

# بررسی اثر ترتیب عملیات رنگرزی و دندانه‌دهی بر رنگ حاصل در رنگرزی منفرد و ترکیبی پشم با قرمز دانه و پوست انار

علی شمس ناتری\*<sup>+</sup>، احسان اکرامی، منصور مافی

رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده فنی، گروه مهندسی نساجی، صندوق پستی ۳۷۵۶

**چکیده:** هدف اصلی این تحقیق، بررسی اثر ترتیب انجام عملیات رنگرزی و دندانه‌دهی بر رنگ حاصل در رنگرزی منفرد و ترکیبی پشم با پوست انار و قرمز دانه است. پارچه‌های پشمی با مواد رنگزای طبیعی قرمز دانه، پوست انار و همچنین ترکیب این دو رنگزا به همراه دندانه آلومینیم پتاسیم سولفات رنگرزی شد. عملیات دندانه‌دهی نیز به سه روش پیش‌دندانه، دندانه هم‌زمان و پس‌دندانه انجام شد. شیدهای متفاوتی از راه تغییر در ترتیب عملیات‌های رنگرزی و دندانه‌دهی حاصل شد. با اندازه‌گیری طیف‌های انعکاسی، پارامترهای رنگی نمونه‌های رنگرزی شده تجزیه و تحلیل و در ادامه خواص ثباتی نمونه‌های رنگی نیز مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. بر اساس یافته‌های این پژوهش، ترتیب انجام عملیات رنگرزی و دندانه‌دهی در رنگرزی ترکیبی پشم با مواد رنگزای طبیعی قرمز دانه و پوست انار بر پارامترهای رنگی و خواص ثباتی حاصل تاثیر می‌گذارد.

**واژه‌های کلیدی:** رنگزای طبیعی، قرمز دانه، پوست انار، دندانه، پشم، رنگرزی.

**KEY WORDS:** Natural dye, Cochineal, Pomegranate peel, Mordant, Wool, Dyeing.

## مقدمه

مواد رنگزای طبیعی، به طور کلی شامل مواد رنگزای حیوانی و مواد رنگزای گیاهی هستند. قرمز دانه<sup>(۱)</sup> مهم‌ترین ماده رنگزای طبیعی حیوانی است که از حشره‌ای به همین نام به دست آمده و به تنهایی یا در ترکیب با مواد رنگزای گیاهی فام‌های متنوعی را ایجاد می‌کند. به عنوان مثال، رنگ لاکه معروف در فرش ایران از جمله فام‌هایی است که از قرمز دانه به دست می‌آید [۴-۱]. رنگ قرمز ماده رنگزای طبیعی قرمز دانه متعلق به گروه رنگی آنتراکینون‌هاست و اجزای سازنده آن کارمینیک اسید و کرمزیک اسید (شکل ۱) هستند که مقدار کرمزیک اسید در مقابل کارمینیک اسید ناچیز است [۲، ۵ و ۶].

از پوست خشک و قهوه‌ای میوه‌ی انار به‌ویژه نوع وحشی آن از گذشته‌های دور به‌منظور رنگرزی پشم و ابریشم و ایجاد فام‌های سیاه و خاکستری استفاده می‌شده است. با استفاده از پوست انار

به‌صورت ترکیبی با مواد رنگزای طبیعی دیگر نیز می‌توان فام‌های متنوعی را به دست آورد. به عنوان مثال، فام نارنجی در ترکیب با اسپرک و فام‌های قهوه‌ای از ترکیب با اسپرک و روناس حاصل می‌شوند [۱، ۲، ۴ و ۷]. مهم‌ترین عامل رنگی در پوست انار گراناتین است که به‌شکل آلکالوئیدی N-methyl Garantonine وجود دارد. ساختار این مولکول در شکل ۲ نشان داده شده است [۸ و ۹].

به طور کلی در فرایندهای رنگرزی با مواد رنگزای طبیعی از نمک‌های فلزهای چند ظرفیتی، تحت عنوان دندانه، به منظور ایجاد کمپلکس با مولکول ماده‌ی رنگزا و به طور متعاقب افزایش جذب رنگزا، تنوع بخشی به فام حاصل و همچنین بهبود ثبات‌های عمومی رنگزا بر کالا استفاده می‌شود [۱ و ۲].

از جمله معایب مواد رنگزای طبیعی می‌توان به محدودیت

+E-mail: a\_shams@guilan.ac.ir

رنگزاهای قرمز دانه و پوست انار مورد بررسی قرار گرفته است.

### بخش تجربی

#### مواد و دستگاهها

مواد مصرفی، شامل مواد رنگزای طبیعی قرمز دانه و پوست انار، زاج سفید (سولفات مضاعف پتاسیم آلومینیم)  $(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O)$  و استیک اسید تهیه شده از شرکت شیمیایی مرک (تالت)، پارچه پشمی با ویژگی‌های (۵۸S/۱۳ ۸۲S/۲X) از کارخانه ایران مریوس و شوینده آنیونیک برای شستشوی پارچه خام است. دستگاه‌های به کار رفته شامل دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی Texflash از شرکت Data Color، گرم‌کننده حرارتی (هیتر)، دستگاه اندازه‌گیری ثابت شستشویی و دستگاه اندازه‌گیری ثابت سایشی است.

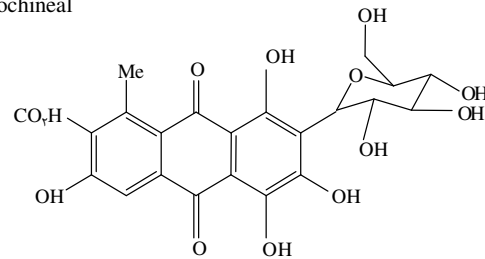
#### روش آزمایش

ابتدا پارچه پشمی با دترجنت آنیونیک ۳ درصد در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه شستشو داده شد. سپس با توجه به ترتیب انجام عملیات در هر حالت، عملیات دندانه‌دهی و رنگرزی انجام شد. عملیات دندانه‌دادن نمونه‌های پشمی نیز به سه طریق پیش‌دندانه، دندانه همزمان و پس‌دندانه انجام پذیرفت. در روش پیش‌دندانه و پس‌دندانه عملیات دندانه‌دادن با سولفات مضاعف آلومینیم و پتاسیم (زاج سفید) به مقدار ۵ درصد به همراه ۳ درصد استیک اسید و با نسبت حجم حمام به وزن کالای (L:R) برابر ۴۰:۱ در دمای جوش به مدت ۴۵ دقیقه انجام شد. (درصدها نسبت به وزن نمونه پارچه پشمی است).

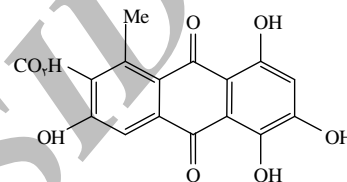
عملیات رنگرزی در حالت پیش‌دندانه و پس‌دندانه به صورت زیر انجام شد که نمونه‌های پارچه‌های پشمی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد وارد حمام حاوی مواد رنگزا به همراه ۳ درصد استیک اسید با نسبت حجم حمام به وزن کالای (L:R) برابر ۴۰:۱ شد. دمای حمام رنگرزی در مدت ۲۰ دقیقه به جوش رسانیده و عملیات رنگرزی در این دما به مدت ۶۰ دقیقه ادامه یافت.

در انجام عملیات رنگرزی و دندانه‌دهی در حالت دندانه همزمان، پارچه‌های پشمی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد وارد حمام حاوی دندانه زاج سفید، استیک اسید و مقادیر مشخصی از مواد رنگزا با نسبت حجم حمام به وزن کالای (L:R) برابر ۴۰:۱ شد. دمای حمام رنگرزی در مدت ۲۰ دقیقه به جوش رسانیده و عمل رنگرزی و دندانه‌دهی در این دما به مدت ۶۰ دقیقه ادامه

(۱) Cochineal

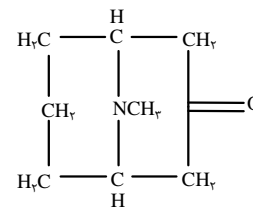


Carminic acid



Kermesic acid

شکل ۱- ساختار شیمیایی اجزای تشکیل دهنده‌ی رنگزای قرمز دانه [۵].



N-Methyl Granatone

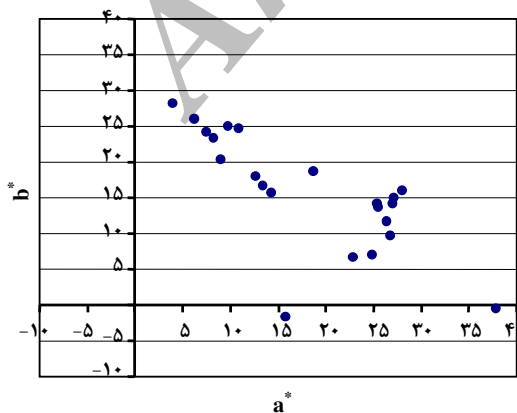
شکل ۲- ساختار شیمیایی عامل رنگی ماده رنگزای پوست انار، [۸].

منابع و فام‌های به دست آمده از آنها اشاره کرد. در این راستا رنگرزان سنتی و استادان این حرفه به منظور ایجاد تنوع رنگی و گسترش گستره‌ی فام از روش‌های متفاوتی از جمله استفاده از دندانه‌های گوناگون، ترکیب مواد رنگزا و غیره به صورت تجربی بهره می‌جویند. شناختن دقیق پارامترهای دخیل در فرایند رنگرزی‌های ترکیبی می‌تواند عاملی موثر در جهت ارتقاء کیفیت رنگرزی‌ها و ایجاد تنوع در فام‌های حاصل باشد [۴-۱۰].

در پژوهش حاضر، اثر ترتیب عملیات رنگرزی و دندانه‌دهی بر رنگ و ثابت حاصل در رنگرزی‌های منفرد و ترکیبی پشم با

قرمزدانه (نسبت به وزن کالا) استفاده گردید. می‌شود که زاویه فام در گستره‌ی ۷۰/۵ تا ۸۲ درجه متغیر می‌باشد. جدول ۱- ویژگی‌های نمونه‌های رنگرزی شده.

شماره نمونه	ترتیب انجام عملیات		
	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله سوم
۱	دندان و پوست‌انار	قرمزدانه	-----
۲	پوست‌انار و قرمزدانه	-----	-----
۳	هر سه همزمان	-----	-----
۴	پوست انار	دندان	قرمزدانه
۵	قرمزدانه	دندان	پوست انار
۶	دندان و پوست‌انار	-----	-----
۷	دندان	پوست انار	-----
۸	پوست انار	دندان	-----
۹	پوست انار	-----	-----
۱۰	قرمزدانه و دندان	-----	-----
۱۱	دندان	قرمزدانه	-----
۱۲	قرمزدانه	دندان	-----
۱۳	قرمزدانه	-----	-----
۱۴	دندان	پوست انار	قرمزدانه
۱۵	دندان	قرمزدانه	پوست انار
۱۶	پوست‌انار و قرمزدانه	دندان	دندان
۱۷	پوست انار	قرمزدانه	دندان
۱۸	قرمزدانه	پوست انار	-----
۱۹	قرمزدانه و دندان	پوست انار	-----
۲۰	دندان	پوست‌انار و قرمزدانه	-----
۲۱	پوست انار	قرمزدانه	-----
۲۲	قرمزدانه	پوست انار	-----



یافت. به منظور انجام رنگرزی از ۵۰ درصد انار و ۳ درصد با توجه به استفاده از دو نوع ماده رنگرزی طبیعی (پوست انار و قرمزدانه)، یک نوع دندان (زاج سفید) و سه روش دندان‌دهی، ۲۲ حالت عملیات متفاوت به دست می‌آید که ویژگی‌های آنها در جدول ۱ نشان داده شده است.

## نتیجه‌ها و بحث

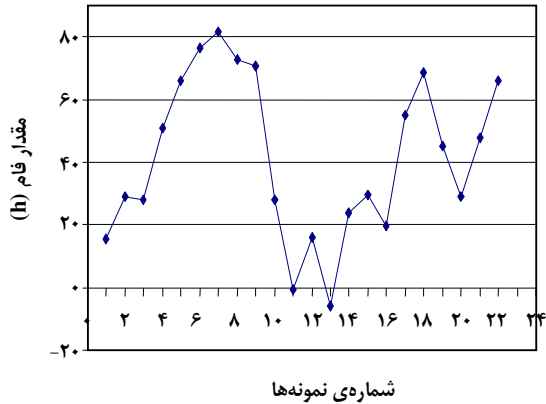
به منظور بررسی تغییرهای فام، ویژگی‌های رنگی نمونه‌های رنگرزی شده زیر استاندارد روشنایی D65 و مشاهده کننده استاندارد ۲ درجه محاسبه شد. شکل ۳ مختصات رنگی نمونه‌های رنگرزی شده را در فضا رنگ CIELAB و در نمودار دو بعدی  $a^*, b^*$  نشان می‌دهد. به طوری که  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب نشان‌دهنده قرمزی - سبزی و زردیت - آبیست هستند. با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود که تغییر در ترتیب عملیات رنگرزی و دندان‌دهی در رنگرزی با رنگزاهای طبیعی قرمزدانه و پوست‌انار به همراه زاج سفید به عنوان دندان منجر به تغییرهای محسوسی در فام‌های حاصل می‌شود. همچنین با توجه به شکل ۳، فام‌های به دست آمده در گستره‌ی قرمز تا زرد تغییر می‌کنند.

تغییرهای فام زاویه‌ای (h)، روشنایی (L\*) و خلوص رنگی (C\*) نمونه‌های رنگرزی شده به طور جداگانه با توجه به تغییر در ترتیب انجام عملیات رنگرزی و روش دندان‌دهی در شکل‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است. به منظور تجزیه تحلیل بهتر، ابتدا دو رنگرزی قرمزدانه و پوست‌انار در حالت تکی و سپس نمونه‌های ترکیبی این دو رنگزا مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با بررسی تغییرهای فام‌های به دست آمده ناشی از تغییر ترتیب انجام عملیات رنگرزی و دندان‌دهی در رنگرزی منفرد پشم با رنگرزی قرمزدانه مشاهده می‌شود که زاویه فام (h) در گستره‌ی صفر تا ۲۷/۸ درجه تغییر کرده و روش دندان‌همزمان نیز سبب افزایش زاویه فام (h) و میزان زردیت نمونه‌های رنگرزی شده شده است.

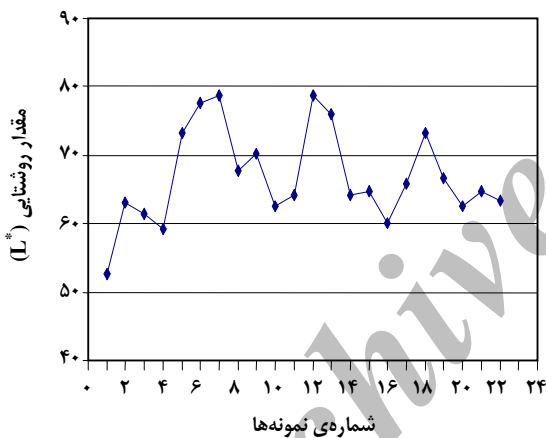
همچنین خلوص رنگ به دست آمده در رنگرزی با قرمزدانه در حالت بدون دندان پایین بوده و نمونه رنگرزی شده از روشنایی بالایی برخوردار است. استفاده از دندان در رنگرزی با قرمزدانه موجب افزایش جذب رنگ و کاهش روشنایی شده است. نمونه‌ها در این حالت از خلوص به نسبت بالایی برخوردار هستند. در بررسی فام‌های حاصل از تغییر ترتیب انجام عملیات رنگرزی و دندان‌دهی در رنگرزی منفرد پشم با پوست انار مشاهده

شکل ۳- توزیع نمونه ها در نمودار کروماتیسیتی دوبعدی  $h^*$ ,  $a^*$ .

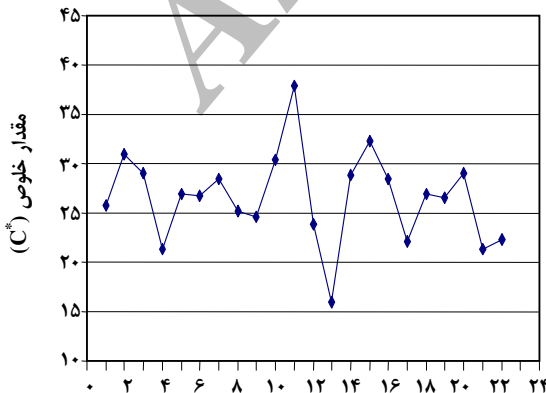
به شکل ۷، پیوندها و اتصالات ایجاد شده در روش‌های متفاوت رنگرزی و دنداندهی متفاوت است.



شکل ۴- تغییرهای فام (h) نمونه‌ها براساس ترتیب عملیات.



شکل ۵- تغییرهای مقدار روشنایی ( $L^*$ ) نمونه‌ها براساس ترتیب عملیات.



همچنین بر اساس نتیجه‌های به دست آمده، دنداندهی به روش دنداندهی همزمان و پیش‌دنداندهی سبب افزایش روشنایی شده و در حالت پس‌دنداندهی بر روشنایی بی‌تاثیر است.

با توجه به شکل ۳ فام رنگی حاصل ناشی از رنگرزی ترکیبی قرمزخانه و پوست‌انار در محدوده ۳۰ تا ۶۸٫۸ متغیر است. بنابراین، در مورد رنگرزی ترکیبی پشم با رنگزاهای طبیعی قرمزخانه و پوست انار نیز می‌توان عنوان کرد که ترتیب انجام عملیات رنگرزی و دنداندهی بر فام رنگی حاصل موثر است. بر اساس نتیجه‌های به دست آمده تغییرهای حاصل در فام‌های ایجاد شده با رنگرزی‌های ترکیبی تابع فام‌های به دست آمده از رنگرزی‌های منفرد هستند به طوری که حساسیت بالای قرمزخانه نسبت به روش دنداندهی و همچنین وجود ماده تانن در پوست‌انار می‌تواند عامل‌هایی موثر در نتیجه‌های نهایی به دست آمده باشند.

با مقایسه نمونه‌های شماره ۴ و ۵ مشاهده می‌شود که به کار بردن قرمزخانه در مرحله اول موجب افزایش روشنایی و کاهش عمق رنگی می‌شود. همچنین در بررسی نمونه‌های ۱ و ۱۹ نیز مشاهده می‌شود که انجام عمل رنگرزی با قرمزخانه و دنداندهی در مرحله اول سبب کاهش جذب رنگ و افزایش روشنایی در مقایسه با حالت رنگرزی منفرد پشم با پوست‌انار و دنداندهی و سپس رنگرزی با قرمزخانه (نمونه شماره ۱) می‌شود.

مقایسه‌ی نمونه‌های شماره‌ی ۱۴ و ۱۵ نیز نشان می‌دهد که اگر نمونه در مرحله اول دنداندهی داده شود، در مرحله‌های بعدی ترتیب عملیات رنگرزی با دو رنگزای قرمزخانه و پوست انار بر میزان جذب رنگزا و روشنایی تاثیر ندارد. در مورد خلوص رنگی نمونه‌های رنگرزی شده ترکیبی پوست انار و قرمزخانه، با در نظر گرفتن مقدارهای خلوص نمونه‌های منفرد، خلوص رنگ‌های حاصل شده‌ی نمونه‌های ترکیبی قابل توضیح هستند. به این ترتیب که خلوص بالای نمونه‌ی شماره ۱۵ با بالا بودن خلوص نمونه‌ی شماره ۱۱ و همچنین خلوص متوسط نمونه شماره ۱۴ به ترتیب از راه بالا و پایین بودن خلوص نمونه‌های شماره ۱۱ و ۲۱ قابل توجیه می‌شوند. به طور کلی خلوص غالب نمونه‌های رنگرزی شده به صورت ترکیبی در گستره‌ی ۲۰ تا ۳۰ قرار گرفته‌اند. همچنین تغییرهای حاصل در رنگ ناشی از ترتیب انجام عملیات رنگرزی و دنداندهی ناشی از ترتیب قرارگیری و نحوه ایجاد اتصالات بین اجزای رنگی، دنداندهی و لیف پشم است. با توجه

شماره‌ی نمونه‌ها

## بررسی ثبات

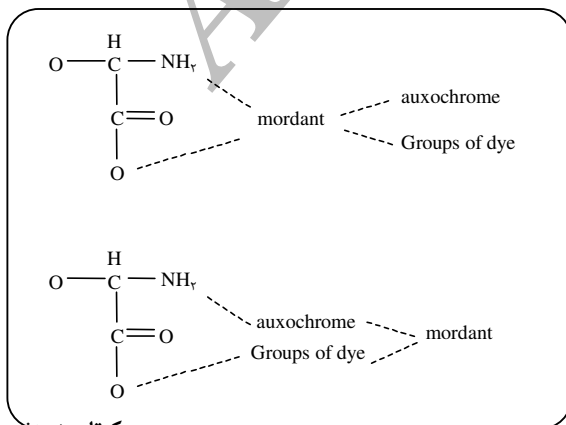
الیاف پشم از اسیدهای آمینه تشکیل شده و به واسطه‌ی وجود گروه‌های آمینو و کربوکسیل آزاد از خود رفتار آمفوتری نشان می‌دهند [۱]. در رنگرزی پشم بدون استفاده از دندان، عامل اتصال رنگزا به مولکول پشم، پیوند هیدروژنی ایجاد شده بین مولکول رنگزا و گروه آمینو پشم است. مکانیسم رنگرزی با دندان پیش‌دندان و دندان بعد نیز در شکل ۷ نشان داده شده است. نتیجه‌های ثبات‌های سایشی (خشک و تر) و شستشویی به دست آمده از نمونه‌های متفاوت رنگرزی شده در جدول ۲ ارائه شده است. در مورد رنگزای قرمزخانه همان‌گونه که در بخش خلوص بحث شد، این رنگزا در حالت‌های بدون دندان و دندان بعد از رنگرزی، از جذب چندان بر خوردار نبوده و تنها فام‌هایی روشن ایجاد می‌کند، لذا ثبات‌های بالای به دست آمده نمی‌تواند ملاک خوبی به منظور تصمیم‌گیری در مورد ثبات این رنگزا باشد. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود در حالت‌های دندان همزمان و دندان پیش از رنگرزی، ثبات‌ها کاهش یافته‌اند که این امر می‌تواند ناشی از افزایش جذب رنگزا نسبت به حالت بدون دندان و دندان پس از رنگرزی باشد. در بررسی تاثیر روش دنداندهی بر ثبات‌های به دست آمده نیز مشاهده می‌شود که نمونه رنگرزی شده با رنگزای قرمزخانه به روش پیش دندان (شماره‌ی ۱۱) نسبت به نمونه‌های رنگرزی شده به روش‌های پس‌دندان و دندان هم‌زمان (شماره‌های ۱۰ و ۱۲) از ثبات‌های بالاتری برخوردار است. در مورد رنگرزی‌های منفرد پشم با رنگزای پوست‌انار، استفاده از دندان تاثیر محسوسی در ثبات‌های حاصل نداشته است.

از عامل‌های دخیل در این امر می‌توان به وجود مقدارهایی از دندان طبیعی (تانن) در ماده رنگزای پوست انار اشاره کرد که ایجاد ثبات‌های قابل قبولی در رنگرزی بدون دندان این رنگزا می‌کنند. بنابراین، استفاده از دندان در رنگرزی منفرد پشم با رنگزای پوست انار تنها از جهت تغییر در فام حاصله و ایجاد تنوع رنگی می‌تواند مدنظر باشد. همچنین در بررسی ثبات‌های حاصل شده از نمونه‌های

شکل ۶ - تغییرهای مقدار خلوص رنگ (\*C) نمونه‌ها بر اساس ترتیب عملیات.

رنگرزی شده ترکیبی مشاهده می‌شود که نمونه‌هایی که در آنها رنگزای پوست انار در مرحله‌ی اول مورد استفاده قرار گرفته است جدول ۲- ویژگی‌های ثباتی نمونه‌های رنگرزی شده.

شماره نمونه	ثبات خشک	ثبات تر	ثبات شستشویی	
			غیر هم‌جنس	هم‌جنس
۱	۵	۴٫۵	۵	۵
۲	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۵	۴٫۵
۳	۴٫۵ - ۵	۵	۴٫۵ - ۵	۵
۴	۴	۳	۴٫۵ - ۵	۴٫۵
۵	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۴٫۵	۴
۶	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۴٫۵	۴٫۵
۷	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۴٫۵	۴
۸	۴٫۵	۳	۵	۵
۹	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۴٫۵	۴٫۵
۱۰	۴٫۵	۴	۴٫۵	۴٫۵
۱۱	۵	۴٫۵	۵	۴٫۵ - ۵
۱۲	۴	۳٫۵ - ۴	۴	۴٫۵
۱۳	۵	۵	۴٫۵ - ۵	۵
۱۴	۴٫۵ - ۵	۵	۴٫۵ - ۵	۵
۱۵	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۴٫۵	۴٫۵
۱۶	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۵	۵
۱۷	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۵	۵
۱۸	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۵	۴٫۵
۱۹	۴٫۵ - ۵	۴٫۵ - ۵	۴٫۵ - ۵	۴
۲۰	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۴٫۵	۴٫۵
۲۱	۵	۴٫۵ - ۵	۴٫۵ - ۵	۴٫۵
۲۲	۴٫۵ - ۵	۴٫۵	۴	۴



کوتاه پژوهشی

شکل ۷- نحوه اتصال رنگزا و دندانه در روش‌های پیش دندانه (۱)، پس دندانه (۲).

فام‌های نهایی و در مقابل، استفاده از رنگزای پوست انار در مرحله‌ی اول سبب ایجاد فام‌های تیره‌تر و بهبود ثبات‌های حاصل می‌شود. همچنین شیوه عملیات دندانه‌دهی در رنگرزی منفرد پشم با پوست انار تاثیر اندکی بر فام و ثبات به دست آمده دارد. به‌طور کلی پوست انار می‌تواند به عنوان یکی از مواد رنگزای طبیعی دندانه‌دار سبب افزایش عمق رنگی و بهبود خواص ثباتی در رنگرزی ترکیبی با قرمز دانه شود.

تاریخ دریافت: ۱۶/۷/۲۰۰۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۷/۴/۸۷

(شماره‌های ۱، ۳ و ۱۴) از ثبات‌های نسبی بالاتری در مقایسه با نمونه‌های دیگر برخوردارند.

### نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس نتیجه‌های به دست آمده در این پژوهش، ترتیب عملیات رنگرزی و دندانه‌دهی عامل موثری در تنوع بخشی به فام‌های حاصله از رنگرزی پشم با رنگزاهای قرمز دانه و پوست انار است. در رنگرزی‌های ترکیبی پشم با رنگزاهای قرمز دانه و پوست انار، استفاده از قرمز دانه در مرحله‌ی اول موجب روشن‌تر شدن

### مراجع

- [۱] صدری، ن.، "رنگرزی الیاف و نخ (پشم، ابریشم، پنبه)"، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر، چاپ دوم (۱۳۸۶).
- [۲] جهانشاهی افشار، و.، "فرایند و روش‌های رنگرزی الیاف با مواد طبیعی"، انتشارات دانشگاه هنر، (۱۳۷۵).
- [3] Ita, J., "Natural dyes and home dyeing", Dover Publication, INC., New York, (1971).
- [۴] حیاتی، م.، "رنگرزی الیاف با رنگ‌های طبیعی"، انتشارات موسسه عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، (۱۳۸۴).
- [5] F.Ester. S.B., H. Alison. N., Hamish, M. and Anita., Q., "The Natural Constituents of Historical Textile Dyes", *Chem. Soc. Rev.*, **33**, 329 (2004).
- [6] Szostek, B., Orska-Gawrysb, J., Surowiecc, I., Trojanowicz, M., Investigation of Natural Dyes Occurring in Historical Coptic Textiles by High-Performance Liquid Chromatography with UV-Vis and Mass Spectrometric Detection, *Journal of Chromatography A*, **1012**, 179 (2003).
- [7] Jenny, D., *The Craft of Natural Dyeing*, Search Press Ltd., (1994).
- [8] Keheyan, Y., Giulianelli, L., "Identification of Historical Ink Ingredients Using Pyrolysis-GC-MS. A Model Study", *e-ps*, **3**, 5, www.Morana-rtd.com (2006).
- [9] N. Deuk Kim, R. Mehta, W. Yu, I. Neeman, T. Livney, A. Amichay, D. Poirier, P. Nicholls, A. Kirby, W. Jiang, R. Mansel, C. Ramachandran, T. Rabi, B. Kaplan, and E. Lansky, Chemopreventive and Adjuvant Therapeutic Potential of Pomegranate (*Punica granatum*) for Human Breast Cancer, *Breast Cancer Research and Treatment*, **71**, 203 (2002).
- [10] Bechtold, T., Turcanu, A., Gang Berger, E., Geissler, S., Natural Dyes in Modern Textile Dyehouses - How to Combine Experiences of Two Centuries to Meet the Demands of the

Future?, *Journal of Cleaner Production*, **11**, 499 (2003).

Archive of SID