



دانشگاه سیستان و بلوچستان  
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در نانو فیزیک

عنوان:

# اثر بار الکتریکی بر روی حرکت نانوقطرات آب در روغن

اساتید راهنما:

دکتر موسی علی احمد

دکتر سهیل شریفی

استاد مشاور:

محسن سرگزی

تحقیق و نگارش:

ناهد کریمی

(این پایان نامه از حمایت مالی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره‌مند شده است)

شهریور ۹۱

بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان اثر بار الکتریکی بر روی حرکت نانوقطرات آب در روغن قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد نانو فیزیک توسط دانشجو ناهید کریمی تحت راهنمایی استاد پایان نامه جناب آقای دکتر موسی علی احمد و جناب آقای دکتر سهیل شریفی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

نام و امضاء دانشجو

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۹۱/۰۶/۳۰ توسط هیئت داوران بررسی و درجه..... به آن تعلق گرفت.

تاریخ

امضاء

نام و نام خانوادگی

استاد راهنما:

استاد راهنما:

استاد مشاور:

داور ۱:

داور ۲:

نماینده تحصیلات

تکمیلی:



دانشگاه بلوچستان  
تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب ناهید کریمی تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان

نام و نام خانوادگی دانشجو: ناهید کریمی

امضاء

تقدیم بہ:

بہ چستانی کہ برق می زند،

بہ مادر و پدرم

## پاسکزاری

خوشا چون سروها استادنی سبز

خوشا چون برکها افتادنی سبز

خوشا چون گل به فصلی، مردنی سرخ

خوشا در فصلی دیگر، زادنی سبز

خوشا هر باغ را بارانی از سبز

خوشا هر دشت را دامانی از سبز

برای هر دریچه سهمی از نور

لب هر پنجره گلدانی از سبز

ممنونم از همه کسانی که به من آموختند، خانواده، دوستان، معلمها، اساتید و انسانهای دیگری

که در زندگی ام با آنها سروکار داشتم. در همه این آموختن‌ها هم لحظات شیرین وجود

داشت هم تلخ. ولی در نهایت آنچه بر جای مانده چیزی جز لذت نیست، لذت آموختن

## چکیده:

همواره نیاز فزاینده به عملکرد ساختار دارویی به طور مثال: سطح دوز بالاتر ، دسترس پذیری بالاتر ، پایداری قویتر، ذخیره سازی و چندین اثر جنبی و انتشار کنترل شده ، انگیزه عمده برای تحقیقات انتقال دارو را تشکیل می دهد.

سورفکتنت‌ها نقشی کلیدی در اغلب سیستم‌های انتقال دارو بازی می‌کنند. دامنه وسیعی از سیستم‌های شامل سورفکتنت مثل امولسیون ، لیپوزوم ، فازی کریستالی مایع و میکروامولسیون‌ها در رابطه با انتقال دارو تحقیق و بررسی شده است. در چند دهه اخیر ، پیشرفت‌هایی در فیزیک و دارو سازی دست به دست هم در تحقیقات صورت گرفته است. قابلیت میکروامولسیون به ایجاد همگنی میکروسکوپی مواد مخلوط نشدنی، پایداری ترمودینامیکی بالا و حل کردن مواد با قطبیت متفاوت منجر به استفاده وسیع در صنعت داروسازی، شستشوی البسه، صنایع غذایی ، آرایشی و روغن شده است. علاوه بر نقش سنتی در صنایع فوق الذکر، میکروامولسیون‌ها مزایای بالقوه‌ای در سیستم دارو رسانی دارند.

میکروامولسیون‌ها محلول‌های پایدار و همگن و شفاف از آب، سورفکتنت و روغن هستند. برای مطالعه میکروامولسیون‌های AOT/H<sub>2</sub>O/Decan از روش‌های پراکندگی (نور، نوترون، ایکس) استفاده می‌شود. با استفاده از این روش‌ها، میکروامولسیون AOT بررسی شد تا اثر بار روی دینامیک میکروامولسیون آب در روغن ( نانو قطره آب در روغن با سورفکتنت AOT) مطالعه شود. نتایج مطالعه پراکندگی نور (طیف‌سنجی همبستگی فوتون) نانوقطره‌های آب ( احاطه شده توسط سورفکتنت AOT) در  $X=6.7$  ، نشان می‌دهد که با افزایش غلظت NaCl، ضریب پخش همبستگی ( $D_c$ ) افزایش می‌یابد. همچنین نتایج مطالعه پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس (SAXS) و مدل کره سخت نشان داد که با افزودن نمک، قله ویسکوزیته که در اثر افزایش برهم کنش بین نانوقطره‌های استوانه‌ای میکروامولسیون ایجاد شده، از بین می‌رود و شکل نانوقطره‌ها از استوانه‌ای به کروی تغییر می‌کند

**کلمات کلیدی:** : ضریب پخش، طیف‌سنجی همبستگی فوتون، میکروامولشن AOT، نانوقطره،

ویسکوزیته، پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس.

## فهرست مطالب

| صفحه | عنوان                                       |
|------|---|
| ۱    | ۱- فصل اول                                  |
| ۲    | ۱-۱- مقدمه                                  |
| ۲    | ۲-۱- سورفکتنت                               |
| ۶    | ۱-۲-۱- سورفکتنت AOT                         |
| ۷    | ۳-۱- مایسل                                  |
| ۷    | ۱-۳-۱- مایسل نرمال                          |
| ۷    | ۲-۳-۱- مایسل معکوس                          |
| ۸    | ۴-۱- میکروامولسیون                          |
| ۱۰   | ۱-۴-۱- یک قطره میکروامولسیون                |
| ۱۱   | ۲-۴-۱- رفتار دینامیکی یک قطره میکروامولسیون |
| ۱۲   | ۳-۴-۱- ساخت یک میکروامولسیون                |
| ۱۲   | ۵-۱- میکروامولسیون AOT                      |
| ۱۳   | ۶-۱- پراکندگی نور                           |
| ۱۴   | ۱-۶-۱- مقایسه روش‌های پراکندگی              |
| ۱۶   | ۷-۱- حرکت براونی                            |
| ۱۶   | ۱-۷-۱- قطر هیدرودینامیکی                    |
| ۱۸   | ۲-۷-۱- شعاع هیدرودینامیکی                   |
| ۱۹   | ۸-۱- ضریب پخش                               |

|    |   |
|----|---|
| ۲۲ | ..... تعیین ضریب پخش  |
| ۲۳ | ..... تأثیر نمک روی میکروامولسیون AOT                         |
| ۲۳ | ..... اثر کاهش شعاع و تغییر ساختار و دینامیک                  |
| ۲۴ | ..... تغییر ویسکوزیته   |
| ۲۵ | ..... تغییر ویسکوزیته و تغییر شکل                             |
| ۲۵ | ..... تغییر ضریب پخش  |
| ۲۶ | ..... کاربردهای میکروامولسیون                                 |
| ۲۷ | ..... فصل دوم   |
| ۲۸ | ..... ۱-۲- آزمایش پراکندگی نور                                |
| ۳۰ | ..... ۱-۱-۲- قطره‌های میکروامولسیون تک اندازه و بدون بر همکنش |
| ۳۱ | ..... ۲-۱-۲- طیف‌سنجی همبستگی فوتون                           |
| ۳۲ | ..... ۲-۲- روش‌های پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس             |
| ۳۴ | ..... ۱-۲-۲- پراکندگی زاویه کوچک                              |
| ۳۴ | ..... ۲-۲-۲- تابع همبستگی                                     |
| ۳۵ | ..... ۳-۲-۲- پراکندگی از یک تک ذره                            |
| ۳۶ | ..... ۴-۲-۲- تقریب گونیر                                      |
| ۳۷ | ..... ۵-۲-۲- آزمایشگاه پرتوی ایکس                             |
| ۳۷ | ..... ۶-۲-۲- تنظیمات دستگاه پرتوی ایکس                        |
| ۳۸ | ..... ۳-۲- مدل کره سخت  |
| ۳۹ | ..... ۴-۲- مواد و روش   |
| ۴۲ | ..... فصل سوم   |



|    |  |
|----|--|
| ۴۳ | ۱-۳- طیفسنجی همبستگی فوتون.....                        |
| ۴۳ | ۱-۱-۳- نتایج تابع همبستگی.....                         |
| ۴۵ | ۲-۱-۳- نتایج تغییر ضریب پخش.....                       |
| ۴۶ | ۲-۳- نتایج پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس.....         |
| ۴۷ | ۱-۲-۳- تحلیل نتایج پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس..... |
| ۴۷ | ۱-۱-۲-۳- رفتار نانوقطره‌های استوانه‌ای.....            |
| ۴۹ | ۲-۲-۳- تقریب گونیر.....                                |
| ۵۱ | ۳-۲-۳- مدل کره سخت.....                                |
| ۵۳ | ۴- فصل چهارم.....                                      |
| ۵۴ | ۱-۴- جمع‌بندی.....                                     |
| ۵۴ | ۱-۱-۴- نتایج توابع همبستگی.....                        |
| ۵۵ | ۲-۱-۴- نتایج ضریب پخش.....                             |
| ۵۵ | ۳-۱-۴- نتایج پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس.....       |
| ۵۶ | ۱-۳-۱-۴- رفتار نانوقطره‌های استوانه‌ای.....            |
| ۵۶ | ۲-۳-۱-۴- انطباق با تقریب گونیر.....                    |
| ۵۶ | ۳-۳-۱-۴- نتایج مدل کره سخت.....                        |
| ۵۶ | ۲-۴- پیشنهادات.....                                    |
| ۵۸ | ۵- کتابنامه.....                                       |
| ۶۳ | ABSTRACT.....  |

## فهرست شکل‌ها

| عنوان   | صفحه |
|---|------|
| شکل ۱-۱: نمونه‌ای از سورفکتانت یونی.....  | ۳    |
| شکل ۲-۱. فسفاتیدیل کولاین (PC).....   | ۳    |
| شکل ۳-۱. بیلایرها.....  | ۳    |
| شکل ۴-۱. ساختار شیمیایی یک مولکول AOT.....  | ۷    |
| شکل ۵-۱. مایسل نرمال.....   | ۷    |
| شکل ۶-۱. مایسل معکوس.....   | ۸    |
| شکل ۷-۱. طرحواره‌ای از قطره‌های میکروامولسیون.....                                    | ۱۱   |
| شکل ۸-۱. ساختار مولکولی AOT.....  | ۱۲   |
| شکل ۹-۱. طرحواره‌ای از آزمایش پراکندگی.....   | ۱۳   |
| شکل ۱۰-۱. اندازه‌های طول محاسبه شده با روشهای پراکندگی.....                           | ۱۵   |
| شکل ۱۱-۱. طرحواره‌ای از حرکت زیگزاگی ذرات در یک شاره.....                             | ۱۶   |
| شکل ۱۲-۱. تغییر شعاع ظاهری،.....  | ۱۷   |
| شکل ۱۳-۱. مقایسه شعاع هیدرودینامیکی با شعاع‌های دیگر در یک لیزوزیم.....               | ۱۹   |
| شکل ۱۴-۱. کاهش شعاع.....  | ۲۴   |
| شکل ۱۵-۱. کاهش پیک ویسکوزیته.....   | ۲۵   |
| شکل ۱۶-۱. تغییر ضریب پخش.....   | ۲۶   |
| شکل ۱-۲. پراکندگی نور.....  | ۲۸   |
| شکل ۲-۲. شماتیکی از آزمایش پراکندگی نور.....  | ۳۱   |
| شکل ۳-۲. پراکندگی از دو نقطه با فازهای مختلف.....                                     | ۳۳   |
| شکل ۴-۲. شماتیکی از دستگاه پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس.....                        | ۳۷   |
| شکل ۵-۲. مقادیر ضریب ساختار با تغییر تابع $g(r)$ .....                                | ۳۹   |
| شکل ۱-۳. نمودار همبستگی میکروامولسیون بدون نمک در $X=6.7$ .....                       | ۴۴   |
| شکل ۲-۳. تابع همبستگی بر حسب تابعی از زمان واهلش برای میکروامولسیون با ترکیب نمک..... | ۴۴   |

- شکل ۳-۳. تغییر ضریب پخش جمعی بر حسب تابعی از کسر جرمی ..... ۴۵
- شکل ۴-۳. شدت نور پراکنده شده برای میکروامولسیون با وبدون نمک ..... ۴۷
- شکل ۵-۳. شدت پراکندگی بر حسب تابعی از بردار پراکندگی برای میکروامولسیون AOT ..... ۴۸
- شکل ۶-۳. شدت پراکندگی بر حسب تابعی از بردار پراکندگی برای میکروامولسیون AOT ..... ۴۹
- شکل ۷-۳. نمودار انطباق شدت پراکندگی و تقرب گونیر ..... ۵۰
- شکل ۸-۳. تغییرات شدت پراکندگی و تقریب گونیر ..... ۵۱
- شکل ۹-۳. انطباق شدت پراکندگی و مدل کره سخت ..... ۵۲

## فهرست جدول‌ها

| صفحه     | عنوان   |
|----------|---|
| ۴۰ ..... | جدول ۱-۲. جرم آب و نمک به کار رفته در تهیه میکرومولسیون با ترکیب نمک .....      |
| ۴۱ ..... | جدول ۲-۲. جرم اجزای سازنده میکرومولسیون با ترکیب نمک با کسر جرمیهای مختلف ..... |

## فهرست علائم

| نشانه           | علامت            |
|-----------------|------------------|
| گرم             | g                |
| سانتی گراد      | °C               |
| نانومتر         | nm               |
| الکترون ولت     | ev               |
| میکرون          | μ                |
| ژول             | j                |
| مجدور ثانیه/جرم | m/s <sup>2</sup> |
| آنگستروم        | °A               |
| مول/اگرم        | gr/mol           |

## فهرست اختصارات

| اختصار                               | نشانه                          |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Nuclear Magnetic Resonance(NMR)      | رزونانس مغناطیسی هسته          |
| Small Angle Scattering(SAS)          | پراکندگی زاویه کوچک            |
| Small Angle X-ray Scattering(SAXS)   | پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس |
| Small Angle Neutron Scattering(SANS) | پراکندگی زاویه کوچک نوترون     |
| Light Scattering(LS)                 | پراکندگی نور                   |
| Dynamic Light Scattering(DLS)        | پراکندگی دینامیکی نور          |
| Static Light Scattering(SLS)         | پراکندگی استاتیکی نور          |
| Photon Correlation Spectroscopy(PCS) | طیف سنجی همبستگی فوتون         |

## فصل اول

# میکروامولسیون و کاربردهای آن

## ۱-۱- مقدمه

همواره نیاز فزاینده به عملکرد ساختار دارویی به طور مثال: سطح میزان بالاتر ، دسترس پذیری بالاتر، پایداری قویتر ذخیره سازی و چندین اثر جنبی و انتشار کنترل شده ، انگیزه عمده برای تحقیقات انتقال دارو را تشکیل می دهد.

سورفکتنتها نقشی کلیدی در اغلب سیستمهای انتقال دارو بازی می کنند. دامنه وسیعی از سیستمهای شامل سورفکتنت مثل امولسیون ، لیپوزوم ، کریستال مایع و میکروامولسیونها در رابطه با انتقال دارو تحقیق و بررسی شده است. در چند دهه اخیر ، پیشرفتهایی در تحقیقات فیزیک و دارو سازی دست به دست هم صورت گرفته است. اغلب اکتشافات بنیادی در فیزیک سریعاً توسط جامعه پزشکی بهره برداری می شود تا روشهای جدیدی برای توصیف و افزایش کیفیت سیستمهای انتقالی دارو اختراع کنند.

بهترین نمونه شناخته شدهی رابطه بین فیزیک و پزشکی استفاده از روشهای پراکندگی برای شناخت و معالجه بیماریها و مشخص کردن ویژگیهای فیزیکی - شیمیایی دارو و سیستمهای انتقال دارو است.

میکروامولسیونها سیستمهای شامل آب ، روغن و آمفیفیلها هستند که محلولهای مایع، همسانگرد و ثابت از لحاظ ترمودینامیکی هستند از روزی که ویژگیهای پراکندگی میکروامولسیونها برای اولین بار توسط هور<sup>۱</sup> و اسکالمن<sup>۲</sup> بررسی شده است، دانشمندان علاقمند ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی این سیستمها شده اند. معمولاً این سیستمها به وسیله ی روشهای پراکندگی مثل (نور ، نوترون و پرتوی ایکس ) تشدید مغناطیس هسته (NMR) و کروماتوگرافی برای فهم ویژگیهای فیزیکی-شیمیایی آنها مطالعه می شوند[۱].

در این پایان نامه برای بررسی میکروامولسیونها از روشهای پراکندگی نور و پراکندگی زاویه کوچک پرتوی ایکس (SAXS) استفاده شده است. این روشها به طور خلاصه در فصل دو معرفی شده اند. در فصل اول به معرفی سیستمهای میکروامولسیون می پردازیم و تعاریفی اولیه را بیان می کنیم.

## ۱-۲- سورفکتنت

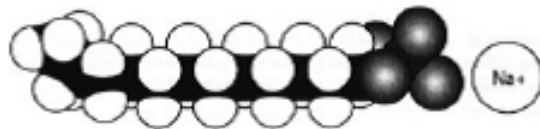
مولکولهای آمفیفیلیک شامل یک سر آبدوست و یک دم آبگریز هستند که معمولاً شامل یک یا دو زنجیره ی هیدروکربنی اند که می توانند با پیوند یگانه یا دوگانه اشباع و یا غیر اشباع شوند. قسمت آبدوست

<sup>1</sup> Schulman

<sup>2</sup> Hoar



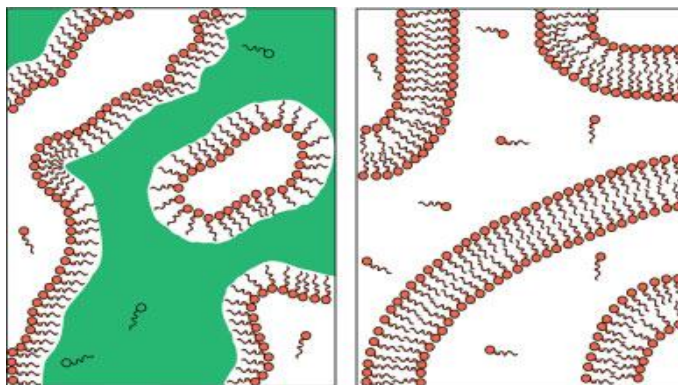
شامل گروه قطبی است که گشتاور دو قطبی آن به طور قوی با آب یا یک گروه یون شدنی برهم کنش می کند. چنین آمفیفیل یونی با دنباله‌ای از یک تک زنجیره، سدیم دودسیل سولفونات در شکل ۱-۱ و همچنین نمونه-ای از لیپید بیولوژی غیر یونی با دو زنجیره در شکل ۲-۱ نشان داده شده است. توجه کنید که یک زنجیره اشباع شده در حالی که دیگری یک پیوند دوگانه‌ی منحصر بفرد در نیمه راه پایین زنجیره دارد.



شکل ۱-۱: نمونه‌ای از سورفکتانت یونی، سدیم دودسیل سولفونات (SDS)، نمونه‌ای از یک آمفیفیل یونی، گروه سر یونی شدنی (سمت راست) که به یک زنجیره هیدروکربنی متصل است (سمت چپ) [۲].



شکل ۲-۱. فسفاتیدیل کولاین<sup>۱</sup> (PC)، نمونه‌ای از یک غشای لیپیدی، گروه سر قطبی (چپ) به دو دنباله هیدروکربنی (راست) متصل است [۲].



شکل ۳-۱. بیلایرها، مولکول‌های هیدروکربنی به علت عامل هیدروکربنی به صورت خود به خود بهم می پیوندند. در ترکیب با روغن و آب، در سطح مشترک آب-روغن تک لایه تشکیل می دهند. در ترکیب با آب اغلب بیلایرها تشکیل می شود [۲].

<sup>1</sup> Phosphatidyl choline

مولکول‌هایی مانند نمونه‌های ذکر شده نام‌های مختلفی دارند. آمفی‌فیلیک<sup>۱</sup> از اسمی یونانی " دوست دار هر دو " یا آمفی‌پاتیک<sup>۲</sup> اسمی از سوی جامعه‌ی بیولوژی، یا سورفکتانت<sup>۳</sup> مختصر شده‌ای از فعال کننده‌ی سطحی به دلیل کاهش کشش سطحی در سطح مشترک آب با روغن یا با هوا جذب شده، اقتباس شده است.

مینای برهم‌کنش آبگریزها بین دنباله‌ها و آب ضد آنتروپی است. دنباله‌ها شبکه‌ی پیوند هیدروژنی آب را می‌سکنند و آنتروپی را کاهش می‌دهند. گروه‌های سر مولکول این شبکه را برهم می‌زند و به وسیله برهم‌کنش مطلوب با دوقطبی‌های آب این کاهش آنتروپی را جبران می‌کنند.

به علت این برهم‌کنش‌ها، آمفی‌فیل‌های جای گرفته در آب خود آرایه‌ی خواهند کرد و آرایه‌ای تشکیل خواهند داد که گروه‌های سر آب‌دوست به سمت آب و دم آبگریز از آن دور خواهد شد. ساده‌ترین آرایه ساختار کیسه‌ای<sup>۴</sup> است که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. در واقع اساس همه‌ی غشاهای بیولوژی لیپیدهای کیسه‌ای هستند. اگر مقدار آمفی‌فیل‌ها افزایش یابد تعداد بیلایرهای تشکیل شده افزایش می‌یابد. و سیستمی خودآرای لایه‌ای تبدیل خواهد شد. تحت تغییر شرایط مثل تغییر حجم آب یا ساختار آمفی‌فیل‌ها، فازهای دیگر تشکیل خواهند شد. از جمله: فاز استوانه‌ای که آمفی‌فیل‌ها تک صفحه‌هایی تشکیل می‌دهد که نزدیک به شکل سیلندر می‌شود و آرایه هگزاگونالی به خود می‌گیرد. به طوریکه آب در بیرون و دنباله آبگریز مخفی شده و در داخل قرار می‌گیرد؛ حالت مکعب مرکز دار (bcc)<sup>۵</sup> که صفحه‌ها تشکیل کرده‌هایی می‌دهند که در یک آرایه bcc قرار گرفته‌اند به طوری که آب در خارج قرار دارد. و شاید حالتی که از همه نامأنوس‌تر است، که در آن غشای بیلایر فضا را به دو حجم یکسان تقسیم می‌کند، به همین دلیل این حالت اغلب به عنوان حالتی غیر پیوسته مشخص می‌شود. حالتی کاملاً مکعبی است (گروه فضایی  $Ia3d$ ) و اولین بار در یک سیستم آمفی‌فیلیکی کوچک توسط لوزاتی<sup>۶</sup> و اسپگت<sup>۷</sup> (۱۹۶۷) مشخص شده است. بعدها در سیستم همبسیار دسته‌ای مشاهده شده است (هادجاک<sup>۸</sup> و همکارانش. ۱۹۶۷). با این که این ساختار توسط مواد نرم دیده نشده است، با این وجود یک گروه فضایی در بلور مولکولی نیز نیست. اتم‌های این ساختار در مختصات سه بعدی که چگالی پایین و با

<sup>1</sup> Amphiphilic

<sup>2</sup> Amphipathic

<sup>3</sup> Surfactant

<sup>4</sup> Bilayer

<sup>5</sup> Body-Centered Cubic

<sup>6</sup> Luzzati

<sup>7</sup> Spegt

<sup>8</sup> Hadjuk

برهم‌کنش‌های ضعیف اتمی می‌سازند، قرار گرفته‌اند. در این سیستم‌های دوتایی ( آب و آمفیفیل) حالتی گسسته دیده می‌شود که بصورت حالتی اسفنجی مشخص شده است.

وقتی آب از این سیستم‌ها گرفته شود ممکن است حالت‌های معکوس تشکیل شود که در آن مقدار آب کاهش یافته در داخل آرایه‌ها قرار می‌گیرد و دنباله آبگریز در بیرون.

علاوه بر حالت‌های منظم در غلظت‌های نسبتاً بالای آمفیفیل، حالتی با غلظت پایین آمفیفیل نیز وجود دارد که مولکول‌هایش کوچک، کروی و توده‌ای است که مایسل نام دارد. گروه‌های سر آمفیفیل به سمت آب و دنباله‌ها از آن دور شده‌اند. اگر ترکیب سومی مثل روغن به آن افزوده شود، نواحی‌ای را که در آن دنباله‌ها هستند متورم می‌کند (شکل ۱-۳ را ببینید).

اگر غلظت آمفیفیل‌ها در سیستمی که روغن به عنوان حلال است، پایین باشد، شاره مایسل‌هایی را شامل خواهد شد که معکوس شده‌اند (سرها در داخل و دنباله‌ها در بیرون). با تعویض حلال از آب به روغن، تبدیل شاره از مایسل نرمال به مایسل معکوس خواهیم داشت [۲].

آمفیفیل‌ها یا سورفکتانت‌ها با نوع بار گروه سری خود مشخص می‌شوند. که می‌توان به یونی، غیر یونی، کاتیونی و یونی دو قطبی طبقه بندی کرد.

سورفکتانت‌های غیر یونی سورفکتانت‌هایی هستند که سر آنها هیچ باری ندارد، سر سورفکتانت‌های یونی دارای بار منفی است، سورفکتانت‌های کاتیونی بار مثبت دارند و سورفکتانت‌های یونی دو قطبی گروه‌های سری با دو بار مخالف هستند، بار این گروه‌های یونی دو قطبی معمولاً به pH محلول وابسته است و با انتخاب pH مناسب می‌توان بار سورفکتانت را کنترل کرد.

همچنین می‌توان سورفکتانت‌هایی با بیش از یک گروه سر یا دنباله داشت، به عنوان مثال سورفکتانت‌هایی وجود دارد که دو پیکر نامیده می‌شوند. به این دلیل که دو گروه سر و دو گروه دنباله دارند و با یک فضاگیر کوچک به هم متصل شده‌اند [۳].

سورفکتانت استفاده شده در این کار سورفکتانت آنیونی است و سورفکتانت AOT نامیده می‌شود که به اختصار در بخش بعد بحث شده است.

## ۱-۲-۱- سورفکتانت AOT

همانطور که بیان شد سورفکتانت‌ها، مولکول‌های آمفیفیلیک دو قسمتی هستند که یک قسمت آب دوست و قسمت دیگر آب گریز در یک مولکول است. سر آبدوست می‌تواند هم گروه قطبی بار دار و یا غیر باردار باشد. اگر سر مولکول قطبی باشد سورفکتانت به دو نوع یونی و غیر یونی طبقه بندی می‌شود که سورفکتانت‌های یونی به یونی دو قطبی، کاتیونی و آنیونی تقسیم می‌شود. در تماس با آب گروه‌های سر مولکول یونیزه شده و یون مخالف داخل محلول آب آزاد شود [۳].

در این کار از سورفکتانت سدیم بیس (اتیل هگزیل) سولفوسوکسینات استفاده کرده ایم که نام تجاری آن Aerosol-OT (AOT) یک علامت ثبت شده تجاری شرکت سینامیک آمریکایی است. سورفکتانت AOT یک سورفکتانت جفت دنباله آنیونی است که ساختار شیمیایی آن در شکل ۱-۴ نشان داده شده است. قسمت قطبی ذاتاً با گروه  $SO_3^-$  با بار منفی و یک یون مخالف  $Na^+$  با بار مثبت ترکیب شده است. دو دنباله مساوی هیدروکربنی اتیل هگزیل قسمت غیر قطبی مولکول را تشکیل می‌دهد. در دمای اتاق AOT یک جامد مومی سفید رنگ است و در مایعات مختلف آبی، محلول است و اگر یونیده شود و در صورت تماس با چشم، پوست و سیستم تنفسی مضر می‌باشد.

طول قسمت قطبی مولکول AOT مرتبه ایی از 7.5 انگستروم است و طول گروه سر قطبی آن تقریباً ۳ انگستروم می‌باشد. شکل پروتون دار  $(Na^+SO_3^-C_{20}H_{37}O_4)$  جرم مولی  $M=444.6 \text{ gr/mol}$  با چگالی  $\rho = 1.14 \text{ gr/mol}$  است. شکل دوتریدی آن  $(Na^+SO_3^-C_{20}H_3D_{34}O_4)$  با جرم مولی  $M=478.6 \text{ gr/mol}$  و چگالی  $\rho = 1.12 \text{ gr/mol}$  است.

به علت شکل مخروطی مولکول AOT (شکل ۱-۴ را ببینید) لایه تشکیل شده سورفکتانت در سطح مشترک آب و روغن انحنای (خمیدگی) خود به خودی به سمت آب گرفته و تشکیل مایسل معکوس می‌دهد. این سورفکتانت یکی از سورفکتانت‌های متداول برای تشکیل مایسل معکوس بدون سورفکتانت کمکی اضافی در دامنه وسیعی از شرایط می‌باشد که غلظت بحرانی ماسیل<sup>۱</sup> AOT در دمای اتاق، در حلال‌های غیر قطبی مثل دکان - هپتان، ایزواکتان مرتبه ایی از  $CMC \approx 1mM$  است [۴]. بسته به نوع حلال تا حد ۶۰ مولکول آب ممکن است در هر مولکول AOT حل شود [۵].

<sup>1</sup> Critical Micelle Concentration