

تعیین و مقایسه ی نقطه ی cmc سورفاکتانت های ترایتون $x-100$ ، $CTAB$ و

SDS به کمک هدایت سنجی

سولماز ملکی دیزج^۱، افسانه منتی^۱، علیرضا صالحی صدقیانی^{۲*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی فیزیک، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، مرکز پیام نور ارومیه

۲- گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، مرکز پیام نور ارومیه

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۴

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۱۵

چکیده:

سورفاکتانت ها یا همان مواد فعال سطحی به واسطه ی خواص منحصر به فردی که دارند، سال هاست مورد نظر و توجه دانشمندان رشته های مختلف قرار دارند و در زمینه های مختلف کاربرد و کارکرد دارند. یکی از خصوصیات منحصر به فرد این مولکول ها تشکیل ترکیباتی به نام میسل است. تعیین نقطه ی بحرانی میسلی شدن هر سورفاکتانت (cmc) برای تعیین نوع کاربرد های مختلف این ترکیبات در حوزه های مختلف امری لازم و ضروری است. روش های متفاوت زیادی برای این امر وجود دارد. ما در این کار پژوهشی از روش هدایت سنجی برای تعیین نقطه ی cmc سه سورفاکتانت: سدیم دو دسیل سولفات (SDS)، ترایتون $x-100$ و $CTAB$ استفاده کردیم. نتایج به دست آمده با مقادیر ارائه شده در مقالات مختلف علمی هم خوانی خوبی دارد و برای این مواد ترتیب نقطه ی cmc به صورت $SDS > CTAB > Triton X - 100$ می باشد.

واژگان کلیدی: سورفاکتانت، نقطه ی cmc ، هدایت سنجی

مقدمه:

سورفاکتانت ها که مواد فعال کننده سطحی هم نامیده می شوند، مولکول هایی هستند که دارای هم یک بخش قطبی آب دوست و هم یک بخش غیر قطبی آب گریز هستند از این رو بطور وسیعی در فرایندهای شیمیایی و بیوشیمیایی استفاده می شوند.^۱ این مواد از چندین نظر دسته بندی می شوند. یک نوع دسته بندی آن ها به بار سر قطبی شان بستگی دارد. که از این نظر سورفاکتانت ها به ۴ دسته کاتیونی، آنیونی، غیر یونی و زویتر یونی تقسیم می شوند.^۲ سورفاکتانت ها در

تعیین و مقایسه ی نقطه ی CMC سورفاکتانت های تریتون ...

زمینه های مختلف کاربرد و کارکرد دارند. به عنوان مثال سورفاکتانت ها برای جداسازی نفت از آب های آلوده،^۳ در رسانش دارویی به منظور کاهش دادن تخریب و اتلاف دارو، برای محافظت از اثرات مضر و نیز افزایش فراهمی زیستی دارو،^۴ در تهیه ی مواد کف زا، گونه های مرطوب کننده، صابون ها و شامپو ها و سایر مواد بهداشتی، در مناطق خشک برای کاهش تبخیر آب، در کشاورزی برای افزایش کارایی سموم و کودها و غیره استفاده می شوند.^۵

نوع سورفاکتانت و خصوصیات آن در تعیین نوع کاربرد سورفاکتانت مهم است. برای مثال سورفاکتانت های کوتاه زنجیر برای تهیه ی مواد شوینده ی مورد استفاده در آب سرد به کار می روند. ویا در داروسازی به منظور جلوگیری از تخریب میسل در خون، از سورفاکتانت های با مقادیر CMC پایین استفاده می شود که معمولاً در محدوده های میلی مولاری است.^۶ از این رو تعیین CMC هر سورفاکتانت و یا خواص دیگری مانند قطبیت و نقطه ی ابری شدن و دمای کرافت، در تعیین نوع کارکرد آن سورفاکتانت موثر است. شکل ۱ حالت کلی مولکول سورفاکتانت را نشان می دهد.^۷

تعیین CMC یک سورفاکتانت را می توان به کمک روش های غیر مستقیم و توسط استفاده از رسم نمودار چندین خصوصیت فیزیکی سورفاکتانت در برابر غلظت سورفاکتانت تعیین کرد. زمانی که این متغیرها به عنوان تابعی از غلظت سورفاکتانت یا لگاریتم آن (در مورد کشش سطحی) رسم گردد، محل شکست نمودارها مدارکی از نقطه ی تشکیل میسل را به ما خواهد داد. در حقیقت غلظت بحرانی میسلی شدن (CMC) را می توان با بررسی تغییر در خواص فیزیکوشیمیایی محلول های فعال کننده سطحی با افزایش غلظت آنها تعیین نمود. برخی از خواص فیزیکی برای این منظور پیشنهاد شده است، شامل خاصیت پاک کنندگی، گرانبوی، چگالی، هدایت الکتریکی، کشش سطحی، فشار اسمزی، کشش در فصل مشترک، پخش نور و ضریب شکست می باشند. روش های پیشرفته تری، شامل پراش اشعه ایکس، روشهای رزونانس اسپین الکترون (ESR)، طیف سنجی رزونانس مغناطیسی هسته (NMR)، گرماسنجی، روشهای کروماتوگرافی، روشهای نورسنجی، طیف سنجی فلورسانس و طیف سنجی جذب مرئی - فرابنفش (UV/Vis) نیز مورد استفاده قرار گرفته است. به تازگی روش های مستقیم مانند PGSE-NMR، اسپکتروسکوپی فلورسانس و SANS برای پروب تشکیل میسل در سیستم های آبی و غیرآبی مورد استفاده قرار گرفته اند.^۸



شکل ۱: گروه سر و قسمت دم سورفاکتانت [۷]

روش تحقیق، مواد و دستگاه های به کار رفته :

(۱) مواد :

$M_{W=364.46 \frac{g}{mol}}$ $C_{19} H_{42} N^+ Br^-$ (CTAB) هگزادسیل تری آمونیوم برمید

$M_{W=288.38 \frac{g}{mol}}$ $C_{12} H_{25} SO_4^- Na^+$ سدیم دو دسیل سولفات (SDS)

$M_{W=646.37 \frac{g}{mol}}$ $C_{34} H_{62} O_{11}$ (Triton X-100) ۱۰۰- ترایتون ایکس

(۲) دستگاه به کار رفته :

هدایت سنج (856 Conductivity Module) کالیبره شده با محلول استاندارد پتاسیم کلرید با ثابت سلول ۰/۰۸۲

روش تحقیق:

توضیح روش هدایت سنجی: در این روش هدایت نمونه های تهیه شده با کمک هدایت سنج کالیبره شده با محلول استاندارد پتاسیم کلرید با ثابت سلول ۰/۰۸۲ اندازه گیری شد و سپس منحنی رسانایی هم ارز برحسب یک برغلظت رسم گردید. در توضیح هدایت سنجی می توان بیان داشت که با توجه به اینکه میسل در محلول سورفاکتانتهای یونی رسانایی (هدایت) محلول آبی را تحت تاثیر قرار می دهد بنابراین اندازه گیری هدایت یک تکنیک خوب برای تعیین غلظت بحرانی میسل (cmc) محلول سورفاکتانت های یونی می باشد.

واحد هدایت در سیستم SI زمینس $S = \Omega^{-1}$ میباشد. هدایت سیستم به شکل هندسی سل بکار رفته در سیستم بستگی دارد.

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \frac{S}{L} \quad \Rightarrow \quad L = K \cdot C$$

که در آن S سطح الکترودها با واحد m^2 و L فاصله ی الکترودها از همدیگر با واحد m می باشد، C ثابت سلول و $K = \frac{1}{\rho}$ رسانایی ویژه ی الکتریکی با واحد $(\Omega^{-1} m^{-1})$ یا $S \cdot m^{-1}$ است.

رسانایی هم ارز رسانایی آن حجمی از محلول که محتوی یک هم ارز گرم (اکیوالان گرم) الکترولیت باشد را میرساند. به حجمی از محلول که محتوی یک هم ارز گرم از الکترولیت است حجم هم ارز V_{eq} (حجم اکی والان) گفته میشود.

$$\Delta_c = V_{eq} \cdot k = \frac{k}{c} \quad \text{که واحد آن برابر با } \Omega^{-1} m^2 \text{ و } c \text{ در این فرمول همان غلظت میباشد.}$$

در الکترولیتهای قوی در غلظتهای کم Δ_m عموماً نسبت به جذر غلظت وابستگی خطی نشان میدهد که بوسیله ی قانون کهلر نشان داده میشود:

$$\Delta_m = \Delta_m^0 - RC^{1/2}$$

تعیین و مقایسه ی نقطه ی cmc سورفاکتانت های تریتون

که در این رابطه ثابت R به استوکیومتری الکترولیت بستگی دارد پارامتر A_m^0 هدایت مولی حد میباشد که برای محلولهای الکترولیت بی نهایت رقیق به هدایت حدی معروف است.

پس از رسم منحنی های رسانایی هم ارز برحسب معکوس غلظت مشاهده کردیم که در غلظت مشخصی شیب تغییرات بطور وضوح تغییر مینماید که این نقطه را نقطه ی cmc تعریف کردیم.

تهیه ی نمونه ها:

برای این کار ابتدا محلول مادری به غلظت $0.001 \frac{mol}{lit}$ درست کردیم ، به عنوان مثال برای ستاب:

$$CTAB = 364/46 \frac{g}{mol} * 0.001 \frac{mol}{lit} * 1lit = 0.364g$$

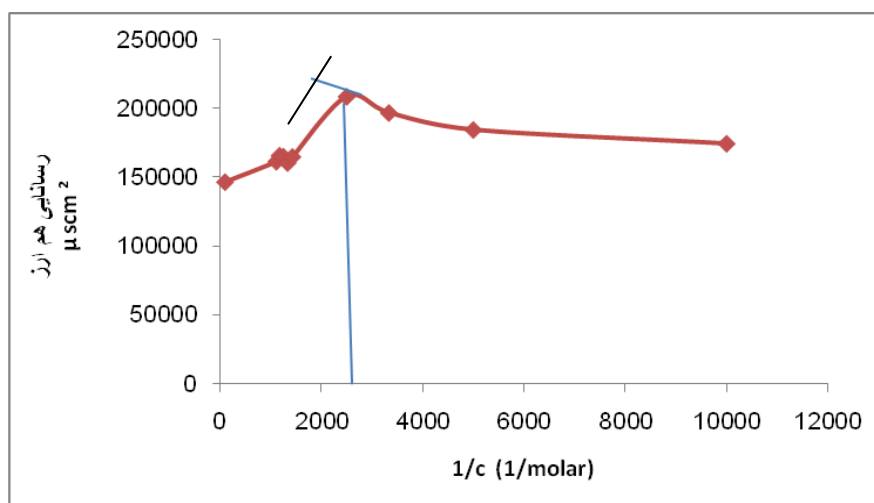
۰/۳۶۴ گرم از ستاب را در بالون ۱ lit حل کردیم وبا کمک پی پت مقداری از محلول درست کرده را برداشته و هدایت آن را اندازه گیری کردیم و سپس با استفاده از رابطه ی رقت محلولهایی با غلظتهای مختلف از محلول مادر درست میکنیم.

و سپس هدایت تک تک نمونه ها را بعد از به تعادل رسیدنشان اندازه گیری میکنیم وبا کمک فرمول $I=k.c$ بادر نظرگیری مقدار 0.082 برای ثابت سلول و سپس با کمک رابطه ی $A_c = \frac{k}{c}$ نمودار هدایت هم ارز بر حسب معکوس غلظت را برای تک تک سورفاکتانت ها رسم می کنیم. نقطه ی شکست نمودارها نقطه ی cmc مورد نظر می باشد.

نتیجه گیری کلی:

ستاب جز سورفاکتانتهای کاتیونی بوده که بیشتر بعنوان آنتی باکتریال کاربرد دارد. دمای کرافت این ماده

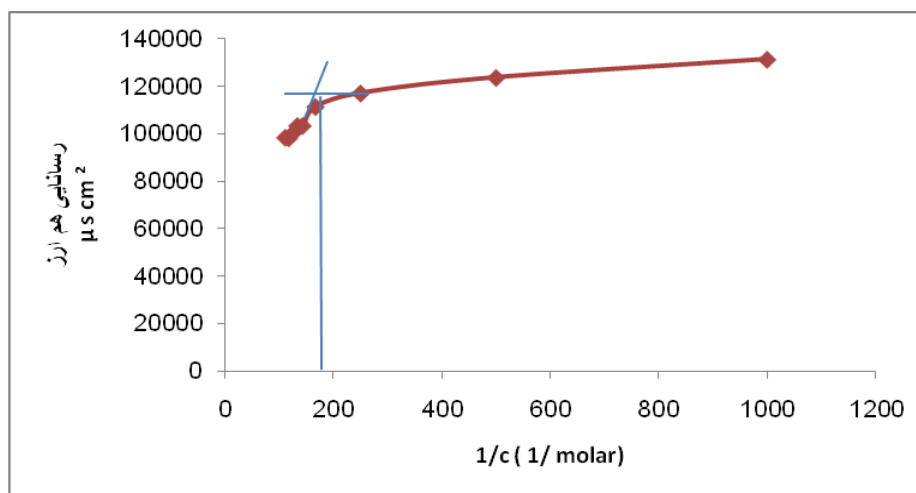
در حدود $27/5^{\circ}C$ می باشد. مطابق داده های این آزمایش نمودار زیر برای آن رسم گردید:



نمودار ۱: بررسی نقطه ی cmc برای سورفاکتانت CTAB که در آن رسانایی هم ارز برحسب معکوس غلظت رسم شده است.

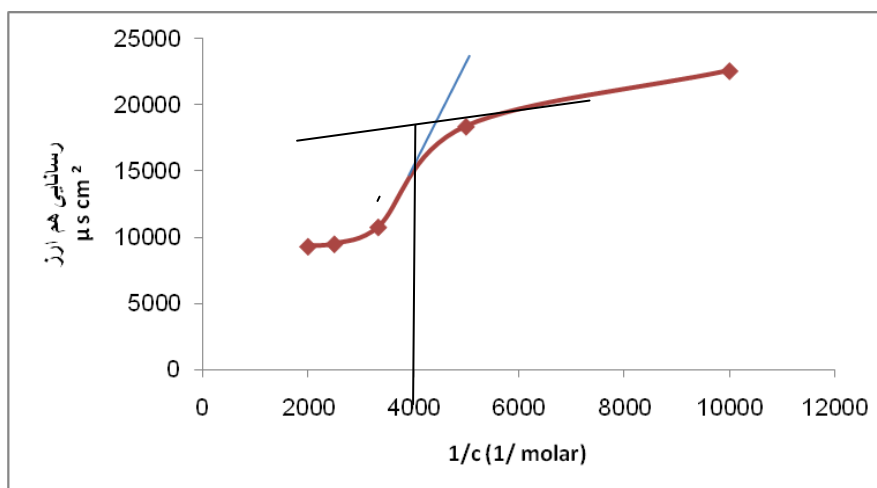
از بررسی نمودار مقدار cmc ستاب در دمای $25^{\circ}C$ درجه ی سانتی گراد را $4/16 \times 10^{-4} M$ بدست آوردیم.

SDS جز سورفاکتانتهای آنیونی میباشد که بیشتر بعنوان ماده ی اولیه درپودر لباسشویی کاربرد دارد دمای کرافت آن درحدود ۱۶ درجه ی سلسیوس گزارش شده است. نمودار تعیین cmc آن به صورت زیر به دست آمد:



نمودار ۲: بررسی نقطه ی cmc برای سورفاکتانت SDS که در آن رسانایی هم ارز برحسب معکوس غلظت رسم شده است.

از بررسی نمودار مقدار cmc اس دی اس را در دمای ۲۵ درجه ی سانتی گراد $5/26 \times 10^{-3} M$ بدست آوردیم. ترایتون X-100 جز سورفاکتانتهای غیر یونی بوده که بیشتر در تحقیقات سلولی استفاده می شود. نقطه ی ابری شدن آن درحدود ۶۵ درجه ی سلسیوس گزارش شده است. نمودار تعیین نقطه ی cmc آن به صورت زیر به دست آمد:



نمودار ۳: بررسی نقطه ی cmc برای ترایتون X-100 که در آن رسانایی هم ارز برحسب معکوس غلظت رسم شده است.

از بررسی نمودار مقدار cmc ترایتون X-100 را در ۲۵ درجه ی سانتی گراد $2/22 \times 10^{-4} M$ بدست آوردیم. در نهایت نتیجه گیری می شود که مقدار غلظت بحرانی میسلی شدن cmc برای سورفاکتانتهای خالص بصورت زیر است::

SDS > CTAB > Triton X – 100

آنیونی < کاتیونی < غیر یونی

مراجع:

- 1- Drew Myers ,2006, *Surfactant science and technology* ,Willey press, third edition.
- 2- A. S. Sadaghiani, 1990, *Zwitterionic and cationic surfactants*, (Doctorate thesis).
- 3- W. Norde ,2005,*Colloids and interfaces in life sciences*, published in Taylor and Francis e-Library.
- 4- C. O. Rangel, *J. Pharmaceut Sci.* 2005, **8**,147.
- 5- R. M. Pashley, E. M., Karaman, 2004, *Applied Colloid and Surface chemistry* ,Wiley press(England).
- 6- N. Anton, *International Journal of Pharmaceutics.* 2010, **398**, 204.
- 7- E. Cha, *Macromolecular Research*, 2010, **7**, 686.
- 8- Y. Moroi,1992, *Micelles:theoretical and applied aspects*,Plenum press (New York)