



## بررسی تاثیر کرونا بر رفتار جذب رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ بر روی کالای پلی استری

محمد قهارپور<sup>۱</sup>، ابوسعید رشیدی<sup>۲</sup>، حبیب الله طیبی<sup>۳\*</sup>

### چکیده

در این مطالعه، تأثیر تخلیه بار الکتریکی کرونا بر رفتار جذب رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ بر روی کالای پلی استری در دماهای مختلف (۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ درجه سانتی گراد) مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین نوع معادله جذب از ایزوترم های جذب نرنست، فرنلیش و لانگمیر استفاده گردید. نتایج حاکی از آن است که بیشترین ضریب همبستگی متعلق به ایزوترم جذب نرنست می باشد که در اثر تخلیه بار الکتریکی کرونا، ثابت معادله نرنست (میزان جذب رنگ) افزایش یافته است. این امر می تواند بدلیل تأثیر کرونا در سطح نمونه باشد.

**کلمات کلیدی:** پلی استر، رنگزای دیسپرس، کرونا، ایزوترم جذب.

### Abstract

In this study, effect of corona discharge irradiation on adsorption behavior of disperse orange 30 on polyester fabric at different temperatures (90, 100, 110 ° C) were investigated. To determine Adsorption Equation type, Nernst, Langmuir and Freundlich Adsorption Isotherms were used. Results indicate that the most Correlation Coefficient value belongs to Nernst's Adsorption Isotherms. The Nernst equation's constant increased inspired by corona discharge. This is due to the effect of corona on the sample's surface.

**Keywords:** Polyester, Disperse dye, Corona, Adsorption isotherm.

۱. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاداسلامی واحد قائمشهر، قائمشهر، ایران.

۲. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۳. گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاداسلامی واحد قائمشهر، قائمشهر، ایران. مسئول مکاتبات: Tayebi\_h@yahoo.com

## ۱. مقدمه

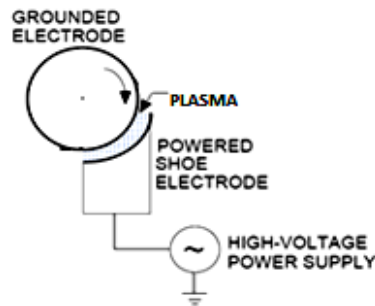
پلی استر به پلیمرهایی اطلاق می شود که دارای گروه استر -COO- در زنجیر خود باشند. پلی استر از واکنش دی الکل ها و دی کربوکسیلیک اسید ها تهیه می شود. الیاف تهیه شده از این ترکیبات به دلیل ساختار کریستالی دارای جذب آب و رنگ کمی می باشند. بنابر این برای رنگرزی آن از روش های ۱- استفاده از مواد رنگرزی با اندازه موکولی کوچک، ۲- به کار بردن درجه حرارتی بالا و ۳- استفاده از مواد متورم کننده، استفاده می گردد. که متداولترین روش استفاده از درجه حرارتی بالا می باشد [۱-۳]. فرآیند جذب رنگزا در کالای نساجی بسیار پیچیده می باشد و نیاز به بررسی های دقیق تر دارد. برای مطالعه این فرآیند از ایزوترم های جذب و همچنین از پارامترهای ترمودینامیکی استفاده می گردد [۴]. متداولترین ایزوترم های جذب مورد استفاده شامل ایزوترم های جذب لانگمیور، نرنست، و فرندلیش می باشد. که هر یک از این موارد در تشریح رفتار جذب رنگزای مختلف استفاده می شوند. به عنوان مثال برای تشریح رفتار جذب رنگزای اسیدی بر روی نایلون از ایزوترم جذب لانگمیور و برای تشریح رفتار جذب رنگزای مستقیم بر روی کالای پنبه ای از ایزوترم جذب فرندلیش استفاده می شود. کرونا یکی از روشهای اصلاح سطوح پلیمری می باشد. در این روش تغییرات در سطوح ترکیبات پلیمری ایجاد می گردد به نحوی که هم سطح تخریب شده و هم گروههای عاملی جدید روی سطح ایجاد می شود [۵-۷].

## ۲. مواد

پارچه پلی استر مورد استفاده در آزمایشات از کارخانه نساجی مازندران تهیه گردید. پارچه مورد نظر دارای تراکم تاری ۲۹ و تراکم پودی ۱۹ و وزن متر مربع ۴۲۸/۸۵ گرم بود. رنگزای مورد استفاده رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ با نام تجاری Dioxin classic orange 30 S-R از شرکت Dystar خریداری گردید. این رنگزا بدون هیچ فرآیند خالص سازی و با درجه خلوص تجاری مورد استفاده قرار گرفت. سایر ترکیبات شیمیایی مورد استفاده اعم از دترجنت غیر یونی، اسید سولفوریک از شرکت Merck خریداری شد و اندازه گیری های pH توسط pH متر از شرکت Jenway با مدل ۳۵۱۰ انجام شد. برای اندازه گیری میزان رنگزای موجود در پساب از اسپکتروفتومتر ماوراء بنفش - مرئی از شرکت Jenway با مدل ۶۵۰۵ استفاده گردید. برای رنگرزی نمونه ها از دستگاه رنگرزی خریداری شده از شرکت یزد نساج با مدل Lab Dyer- 8RC استفاده شد. این دستگاه دارای ۱۲ سیلندر با ظرفیت ۲۰۰cc بوده که امکان افزایش دما در این دستگاه با دقت  $\pm 1$  درجه سانتی گراد تا ۱۳۰ درجه سانتی گراد میسر می باشد، شایان ذکر است rpm دستگاه ۷۰ دور بر دقیقه بوده است.

## ۳. روش کار

در ابتدا برای آماده سازی نمونه ها، پارچه پلی استری را در محلولی که حاوی ۲ گرم در لیتر دترجنت غیر یونی و ۱ گرم در لیتر کربنات سدیم بوده قرار داده و طی ۸۰ دقیقه به دمای ۷۰ درجه سانتی گراد رسانده و نمونه ها مورد شستشو قرار گرفتند. سپس نمونه ها خشک گردیدند و سپس به مدت ۴۰ ثانیه با سرعت ۱۰ دور در دقیقه تحت عملیات تخلیه الکتریکی کرونا قرار گرفتند (ولتاژ دستگاه برابر ۲۰۰۰ ولت). نمایی از ماشین کرونا در شکل ۱ دیده می شود.



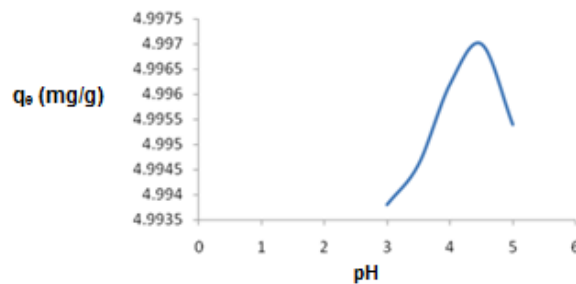
شکل ۱. شمایی از دستگاه کرونا

## ۱.۳. بررسی اثر pH بر میزان جذب رنگ

برای بدست آوردن اثر pH بر میزان جذب رنگ نمونه هایی به وزن ۱g در حمام هایی حاوی ۰.۱٪ رنگ نسبت به وزن کالا و با L:G ۱:۱۰۰ در pH های مختلف (۳، ۳/۵، ۴، ۴/۵، ۵، ۵/۵) رنگریزی گردیدند. سپس میزان جذب رنگ توسط کالا با استفاده از رابطه ۱ اندازه گیری شد، که نتایج به دست آمده در شکل ۲ مشاهده می گردد.

$$q_e = (C_0 - C_e)V/w \quad (1)$$

که در آن  $q_e$ : غلظت رنگزا در لیف در زمان تعادل بر حسب میلی گرم بر لیتر،  $C_0$  غلظت اولیه رنگزا در حمام بر حسب گرم بر لیتر،  $C_e$  غلظت رنگزا در پساب در زمان تعادل بر حسب میلی گرم بر لیتر و  $V$  حجم حمام (L) و  $W$  وزن پارچه (g) می باشند.



شکل ۲. بررسی اثر pH بر میزان جذب رنگ

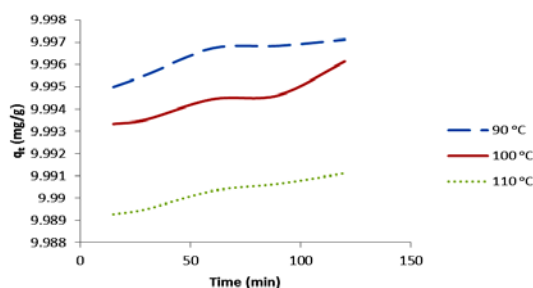
با توجه به داده های بدست آمده مشاهده می گردد که بیشترین میزان جذب متعلق به  $\text{pH} = 4/5$  می باشد، بنابراین در بررسی های بعدی از این  $\text{pH}$  استفاده گردید.

### ۲.۳. بررسی اثر زمان بر فرآیند جذب

برای به دست آوردن اثر زمان بر میزان جذب رنگ، نمونه هایی به وزن ۱ gr در حمام هایی حاوی ۱٪ رنگ نسبت به وزن کالا و با  $L:G = 100:1$  در  $\text{pH} = 4/5$  (بهترین  $\text{pH}$ ) در زمان های مختلف (۵، ۱۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰) رنگریزی شدند. سپس میزان جذب رنگ توسط کالا با استفاده از رابطه ۲ اندازه گیری گردید.

$$q_t = (C_0 - C_t)V/w \quad (2)$$

که در آن  $q_t$  میزان رنگزای جذب شده در زمان  $t$  ( $\text{mg/g}$ ) و  $C_0$  و  $C_t$  به ترتیب غلظت اولیه رنگزا در حمام و غلظت رنگزا در حمام پس از گذشت زمان  $t$  ( $\text{mgL}^{-1}$ ) و  $V$  حجم حمام ( $L$ ) و  $w$  وزن پارچه ( $g$ ) می باشند. با توجه به شکل ۳ می توان دریافت که در سه دمای ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ درجه سانتیگراد با افزایش زمان رنگریزی جذب افزایش یافته است، البته این افزایش تا زمان ۱۲۰ دقیقه ادامه یافته و پس از آن جذب رنگ تقریباً ثابت گردیده است. این زمان نشان دهنده زمان تعادل می باشد، بنابراین از این زمان در بررسی اثر غلظت استفاده می شود.



شکل ۳. اثر زمان بر میزان جذب رنگ برای نمونه های خام در دماهای مختلف

### ۴. مباحث و نتایج

برای تشریح فرآیند جذب و همچنین اثر غلظت بر فرآیند جذب از ایزوترم های جذب نرنست، لانگمیور و فرندلیش استفاده گردید.

## ۱.۴. ایزوترم جذب لانگمیور

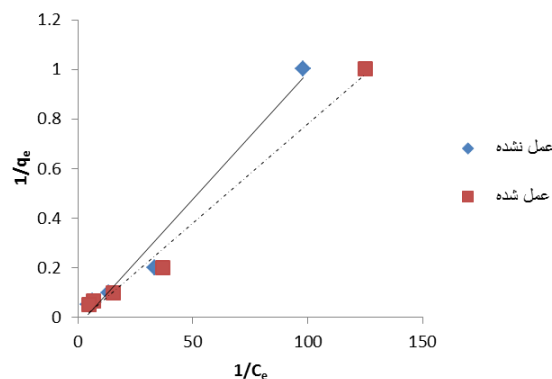
ایزوترم جذب، توزیع رنگزا در بین فاز لیف و فاز حمام رنگرزی را بررسی و نشان می دهد. ایزوترم جذب لانگمیور یکی از موفق ترین ایزوترم ها و مدلها برای سیستمهای واقعی است. این ایزوترم، در حالتی که تعداد موقعیت های جذب در ماده جاذب محدود و در هر موقعیت جذب نیز تنها یک مولکول جذب شود کاربرد دارد. پس بر اساس این تئوری، مقدار مشخصی از ماده می تواند جذب شود و پس از رسیدن به نقطه اشباع (نقطه ای که پس از آن امکان جذب وجود ندارد) افزایش ماده جذب شونده باعث افزایش جذب نخواهد شد. رابطه ایزوترم جذب لانگمیور را می توان بصورت رابطه ۳ نشان داد.

$$q_e = \frac{QbC_e}{1 + bC_e} \quad (3)$$

که رابطه خطی آن نیز به صورت رابطه ۴ می باشد:

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{Q} + \frac{1}{QbC_e} \quad (4)$$

در این رابطه  $Q$  (mg/g) حداکثر مقدار رنگزای جذب شده در واحد وزن الیاف،  $C_e$  (mg/L) غلظت رنگزا در حمام در نقطه تعادل،  $q_e$  (mg/g) مقدار رنگزای جذب شده در هر گرم از کالا در نقطه تعادل و  $b$  (ml/mg) ثابت لانگمیور است، که مربوط به تمایل جذب در مواد جاذب می باشد. در شکل ۴ نمودار  $1/q_e$  در مقابل  $1/C_e$  برای نمونه های رنگرزی شده (کرونا شده و کرونا نشده) ارائه شده است. مقادیر  $Q$  و  $b$  به ترتیب از عرض از مبدا و ضریب زاویه خطوط بدست آمده برای دماهای مختلف محاسبه می شود. نتایج نشان دهنده ضرایب همبستگی پایین می باشد (جدول ۱)، که این مورد نشان دهنده نامناسب بودن این معادله در تشریح رفتار جذب رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ بر روی کالای پلی استری کرونا نشده و کرونا شده می باشد.



شکل ۴. ایزوترم جذب لانگمیور برای نمونه های عمل شده و عمل نشده در دمای  $90^{\circ}C$

جدول ۱. نتایج حاصل از ضرایب همبستگی ( $R^2$ ) برای نمونه های عمل شده و عمل نشده در مدل جذب لانگمیر در دمای  $90^\circ C$

میزان ضرایب همبستگی ( $R^2$ )	نمونه
۰/۹۴۷۲	عمل شده
۰/۹۴۵۹	عمل نشده

#### ۲،۴. ایزوترم جذب فرندلیش

ایزوترم جذب مهم دیگری که در مطالعه رفتار رنگزای الیاف نساجی با رنگزاهای اهمیت دارد، ایزوترم جذب فرندلیش است. این نوع ایزوترم برای جذب رنگزا در موقعیتهای نامحدود صادق است. در واقع این نوع ایزوترم جذب، برای سطوح با انرژی سطحی ناهمگن بکار می رود. در این ایزوترم جذب، ابتدا جذب رنگزا با افزایش غلظت اولیه رنگزا به سرعت افزایش یافته و پس از اشغال تعداد قابل توجهی از موقعیت های جذب در الیاف، سرعت جذب کاهش می یابد. معادله ایزوترم جذب فرندلیش به صورت رابطه ۵ می باشد.

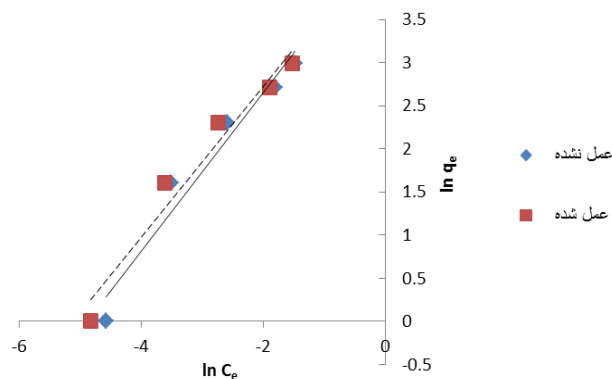
$$q_e = Q_f C_e^{1/n} \quad (5)$$

که در آن  $Q_f$  (mg/g) حداکثر مقدار رنگزای جذب شده در واحد وزن الیاف و  $1/n$  نشان دهنده شدت جذب است. رابطه خطی این ایزوترم نیز به صورت رابطه ۶ می باشد.

$$\ln q_e = \ln Q_f + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (6)$$

مقادیر  $Q_f$  و  $1/n$  از رسم نمودار  $\ln q_e$  در مقابل  $\ln C_e$  بدست می آید (شکل ۵).

با توجه به نتایج به دست آمده از معادله جذب فرندلیش (شکل ۵ و جدول ۲)، می توان دریافت که پایین بودن ضرایب همگرایی دلایلی بر مناسب نبودن ایزوترم جذب فرندلیش در تشریح رفتار جذب رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ بر روی کالای پلی استری کرونا نشده و کرونا شده می باشد.



شکل ۵. ایزوترم جذب فرندلیش برای نمونه های عمل شده و عمل نشده در دمای  $90^{\circ}\text{C}$

جدول ۲. نتایج حاصل از ضرایب همبستگی ( $R^2$ ) برای نمونه های عمل شده و عمل نشده در مدل جذب فرندلیش در دمای  $90^{\circ}\text{C}$

میزان ضرایب همبستگی ( $R^2$ )	نمونه
۰/۹۴۳۰	عمل شده
۰/۹۲۳۸	عمل نشده

#### ۱.۳.۴. ایزوترم جذب نرست

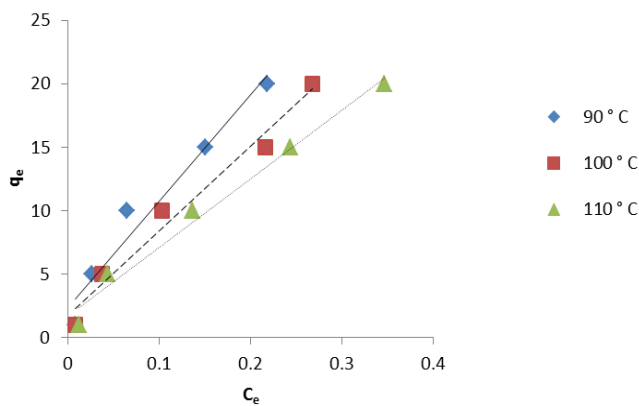
در این مدل رابطه تغییرات غلظت رنگزا در حمام به تغییرات غلظت رنگزای جذب شده به صورت خطی می باشد. ادعا شده که رنگزای استات در حمام الکلی با رنگزای دیسپرس و رنگزای پلی استر در محلول های بسیار رقیق رنگزای دیسپرس از این ایزوترم پیروی می کند که ارتباط بین غلظت رنگزا در لیف  $q_e$  و غلظت رنگزا در حمام  $C_e$  بصورت زیر می باشد.

$$q_e = kC_e \quad (7)$$

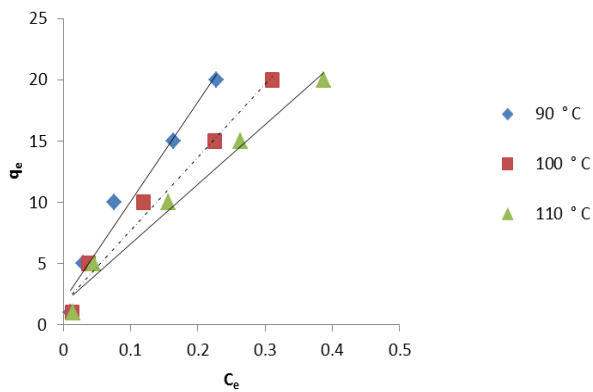
که در آن  $q_e$  غلظت رنگزا در لیف در زمان تعادل بر حسب گرم بر لیتر،  $C_e$  غلظت رنگزا در پساب در زمان تعادل بر حسب گرم بر لیتر.

نتایج همانطور که در شکل های ۶ و ۷ و جدول ۳ دیده می شود، نشان می دهد که مقدار ثابت  $k$  (بیشترین میزان جذب) در نمونه کرونا شده بیشتر می باشد. این امر می تواند به دلیل تأثیر عملیات کرونا بر تخریب سطحی نمونه ها باشد که در نتیجه آن میزان جذب افزایش یافته است. نتایج همچنین نشان می دهد که با افزایش دما مقدار  $k$  کاهش می یابد، این امر دلیل بر گرمازا بودن فرآیند جذب رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ بر روی کالای پلی استری می باشد. در ضمن با توجه به

مقادیر ضرایب همبستگی می توان دریافت که ایزوترم جذب نرنست بهترین معادله جذب در تشریح رفتار جذب رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ بر روی کالای پلی استری کرونا شده و کرونا نشده می باشد.



شکل ۶. ایزوترم جذب نرنست برای نمونه های عمل شده در دماهای ۹۰ °C، ۱۰۰ °C و ۱۱۰ °C



شکل ۷. ایزوترم جذب نرنست برای نمونه های عمل نشده در دماهای ۹۰ °C، ۱۰۰ °C و ۱۱۰ °C



جدول ۳. ثابت های معادله نرنست برای نمونه های عمل شده و خام

دما (°C)		پارامترهای نرنست	نمونه
۱۱۰°C	۱۰۰°C		
۵۰/۴۸	۵۸/۶۲	K	نمونه خام
۰/۹۸۳	۰/۹۷۵	R <sup>2</sup>	
۵۴/۶۰	۶۰/۳۶	K	نمونه عمل شده
۰/۹۸۲	۰/۹۸۰	R <sup>2</sup>	

### ۵. نتیجه گیری

در این تحقیق نمونه های پلی استری ( کرونا شده و کرونا نشده) با استفاده از ماده رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ مورد رنگرزی قرار گرفتند. برای تعیین نوع ایزوترم جذب از معادلات جذب لانگمیور، نرنست و فرندلیش استفاده گردید. نتایج نشان دهنده بالاترین ضریب همبستگی برای ایزوترم جذب نرنست می باشد. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید که فرآیند جذب رنگزای دیسپرس نارنجی ۳۰ بر روی کالای پلی استری یک فرآیند گرمازا می باشد. و همچنین نتایج نشان داد که تخلیه بار الکتریکی کرونا موجب افزایش جذب رنگ گردیده است که این مورد در مقدار ثابت معادله نرنست مشهود است.

### ۶. منابع

- [1] L.Jingxin, L.Xia., European Polymer Journal., Vol.37., pp.771-779., 2001.
- [2] L.Andreozzi, V.Castelvetto, L.Gianluca., Journal of Colloid and Interface Science., Vol.289., pp.455-465., 2005.
- [3] W.Thorsen., Textile Research Journal., Vol.38., pp.650-657., 2006.
- [4] G.Abbott., Textile Research Journal., Vol.47., pp.141-144., 2002.
- [5] W.Thorsen., Textile Research Journal, Vol 44., pp.422-428., 2006.
- [6] T.Okuno, T.Yasuda, H.Yasuda., Textile Research Journal., Vol.62., pp.474-480., 2002.
- [7] W.Xu, X.Liu., European Polymer Journal., Vol.39., pp.199-202., 2003.