انطباق داده های تجربی نرمال بوتان با معادله DSEOS در دمای ۵۰۰ K ۵۸

شکل ۳-۴ - انطباق داده های تجربی نیتروژن با معادله DSEOS در دمای ۴۰۰ K ۵۸

شکل ۳-۵ - انطباق داده های تجربی آرگون با معادله DSEOS در دمای ۸۰۰ K ۵۹
شکل ۳-۶ - وابستگی دمایی پارامتر A_0 معادله حالت DSEOS بر اساس معادله (۳-۱۰) برای تولوئن ۵۹
شکل ۳-۷ - وابستگی دمایی پارامتر A_1 معادله حالت DSEOS بر اساس معادله (۳-۱۰) برای تولوئن ۶۰
شکل ۳-۸ - وابستگی دمایی پارامتر A_2 معادله حالت DSEOS بر اساس معادله (۳-۱۰) برای تولوئن ۶۰
شکل ۳-۹ - جستجو برای یافتن نقطه تقاطع مشترک فاکتور تراکم پذیری آرگون ۶۲
شکل ۳-۱۰ - جستجو برای یافتن نقطه همرسی برای همدماهای ۸۰۰ تا ۱۱۰۰ کلوین سیال آرگون ۶۳
شکل ۳-۱۱ - جستجو برای یافتن نقطه همرسی برای همدماهای ضریب کشیدگی آرگون..... ۶۴
شکل ۳-۱۲ - ضریب کشیدگی کاهش یافته بر حسب فشار بر اساس معادله حالت DSEOS برای همدماهای مختلف آرگون..... ۶۷
شکل ۳-۱۳ - تطبیق داده های تجربی بنزن با معادله (۳-۳۰) برای همدماهای ۷۰۰ K و ۸۰۰ K..... ۶۸
شکل ۳- ۱۴ - جستجو برای یافتن نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری برای سیال آرگون با استفاده از معادله عمومی سیالات..... ۶۸
شکل ۳-۱۵ - بررسی نقطه همرسی ضریب کشیدگی کاهش یافته با استفاده از معادله حالت عمومی سیالات برای سیال آرگون در محدودهٔ دمایی ۱۵۰ K – ۹۰ ..... ۶۹
شکل ۳-۱۶ - ضریب کشیدگی کاهش یافته محاسبه شده از معادله عمومی سیالات بر حسب فشار برای سیال آرگون برای همدماهای مشخص شده..... ۷۰
شکل ۳-۱۷ - اندازه گیری ضریب انبساط پذیری همفشار برای (الف) جامدات (ب) مایعات ۷۳
شکل ۳-۱۸ - اندازه گیری ضریب همفشار بر حسب فشار برای سیالات مختلف..... ۷۵
شکل ۳- ۱۹ – نقطه همرسی همدماهای ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای ۲،۲،۲ – تری متیل-پنتان ۷۷
شکل ۳- ۲۰ - نقطه همرسی همدماهای ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای دی متیل بوتان..... ۷۷
شکل ۳- ۲۱ - نقطه همرسی همدماهای ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای نرمال هگزان..... ۷۸
شکل ۳- ۲۲ - نقطه همرسی همدماهای ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای کینولین..... ۷۸
شکل ۳-۲۳ - ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای همدماهای مختلف برای سیال هگزان نرمال با استفاده از معادله وان دروالس..... ۷۹
شکل ۳-۲۴ - ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای همدماهای مختلف سیال هگزان نرمال با استفاده از معادله ردلیخ- وانگ..... ۸۰
شکل ۳-۲۵ - ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای همدماهای مختلف سیال هگزان نرمال با استفاده از معادله پنگ – رابینسون..... ۸۰

شکل ۳-۲۶ - ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای همدماهای مختلف سیال هگزان نرمال با استفاده از داده های جربی ۸۰
شکل ۳-۲۷ - ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای همدماهای مختلف سیال هگزان نرمال با استفاده از معادله کارناهان- استارلینگ- ردلیخ - وانگ ۸۱
شکل ۳-۲۸ - ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای همدماهای مختلف سیال هگزان نرمال با استفاده از معادله کارناهان- استارلینگ- وان دروالس ۸۱
شکل ۳-۲۹ - نمودار ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار در همدماهای مختلف برای سیال هگزان نرمال با استفاده از معادله دیترز – رانزیو ۸۱
شکل ۳-۳۰ - وابستگی نقطه همرسی α_p با تغییر کسر مولی (الف) نرمال هگزان $(x = ۰/۹۵)$ و هگزانول (ب) مخلوط نرمال هگزان $(x = ۰/۷۳)$ وهگزانول در محدودهٔ دمایی K ۵۰۳ - ۳۰۳ ..... ۸۲
شکل ۳-۳۱ - نقطه همرسی α_p دی سولفید کربن خالص برای همدماهای مشخص شده ۸۳
شکل ۳-۳۲ - نقطه همرسی α_p استون خالص برای همدماهای مشخص شده ۸۳
شکل ۳-۳۳ - نقطه همرسی α_p مخلوط استن و دی سولفید کربن با ترکیب $x = ۰/۵$ برای همدماهای مشخص شده ۸۴
شکل ۳-۳٤ - وابستگی نقطه همرسی α_p بر حسب فشار برای تولوئن در محدودهٔ دمایی K ۳۰٤-۲۰۲ ..... ۸۵
شکل ۳-۳۵ - وابستگی نقطه همرسی α_p بر حسب فشار برای تولوئن در محدودهٔ دمایی K ٤۵۸ – ۳۳۵ ..... ۸۵
شکل ۳-۳٦ – رسم $\ln \rho$ بر حسب T برای همفشار نقطه همرسی (p_{in}) مطابق با معادله (۳-۵۲) برای سیال آرگون ۸٦
شکل ۳-۳۷ - بررسی نقطه همرسی ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار با استفاده از معادلهٔ حالت DSEOS نسبت به مقادیر تجربی برای سیال کینولین ۸۸
شکل ٤ – ۱ - انطباق داده های تجربی با معادله (٤-۱۰) برای چند همدمای مختلف برای سیال نرمال بوتان ۹۲
شکل ٤ – ۲ - انطباق داده های تجربی با معادله (٤-۱۰) برای چند همدمای مختلف برای سیال آرگون ۹۳
شکل ٤ – ۳ - انطباق داده های تجربی با معادله (٤-۱۰) برای چند همدمای مختلف برای سیال نیتروژن ۹۳
شکل ٤-٤ -انطباق پارامتر A_0 معادله (٤-۱۸) برای سیال آرگون نسبت به مقادیر تجربی ۹۵
شکل ٤-۵ - انطباق پارامتر A_1 معادله (٤-۱۸) برای سیال آرگون نسبت به مقادیر تجربی ۹٦
شکل ٤-٦ - انطباق پارامتر A_2 معادله (٤-۱۸) برای سیال آرگون نسبت به مقادیر تجربی ۹٦
شکل ٤-۷ - انطباق پارامتر A_3 معادله (٤-۱۸) برای سیال آرگون نسبت به مقادیر تجربی ۹۷
شکل ٤-۸ – توانایی معادله (٤-۱۰) در پیش بینی ضریب تراکم پذیری همدماهای آرگون در محدودهٔ دمایی ۱٦۰ – ۲۰۰ کلوین ۹۸
شکل ٤-۹ - بررسی نقطه همرسی ضریب کشیدگی کاهش یافته بر حسب دانمسیته برای سیال آرگون با استفاده از

معادله (٤-١٩) ٩٩

شکل ٤-١٠ - نمودار ضریب کشیدگی بر حسب فشار برای سیال آرگون در دماهای ٢٠٠ و ٣٠٠ و ٤٠٠ کلوین با استفاده از معادله (٤-٢٢) ١٠٠

شکل ٤-١١ - تطبیق داده های تجربی مخلوط آب $(x = 0/85)$ و CF_3CH_2OH با معادله (٤-٢٥) ١٠٢

شکل ٤-١٢ - تطبیق داده های تجربی DMB با معادله (٤-٢٥) ١٠٢

شکل ٤-١٣ - تطبیق داده های تجربی اتانول با معادله (٤-٢٥) ١٠٣

شکل ٤-١٤ - تطبیق داده های تجربی آرگون با معادله (٤-٢٥) ١٠٣

شکل ٤-١٥ - انطباق پارامتر B_0 معادله (٤-٢٩) نسبت به دما برای سیال DMB ١٠٤

شکل ٤-١٦ - انطباق پارامتر B_1 معادله (٤-٢٩) نسبت به دما برای سیال DMB ١٠٥

شکل ٤-١٧ - انطباق پارامتر B_2 معادله (٤-٢٩) نسبت به دما برای سیال DMB ١٠٥

شکل ٤-١٨ - انطباق پارامتر B_3 معادله (٤-٢٩) نسبت به دما برای سیال DMB ١٠٦

شکل ٤-١٩ - محاسبه $k_T = \frac{1}{\rho} \times \left(\frac{\partial \rho}{\partial p}\right)_T$ برای همدمای ٢٧٨/٥ K تری متیل پنتان با استفاده از معادله (٤-٢٩) در مقایسه با داده های تجربی ١٠٦

شکل ٤-٢٠ - بررسی نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری برای سیال متان از معادله (٤-٢٩) در همدماهای مختلف ١٠٧

شکل ٤-٢١ – بررسی نقطه همرسی ضریب کشیدگی با استفاده از معادله (٤-٢٩) برای سیال آرگون ١٠٨

شکل ٤-٢٢ - محاسبه ضریب انبساط پذیری همفشار بر حسب فشار برای سیال DMB با استفاده از معادله (٤-٣٣) در مقایسه با مقادیر تجربی ١١٠

شکل ٤-٢٣ - تحقیق برای محاسبه فشار همرسی برای سیال DMB در محدودهٔ دمایی ٢٨٠-٢٦٠ کلوین به طور نموداری بر اساس معادلهٔ(٤-٣٦) ١١٠

شکل ٤-٢٤ - تحقیق برای محاسبه فشار همرسی برای سیال DMB در محدودهٔ دمایی ٣٢٠- ٢٩٨/١٥ کلوین به طور نموداری بر اساس معادلهٔ (٤-٢٦) ١١١

شکل ٥-١- صحت معادله (٥-١٩) برای سیال آرگون در محدودهٔ دمایی ٢٠٠-١٦٠ K ١٢٥

شکل ٥-٢- نقطه همرسی ضریب تراکم پذیری همفشار سیال آرگون برای همحجمهای ٢٩، ٣٠، ٣١ و ٣٢ مول بر لیتر ١٢٧

شکل ٥-٣- نمودار α_p برحسب p برای همدماهای CS_2 در محدودهٔ دمایی ٢٤٣ تا ٣٥٣ کلوین. ١٢٧

شکل ٥-٤- نمودار $\frac{1}{\alpha_p}$ برحسب p برای همحجمهای CS_2 ..... ١٢٧