بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه پیام نور

دانشکده: علوم پایه

گروه: شیمی

عنوان پایان نامه

تعیین کشش سطحی سیالات چگال مانند : بنزن، تولوئن وکربن مونوکسید

پایان نامه : برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

دررشته : شیمی فیزیک

مؤلف : آتنا صیامی

استادراهنما : دکتروحید معینی

استادمشاور: دکترفریدون اشرفی

با تشکر وقدردانی از زحمت ها و راهنمائی‌های :

۱- آقای دکتر معینی، استاد راهنمایم که علم ودانش خود را در اختیار من قرار داده و با راهنمائی‌های ایشان این پایان نامه انجام شده است.
۲- آقای دکتر اشرفی، استاد مشاورم که از ترم اول از راهنمایی و دانش ایشان بهره مند شدم.
۳- آقای دکتر افتاده که داوری این پایان نامه را به عهده داشته وپایان نامه من را به دقت مطالعه نمودند.
٤- آقای دکتر بهرامی فر، نماینده تحصیلات تکمیلی.
۵- آقای مهندس صالح پور، مربی آموزشیار دانشکده فنی دانشگاه تهران.
٦- آقای دکتر قربانی استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران.
۷- آقای دکتر حمزه لو، استاد دانشکده علوم دانشگاه تهران.

(تقدیم به گل های باغ زندگی‌ام، فرزندان عزیزم، سپیده و مهدی)

چکیده:

پارامترهای جدید توسعه یافته قانون هم دمای خطی یا معادله حالت LIR برای محاسبه کشش سطحی سیال‌های چگال استفاده می‌شود. عبارت تابع توزیع شعاعی (RDF) از$g(\sigma)$ برای سیال حقیقی با استفاده از قانون هم دمای خطی به دست می‌آید. این عبارت که به جاذبه بین مولکولی مربوط است ، می‌تواند برای توصیف دما–دانسیته وابسته به RDF در ارتباط با $g(\sigma,\rho,T)$ استفاده شود.

ما در این پایان نامه، عبارتی برای کشش سطحی سیال‌های چگال (کربن مونوکسید، بنزن، تولوئن، متانول، آمونیاک و اتیلن) بر اساس قاعده هم دمای خطی (LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ به دست آوردیم. در این پایان نامه نشان داده شد که بر خلاف مدل‌های قبلی کشش سطحی می‌تواند بدون استفاده از ΔH و ΔS فقط با استفاده از داده های تجربی P-V-T محاسبه گردد.

مقایسه مقادیر محاسبه شده کشش سطحی با استفاده از پارامترهای توسعه یافته معادله حالت LIR با مقادیر محاسبه شده از طریق داده های تجربی حاکی از صحت خوب این روش است.

کلید واژه ها: کشش سطحی - $g(\sigma,\rho,T)$- تابع توزیع شعاعی – سیال‌های چگال

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: کشش سطحی و کاربردهای آن	
۱-۱ کشش سطحی چیست؟	۳
۱-۲ چه عاملی موجب کشش سطحی می شود؟	۳
۱-۳ کشش سطحی مایع‌های	٤
۱-٤ تخمین کشش سطحی مایع خالص	٦
۱-۵ سیال‌های چگال	٦
۱-۵-۱ قاعده بندی سیال‌های چگال	٦
۱-۵-۲ معادله تیت	۷
۱-۵-۳ معادله مارناگان	۸
۱-٦ نظم هم دمای خطی (LIR)و کاربردهای آن	۱۰
۱-٦-۱ محاسبه ضریب فشار حرارتی	۱۵
۱-٦-۲ محاسبه کشش سطحی و ضریب دمایی فلزهای قلیایی مایع	۱٦
۱-۷ فاکتور ساختاری تجربی جدید برای مایع‌های حقیقی به کار رفته در فشار درونی	۱٦
۱-۷-۱ ارتباط بین $S(Q)$ و π_i	۱۷
۱-۸ نظم جدید برای فشار درونی سیال‌های چگال	۱۹
فصل دوم: محاسبه کشش سطحی سیال‌های چگال با به کارگیری معادله حالت LIR و A و B توسعه یافته	
۲-۱ محاسبه $g(\sigma,\rho,T)$ سیال‌های چگال با به کارگیری معادله حالت LIR و ضریب فشار حرارتی $\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_\rho$	۲٦
۲-۲ محاسبه کشش سطحی (γ) سیال‌های چگال با به کارگیری معادله حالت LIR	۲۷
۲-۳ محاسبه کشش سطحی سیال‌های چگال بااستفاده ازتصحیح اول معادله ی حالت LIR	۲۸

عنوان **صفحه**

۲-٤ محاسبه کشش سطحی سیال‌های چگال با استفاده از تصحیح دوم
معادله ی حالت LIR ۲۹
۲-۵ تعیین کشش سطحی سیال چگال کربن مونو کسید ۳۰
۲-٦ تعیین کشش سطحی سیال چگال بنزن ۳۳
۲-۷ تعیین کشش سطحی سیال چگال تولوئن ۳۸
۲-۸ تعیین کشش سطحی سیال چگال متانول ٤۲
۲-۹ تعیین کشش سطحی سیال چگال آمونیاک ۵٤
۲-۱۰ تعیین کشش سطحی سیال چگال اتیلن ٦۲
۲-۱۱ تعیین کشش سطحی کربن مونوکسید با استفاده از تصحیح اول
معادله حالت LIR ٦۸
۲-۱۲ تعیین کشش سطحی بنزن بااستفاده از تصحیح اول معادله حالت LIR ۷۱
۲-۱۳ تعیین کشش سطحی تولوئن با استفاده از تصحیح اول معادله حالت LIR ۷۸
۲-۱٤ تعیین کشش سطحی متانول با استفاده از تصحیح اول معادله حالت LIR ۸۳
۲-۱۵ تعیین کشش سطحی آمونیاک با استفاده از تصحیح اول معادله حالت LIR ۹٤
۲-۱٦ تعیین کشش سطحی اتیلن با استفاده از تصحیح اول معادله حالت LIR ۱۰۰
۲-۱۷ تعیین کشش سطحی کربن مونوکسید با استفاده از تصحیح دوم
معادله حالت LIR ۱۰٦
۲-۱۸ تعیین کشش سطحی بنزن با استفاده از تصحیح دوم معادله حالت LIR ۱۱۲
۲-۱۹ تعیین کشش سطحی تولوئن بااستفاده از تصحیح دوم معادله حالت LIR ۱۱۸
۲-۲۰ تعیین کشش سطحی متانول با استفاده از تصحیح دوم معادله حالت LIR ۱۲٤
۲-۲۱ تعیین کشش سطحی آمونیاک با استفاده از تصحیح دوم معادله حالت LIR ۱۳۷
۲-۲۲ تعیین کشش سطحی اتیلن با استفاده از تصحیح دوم معادله حالت LIR ۱٤۷
فصل سوم بحث و نتیجه گیری
۲-۲۳ بحث و نتیجه گیری ۱۵۸

فهرست جداول

عنوان	صفحه
۱-۱: عرض از مبداء (A) و شیب (B) معادله ی $(Z-1)\left(\frac{V}{V_c}\right)^2 = A + B\,(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی (R^2)، محدوده ی فشار (Δp) و درصد خطای دانسیته محاسبه شده از LIR برای N_2 در دماهای مختلف .	۱۲
۱-۲: متوسط فاصله بین مولکولی در محدوده ای که LIR معتبر است و مقایسه ی آن با فاصله ی مربوط به مینیمم پتانسیل برهم کنش جفت، r_m .	۱٤
۲-۱: مقادیر تجربی قطر کره سخت (σ)	۳۰
۲-۲:مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۷۰K .	۳۱
۲-۳: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۱٦۰K .	۳۲
۲-٤: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) با$g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسیددردمای ۱۸۰K .	۳۲
۲-۵: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) با$g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۲۱۰K .	۳۳
۲-٦: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای بنزن دردمای ۲۸۰K .	۳۳
۲-۷: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای بنزن دردمای ۳۰۰K .	۳٤
۲-۸: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با$g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای بنزن دردمای ۳۵۰K .	۳۵
۲-۹: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ وکشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای بنزن دردمای ٤۰۰K .	۳٦
۲-۱۰: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ وکشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده ازمعادله LIR) با$g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای بنزن دردمای ٦٤۰K.	۳۷

عنوان **صفحه**

۲-۱۱: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای بنزن دردمای ۶۸۰K. ۳۷

۲-۱۲: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن دردمای ۲۰۰K. ۳۸

۲-۱۳: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن دردمای ۲۵۰K. ۳۹

۲-۱۴: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن در دمای ۳۰۰K. ۳۹

۲-۱۵: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با$g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن در دمای ۳۵۰K . ۴۰

۲-۱۶: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده ازمعادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن در دمای ۴۰۰K. ۴۰

۲-۱۷: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن در دمای ۴۵۰K. ۴۱

۲-۱۸: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با$g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن در دمای ۵۰۰K. ۴۲

۲-۱۹: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای تولوئن در دمای ۶۶۰K. ۴۲

۲-۲۰: عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(\rho_C/\rho)^2 = A + B\,(\rho/\rho_C)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2 ، محاسبه شده از معادله LIR برای متانول در دماهای مختلف. ۴۳

۲-۲۱: مقایسه ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده معادله LIR) با ضریب فشار حرارتی تجربی برای متانول در دمای ۱۸۰K. ۴۵

۲-۲۲: مقایسه ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده معادله LIR) با ضریب فشار حرارتی تجربی برای متانول در دمای ۲۰۰K. ۴۶

۲-۲۳: مقایسه ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده معادله LIR) با ضریب فشار حرارتی تجربی برای متانول در دمای ۲۸۰K. ۴۷

عنوان **صفحه**

۲-۲٤: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای متانول در دمای ۱۸۰K. ٤۸

۲-۲۵: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای متانول در دمای ۲۰۰K. ٤۹

۲-۲٦: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای متانول در دمای ۲۵۰K. ۵۰

۲-۲۷: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای متانول در دمای ۲۸۰K. ۵۱

۲-۲۸: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای متانول در دمای ۳۳۰K. ۵۲

۲-۲۹: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای متانول در دمای ۳۸۰K. ۵۳

۲-۳۰: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای متانول در دمای ٤۳۰K. ۵٤

۲-۳۱: عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(\rho_C/\rho)^2 = A + B\,(\rho/\rho_C)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2 ، محاسبه شده از معادله LIR برای آمونیاک در دماهای مختلف. ۵٤

۲-۳۲ : مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای آمونیاک در دمای ۲٦۰K . ۵۵

۲-۳۳: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای آمونیاک در دمای ۳۰۰K . ۵٦

۲-۳٤: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای آمونیاک در دمای ۳۵۰K . ۵۷

۲-۳۵: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) برای آمونیاک در دمای ۲٦۰K. ۵۸

۲-۳٦: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$. و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) برای آمونیاک در دمای ۳۰۰K. ۵۹

عنوان **صفحه**

۲-۳۷: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) برای آمونیاک دردمای ۳۵۰K. ٦٠

۲-۳۸: عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(\rho_C/\rho)^2 = A + B(\rho/\rho_C)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2 ، محاسبه شده از معادله LIR برای اتیلن در دماهای مختلف. ٦١

۲-۳۹: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای اتیلن در دمای ۱۰۵K . ٦٢

۲-٤٠: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای اتیلن در دمای ۱۳۰K . ٦٣

۲-٤۱: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای اتیلن در دمای ۱۸۰K. ٦٤

۲-٤۲: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) برای اتیلن در دمای ۱۰۵K. ٦٥

۲-٤۳: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده ازمعادله LIR) برای اتیلن در دمای ۱۳۰K. ٦٦

۲-٤٤ :مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله LIR) برای اتیلن دردمای ۱۸۰K. ٦٧

۲-٤٥ : مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی کربن مونوکسید در دمای ۷۰K. ٦٨

۲-٤٦: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی کربن مونوکسید دردمای ۸۰K. ٦٩

۲-٤۷: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی کربن مونوکسید در دمای ۱٦۰K. ۷۰

۲-٤۸: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی کربن مونوکسید دردمای ۱۸۰K. ۷۰

۲-٤۹: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی کربن مونوکسید دردمای ۲۱۰K. ۷۱

عنوان **صفحه**

۲-۵۰: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۱
با (σ,ρ,T) و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ۲۸۰K

۲-۵۱: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۲
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ۲۹۰K.

۲-۵۲: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۳
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ۳۰۰K.

۲-۵۳: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷٤
با (σ,ρ,T) و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ۳۳۰K.

۲-۵٤: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۵
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ۳۵۰K.

۲-۵۵: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷٦
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ٤۰۰K.

۲-۵٦: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۷
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ٦٤۰K.

۲-۵۷: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۷
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی بنزن در دمای ٦۸۰K.

۲-۵۸: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۸
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ۲۰۰K.

۲-۵۹: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۹
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ۲۵۰K

۲-٦۰ : مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۷۹
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ۳۰۰K.

۲-٦۱: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۸۰
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ۳۵۰K.

۲-٦۲: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) ۸۰
با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ٤۰۰K.

عنوان **صفحه**

۲-٦۳: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ٤٥٠K. ۸۱

۲-٦٤: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ٥۰۰K. ۸۲

۲-٦٥: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی تولوئن در دمای ٦٦۰K . ۸۲

۲-٦٦: مقایسه ی ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با ضریب فشار حرارتی تجربی برای متانول در دمای ۲۰۰K . ۸٤

۲-٦۷: مقایسه ی ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با ضریب فشار حرارتی تجربی برای متانول در دمای ۲٥۰K . ۸٥

۲-٦۸: مقایسه ی ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با ضریب فشار حرارتی تجربی برای متانول در دمای۳۳۰K . ۸٦

۲-٦۹: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی متانول در دمای ۱۸۰K. ۸۷

۲-۷۰: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی متانول در دمای ۲۰۰K. ۸۸

۲-۷۱: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی متانول در دمای ۲٥۰K. ۸۹

۲-۷۲: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی متانول در دمای ۳۰۰K. ۹۰

۲-۷۳: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بااستفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی متانول در دمای ۳٥۰K. ۹۱

۲-۷٤: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی متانول در دمای ٤۰۰K. ۹۲

۲-۷٥: مقایسه ی $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی متانول در دمای ٤۳۰K. ۹۳

عنوان **صفحه**

۲-۷٦: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۲۸۰K. ۹۵

۲-۷۷: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۳۱۰K. ۹٦

۲-۷۸: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۳۷۰K. ۹٦

۲-۷۹: $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۲۸۰K. ۹۷

۲-۸۰: کشش سطحی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادلهLIR) در دمای ۲۸۰K ۹۸

۲-۸۱: $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۳۱۰K. ۹۹

۲-۸۲: کشش سطحی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادلهLIR) در دمای ۳۱۰ K . ۹۹

۲-۸۳: $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده آمونیاک (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۳۷۰K. ۱۰۰

۲-۸٤: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده اتیلن (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۱۱۵K. ۱۰۲

۲-۸۵: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده اتیلن (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۱۵۰K. ۱۰۳

۲-۸٦: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده اتیلن (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۲۰۰K. ۱۰۳

۲-۸۷: $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده اتیلن (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۱۱۵K. ۱۰٤

۲-۸۸: $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده اتیلن (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۱۵۰K. ۱۰۵

عنوان **صفحه**

۲-۸۹: $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده اتیلن (با استفاده از تصحیح اول معادله LIR) در دمای ۲۰۰K. ۱۰۵

۲-۹۰: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ومقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۷۰K. ۱۰۶

۲-۹۱: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۸۰K. ۱۰۸

۲-۹۲: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (براساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۱۶۰K. ۱۱۰

۲-۹۳: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۱۸۰K. ۱۱۰

۲-۹۴: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۲۱۰K. ۱۱۱

۲-۹۵: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **بنزن** در دمای ۲۹۰K. ۱۱۲

۲-۹۶: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **بنزن** در دمای ۳۳۰K. ۱۱۴

۲-۹۷: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (براساس تصحیح دوم معادله LIR) ومقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (براساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **بنزن** در دمای ۶۴۰K. ۱۱۶

عنوان **صفحه**

۲-۹۸: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **تولوئن** در دمای ۲۰۰K. ۱۱۸

۲-۹۹: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **تولوئن** در دمای ۳۰۰K. ۱۲۰

۲-۱۰۰: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (براساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **تولوئن** در دمای ٤۷۰K. ۱۲۱

۲-۱۰۱: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **تولوئن** در دمای ٦٦۰K. ۱۲۲

۲-۱۰۲: مقدار ضریب فشارحرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و ضریب فشار حرارتی تجربی برای **متانول** در دمای ۲۵۰K. ۱۲۵

۲-۱۰۳: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با ضریب فشارحرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و ضریب فشار حرارتی تجربی برای **متانول** در دمای ۳۰۰K. ۱۲٦

۲-۱۰٤: مقدار ضریب فشارحرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و ضریب فشار حرارتی تجربی برای **متانول** در دمای ۳۵۰K. ۱۲۷

۲-۱۰۵: مقدار ضریب فشارحرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) و ضریب فشار حرارتی تجربی برای **متانول** در دمای ٤۰۰K. ۱۲۸

عنوان **صفحه**

۲-۱۰۶: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱۲۹
و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (براساس تصحیح اول معادله LIR)
و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **متانول** در دمای ۲۳۰K.

۲-۱۰۷: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱۳۱
و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR)
و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **متانول** در دمای ۳۰۰K.

۲-۱۰۸: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱۳۳
و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (براساس تصحیح اول معادله LIR)
و $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **متانول** در دمای ۳۵۰K.

۲-۱۰۹: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱۳۵
و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR)
و$g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی تجربی برای **متانول** در دمای ٤۰۰K.

۲-۱۱۰: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱۳۸
و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR)
برای **آمونیاک** در دمای ۲٦۰K.

۲-۱۱۱: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱۳۹
و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR)
برای **آمونیاک** در دمای ۳۰۰K.

۲-۱۱۲: مقدار ضریب فشارحرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱٤۰
و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR)
برای **آمونیاک** در دمای ۳۵۰K.

۲-۱۱۳: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ۱٤۱
و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR)
برای **آمونیاک** در دمای ۲٦۰K.

عنوان **صفحه**

۲-۱۱٤: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **آمونیاک** در دمای ۳۰۰K. ۱٤۳

۲-۱۱۵: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **آمونیاک** در دمای ۳۵۰K. ۱٤۵

۲-۱۱٦: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **اتیلن** در دمای ۱۰۵K. ۱٤۸

۲-۱۱۷: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **اتیلن** در دمای ۱۳۰K . ۱٤۹

۲-۱۱۸: مقدار ضریب فشار حرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با ضریب فشارحرارتی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **اتیلن** در دمای ۱۸۰K. ۱۵۰

۲-۱۱۹: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ومقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **اتیلن** در دمای ۱۰۵K. ۱۵۱

۲-۱۲۰: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) ومقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **اتیلن** در دمای ۱۳۰K. ۱۵۳

۲-۱۲۱: مقدار $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح دوم معادله LIR) و مقایسه آن با $g(\sigma,\rho,T)$ و کشش سطحی محاسبه شده (بر اساس تصحیح اول معادله LIR) برای **اتیلن** در دمای ۱۸۰K. ۱۵۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

۱-۱ : نیرو های فعال روی یک مولکول ٤

۱-۲: رفتار خطی بر اساس معادله ی تیت ۸

۱-۳: ضریب کشیدگی Ar به صورت تابعی از فشار ۹

۱-٤: $(Z-1)\left(\frac{V}{V_c}\right)^2$ بر حسب $\left(\frac{\rho}{\rho_c}\right)^2$ برای همدمای ۱۵۰ K ابر سیال N_2 ۱۰

۱-۵: استفاده از داده های تجربی ابر سیال Ar در ۳۵° C ۱۱

۱-٦: رفتارتابع $(Z-1)V^2$ بر حسب ρ^2 بر اساس معادله ی حالت واندروالس ۱۳

۱-۷: وابستگی دمایی عرض از مبداء کاهش یافته ۱۵

۱-۸: نوعی هم دما از $\left[\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T \Big/ \rho RT\right]V^2$بر ρ^2 برای Ar در۳۰۰ K ۲۰

۱-۹: (a) نمودار A نسبت به معکوس دما. خط پر مطابق با نقاط داده های A برای آرگون است .(b) نمودار B نسبت به معکوس دما. ۲٤

۲-۱ : نمودار $(Z-1)(\rho_C/\rho)^2$ بر حسب $(\rho/\rho_C)^2$ برای همدمای ۱۸۰ K ٤۳

۲-۲:وابستگی دمایی عرض از مبدا A به دست آمده از معادله حالت LIR برای متانول ٤٤

۲-۳ :وابستگی دمایی عرض ازمبدا A به دست آمده ازمعادله حالت LIR برای آمونیاک ۵۵

۲-٤: وابستگی دمایی عرض از مبدا A به دست آمده از معادله حالت LIR برای اتیلن ٦۱

۲-۵: نمودار درجه دوم A بر حسب $1/T$ متانول ۸۳

۲-٦: نمودار درجه دوم B بر حسب $1/T$ متانول ۸۳

۲-۷: نمودار درجه دوم A بر حسب $1/T$ آمونیاک ۹٤

۲-۸: نمودار درجه دوم B بر حسب $1/T$ آمونیاک ۹٤

۲-۹: نمودار درجه دوم A بر حسب $1/T$ اتیلن ۱۰۰

۲-۱۰: نمودار درجه دوم B بر حسب $1/T$ اتیلن ۱۰۱

۲-۱۱: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۷۰K. ۱۰۷

۲-۱۲: مقایسه کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) با کشش سطحی تجربی برای کربن مونو کسید در دمای ۷۰K. ۱۰۷

عنوان **صفحه**

۲-۱۳: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۰۹
با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۸۰K.

۲-۱٤: مقایسه کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۰۹
با کشش سطحی تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۸۰K.

۲-۱۵: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۱۳
با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای **بنزن** در دمای ۲۹۰K

۲-۱٦: مقایسه کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده ازمعادله حالت LIR) ۱۱۳
باکشش سطحی تجربی برای **بنزن** در دمای ۲۹۰K .

۲-۱۷: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۱۵
با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای **بنزن** در دمای ۳۳۰K

۲-۱۸: مقایسه کشش سطحی محاسبه شده(با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۱۵
با کشش سطحی تجربی برای **بنزن** در دمای ۳۳۰K.

۲-۱۹: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۱۷
با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای **بنزن** در دمای ٦٤۰K.

۲-۲۰: مقایسه کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۱۷
با کشش سطحی تجربی برای **بنزن** در دمای ٦٤۰K.

۲-۲۱: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۱۹
با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای **تولوئن** در دمای ۲۰۰K.

۲-۲۲: مقایسه کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۱۹
با کشش سطحی تجربی برای **تولوئن** در دمای ۲۰۰K.

۲-۲۳: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۲۰
با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای **تولوئن** در دمای ۳۰۰K.

۲-۲٤: مقایسه کشش سطحی محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR) ۱۲۱
با کشش سطحی تجربی برای **تولوئن** در دمای ۳۰۰K.

۲-۲۵: مقایسه $g(\sigma,\rho,T)$ محاسبه شده (با استفاده از معادله حالت LIR ۱۲۲
با $g(\sigma,\rho,T)$ تجربی برای **تولوئن** در دمای ٦٦۰K.