

اللَّهُمَّ صَلِّ وَسَلِّمْ وَبَارِكْ عَلَى سَيِّدِنَا مُحَمَّدٍ



دانشگاه کردستان

دانشکده علوم

گروه شیمی

عنوان:

مطالعه اثر پلی اتیلن گلیکول بر روی مایسلی شدن و خواص ترمودینامیکی

سدیم دودسیل سولفات در محلول های آبی

پژوهشگر:

الهام بیات

استاد راهنما:

دکتر رحمت صادقی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش شیمی فیزیک

اسفند ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه کردستان است

تعهد نامه

اینجانب **الهام بیات** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته **شیمی** گرایش **شیمی فیزیک** دانشگاه کردستان، دانشکده **علوم پایه** گروه **شیمی** تعهد می‌نمایم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

الهام بیات

۱۳۹۱/۱۲/۲۱



دانشگاه کردستان

دانشکده علوم پایه

گروه شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیمی گرایش شیمی فیزیک

عنوان:

مطالعه اثر پلی اتیلن گلیکول بر روی مایسلی شدن و خواص ترمودینامیکی
سدیم دودسیل سولفات در محلول های آبی

پژوهشگر:

الهام بیات

در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۲۱ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره و
درجه به تصویب رسید.

<u>امضاء</u>	<u>مرتبه علمی</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>هیات داوران</u>
	دانشیار	دکتر رحمت صادقی	۱- استاد راهنما
	استادیار	دکتر خالد عزیزی	۲- استاد داور داخلی
	استادیار	دکتر مهدی ایرانی	۳- استاد داور داخلی

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده

مهر و امضاء گروه

تقدیم به پدر و مادر عزیزتر از جانم
دو فرشته زندگی، مظهر صبر و مهربانی و ایثار که وسعت
بی کرانه قلبشان ساحل امن من است و هر چه دارم بعد از
خدا از دعای خیر آنهاست.

تقدیم به همراه همیشگی زندگی خواهرم
به خاطر تمام همدلی‌ها و لطف‌های بی‌پایانش

تقدیم به استاد راهنمای بزرگوارم

و تقدیم به همه کسانی که دوستشان دارم، باشد که
این خردترین ذره‌ای از زحمات آنان را سپاس گوید.

سپاسگذاری

حمد و سپاس بی انتها پروردگار دانا و توانا که توفیقم داد تا سرشارترین لحظه‌های زندگی‌م را در راه دانش سپری کنم.

سپاس فراوان خدمت پدر و مادر عزیزم به خاطر تمامی زحماتی که در دوران پر فراز و نشیب زندگی‌م متحمل شدند.

سپاس فراوان از استاد فرزانه و بزرگوام، جناب آقای دکتر صادقی، که در راه کسب علم و معرفت برای من آنچه در توان داشتند انجام دادند.

خدایا برای آنان عاقبت به خیری، عافیت و طول عمر برای آنان از درگاهت مسئلت دارم.

خداوندا! دستانم خالیند و دلم غرق آرزوها، یا با قدرت بی کرانت دستانم را توانا گردان یا دلم را از آرزوهای دست نیافتنی خالی کن...

با تشکر از دوستان و همکلاسی‌های عزیزم خانم‌ها و آقایان:

نعیمه جشنانی، سونیا جعفری، نوسیه ابراهیمی، روناک گلایبی آذر، طاهره مرادیان، سحر شیرزاد، فاطمه شامحمدی، زینب ارزه‌گر، نشمین حسینی، فهیمه میرمحمدی راد، فهیمه عبدی، کژال قنبری، هدیه رستمی، نه سرین بهمنی، آرزو زاهدی، مهتاب کلیددار، الهام مؤئدی، زهرا محمودی آذر، الهام شاه نجات، زهرا شکری، نوشین زاهدی، سمیه فیروزی، سمیه محمدی، فاطمه کرمی، الهام جمور، سمیرا منصور، بیگرد کاووسی، بهاره مصطفی، اعظم کورانی، بهنوش خاموشی، نسیمه حقیقی، سعیده چراغعلی، مریم کبیری، سارا قبادی، وحیده سلیمی، فرحناز جهانی، ادیبه مهدوی، بیان عزیزی، فائزه شه‌دوست، سمیه خضریان، فروغ هواسی، الهام شایسته، سیوان سلیمانی، حسین هوشیار، ناسو نوایی، فریدون جعفری، میثم یاری، علی فرجی، محمد نادری، بهمن طهماسبی، سجاد کریمی، سجاد اسدبگی، عبدالوهاب سیف، حر باقی، برزان حمیدی، سعید حیدریان، کریم احمدی، رضا کریمی، صباح رسولی، شهرام احمدی آذر، ایمان حسن زاده، عباس عرب‌زاده، دکتر هژیر تیموریان.

چکیده:

خواص ترمودینامیکی برای محلول‌های آبی شامل سدیم دودسیل سولفات ($C_{12}SO_4Na$) در غیاب و حضور پلیمرهای پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) یا پلی‌پروپیلن گلیکول (PPG) نسبت به غلظت سورفکتانت با استفاده از داده‌های هدایت، تعادل مایع بخار، سرعت صوت و دانسیته به دست آمد. از داده‌های دانسیته و سرعت صوت برای به دست آوردن حجم مولی ظاهری، تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی و تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری در دماهای ۲۸۸/۱۵، ۲۹۳/۱۵، ۲۹۸/۱۵، ۳۰۳/۱۵ و ۳۰۸/۱۵ کلوین استفاده شد. داده‌های تعادل مایع بخار شامل فعالیت آب، فشار بخار و ضریب اسمزی با استفاده از اسمومتری در دمای ۳۰۸/۱۵ کلوین به دست آمده است. ما در این پروژه غلظت مایسلی بحرانی (CM(A)C) و غلظت اشباع (C_2)، برهمکنش سورفکتانت با پلیمر، ترمودینامیک مایسلی شدن، اثر دما نوع پلیمر و جرم مولی پلیمر بر روی خواص ترمودینامیکی و مایسلی شدن را مورد بررسی قرار دادیم.

کلمات کلیدی: مایسلی شدن، سدیم دودسیل سولفات، حجم‌سنجی، هدایت‌سنجی، اسمومتری فشار

بخار

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول (تئوری و پیشینه موضوع)	
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۱-۱- آمفیفیلیکها	۱
۱-۱-۲- مواد فعال سطح	۱
۱-۱-۳- توازن گروه آبدوست و آبگریز (HLB)	۲
۱-۱-۴- کاربرد مواد فعال سطح	۲
۱-۱-۵- طبقه بندی انواع مواد فعال سطحی	۳
۱-۱-۵-۱- دسته بندی مواد فعال سطحی بر اساس انواع ساختار	۳
۱-۱-۵-۲- دسته بندی مواد فعال سطحی بر اساس نوع بار الکتریکی	۴
۱-۲- فرآیند تشکیل مایسل	۴
۱-۳- مخلوط مواد فعال سطح	۵
۱-۴- سینترژیسم و آنتاگونیسم در مخلوط مواد فعال سطح	۵
۱-۵- مروری بر تئوری روشهای مورد استفاده	۵
۱-۵-۱- هدایت سنجی	۵
۱-۵-۱-۱- مقاومت الکتریکی	۶
۱-۵-۱-۲- هدایت الکتریکی و هدایت الکتریکی ویژه	۶
۱-۵-۱-۳- هدایت الکتریکی مولی (A_m) و هدایت الکتریکی مولی رقت بینهایت (A_m^0)	۶
۱-۵-۲- حجم سنجی	۸
۱-۵-۲-۱- حجم مولی ظاهری (V_ϕ)	۸
۱-۵-۲-۲- حجم مولی ظاهری رقت بینهایت (V_ϕ^0)	۹
۱-۵-۲-۳- تراکم پذیری هم آنتروپی مولی ظاهری (K_ϕ)	۹
۱-۵-۲-۴- تراکم پذیری هم آنتروپی مولی ظاهری رقت بینهایت (K_ϕ^0)	۱۰

- ۱-۵-۳- اسومتری فشار بخار (VPO)..... ۱۰
- ۱-۵-۳-۱- فعالیت و ضرایب فعالیت ۱۰
- ۱-۵-۳-۲- فشار و ضریب اسمزی محلول ۱۱
- ۱-۶- پیشینه کارهای انجام شده..... ۱۲

فصل دوم (مواد و روش کار)

- ۱-۲- مواد مورد استفاده..... ۱۵
- ۲-۲- دستگاههای مورد استفاده ۱۵
- ۳-۲- روش کار ۱۶
- ۲-۳-۱- روش اندازهگیری هدایت الکتریکی ۱۶
- ۲-۳-۲- روش اندازهگیری دانسیته و سرعت صوت ۱۶
- ۳-۳-۲- روش اندازهگیری ضریب اسمزی محلولها ۱۷

فصل سوم (نتایج و بحث)

- ۱-۳- بررسی خواص حجمسنجی سیستمهای مورد مطالعه ۱۸
- ۲-۳- بررسی هدایت الکتریکی سیستمهای مورد مطالعه ۴۴
- ۳-۳- توابع ترمودینامیکی ۶۷
- ۴-۳- بررسی تعادل مایع- بخار سیستمهای مورد مطالعه ۷۲
- ۵-۳- نتیجه گیری ۷۸
- منابع..... ۷۹

- شکل (۱-۱): انواع ساختارهای مختلف مواد فعال سطحی الف) تک دم، ب) دم دوتایی، ج و د) دوقلو و ه) بولافر. ۳۰
- شکل (۲-۳): نمودار حجم مولی ظاهری، V_{ϕ} ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400 در دماهای مختلف. ۲۴
- شکل (۱-۳): نمودار حجم مولی ظاهری، V_{ϕ} ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG2000 در دماهای مختلف. ۲۴
- شکل (۳-۳): نمودار حجم مولی ظاهری، V_{ϕ} ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG6000 در دماهای مختلف. ۲۴
- شکل (۴-۳): نمودار حجم مولی ظاهری، V_{ϕ} ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG10000 در دماهای مختلف. ۲۵
- شکل (۵-۳): نمودار حجم مولی ظاهری، V_{ϕ} ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PPG400 در دماهای مختلف. ۲۵
- شکل (۶-۳): نمودار حجم مولی ظاهری، V_{ϕ} ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص [۲۹] و در محلول آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین. ۲۵
- شکل (۷-۳): نمودار حجم مولی ظاهری، V_{ϕ} ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ و در محلول آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی از PEG400 در دمای ۳۰۳/۱۵ کلوین. ۲۶
- شکل (۸-۳): نمودار تغییر حجم مایسلی شدن، $\Delta V_{\phi,m}$ ، بر حسب دما برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص [۲۹] و در محلول آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی. ۲۹
- شکل (۹-۳): نمودار حجم مولی ظاهری انتقال سورفکتانت در حالت مونومری در رقت بینهایت، $\Delta_r V_{\phi,f}$ ، بر حسب دما برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی. ۲۹
- شکل (۱۰-۳): نمودار سرعت صوت، u ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400 در دماهای مختلف. ۳۰
- شکل (۱۱-۳): نمودار سرعت صوت، u ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG2000 در دماهای مختلف. ۳۰

شکل (۳-۱۲): نمودار سرعت صوت، u برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG6000 در دماهای مختلف. ۳۱

شکل (۳-۱۳): نمودار سرعت صوت، u برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG10000 در دماهای مختلف. ۳۱

شکل (۳-۱۴): نمودار سرعت صوت، u برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PPG400 در دماهای مختلف. ۳۲

شکل (۳-۱۵): نمودار سرعت صوت، u برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص [۲۹] در محلول‌های آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین. ۳۲

شکل (۳-۱۶): نمودار سرعت صوت، u برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول‌های آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی از PEG400 در دمای ۲۹۳/۱۵ کلوین. ۳۳

شکل (۳-۱۷): نمودار سرعت صوت، u برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول‌های آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی از PEG10000 در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین. ۳۳

شکل (۳-۱۸): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی، K_S برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400 در دماهای مختلف. ۳۵

شکل (۳-۱۹): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی، K_S برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG2000 در دماهای مختلف. ۳۵

شکل (۳-۲۰): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی، K_S برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG6000 در دماهای مختلف. ۳۶

شکل (۳-۲۱): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی، K_S برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG10000 در دماهای مختلف. ۳۶

شکل (۳-۲۲): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی، K_S برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PPG400 در دماهای مختلف. ۳۶

شکل (۳-۲۳): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی، K_S برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی PEG6000 ۰/۱ درصد وزنی در دمای ۳۰۸/۱۵ کلوین. ۳۷

شکل (۳-۲۴): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی، K_S برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص [۲۹] و در محلول‌های آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی در دمای ۳۰۸/۱۵ کلوین. ۳۷

شکل (۳-۲۵): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری، K_ϕ ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400 در دماهای مختلف. ۴۰.....

شکل (۳-۲۶): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری، K_ϕ ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG2000 در دماهای مختلف. ۴۰.....

شکل (۳-۲۷): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری، K_ϕ ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG6000 در دماهای مختلف. ۴۱.....

شکل (۳-۲۸): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری، K_ϕ ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG10000 در دماهای مختلف. ۴۱.....

شکل (۳-۲۹): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری، K_ϕ ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PPG400 در دماهای مختلف. ۴۲.....

شکل (۳-۳۰): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری، K_ϕ ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص [۲۹] و در محلول‌های آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین. ۴۲.....

شکل (۳-۳۱): نمودار تراکم‌پذیری هم‌آنتروپی مولی ظاهری، K_ϕ ، برحسب مولالیته سورفکتانت، m برای محلول $C_{12}SO_4Na$ در محلول‌های آبی پلیمری ۰/۱ درصد وزنی از PEG10000 در دمای ۲۸۸/۱۵ کلوین. ۴۳.....

شکل (۳-۳۲): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص در دماهای مختلف. ۵۸.....

شکل (۳-۳۳): نمودار هدایت الکتریکی مولی، A_m ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص در دماهای مختلف. ۵۸.....

شکل (۳-۳۴): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400 در دماهای مختلف. ۵۹.....

شکل (۳-۳۵): نمودار هدایت الکتریکی مولی، A_m ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400 در دماهای مختلف. ۵۹.....

شکل (۳-۳۶): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG2000 در دماهای مختلف. ۶.....

- شکل (۳-۳۷): نمودار هدایت الکتریکی مولی، A_m ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG2000 در دماهای مختلف. ۶۰
- شکل (۳-۳۸): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG6000 در دماهای مختلف. ۶۱
- شکل (۳-۳۹): نمودار هدایت الکتریکی مولی، A_m ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG6000 در دماهای مختلف. ۶۱
- شکل (۳-۴۰): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG10000 در دماهای مختلف. ۶۲
- شکل (۳-۴۱): نمودار هدایت الکتریکی مولی، A_m ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG10000 در دماهای مختلف. ۶۲
- شکل (۳-۴۲): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PPG400 در دماهای مختلف. ۶۳
- شکل (۳-۴۳): نمودار هدایت الکتریکی مولی، A_m ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PPG400 در دماهای مختلف. ۶۳
- شکل (۳-۴۴): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG6000 در دمای ۲۸۸/۱۵ کلوین. ۶۴
- شکل (۳-۴۵): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص در دمای ۲۸۸/۱۵ کلوین. ۶۴
- شکل (۳-۴۶): نمودار هدایت الکتریکی مولی، A_m ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400، PEG2000، PEG6000 و PPG400 در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین. ۶۵
- شکل (۳-۴۷): نمودار هدایت الکتریکی ویژه، K ، بر حسب مولاریته سورفکتانت، C ، برای محلول‌های $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص در محلول آبی ۰/۱ درصد وزنی PEG400، PEG2000، PEG6000 و PPG400 در دمای ۲۹۸/۱۵ کلوین. ۶۵
- شکل (۳-۴۸): نمودار توابع ترمودینامیکی بر حسب دما برای $C_{12}SO_4Na$ در آب خالص. ۶۹
- شکل (۳-۴۹): نمودار توابع ترمودینامیکی بر حسب دما برای $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد PEG400. ۶۹

- شکل (۳-۵۰): نمودار توابع ترمودینامیکی بر حسب دما برای $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد PEG2000 ... ۶۹
- شکل (۳-۵۱): نمودار توابع ترمودینامیکی بر حسب دما برای $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد PEG6000 ... ۷۰
- شکل (۳-۵۲): نمودار توابع ترمودینامیکی بر حسب دما برای $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد PEG10000 ... ۷۰
- شکل (۳-۵۳): نمودار توابع ترمودینامیکی بر حسب دما برای $C_{12}SO_4Na$ در محلول آبی ۰/۱ درصد PPG400 ۷۰
- شکل (۳-۵۴): نمودار مقایسه فعالیت حلال، a_w ، بر حسب مولالیته سورفکتانت، m در آب خالص و محلول‌های آبی ۰/۱ درصد پلیمری در دمای ۳۰۸/۱۵ کلوین. ۷۵
- شکل (۳-۵۵): نمودار مقایسه ضریب اسمزی، Φ ، بر حسب مولالیته سورفکتانت، m در آب خالص و محلول‌های آبی ۰/۱ درصد پلیمری در دمای ۳۰۸/۱۵ کلوین. ۷۶
- شکل (۳-۵۶): نمودار مقایسه فشار بخار حلال، p ، بر حسب مولالیته سورفکتانت، m در آب خالص و محلول‌های آبی ۰/۱ درصد پلیمری در دمای ۳۰۸/۱۵ کلوین. ۷۷

فصل اول

تئوری و پیشینه موضوع

۱-۱- مقدمه

مواد فعال سطحی از متنوع‌ترین محصولات شیمیایی هستند که به صورت‌های مختلف در داروها، مواد شوینده، در گل حفاری به منظور استخراج نفت و... کاربرد دارند. این مواد از دو ناحیه قطبی و غیر قطبی تشکیل شده‌اند: بخشی که تمایل بسیار کمی به حلال از خود نشان می‌دهد، بخش حلال‌گریز و بخش دیگر که بسیار متمایل به حلال است، بخش حلال‌دوست نامیده می‌شود.

۱-۱-۱- آمفیفیلیک‌ها^۱

پاول وینسور^۲ در پنجاه سال قبل، ترکیبات آمفیفیلیک را نام‌گذاری کرد. پیشوند آمفی^۳ به معنای از دو طرف و ریشه‌ی فیل^۴ هم، به معنای اتصال و وابستگی می‌باشد. یک مولکول آمفیفیلیک شامل دو قسمت است؛ در یک قسمت آن گروه‌های قطبی، که حاوی اتم‌هایی چون اکسیژن، فسفر، گوگرد یا نیتروژن هستند قرار دارد و در قسمت دیگر آن یک زنجیره هیدروکربنی آلکیلی یا آلکیل بنزنی وجود دارد. یکی از پرکاربردترین ترکیبات آمفیفیلیک، سورفکتانت‌ها یا ترکیبات فعال سطحی می‌باشند [۱].

۱-۱-۲- مواد فعال سطحی

مواد فعال سطحی به گونه‌ای از مواد شیمیایی اطلاق می‌شود، که اگر در غلظت پایین در سیستمی حضور یابند، در سطح بین دو فاز قرار گرفته و انرژی آزاد سطح را به میزان مشخص تغییر می‌دهند. جذب سطحی و کاهش انرژی آزاد سطح در اثر حضور مواد فعال سطحی منجر به اثرات مطلوبی می‌گردد. به عنوان مثال، قدرت پاک‌کنندگی^۵ مستلزم کاهش چسبندگی لکه‌ها به سطح است، که

1-Amphiphilic
2-Paul Winsor
3-Amphi
4-Philo
5-Detergency

این کاهش چسبندگی تابعی از کشش بین سطح در سیستم لکه- آب- ماده شوینده می‌باشد. از دیدگاه ترمودینامیکی کاهش انرژی آزاد سطح، نشان‌دهنده تجمع مولکول‌های ماده حل‌شده در ناحیه بین دو سطح است [۲].

۱-۱-۳- توازن بین گروه آب‌دوست و آب‌گریز (HLB)

توازن بین گروه آب‌دوست و آب‌گریز در مواد فعال سطحی HLB نام دارد، که یک کمیت تجربی است و نسبت گروه آب‌دوست به گروه چربی‌دوست را نشان می‌دهد. هرچه مقدار HLB بیشتر باشد میزان حلالیت مواد فعال سطحی در آب بیشتر می‌شود. اگر مقدار HLB کمتر از ۱۰ باشد مواد فعال سطحی محلول در چربی می‌باشند. مقدار HLB بین ۰-۴۰ گزارش شده است، که مقدار آن به خصوصیات گروه‌های قطبی و غیرقطبی از جمله طول زنجیر آلکیلی و ساختار سر قطبی وابسته می‌باشد [۳].

۱-۱-۴- کاربرد مواد فعال سطح

مهم‌ترین کاربردهای مواد فعال سطحی در صنایع آرایشی، دارویی و بهداشتی (شوینده‌ها) می‌باشد که در زیر به بعضی از کاربردهای این مواد در شوینده‌ها و نقشی که اعمال می‌کنند اشاره شده است [۴].

۱- مرطوب کردن^۲

۲- اصلاح و کنترل کف^۳

۳- اصلاح ویسکوزیته^۴

۴- امولسیون کننده^۵

۵- عامل پراکنده کردن^۶

۶- پاک کننده^۷

1-Hydrophilic-Lyphophilic Balance

2-Wetting spreading

3-Modification and foam control

4-Viscosity modification

5-Emulsifier

6-Dispersive agent

7-Detergency

۱-۱-۵- طبقه بندی انواع مواد فعال سطحی

۱-۱-۵-۱- دسته بندی مواد فعال سطحی بر اساس انواع ساختار

مواد فعال سطحی بر اساس تعداد سرهای قطبی و غیرقطبی و تعداد دم‌ها به پنج دسته تقسیم می‌شوند [۵]:

الف- تک دم^۱ یا تک زنجیره هیدروکربنی: این مواد فعال سطحی دارای یک سر قطبی و یک زنجیره هیدروکربنی می‌باشند.

ب- دم دوتایی^۲ یا دو زنجیره هیدروکربنی: این مواد فعال سطحی دارای یک سر قطبی و دو زنجیره هیدروکربنی که به سر قطبی متصل شده‌اند، می‌باشند.

ج- دوقلو^۳: در سال ۱۹۹۱ لفظ ماده فعال سطحی دوقلو توسط منجر^۴ به ماده فعال سطحی اطلاق شد که دو زنجیره هیدروکربنی در ناحیه سر قطبی‌شان توسط یک زنجیره هیدروکربنی کوتاه متصل شده‌اند.

د- دو قلو متصل از زنجیره هیدروکربنی: مانند قسمت (ج) این مواد نیز دارای دو سر قطبی و دو زنجیره هیدروکربنی هستند، با این تفاوت که در یک قسمت از زنجیره هیدروکربنی، این مواد فعال سطحی با هم متصل شده‌اند.

ه- بولافر^۵: این مواد فعال سطحی شامل دو سر قطبی که به وسیله‌ی یک زنجیره هیدروکربنی طولی به هم متصل شده‌اند، می‌باشند. این نوع مواد فعال سطحی دارای عدد تجمع^۶ پایین می‌باشند.



شکل (۱-۱): انواع ساختارهای مختلف مواد فعال سطحی (الف) تک دم، (ب) دم دوتایی، (ج) و (د) دوقلو و (ه) بولافر.

-
- 1- Single-tailed
 - 2-Double-tailed
 - 3-Gemini
 - 4-Menger
 - 5-Bolaform
 - 6-Aggregation number

۱-۱-۵-۲- دسته‌بندی مواد فعال سطحی بر اساس نوع بار الکتریکی

مواد فعال سطحی بر اساس بار الکتریکی که توسط بخش فعال مولکول حمل می‌شوند به چهار دسته آنیونی، کاتیونی، غیر یونی و آمفولیتی (زوج یونی^۱) تقسیم‌بندی می‌شوند، که مثال‌هایی از این تقسیم‌بندی در جدول (۱-۱) آورده شده است [۶].

جدول (۱-۱): دسته‌بندی انواع مواد فعال سطحی بر اساس نوع بار الکتریکی.

<p>سديم دو دسيل سولفات</p> $CH_3(CH_2)_{11}SO_4^-Na^+$ <p>سديم دو دسيل بنزن سولفونات</p> $CH_3(CH_2)_{11}C_6H_4SO_3^-Na^+$	آنیونی
<p>تری متیل دو دسیل آمونیوم کلراید</p> $C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_3Cl^-$ <p>دو دسیل پیریدینیوم برمید</p> $CH_3(CH_2)_{11}Py^+Br^-$	کاتیونی
<p>آلکیل فنول اتوکسیلات</p> $C_9H_{19}-C_6H_4-(OCH_2CH_2)_nOH$	غیر یونی
<p>دو دسیل بتائین</p> $C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2CH_2COO^-$	آمفولیتی

۱-۲- فرآیند تشکیل مایسل^۲

علاوه بر جذب سطحی، مواد فعال سطحی می‌توانند فرم‌های تجمع یافته‌ای تشکیل دهند، که مایسل نامیده می‌شوند. تشکیل مایسل یک فرآیند تعادلی است که طی آن، فرم‌های مایسلی با مونومرهای مواد فعال سطحی در حال تعادل اند [۷].

مکانیسم تشکیل فرم‌های مایسلی به این صورت است که، بخش قطبی آن‌ها در تماس با آب و بخش غیرقطبی آن‌ها در تماس با محیط مطلوب خود مثل هوا یا مایع غیرقطبی قرار می‌گیرد. در این وضعیت، مونومرهای ماده فعال سطحی به یکدیگر نزدیک شده و فرم‌های تجمع یافته مایسلی را تشکیل می‌دهند. تشکیل مایسل باعث جلوگیری از برخورد بین زنجیرهای هیدروکربنی و مولکول‌های آب می‌شود [۸و۷].

1-Zwitterionic

2-Micelle

زمانی که زنجیر هیدروکربنی وارد محلول آبی می‌شود، پیوندهای بین مولکول‌های آب درهم می‌شکند. در نتیجه مولکول‌های آب برای دور ساختن زنجیرهای هیدروکربنی از خود به دور زنجیر هیدروکربنی صف‌آرایی می‌کنند. با ادامه این وضعیت مونومرهای ماده فعال سطحی در کنار هم تجمع پیدا کرده و تشکیل مایسل می‌دهند. غلظتی که در آن اولین مایسل ظاهر می‌شود، غلظت مایسلی بحرانی^۱ (CMC) نامیده می‌شود، که در این غلظت بحرانی تغییرات ناگهانی در خواص شیمی فیزیکی محلول رخ می‌دهد.

۳-۱- مخلوط مواد فعال سطح

از مواد فعال سطحی به طور گسترده در بسیاری از کاربردهای روزمره نظیر شوینده‌ها، لوازم آرایشی و فراورده‌های دارویی استفاده می‌شود. نکته قابل توجه این است که این مواد غالباً به صورت مخلوط بکار می‌روند. این امر به دو دلیل است: اول این که مواد فعال سطحی به صورت مخلوط هستند و فرآیند خالص‌سازی آن‌ها اغلب سخت و پرهزینه است و دوم این که سیستم‌های مخلوط معمولاً رفتار بهتری نسبت به مواد فعال سطحی خالص دارند [۹ و ۷].

۴-۱- سینرژیسم^۲ و آنتاگونیسم^۳ در مخلوط مواد فعال سطح

هنگامی که انواع مختلف مواد فعال سطحی با یکدیگر مخلوط می‌شوند، سینرژیسم (هم‌افزایی) به وجود می‌آید و این وضعیتی است که طی آن خواص مخلوط با خواص هر یک از اجزاء خالص متفاوت می‌باشد. مخلوط مواد فعال سطحی که سینرژیسم را نشان می‌دهند، اغلب مخلوط ترکیبات یونی و غیر یونی هستند که سینرژیسم از برهمکنش بین سرهای قطبی مواد فعال سطحی به وجود می‌آید. از نظر تشکیل مایسل می‌توان گفت زمانی در یک سیستم مخلوط، سینرژیسم وجود دارد که CMC مخلوط دو ماده فعال سطحی از CMC هر یک از آن دو ماده در حالت خالص، کوچک‌تر باشد.

آنتاگونیسم در سیستم مخلوط مواد فعال سطحی هنگامی به وجود می‌آید که، سرهای قطبی و زنجیره هیدروکربنی متفاوت باشند. از نظر تشکیل مایسل هنگامی که CMC مخلوط از CMC هر یک از مواد فعال سطحی خالص بزرگ‌تر باشد، آنتاگونیسم به وجود می‌آید [۱۰-۱۲].

1-Critical Micelle Concentration
2-Synergism
3-Antagonism