

حذف رنگ تارترازین به وسیله آلومینای اصلاح شده با سدیم دودسیل سولفات از محیط‌های آبی: مطالعه تعادلی و ترمودینامیکی

ایوب پارچه‌باف جدید^۱، سحر صادقی^{۲*}

۱. استادیار گروه شیمی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
 ۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه شیمی، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران
 * نویسنده مسئول مکاتبات: saaharsadeghi729@gmail.com
 (دریافت مقاله: ۹۵/۱۱/۱۱ پذیرش نهایی: ۹۶/۷/۴)

چکیده

رنگ‌های خوراکی به موادی گفته می‌شود که در صورت افزودنشان به غذا و نوشیدنی‌ها باعث انتقال رنگ به آن‌ها می‌شود. اکثر این رنگ‌ها از نظر مصرف در غذای انسان قابل قبول نبوده و زمینه‌ساز بیماری‌های مختلفی از جمله بیماری‌های گوارشی، مسمومیت‌های کلیوی، کبدی و خونی می‌شود. هدف از این تحقیق، تعیین کارایی آلومینای اصلاح شده با سدیم دودسیل سولفات در حذف رنگ تارترازین از محیط‌های آبی است. در این کار پژوهشی اثر پارامترهای مؤثر از جمله غلظت اولیه رنگ تارترازین، زمان، pH، مقدار دز آلومینا و سدیم دودسیل سولفات به منظور دست یافتن به شرایط بهینه حذف رنگ بررسی شد. هم‌چنین رفتار جذب رنگ‌زا توسط ایزو ترم‌های فروندلیچ و لانگمویر، مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین کارایی حذف رنگ تارترازین از محلول در pH بهینه ۲، مقدار جاذب ۱/۵ گرم بر لیتر، مدت زمان ۱۶ دقیقه و مقدار سدیم دودسیل سولفات ۰/۰۴ گرم بر لیتر حاصل شد که برای غلظت رنگ‌زا ۵ میلی‌گرم بر لیتر حدود ۹۴/۱۳ درصد به دست آمد. نتایج نشان داد که جذب رنگ تارترازین از ایزوترم لانگمویر پیروی می‌کند ($R^2=0/9867$). نتایج حاصل از مطالعات ترمودینامیکی نظیر انرژی آزاد گیبس ($-5/728 \text{ kJ/mol}$)، آنتالپی ($-85/86 \text{ kJ/mol}$) و آنتروپی ($-271/102 \text{ J/mol.K}$) نیز مشخص ساخت که فرآیند جذب، گرمازا است. نتایج این مطالعه نشان داد که آلومینای اصلاح شده با سدیم دودسیل سولفات قابلیت نسبتاً خوبی در حذف رنگ تارترازین از محیط‌های آبی دارد. لذا استفاده از این تکنیک جهت حذف آلاینده‌های رنگی از محیط‌های آبی پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تارترازین، آلومینا، سدیم دودسیل سولفات، لانگمویر، پارامترهای ترمودینامیکی

مقدمه

رنگ یکی از مشخصه‌های مواد غذایی است. بهترین غذاهای دنیا هم اگر هر روز با یک رنگ و شکل تکراری طبخ شوند، مشتری پسندی خود را از دست می‌دهند. برای همین، بشر برای ایجاد تنوع در ظاهر غذا، به سراغ رنگ‌ها رفت. رنگ‌ها راهنمای چشمی کیفیت مواد غذایی از دیدگاه مصرف کننده هستند. در گروه رنگ‌های خوراکی رنگ‌های طبیعی که منشأ گیاهی داشته نیز وجود دارند، شرایط تهیه ماده غذایی و خوراکی هنگام پخت می‌تواند سبب از بین رفتن رنگ‌های طبیعی و یا کم‌رنگ شدن رنگ طبیعی به‌کار رفته گردد و از جذابیت ماده رنگی بکاهد، در صورتی که رنگ‌های غیرطبیعی این خاصیت را نداشته و شرایط پخت را به خوبی تحمل می‌کنند. این رنگ‌ها علاوه بر جذابیت بیشتر، ارزان‌تر و راحت‌تر تهیه شده، به‌همین دلیل بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند (Seifipour et al., 2013). تارترازین ترکیبی به‌صورت گردی به رنگ زرد تا نارنجی روشن و به فرمول $(C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2)$ که به‌صورت رنگ غذایی افزودنی مصرف می‌شود. این رنگ نسبت به تغییرات pH تقریباً مقاوم است. هر ۲۰ گرم آن در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب در ۲۵ درجه سلسیوی حل می‌شود. از این ترکیب به‌عنوان رنگینه در مواد غذایی، دارویی و آرایشی استفاده می‌شود (Ahmadi and Pourjavadi, 2003).

عرضه‌کنندگان فست فود، چلوکبابی‌ها و کارگاه‌های شیرینی‌پزی، نانوبی‌ها، تولیدکنندگان انواع آجیل و خشکبار، کارخانه‌های تولید انواع چیپس و پفک، بستنی‌های رنگارنگ، نوشابه‌های گازدار و معمولی و بسیاری دیگر از تولیدکنندگان مواد غذایی، از مشتریان

دائمی این ماده سمی و بسیار خطرناک هستند. مطالعاتی که از نظر سلامت و ایمنی در مورد رنگ تارترازین صورت گرفته، نگرانی‌های زیادی را به همراه داشته است.

طبق پژوهشی که بر روی کنترل میزان رنگ‌های خوراکی در فراورده‌های غذایی انجام گرفته (Majidi et al., 2013)، دریافته‌اند که رنگ‌های خوراکی تارترازین و سانست زرد که در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند زیان‌های بالقوه‌ای بر سلامت انسان دارند. مطالعات اخیر نشان داده است تارترازین دارای عوارض جانبی قابل توجهی بر شاخص‌های عصبی است و میزان مصرف آن در صنایع غذایی و آشامیدنی باید کنترل شود. بیماری‌هایی مانند آسم، سرطان و تیروئید از جمله عوارضی هستند که این رنگ می‌تواند ایجاد کند. بنابراین لازم است این رنگینه از محیط‌های آبی جداسازی شود تا خطرات زیست‌محیطی و به‌تبع آن خطراتی که سلامتی انسان را تهدید می‌کند، کاهش یابد (Soltan Dallal et al., 2007).

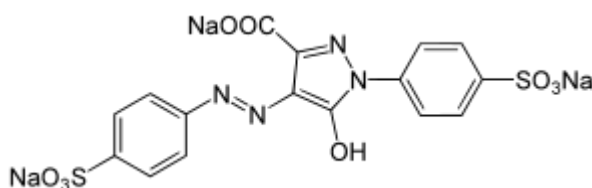
مطالعاتی توسط پژوهشگران در زمینه حذف رنگ تارترازین با جاذب‌های مختلف انجام گرفته است. مثلاً با مطالعه بر روی حذف رنگ تارترازین در محلول آبی به‌وسیله پرهای مرغ (Mittal et al., 2007) ایزوترم‌های جذبی فروندلیچ و لانگمویر بررسی شد و نتیجه گرفتند که ظرفیت جذب سطحی به غلظت اولیه، pH، درجه حرارت و دز جاذب وابسته است. هم‌چنین در طی پژوهشی دیگر جذب تارترازین، قرمز گنگو و متیل نارنجی را با استفاده از دانه کیتوزان (Negrulescu et al., 2013) بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که فرآیند جذب با مدل‌های فروندلیچ، تمکین و دوین-

مواد و روش‌ها

این تحقیق یک مطالعه تجربی بوده که به صورت ناپیوسته در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت. رنگ تارترازین، آلومینا و SDS از شرکت نانو طب تبریز خریداری شد. ساختار شیمیایی رنگ در شکل (۱) و مشخصات آن در جدول (۱) آورده شده است. همچنین برخی خصوصیات آلومینا در جدول (۲) ذکر شده است.

رادوشکوویچ هم‌خوانی دارد. نتایج مطالعه‌ای در زمینه حذف تارترازین توسط کربن فعال روی بستر ثابت یک راکتور پیوسته نشان داد، این جاذب راندمان بالایی در حذف تارترازین دارد (Ozdemir, 2012).

هدف از این تحقیق ارزیابی آلومینای اصلاح‌شده با سدیم دودسیل سولفات (Sodium dodecyl sulphate: SDS) به‌عنوان جاذب در فرآیند جذب سطحی رنگ تارترازین با بررسی عوامل مؤثر در رنگ‌بری از قبیل pH، زمان تماس، وزن جاذب و SDS، غلظت اولیه رنگ و ایزوترم جذب رنگ‌زا می‌باشد.



شکل (۱) - ساختار شیمیایی رنگ‌زای تارترازین (Chattopadhyaya et al., 2015)

جدول (۱) - مشخصات فیزیکی رنگ‌زای تارترازین (Mittal et al., 2007)

نام شیمیایی	نام اختصاصی	نام تجاری	فرمول شیمیایی	جرم مولکولی (g/mol)	طول موج بیشینه (nm)
تارترازین	Tart	Tartrazine	C ₁₆ H ₉ N ₄ Na ₃ O ₉ S ₂	۳۵۴/۳ g/mol	۴۲۵

جدول (۲) - فرمول ساختاری و خصوصیات آلومینا

فرمول ساختاری	ساختار	خواص	رنگ
Al ₂ O ₃	فرم گرانولی	عایق الکتریکی، رسانایی گرمایی بالا	پودر سفید

همزن مغناطیسی با دور ۱۲۰ دور بر دقیقه انجام شد. در ابتدا برای بدست آوردن بهینه زمان تعادل در شرایط ثابت (مقدار دز جاذب ۰/۱ گرم بر لیتر، مقدار دز سدیم دودسیل سولفات ۰/۱ گرم بر لیتر، غلظت رنگ ۵ mg/L و pH=۲) با تغییر مقادیر از پیش تعیین‌شده انجام شد.

جهت تهیه محلول استوک رنگ ۰/۱ گرم از رنگ تارترازین را در حجم ۱ لیتر آب مقطر محلول کرده و به این ترتیب محلول ۱۰۰ mg/L از رنگ مورد نظر به دست آمد که هر ۳ روز یک‌بار محلول دوباره تهیه می‌شد. تمام آزمایشات در بشر ۵۰ میلی‌لیتری و بر روی

جذب رنگ در طول موج به دست آمده با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل (Jen way, Japan) قرائت شد. برای به دست آوردن مقادیر بهینه بعدی با تغییر یک پارامتر، ثابت نگه داشتن عوامل باقی مانده و استفاده از مقادیر بهینه ای که به دست آمده بود عملیات بالا تکرار شد. نتایج به دست آمده با نرم افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Nikfar *et al.*, 2013). درصد حذف رنگ از محلول با استفاده از معادله (۱) و میزان جذب رنگ را توسط جاذب (آلومینا) برحسب میلی گرم بر گرم جاذب با توجه به معادله (۲) به دست آمد:

$$R(\%) = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

$$q = \frac{(C_0 - C_t)/v}{m} \quad (2)$$

می باشد. مدل های جذب فروندلیچ و لانگمویر برای آنالیز معادله جذب استفاده شدند. معادله خطی آنها به ترتیب برابر معادلات (۳) و (۴) است:

$$\text{Log}q_e = \text{Log}k_f + \frac{1}{n} \text{Log}c_e \quad (3)$$

$$\frac{c_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max} k_l} + \left(\frac{c_e}{q_{\max}} \right) \quad (4)$$

ماده جذب شونده در واحد وزن جرم می باشد (Ziapour *et al.*, 2012).

تنظیم pH با استفاده از دستگاه pH متر انجام شد. پس از مخلوط کردن توسط همزن مغناطیسی، در فواصل زمانی مشخص نمونه برداری صورت گرفت. سپس نمونه ها داخل دستگاه سانتریفوژ به مدت ۳۰ دقیقه با دور ۵۰۰۰ قرار داده شد تا آلومینا و سدیم دودسیل سولفات کاملاً در دیواره و ته لوله رسوب کند و از محلول جدا شود. میزان جذب محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-Vis)، مدل چند کاناله WPA Diowave (۴۲۵ نانومتر به دست آمد و هر بار میزان

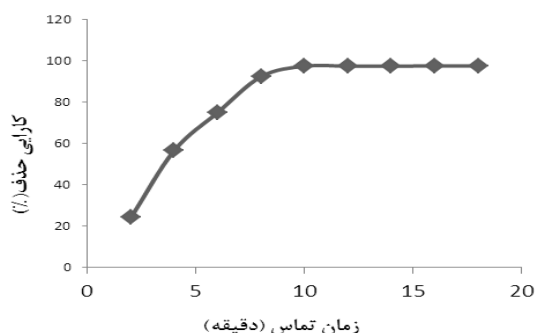
در این رابطه C_0 و C_t به ترتیب غلظت اولیه و نهایی رنگ برحسب میلی گرم بر لیتر، V حجم محلول مورد نظر برحسب لیتر و m وزن جاذب برحسب گرم

در این روابط K_L (L/g) ثابت ایزوترم لانگمویر k_f (mg.g⁻¹) ثابت ایزوترم فروندلیچ، n واحد عددی، C_e (mg/L) غلظت ماده جذب شونده در فاز مایع پس از رسیدن به حالت تعادل، q_e (mg/g) مقدار ماده جذب شده در واحد جرم جاذب، q_{\max} (mg/g) حداکثر

یافته‌ها

دقیقه افزایش یافت کارایی حذف از ۲۴/۱۱ درصد به ۹۷/۵۰ درصد در غلظت اولیه رنگ برابر با ۵ mg افزایش یافت، که این زمان همان زمان تعادل در آزمایشات بود.

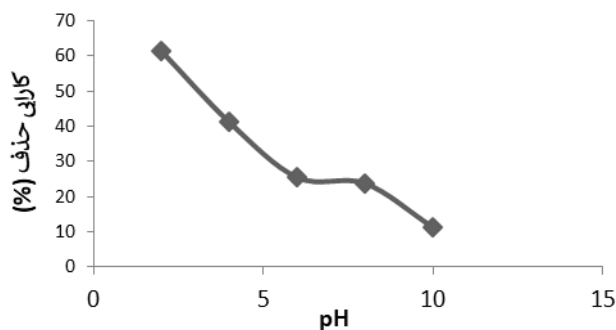
برای به دست آوردن زمان تعادل در بازه زمانی مشخص، مقادیر ثابتی از دز جاذب و SDS به هر یک از بشرها با غلظت رنگ ثابت اضافه و pH روی ۲ تنظیم شد. بر اساس نمودار (۱) وقتی که زمان تماس از ۲ دقیقه به ۱۶



نمودار (۱) - تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف رنگ، مقدار دز جاذب ۰/۱ گرم بر لیتر، مقدار دز SDS ۰/۱ گرم بر لیتر، غلظت رنگ ۵ mg و pH برابر ۲ (بازه زمانی ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶ و ۱۸)

می‌باشد که بهینه مقدار pH است. این پدیده به این دلیل است که در pH اسیدی بین مولکول‌های با بار منفی رنگ‌زا و سطح جاذب با بار مثبت جاذبه الکترواستاتیکی وجود دارد (Abedi Koupani et al., 2013).

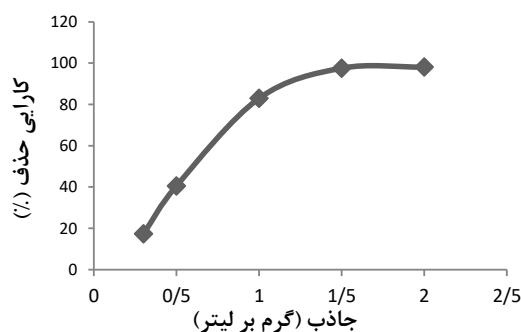
به‌طور کلی با افزایش pH میزان جذب رنگ تارترازین به دلیل افزایش آنیون‌های هیدروکسید کاهش می‌یابد (نمودار ۲). با افزایش pH درصد حذف کاهش یافته و این مقدار در pH=۲ به میزان ۶۱/۲۸ درصد



نمودار (۲) - تأثیر pH اولیه محلول بر روی کارایی حذف رنگ، مقدار دز جاذب ۰/۱ گرم بر لیتر، مقدار دز SDS ۰/۱ گرم بر لیتر، غلظت رنگ ۵ mg در بهینه زمان ۱۶ دقیقه (محدوده‌های pH ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰)

تابعی از جرم جاذب در نمودار (۳) نشان داده شده است. افزایش جذب با دز جاذب در مطالعه حاضر می تواند به خاطر افزایش سطح جاذب و میزان دسترسی بیشتر به مکان های جذب باشد.

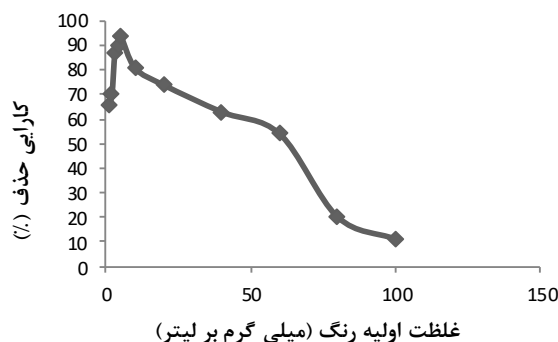
برای تعیین اثر دز جاذب مقادیر مختلف پودر اکسید آلومینیوم در مدت زمان بهینه واکنش ۱۶ دقیقه در $\text{pH}=2$ در هر یک از غلظت های اولیه ثابت محلول رنگ mg/L ۵ مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس جذب رنگ تارترازین بر روی آلومینای اصلاح شده با SDS به عنوان



نمودار (۳)- تأثیر دز جاذب بر روی کارایی حذف رنگ، مقدار دز SDS ۰/۱ گرم بر لیتر، غلظت رنگ mg ۵ در pH بهینه ۲ و بهینه زمان ۱۶ دقیقه (دزهای ۰/۳، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گرم بر لیتر آلومینا)

شد (نمودار ۴). همان طور که مشاهده می گردد با افزایش غلظت اولیه رنگ از mg/L ۵ به mg/L ۱۰۰ کارایی حذف از ۹۴/۱۳ درصد به ۱۱ درصد کاهش یافت.

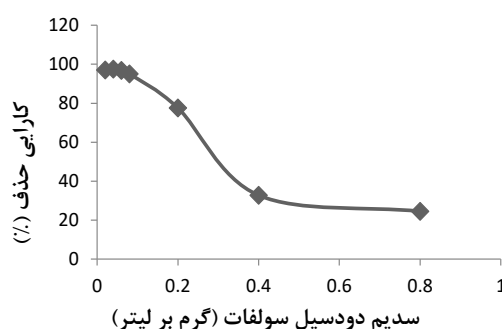
تأثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف در سیستم مورد مطالعه با تغییر در غلظت اولیه رنگ، در PH بهینه ۲، مقدار اولیه SDS (۰/۱ گرم) و مقدار بهینه جاذب (۱/۵ گرم) بعد از زمان تعادل ۱۶ دقیقه بررسی



نمودار (۴)- تأثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف رنگ، مقدار دز SDS ۰/۱ گرم بر لیتر و مقادیر بهینه: pH برابر ۲، زمان تماس ۱۶ دقیقه و دز جاذب ۱/۵ گرم بر لیتر (غلظت های اولیه رنگ ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰)

پرمصرف‌ترین گروه سورفاکتانت‌ها، انواع آنیونی هستند که حدود ۹۰ درصد از کل سورفاکتانت‌های یونی را تشکیل می‌دهد. یکی از پرکاربردترین سورفاکتانت‌های آنیونی در ترکیب پاک‌کننده‌های تجاری، سدیم دودسیل سولفات است. یک سورفاکتانت سیستیک با زنجیره هیدروکربن ۱۲ کربنه می‌باشد

با توجه به بهینه مقدارهای به دست آمده با قرار دادن مقدارهای متفاوت از SDS نتیجه‌ای حاصله بیانگر کاهش درصد حذف رنگ‌زا با افزایش مقدار سدیم دودسیل سولفات است.



نمودار (۵) - تأثیر دز SDS بر روی کارایی حذف رنگ، مقادیر بهینه: pH برابر ۲، زمان تماس ۱۶ دقیقه، در جاذب ۱/۵ گرم بر لیتر و غلظت رنگ ۵ mg/L (مقادیر ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۸ و ۰/۱۶ گرم بر لیتر SDS)

جذب‌شونده تنها به یک مکان اختصاص داده می‌شود. در مدل فروندلیچ، مناطق موجود روی سطح جسم جاذب، یکنواخت نبوده و قدرت جذب متفاوتی دارند (Sadeghi-Kiakhani and Arami 2012).

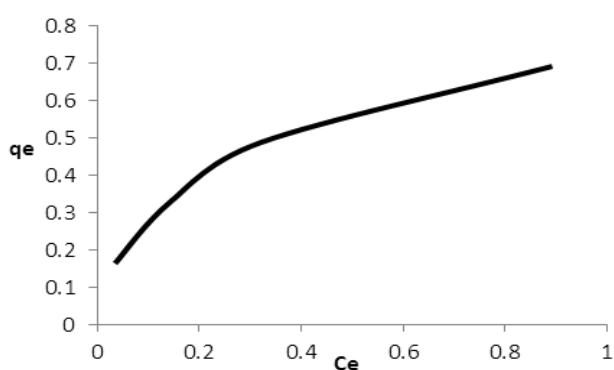
ثابت‌های ایزوترم و ضرایب همبستگی جذب ماده رنگ‌زا توسط آلومینای اصلاح‌شده با سدیم دودسیل سولفات در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج نشان دادند که جذب ماده رنگ‌زا بر روی جاذب از مدل ایزوترمی لانگمویر پیروی می‌کند. می‌توان نتیجه گرفت که مطابق با مدل لانگمویر، جذب ماده رنگ‌زا در مکان‌های همگن صورت می‌گیرد. نمودار q_e برحسب

معادله‌های ایزوترم زیادی، مانند لانگمویر و فروندلیچ برای بررسی جذب ایزوترم مواد رنگ‌زای مختلف بر روی جاذب‌های مختلف و برای تحلیل داده‌های تجربی و توصیف تعادل در جذب به کار می‌روند. لذا در این مقاله نیز از این دو مدل برای بررسی ایزوترم جذب ماده رنگ‌زای تارترازین روی آلومینای اصلاح‌شده با سدیم دودسیل سولفات استفاده شد. مدل ایزوترمی لانگمویر در مورد جذب سطحی تک‌لایه معتبر است. در مدل جذب لانگمویر فرض می‌شود که جذب تک‌لایه‌ای است و سطح جاذب دارای مکان‌های با انرژی مساوی است که هر مولکول

Ce در نمودار (۶) نیز پیروی از ایزوترم جذب لانگمویر را تأیید می کند.

جدول (۳) - ضرایب پارامترهای مدل ایزوترم فروندلیچ و لانگمویر در دمای ۲۵°C

لانگمویر			فروندلیچ		
R ²	K _L	q _{max}	R ²	K _f	n
۰/۹۸۶۷	۱۰/۱۰۳	۰/۶۲۴	۰/۹۸۲۴	۰/۷۲۵	۲/۳۲۴



نمودار (۶) - نمودار همدمای جذب تارترازین بر روی آلومینای اصلاح شده با سدیم دو دسیل سولفات در حالت تعادل

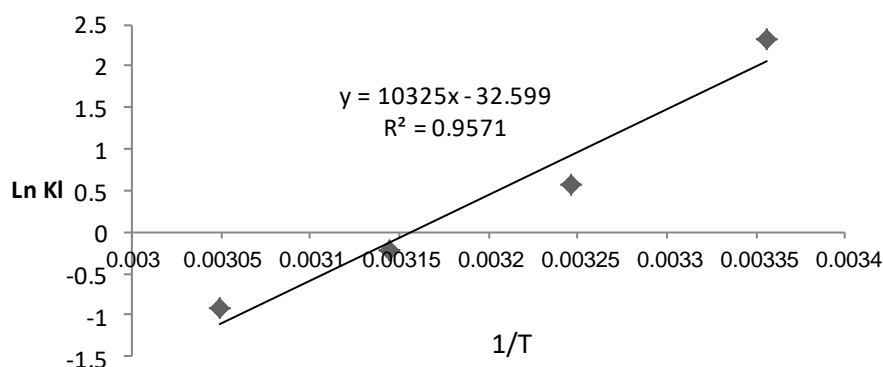
به منظور مطالعه اثر دما با استفاده از مقادیر بهینه به دست آمده، پارامترهای ترمودینامیکی نظیر تغییرات انرژی آزاد گیبس، آنتالپی و آنتروپی در ۴ دمای ۲۵، ۳۵ و ۵۵ °C با استفاده از روابط ۵ و ۶ محاسبه گردید.

$$\Delta G = -RT \ln K_c \quad (5)$$

$$\ln K_L = \frac{\Delta S^\circ}{R} - \frac{\Delta H^\circ}{RT} \quad (6)$$

جدول (۴) - پارامترهای ترمودینامیکی جذب تارترازین توسط آلومینا

دما (°C)	ΔG (Kj/mol)	ΔH (Kj/mol)	ΔS (J/mol.K)
۲۵	-۰/۷۲۸		
۳۵	-۱/۴۲۱	-۸۵/۸۶	-۲۷۱/۱۰۲
۴۵	+۰/۵۹۶۴		
۵۵	+۲/۵۲۶		



نمودار (۷) - نمودار تأثیر دما بر پارامترهای ترمودینامیکی در فرآیند جذب تارترازین توسط آلومینا

بحث و نتیجه گیری

در سال‌های اخیر، روش جذب سطحی رنگ‌های آلی، سنتزی و خوراکی به‌طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. در این پژوهش کارایی حذف رنگ تارترازین توسط آلومینای اصلاح‌شده با سدیم دودسیل سولفات مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش دز جاذب، راندمان حذف افزایش و بالعکس با افزایش غلظت اولیه رنگ، راندمان حذف رنگ کاهش نشان می‌دهد. طی پژوهشی (Abedi, Koupani et al., 2013) کارایی جاذب (خاکستر برگ سدر) در جذب فلزات سنگین مانند کادمیم را ناشی از عوامل ذکرشده، بیان کرده است. یعنی با افزایش جرم جاذب از ۱ به ۱۰ گرم راندمان جذب نیز از ۱۲ درصد به ۹۰ درصد افزایش یافته است.

با افزایش زمان تماس از ۲ به ۱۸ دقیقه، راندمان افزایش یافت ولی چون حداکثر جذب در ۱۶ دقیقه بوده بنابراین زمان ۱۶ دقیقه به‌عنوان زمان بهینه جذب در نظر گرفته شد. در مطالعه‌ای که بر روی حذف رنگ

Acide Red 18 با استفاده از کربن فعال ساخته شده از چوب درخت گردو انجام گردیده است، (Heibati and Mahvi, 2010).

مطالعاتی نشان داده است که با افزایش زمان تماس از ۱ دقیقه به ۱۲۰ دقیقه، راندمان حذف نیز از ۵ درصد به ۹۰ درصد افزایش می‌یابد. بررسی ایزوترم‌های جذب پیروی از مدل لانگمویر را نشان داد. همچنین برطبق نتایج به‌دست آمده مشخص گردید که جذب تارترازین روی آلومینای اصلاح‌شده با سدیم دودسیل سولفات فرآیندی گرمازا است که در دماهای بالاتر از ۵۵ °C به‌صورت غیر خودبه‌خودی است.

تارترازین ماده رنگی غیرمجاز است و از لیست رنگ‌های خوراکی کشور حذف شده است. حال آن‌که در تولید مواد غذایی زردرنگ که به‌صورت آب‌میوه، بستنی، چیپس، آدامس و غیره در بازار ارائه می‌شود، هم‌چنین از این ماده رنگی استفاده می‌گردد. تضعیف سیستم ایمنی بدن، سقط جنین در زنان، کاهش ضریب هوشی کودکان تا ۵ نمره، بیش‌فعالی و سرطان از

مطالعه نشان داد که آلومینای اصلاح شده توانایی نسبتاً خوبی برای جذب تارترازین از محلول‌های آبی دارد. با این حال این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی انجام شده و برای کاربردهای صنعتی نیاز به مطالعات بیشتر و جامع‌تر در مقیاس نیمه‌صنعتی و بزرگ‌تر دارد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی برای اعلام ندارند.

عوارض بلند مدت استفاده از آن است (Jalilevand *et al.*, 2009).

استفاده از رنگ‌های مصنوعی برای افزایش جذابیت فرآورده‌های غذایی در حال افزایش است و این اعلام هشدار برای مصرف‌کنندگان این‌گونه مواد غذایی می‌باشد (Moussavi and Emamjomehe, 2014).

از این رو در این تحقیق با بررسی موضوع که خود زمینه‌ساز سلامتی و بهداشت افراد جامعه به‌ویژه در کودکان و نوجوانان به‌عنوان عمده مصرف‌کننده این‌گونه مواد غذایی است، سعی شد راه‌حلی ساده و مقرون به‌صرفه از لحاظ اقتصادی و زمانی ارائه شود. این

منابع

- Abedi Koupani, J., Divband, L., Boroomand Nasab, S. and Majiid, B. (2013). Efficiency of Cedar (*Zizyphusspinachristi*) Leaf and its fly ash in removing cadmium (II) from water by batch adsorption, *Journal of Science & Technol. Agriculture and Natural Resources. Water and Soil Science*, 17(65): 125–137. [In Persian]
- Ahmadi, S. and Pourjavadi, A. (2003). *Concise Encyclopedia of Chemistry & Chemical Engineering*. (1st Edition), University of Tehran Publication, pp. 1014. [In Persian]
- Chattopadhyaya, M.C., Gautam, R.K., Gautam P.K., Banerjee, S., Rawat, V., Soni, S. et al. (2015). Removal of tartrazine by activated carbon biosorbents of *Lantana camara*: Kinetics, equilibrium modeling and spectroscopic analysis. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3: 79–88.
- Heibati, B. and Mahvi, A.H. (2010). Removal efficiency of Azo dyes from textile effluent using activated carbon made from walnut wood and determination of Isotherms of acid red18. *Journal of Ardabil Health and Science*, 1(3): 7–15. [In Persian]
- Jalilevand, F., Rahimi Niyaraki, A., Sadeghi Niyaraki A. and Hadizade Saffari, R. (2009). Studying presence of artificial dye in watery distillate of saffron in restaurants located in Qazvin. 12th National Conference of Environmental Hygiene, Tehran, Shahid Beheshti Medical Sciences University. [In Persian]
- Majidi, M.R., Fadakar Bajeh Baj, R. and Naseri, A. (2013). Carbon nanotube–ionic liquid (CNT–IL) nanocomposite modified sol-gel derived carbon-ceramic electrode for simultaneous determination of sunset yellow and tartrazine in food samples. *Food Analytical Methods*, 6(5): 1388–1397.
- Mittal, A., Kurup, L. and Mittal, J. (2007). Freundlich and langmuir adsorption isotherms and kinetics for the removal of tartrazine from aqueous solutions using hen feathers. *Journal of Hazardous Materials*, 146: 234–248.
- Moussavi, Gh.R. and AhmadiMousa Abad, N. (2013). The removal of sodium dodecyl sulphate anionic Surfactant from wastewater using UV/H₂O₂ advanced oxidation process. *The Modares Journal of Civil Engineering*, 12(4): 1–10. [In Persian]

-
- Moussavi, S. and Emamjomeh, M. (2014). Study of adsorption isotherms and adsorption kinetics of reactive blue19 dyes from aqueous solutions by multi -wall carbon nanotubes. *Journal of the Shahrekord University of Medical Sciences*, 16(1): 72–78. [In Persian]
 - Negrulescu, A., Patrulea, V., Minsea, M., Moraru, C. and Ostafe, V. (2014). The adsorption of tartrazine, congo red and methyl orange on chitosan beads. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 9(1): 45–52.
 - Nikfar, E., Dehghani, M., Norozi, Z., Vosoghi, M. and Oskoei, V. (2013). Investigation of nano Alumina efficiency for removal of acid red 18 dye from aqueous solutions. *Journal of Alborz University of Medical Sciences*, 2(3): 167–174. [In Persian]
 - Ozdemir, C.S. (2012). Modeling of tartrazine adsorption onto activated carbon fiber in a continuous fixed-bed reactor. *Desalination and Water Treatment*, 46: 234–243.
 - Sadeghi-Kiakhani, M. and Arami, M. (2012). Elimination of C.I. basic violet 16 from colored textile effluent using chitosan-ethyl acrylate as a bio-adsorbent. *Journal of Advanced Materials and Novel Coatings*, 1: 15–26. [In Persian]
 - Seifipour, F., Avazpour, M., Abdi, J., Navab, T. and Zamanian-Azodi, M. (2013). Detection of dyes in confectionery products using thin-layer chromatography. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(3): 73–75. [In Persian]
 - Soltan Dallal, M., Mohammadi, H.R., Dastbaz, A., Vahedi, S., Salsali, M., Arasteh, M. et al. (2007). The analysis of status of added colors to dried sweets in south of Tehran using thin layer chromatography. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*, 9(1): 73–78. [In Persian]
 - Ziapour, A.R., Hamzeh, Y. and Abyaz, A. (2014). Application of soybean waste as adsorbent of acid orange 7 from aqueous solution. *Journal of Separation Science and Engineering*, 4(2): 29–38. [In Persian]

The removal of Tartrazine dye by modified Alumina with sodium dodecyl sulfate from aqueous solutions: equilibrium and thermodynamic studies

Parchebaf Jadid, A.¹, Sadeghi, S.^{2*}

1. Assistant Professor of Department of Chemistry, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

2. M.Sc Graduate in Chemistry, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

*Corresponding Author's e.mail: saharsadeghi729@gmail.com

(Received: 2016/1/31 Accepted: 2017/9/26)

Abstract

Edible colors are materials which in the case of adding to food and drinks cause transferring color to them. Most of these colors are not acceptable in terms of applying in human food and underlies various diseases like gastrointestinal disorders, renal, liver and blood toxicity. The goal of this study was investigating the efficiency of improved alumina by sodium dodecyl sulfate (SDS) in eliminating Tartrazine from aqueous environments. In this research, the impact of effective parameters such as initial concentration of Tartrazine, time, pH, alumina dose and SDS value were studied in order to approach an optimal condition for eliminating the color. Also, absorption behavior was evaluated by Freundlich and Langmuir isotherms. The highest efficiency of Tartrazine elimination in the solution resulted in optimal pH of 2, the amount of adsorbent 1.5 g/L, 16 min duration and value 0.04 SDS g/l which was obtained for dye concentration 5 mg/L about 94.13%. Also, results suggested that Tartrazine absorption follows Langmuir isotherm ($R^2 = 0.9867$). Obtained results from thermodynamic studies such as Gibbs free energy (-5.728 Kj/mol) and enthalpy (-85.86 Kj/mol) and entropy (-271.102 J/mol.K) also suggested that the absorption process was exothermic. The results of this research suggested that improved alumina by sodium dodecyl sulfate had a relative good capability in Tartrazine elimination from aqueous environments. Thus applying this technique for eliminating color pollutants from aqueous environments is suggested.

Conflict of interest: None declared.

Keywords: Tartrazine, Alumina, Sodium Dodecyl Sulfate, Langmuir, Thermodynamic parameters