



بررسی اثر کریر در رنگرزی اکریلیک با مواد رنگزای بازیگ

بابک رضازاده^۱، حمیدرضا تائبی^۱، منصوره قنبرافجه^{۲*}

چکیده

در این تحقیق اثر کریر بر خصوصیات رنگرزی کالای اکریلیکی با ماده رنگزای C.I Basic Blue 41 مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور غلظت‌های متفاوت سه کریر مختلف به اسامی HTB، Lewegal PEW، CTM مورد استفاده قرار گرفت. ارزشیابی تأثیر کریر بر رنگرزی توسط مقادیر K/S نمونه‌های رنگرزی شده در حضور و غیاب کریر انجام گرفت. نتایج رنگرزی‌های انجام شده در دماهای مختلف در حضور و غیاب کریر نشان داد که اثر کریر در بهبود رنگ‌پذیری اکریلیک در دماهای بالای T_g کم است ولی در دماهای نزدیک به T_g و در محدوده‌ی آن تأثیر قابل توجهی دارد. مقایسه عملکرد سه کریر بیانگر آنست که کریر CTM که بر پایه کلروبنزول می‌باشد، در مقایسه با دو کریر دیگر تأثیر بیشتری در رنگرزی اکریلیک داشته است.

مقدمه

مطالعات انجام شده در خصوص رنگرزی اکریلیک بیانگر آن است که میزان رنگ‌پذیری آن در دماهای پایین‌تر از درجه حرارت انتقال شیشه‌ای (T_g) بسیار کم است. زیرا در درجات حرارتی پایین فواصل زنجیره‌های مولکولی نسبت به یکدیگر کم و نتیجتاً نفوذ و انتشار ماده رنگزا به کانال‌های لیف به نحو مطلوب میسر نمی‌باشد. اما در دماهای بالاتر از T_g سرعت رنگرزی بسیار افزایش می‌یابد [۱]. با توجه به این موضوع در تحقیق حاضر قابلیت و امکان رنگرزی لیاف اکریلیکی در دماهای پایین در حضور کریر مورد بررسی قرار گرفته است. ایده این پژوهش، از امکان رنگرزی پلی‌استر در حضور کریر و در دمای جوش گرفته شده است [۱ و ۲].

در خصوص اثر کریر روی دمای انتقال شیشه‌ای اکریلیک در رنگرزی آن با مواد رنگزای کاتیونیک تحقیقی انجام گرفته است که در آن اثر بنزیل الکل روی دمای انتقال شیشه‌ای فیلامنت اکریلیک مورد

بررسی قرار گرفته است. در تحقیق مذکور اظهار شده است که لیاف اکریلیک با مواد رنگزای کاتیونیک در دماهای بالای دمای انتقال شیشه‌ای لیف، رنگرزی می‌شوند تا ضمن افزایش تحرک زنجیره‌های مولکولی، نفوذ رنگزا به درون لیف آسان شود. از بین نظریه‌های متعددی که طی سال‌های بسیار جهت بیان عمل کریر داده شده است، تنها یک نظریه به طور وسیعی پذیرفته شده است و آن نقش نرم‌کنندگی کریرها می‌باشد.

نتیجه این بررسی آن بود که در حضور بنزیل الکل برداشت ماده رنگزای C.I. Basic Blue 45 توسط لیاف اکریلیک افزایش می‌یابد و ترکیب مذکور بعنوان یک نرم‌کننده عمل می‌کند، بنحوی که دمای انتقال شیشه‌ای لیاف اکریلیک تر را تا 29° سانتی‌گراد کاهش می‌دهد. همچنین ملاحظه گردید که درجه نرم‌کنندگی و مقدار افزایش برداشت رنگزا متناسب با مقدار کریر جذب شده توسط لیف است. این موضوع بیان‌کننده‌ی آن است که کریر با گسستن

ساختار مولکولی لیف نفوذ ماده رنگزا به درون لیف را سهولت می‌بخشد [۳]. در تحقیقی دیگر پیرامون برداشت مواد رنگزای بازیگ توسط اکریلیک آورده شده است که رنگ‌پذیری یا میزان برداشت رنگزا در تعادل لیف اکریلیک تحت تأثیر شرایط رنگرزی مثل غلظت رنگزا، دمای رنگرزی و pH محلول، مصرف کریر و ساختار خود لیف مثل درجه ترکیب کوپلیمر در لیف می‌باشد. تأثیر در قابلیت رنگرزی نیز توسط عکس‌العمل متقابل عوامل مذکور در طول رنگرزی تعیین می‌گردد. در مقاله مورد نظر عوامل تأثیرگذار به دو دسته اصلی یکی عامل ترمودینامیکی و دیگری عامل ساختار تقسیم‌بندی شده است. نتیجه این بررسی حاکی از آن است که دسترسی لیاف اکریلیک به ماده‌ی رنگزا مربوط به بخش متحرک پلیمر است. این امر با رنگرزی اکریلیک در محدوده دمایی 40° درجه مورد مطالعه قرار گرفت و نمونه‌ها در حضور کریرهای مختلف رنگرزی گردیدند. مشاهده گردید که تأثیر کریر روی تورم ناحیه آمورف لیاف اکریلیک





۶- اندازه‌گیری داده‌های انعکاسی نمونه‌های رنگری شده

ارزیابی تأثیر کریر در رنگری از طریق مقایسه مقادیر K/S نمونه‌های رنگری شده انجام گرفت. K/S یا قدرت رنگ نسبی که معیاری از جذب رنگ است، تابع انعکاس می باشد و از رابطه‌ی ۱ به دست می‌آید [۵].

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (1)$$

لذا داده‌های انعکاسی نمونه‌های مورد بررسی توسط اسپکتروفوتومتر colorEyeXTH اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها در محدوده‌ی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر و در گام‌های ۱۰ نانومتری انجام گرفت. به منظور پشت‌پوشی کامل تمام نمونه‌ها ابتدا ۴ لای شدند و سپس تحت اندازه‌گیری قرار گرفتند. با توجه به اینکه حداکثر جذب در طول موجی که مقدار انعکاس حداقل می‌باشد، انجام می‌گیرد، انعکاس هر نمونه در طول موج حداقل انعکاس که برای رنگری مورد استفاده ۶۲۰nm بود، تعیین شد و با کاربرد رابطه (۱) به K/S تبدیل گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی اثر کریر و غلظت آن در رنگری در دمای جوش
همانگونه که در بخش آزمایشات ذکر گردید این بررسی با کریر Levegal PEW انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. تغییرات مقادیر K/S با غلظت کریر در رنگری در دمای جوش

غلظت کریر (g/l)	K/S
۰	۴۹
۱	۵۳/۹۴
۲	۵۵/۸۲
۴	۵۱/۰۸
۶	۴۶/۶۲

از جدول ۱ مشاهده می‌گردد که با افزایش غلظت کریر تا ۲ گرم بر لیتر جذب رنگ افزایش می‌یابد و مقدار بیشتر کریر اثر منفی داشته و سبب کاهش جذب رنگ می‌گردد. علت این امر این است که کریر اضافی فاز سومی غیر از کالا و حمام ایجاد می‌کند که با نگهداری رنگزا در خود سبب کاهش رمق کشی می‌گردد [۱]. نتیجه‌ی دیگر این بررسی آن است که

رنگری از دمای ۶۰°C شروع شد و با نرخ ۱ تا ۲ درجه‌ی سانتی‌گراد در دقیقه به جوش رسید و به مدت نیم ساعت در جوش ادامه یافت. مقادیر در تمام نسخه‌ها برحسب ۰.۷۵f یعنی درصد نسبت به وزن کالا می‌باشد.

۴- رنگری در دماهای مختلف در حضور مقادیر مختلف از کریر Levegal PEW

در این مرحله به منظور بررسی اثر دما در رنگری کالای اکریلیکی، نمونه‌هایی در حضور مقادیر ۱ و ۲ گرم بر لیتر کریر و در دماهای متفاوت به ترتیب ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵، ۸۰، ۸۵، ۸۷،۵ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد (یعنی ۸ دمای مختلف) با غلظت ۱٪ از رنگزا و مطابق نسخه بخش قبل رنگری شد. ضمناً در هر یک از دماهای مذکور نمونه‌ای هم در غیاب کریر و تحت عنوان نمونه‌ی شاهد رنگری گردید.

۵- رنگری در دماهای مختلف در حضور مقادیر مختلف از کریرهای CTM و HTB

در این بخش به منظور بررسی اثر ساختار کریر در ارتباط با نحوه‌ی عملکرد آن، دو کریر با ساختاری متفاوت از کریر استفاده شده در بخش قبل به اسامی CTM و HTB مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور با غلظت‌های ۱ و ۲ گرم بر لیتر از هریک از دو کریر مذکور رنگری‌هایی در دماهای مختلف مشابه نسخه بخش قبل انجام شد. لازم به ذکر است که با توجه به نتایج حاصل از بخش قبل که حاکی از جذب رنگ بسیار کم در دماهای ۶۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد حتی در حضور کریر بود، در این بخش بازه‌ی دمایی از ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب شد. تمامی نمونه‌های رنگری شده بعد از اتمام عمل رنگری، مطابق نسخه زیر تحت عمل شستشوی احیایی قرار گرفتند.

۲g/l	سود
۲g/l	هیدروسولفیت سدیم
۲g/l	دی‌سپرس کننده
۴۰:۱	L:G
۲۰ min	زمان
۶۰°C	دما

در دماهای بالای Tg کمتر است. مقایسه‌ی تأثیر کریرهای با ساختار مختلف نشان داد که کریر از نوع فنیل‌فنل، تأثیر بیشتری نسبت به فنل دارد که احتمالاً به دلیل آن است که پارامترهای حل‌شوندگی فنیل‌فنل، بیشتر به لیف شبیه است و بنابراین تأثیر بیشتری روی تورم لیاف اکریلیکی داشته است [۴].

روش تحقیق

۱- مواد مصرفی

پارچه اکریلیکی با بافت حلقوی بودی، ماده رنگزای بازیک با نام تجاری Maxilon Blue GRL و نام عمومی C.I Basic Blue 41، کریرهای CTM با ساختار کلروبنزول و HTB با ساختار استری از شرکت سیبا، کریر Levegal PEW که مخلوطی از N آلکیل فتال ایمید است، شوینده نانیونیک با نام تجاری Diadavin EWNO و دی‌سپرس کننده با نام تجاری Avolan IW از شرکت رزین ساوه، اسید استیک، استات سدیم، هیدروسولفیت سدیم و سود از شرکت مرک.

۲- دستگاه‌های مورد استفاده

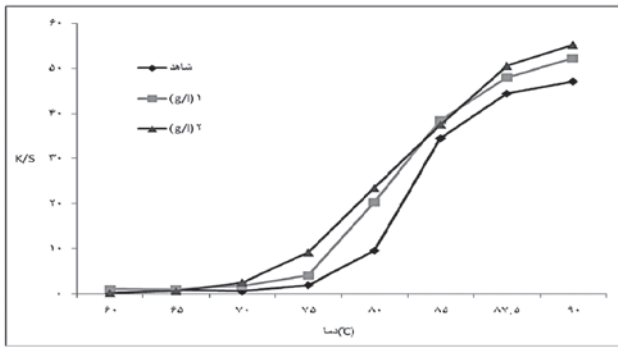
دستگاه رنگری تحت فشار Linitest، اسپکتروفوتومتر انعکاسی colorEyeXTH، از شرکت Gretag Macbeth، ترازوی دیجیتالی با سه رقم اعشار، وسایل شیشه‌ای آزمایشگاهی.

۳- رنگری در دمای جوش در حضور مقادیر مختلف از کریر Levegal PEW

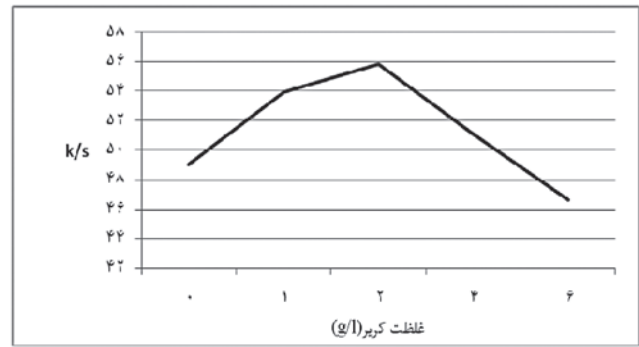
به منظور بررسی اثر کریر در دمای بالاتر از Tg، ابتدا نمونه‌هایی در حضور غلظت‌های متفاوت از کریر Levegal PEW در دمای جوش رنگری شدند. لازم به ذکر است که تمام نمونه‌های رنگری شده در این تحقیق قبل از رنگری با شوینده نانیونیک Diadavin EWNO در دمای ۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه آماده‌سازی شدند و پس از شستشو به طور کامل آبکشی گردیدند و سپس مورد رنگری قرار گرفتند. رنگری این مرحله طبق نسخه‌ی زیر انجام شد.

DYE	۱٪
اسید استیک	۴٪
استات سدیم	۱٪
کریر	۱، ۲، ۴ و ۶ گرم بر لیتر
L:G	۵۰:۱





شکل ۲. نمودار تغییرات k/s نمونه‌های رنگریزی شده در حضور غلظت‌های مختلف از کریر Levegal PEW با دما



شکل ۱. نمودار تغییرات k/s با غلظت کریر در رنگریزی در دمای جوش

شده‌اند ملاحظه می‌گردد که شیب تغییرات k/s با دما در محدوده دمای ۸۵-۸۰ درجه سانتی‌گراد برای نمونه شاهد و ۸۵-۷۵ برای نمونه‌های رنگریزی شده در حضور کریر، نسبت به سایر دماها بیشتر است. بنابراین به نظر می‌رسد که در این محدوده، که در حدود دمای انتقال شیشه‌ای اکریلیک می‌باشد سرعت جذب رنگ نسبت به سایر دماها بیشتر بوده و کنترل رنگریزی در این محدوده به منظور تأمین یکنواختی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود، افزایش جهشی در k/s، که در نمونه‌های شاهد در دمای ۸۰°C رخ می‌داد، ولی در نمونه‌های رنگریزی شده در حضور کریر در دمای ۷۵°C رخ می‌دهد که می‌تواند نشان‌دهنده کاهش حدود ۵ درجه سانتی‌گرادی در T_g لیف در حضور کریر باشد.

۳-۳- بررسی اثر نوع کریر

در این مرحله به منظور بررسی تأثیر نوع کریر، آزمایشاتی در حضور دو کریر دیگر با نام‌های HTB و CTM انجام گردید که بدین منظور رنگریزی‌های در حضور مقادیر مختلف از دو کریر مذکور و در دماهای مختلف و در غلظت ۱ درصد از رنگرا انجام شد که نتایج حاصل در جداول ۳ و ۴ و شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است. محدوده‌ی دمایی در این بررسی از ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب شد.

همانطور که از شکل‌ها و جداول ۳ و ۴ مشاهده می‌شود حضور کریر در تمامی نمونه‌ها موجب افزایش جذب رنگ شده و K/S را نسبت به K/S نمونه شاهد افزایش داده است. در این دو کریر نیز مانند کریر Levegal PEW بیشترین افزایش در میزان K/S نسبت به نمونه شاهد بین دماهای ۷۵°C

۳-۲- بررسی اثر کریر Levegal PEW در رنگریزی در دماهای مختلف

در این بخش با توجه به اهمیت نقش دمای انتقال شیشه‌ای اکریلیک در جذب رنگ آن، به بررسی تأثیر کریر در رنگریزی در محدوده‌ی دمایی ۶۰°C تا ۹۰°C پرداخته شده است تا اثر کریر در محدوده T_g تحقیق شود. نتایج این بررسی در جدول ۲ و نمودار ۲ آورده شده است.

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که مقدار K/S نمونه‌هایی که در حضور ۲ (g/l) کریر، در دماهای ۷۰°C و ۷۵°C رنگریزی شده‌اند به ترتیب برابر با ۲/۵۴ و ۹/۱۴ می‌باشد، در حالی که k/s نمونه‌هایی که در غیاب کریر در دماهای ۷۵°C و ۸۰°C رنگریزی شده‌اند به ترتیب برابر با ۱/۹۳ و ۹/۵۲ است. مقایسه این نتایج بیانگر آن است که کریر می‌تواند دمای انتقال شیشه‌ای لیف را حدود ۵°C کاهش داده و سرعت رنگریزی را افزایش دهد.

با توجه به شکل ۲ که مربوط به نمونه‌هایی است که در غیاب و حضور مقادیر مختلف از کریر و در دماهای مختلف (از ۶۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد) رنگریزی

جدول ۴. k/s نمونه‌های رنگریزی شده در حضور مقادیر مختلف از کریر HTB در دماهای مختلف

T (°C)	۰ (g/l)	۱ (g/l)	۲ (g/l)
۷۰	۰/۹۴	۱/۱۸	۲/۲۱
۷۵	۳/۹۷	۳/۲۱	۷/۸۱
۸۰	۸/۲۳	۹/۹۱	۱۴/۷۸
۸۵	۳۵/۷۷	۸۷/۴۴	۵۵/۰۲
۸۷/۵	۴۰/۶۷	۵۲/۱۹	۴۹
۹۰	۵۲/۱۹	۵۳/۹۴	۵۱/۶۳

با توجه به قدرت رنگی خوب رنگزای مورد استفاده که در غیاب کریر هم K/S معادل با ۴۹ دارد اثر کریر در رنگریزی در دمای جوش کم است و در بهترین حالت K/S حدود ۵۶ شده است که نسبت به K/S نمونه‌ی شاهد حدود ۱۴٪ افزایش دارد. شکل ۱ نمودار تغییرات K/S با غلظت کریر را نشان می‌دهد.

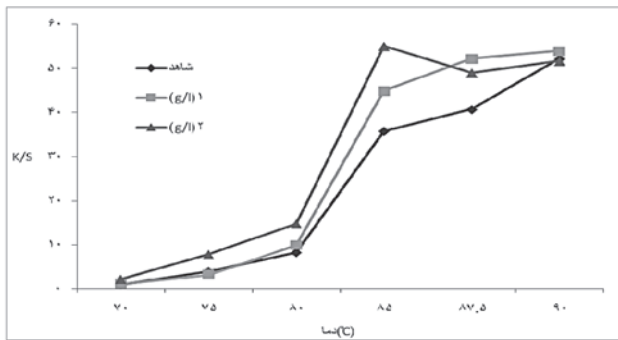
جدول ۲. K/S نمونه‌های رنگریزی شده در دماهای مختلف در حضور مقادیر مختلف کریر Levegal PEW

T (°C)	۰ (g/l)	۱ (g/l)	۲ (g/l)
۶۰	۰/۱۵	۱/۰۶	۰/۱۹
۶۵	۰/۱۸	۰/۹۷	۰/۶۸
۷۰	۰/۵۶	۱/۸۲	۲/۵۴
۷۵	۱/۹۳	۴/۰۴	۹/۱۴
۸۰	۹/۵۲	۲۰/۲۸	۲۳/۵
۸۵	۳۴/۴۶	۳۸/۵۱	۳۷/۵۲
۸۷/۵	۴۴/۴۶	۴۸/۰۲	۵۰/۵۵
۹۰	۴۷/۱۴	۵۲/۱۹	۵۵/۱۸

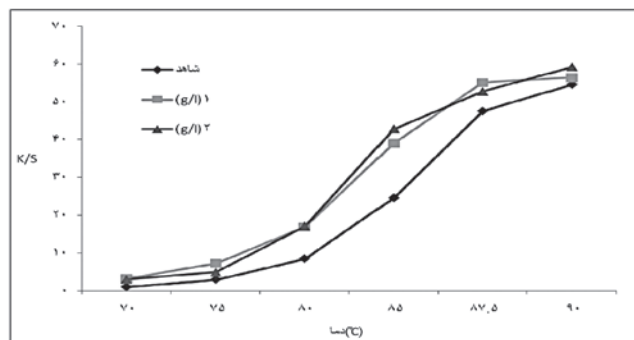
جدول ۳. k/s نمونه‌های رنگریزی شده در حضور مقادیر مختلف از کریر CTM در دماهای مختلف

T (°C)	۰ (g/l)	۱ (g/l)	۲ (g/l)
۷۰	۰/۹۶	۳/۱۶	۳
۷۵	۲/۹۲	۷/۲۲	۴/۸۹
۸۰	۸/۴۴	۱۶/۸۷	۱۷/۱۲
۸۵	۲۴/۵۲	۳۹	۴۲/۸۶
۸۷/۵	۴۷/۵۴	۵۵/۱۸	۵۲/۷۶
۹۰	۵۴/۵۶	۵۶/۴۷	۵۹/۲۴





شکل ۴. نمودار تغییرات k/s نمونه‌های رنگریزی شده در حضور مقادیر مختلف از کریر HTB با دما



شکل ۳. نمودار تغییرات k/s نمونه‌های رنگریزی شده در حضور مقادیر مختلف از کریر CTM با دما

کریر CTM با پایه ساختاری کلروبنزول اثر بیشتری در کاهش T_g آکرلیک و در نتیجه بهبود رنگ‌پذیری آن داشته است.

پی‌نوشت

۱. دانشجوی کارشناسی دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، (پلی‌تکنیک تهران)
۲. استادیار دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، (پلی‌تکنیک تهران)

* ghanbar@aut.ac.ir

مراجع

- [1] Edited by Nunn, D.M., The Dyeing OF synthetic polymer and acetate fibres, Dyers Company Publications Trust, 1976.
- [2] Arcoria, A., Cerniani, A., De Giorgi, B. R., Longo, M. L. & Toscano, R. M., "carrier Dyeing of polyester Fibre with some Disperse Azo Dyes", Dyes and Pigments, 269-276, (1989).
- [3] Aitlen, D., Burkinshaw, S. M., Cox, R., Catherall, J. and Price, D. M., "The Effect of Benzyl Alcohol on the Glass Transition Temperature and Dyeing Behaviour of Wet Courtelle S", Journal of applied Polymer Science: Applied Polymer Symposium 47, 271-280, (1991).
- [4] Huei-Hsiung Wang "Accessibility of Acrylic Fiber to Basic Dye" Journal of Applied Polymer Science, 111, 189-193, (2009).

[۵] امیرشاهی، سیدحسین، آغهبان فرناز، فیزیک رنگ محاسباتی، انتشارات ارکان دانش، پاییز ۱۳۸۶.

اکریلیکی باشد که سبب باز شدن ساختار آن و در نتیجه نفوذ راحت‌تر رنگزا می‌گردد. با توجه به اهمیت نقش دما در رنگریزی آکرلیک، در صورت رنگریزی در دماهای زیر جوش و محدوده T_g و در حضور کریر برداشت رنگی معادل و حتی بیشتر از برداشت رنگی در رنگریزی در دمای جوش و در غیاب کریر می‌باشد. به عنوان مثال با کاربرد g/l ۲ کریر CTM و رنگریزی در دمای $87/5$ درجه سانتی‌گراد k/s حدود 53 حاصل می‌شود (جدول ۳) در حالی که در رنگریزی در دمای جوش و در غیاب کریر مقدار k/s برابر با 49 است (جدول ۱). در هر حال نتایج حاصله مبین آن است که دما نقش بسیار مهمی در رنگ‌پذیری آکرلیک دارد و اثر کریر در ارتباط با نقش آن در کاهش T_g حائز اهمیت است. همچنان که مشاهده شد در دماهای بالای T_g اثر کریر چندان قابل توجه نمی‌باشد به نحوی که افزایش کریر در دمای جوش k/s را 14% افزایش داد در حالی که با مصرف کریر در محدوده 70 تا 85 درجه‌ی سانتی‌گراد درصد افزایش K/S در مواردی بیش از 100% است (جدول ۵). در بررسی اثر نوع کریر نتایج نشان می‌دهد که

جدول ۵. مقایسه عملکرد کریرهای مختلف در دماهای متفاوت بر مبنای درصد افزایش k/s

CTM	HTB	Levegal PEW	T (°C)
۲۲۹/۱۶	۲۵/۵۳	۲۲۵	۷۰
۱۴۷/۲۶	-۱۴/۱۹	۱۰۹/۳	۷۵
۹۹/۸۸	۲۰/۴۱	۱۱۳	۸۰
۵۹/۰۵	۲۵/۴۴	۱۱/۷۵	۸۵
۱۶/۰۷	۲۸/۳۲	۸	۸۷/۵
۳/۵	۳/۳۵	۱۰/۷۱	۹۰

و $85^\circ C$ اتفاق افتاده است و می‌توان مشاهده کرد که در مواردی مثلاً در مورد کریر CTM، در این محدوده دمایی k/s نمونه‌های رنگریزی شده در حضور آن حدود ۲ برابر k/s نمونه شاهد می‌باشد که علت آن نزدیک شدن به محدوده دمایی انتقال شیشه‌ای لیف و احتمال کاهش چنددرجه‌ای آن در حضور کریر است.

۳-۴- مقایسه عملکرد کریرها

در این بخش نتایج مربوط به عملکرد سه کریر مختلف که در این تحقیق از آنها استفاده شده است، با هم مقایسه شده‌اند. نتایج براساس درصد افزایش k/s نمونه رنگریزی شده در حضور g/l ۱ کریر نسبت به نمونه شاهد محاسبه شد که در جدول ۵ آورده شده است. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود درصد افزایش k/s نمونه رنگریزی شده در حضور کریر CTM نسبت به نمونه‌ی شاهد در اکثر دماها بیشتر از دو کریر دیگر می‌باشد و کریر HTB تأثیر کمتری در افزایش جذب رنگ داشته است. رفتار متفاوت کریرهای مختلف را می‌توان به ساختار آنها ربط داد و نتایج حاصل بیانگر آن است که کریرهای با پایه ساختمانی کلروبنزولی مانند کریر CTM در مقایسه با دو کریر مصرفی دیگر در این تحقیق عملکرد بهتری را در رنگریزی آکرلیک دارند.

۴- نتیجه‌گیری

نتیجه‌گیری کلی بررسی‌های انجام شده بیانگر آنست که با توجه به نفوذپذیری نسبتاً سخت رنگزای بازیگ به درون لیف آکرلیک در دماهای زیر T_g ، با کاربرد کریر احتمالاً T_g آکرلیک حدود $5^\circ C$ کاهش یافته و رنگ‌پذیری آن بهبود می‌یابد. این اثر می‌تواند ناشی از عمل نرم‌کنندگی کریر روی لیف

