

# رنگرزی نخ پشمی با پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری و مقایسه آن با رنگزای پوست انار

محمدرضا شاهپوری

دانشجوی کارشناسی فرش، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

دکتر سید جلال‌الدین بصام

استادیار مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

کلیم

فصلنامه علمی- پژوهشی انجمن علمی فرش ایران شماره ۱۹ تابستان ۱۳۹۰

۶۱

## چکیده

رنگرزی، با مقادیر متغیر دندانان و رنگزا انجام گرفت. پس از انجام رنگرزی، فام‌های رنگی حاصل شده با تعدادی از مواد رنگزای مرسوم مورد مقایسه قرار گرفت و مشخص شد که فام رنگی حاصل از رنگرزی پسماند گل محمدی از بیشترین شباهت به رنگزای پوست انار برخوردار است. با استحصال این نتیجه، فام رنگی دو ماده رنگزا به صورت میدانی و با بررسی دیدگاه فعالان عرصه تولید قالی و همچنین به صورت آزمایشگاهی با اندازه‌گیری ثبات نوری، شست‌وشویی و تعیین پارامترهای رنگی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. پس از تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده و حصول شباهت فام رنگی با رنگزای پوست انار، مشخص گردید که پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری علاوه بر کاربرد به عنوان رنگزای نوین طبیعی در رنگرزی، در تولید قالی نیز قابل استفاده است.

**واژه‌های کلیدی:** پسماند گل محمدی، رنگرزی طبیعی، نخ پشمی، پوست انار، رنگزای طبیعی.

پژوهش حاضر مبنایی کاربردی برای استفاده از پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری به عنوان رنگزا در رنگرزی طبیعی ارائه می‌دهد. پسماند گل محمدی ماده‌ای زائد است که هر ساله در پی عملیات گلاب‌گیری تولید می‌شود و هزینه‌ها و مشکلاتی از جمله انتقال و دفع برای گلاب‌گیران ایجاد می‌کند که سبب افزایش هزینه‌های تولیدی گلاب می‌شود. لذا در پی رفع مشکلات مذکور، پیشنهاد کاربرد مجدد این ماده به عنوان رنگزای طبیعی در رنگرزی نخ پشمی ارائه می‌گردد. با انجام این طرح علاوه بر کاهش هزینه‌های تولیدی گلاب و جلوگیری از آلودگی زیست‌محیطی، رنگزایی نوین با حداقل هزینه اقتصادی فراهم می‌شود. بدین سبب، کاربرد این ماده در رنگرزی مورد ارزیابی قرار گرفت و رنگرزی با این ماده به همراه دندانانهای زاج سفید، سولفات مس، سولفات آهن، کلرور قلع و نمونه‌های بدون دندانان به روش دندانان پیش از

## مقدمه

کاربرد مواد رنگزای طبیعی از دیرباز نقش چشمگیر و تعیین کننده‌ای در زندگی بشر داشته است، چنانکه نقاشی‌های دیواری عصر پارینه سنگی، سفال‌های منقوش عصر نوسنگی، منسوجات ملون ساسانی و قالی‌های ظریف و نفیس پس از اسلام بیانگر کاربرد و اهمیت این مواد هستند.

در حال حاضر مواد رنگزا در زمینه‌های مختلفی از جمله رنگرزی طبیعی کاربرد دارد که یکی از شاخصه‌های قالی ایرانی در بازارهای جهانی به‌شمار می‌آید. اما علی‌رغم کاربرد فراوان این مواد، رنگزاهای طبیعی مورد استفاده در رنگرزی به‌صورت محدود باقیمانده‌اند و این امر سبب بروز مشکلاتی در رنگرزی طبیعی شده است. البته در سال‌های اخیر فعالیت‌های قابل توجهی در راستای معرفی رنگزاهای نوین مطرح گردیده است که تعداد محدودی از این تحقیقات جنبه‌ای کاربردی در خارج از آزمایشگاه‌ها به‌دست می‌دهند.

در این مقاله نگارندگان سعی دارند با محوریت قرار دادن معرفی رنگزای نوین، مبنایی کاربردی برای استفاده مجدد از پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری در رنگرزی طبیعی ارائه دهند. پسماند گل محمدی ماده‌ای زائد است که هر ساله در پی عملیات گلاب‌گیری در مقادیر وسیعی تولید می‌شود، چنانکه در سال ۱۳۷۷ در ۱۳ استان کشور ۱۴۳۸۶ تن پسماند گل محمدی در پی عملیات گلاب‌گیری تولید شده است (کافی و ریاضی، ۱۳۸۰، ۹۲). با توجه به میزان مذکور، انتقال و دفع این ماده مشکلات و هزینه‌های قابل توجهی به‌همراه دارد که سبب افزایش هزینه‌های تولیدی و عرضه گلاب می‌گردد. لیکن با استفاده مجدد این ماده، علاوه بر رفع مشکلات مذکور و کاهش هزینه‌های اقتصادی تولید گلاب، ماده رنگزایی

نوین با حداقل هزینه فراهم می‌شود.

در گذشته پژوهشی در زمینه استفاده از گل محمدی به‌عنوان رنگزا در رنگرزی طبیعی ارائه گردیده است که می‌توان به پژوهش مطرح شده شمس ناتری و همکاران (۱۳۸۶) اشاره داشت که ماحصل این پژوهش کاربرد گل محمدی را در رنگرزی به‌عنوان رنگزای طبیعی تأیید می‌نمود. لیکن از آنجا که کاربرد گل محمدی به‌عنوان ماده رنگزا ارزش اقتصادی ندارد و مصرف اصلی آن در تولید عطر و اسانس بیشتر مطرح است، امکان عملی کردن نتایج این تحقیق بسیار ضعیف است. از طرف دیگر عمده‌ترین مصرف پسماند گل محمدی پس از گلاب‌گیری، خشک کردن آن به‌صورت قالب‌های خشتی به‌عنوان سوخت اجاق است و با عنایت به اینکه تاکنون هیچگونه پژوهشی در راستای استفاده از پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری به‌عنوان رنگزا در رنگرزی طبیعی ارائه نگردیده است، نتایج طرح حاضر می‌تواند پاسخی برای رفع مشکل گلاب‌گیران و افزایش درآمد آنان باشد و در عین حال از نظر مسائل محیط زیستی نیز حائز اهمیت خواهد بود.

در پژوهش حاضر، با محوریت قرار دادن پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری به‌عنوان رنگزا، قابلیت کاربرد آن در رنگرزی طبیعی به‌صورت میدانی و با بررسی دیدگاه فعالان در عرصه تولید فرش و همچنین به‌صورت آزمایشگاهی و با بررسی ثبات و طیف انعکاسی مورد توجه قرار گرفته است؛ سپس این ماده با سایر مواد رنگزای مرسوم مقایسه شده است.

## معرفی گل محمدی

گل محمدی با نام علمی رزا داماسنا میل [۱] که از خانواده رزاسه [۲] بوده و به رز داماسک [۳] و یا رز ایرانی [۴]

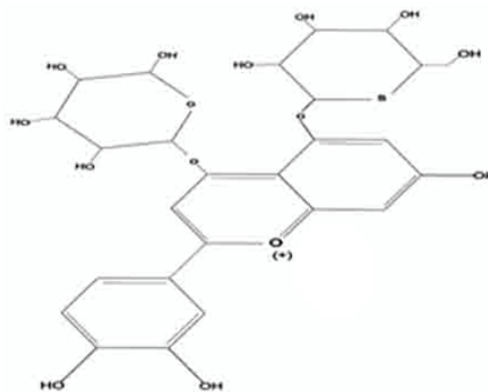
(شمس ناتری و همکاران، ۱۳۸۶، ۸۰). تصویر ۱ ساختمان مولکولی عامل رنگزای گل محمدی را نشان می‌دهد.

### معرفی گیاه انار

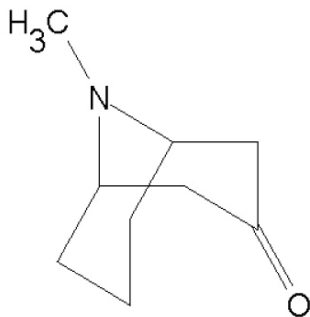
از آنجا که در مطالعات انجام شده تشابه رنگی بین فام‌های حاصله از پسماند گل محمدی با پوست انار مشاهده شد، در این بخش به معرفی گیاه انار پرداخته شده است. این گیاه، درختچه‌ای است با نام لاتین پونیکا - گرت [۵] که گیاه بومی ایران و مناطق مجاور بوده و ارتفاع آن بین دو تا پنج متر متغیر است. انار گیاهی مقدس به‌شمار می‌آید و نامش در کتب مقدس ذکر شده است.

پوست میوه این گیاه حاوی مقادیر زیادی تانن از نوع گالیک اسید بوده (نامدار و همکاران، ۱۳۴۱، ۳۱۰) و برای رنگرزی الیاف پشمی و ابریشمی مناسب است. عامل رنگی پوست انار گرانانتین است که شاخه‌ای از الکوئیدها بوده و به شکل N-methyl granatoinin مطرح می‌شود (Kulkarni et al., 2011, 135). تصویر ۲ ساختار شیمیایی گرانانتین را نشان می‌دهد.

شهرت یافته، بوته‌ای است درختچه‌ای که به اقتضای اقلیم آب و هوایی ارتفاع آن بین یک تا دو متر متغیر است و ساقه‌هایی با خارهای قلاب‌مانند دارد. گل‌برگ‌های این گیاه غالباً صورتی‌رنگ بوده و زمان گل‌دهی آن اوایل اردیبهشت تا اوایل تیرماه است. گل محمدی در اغلب نقاط ایران به‌خصوص کاشان، کرمان، یزد، میمند فارس، آذربایجان و اصفهان رشد می‌کند (مظفریان، ۱۳۸۳، ۷۸۰). این گیاه در تولید فرآورده‌های مختلفی از جمله گلاب، ساخت اسانس و عطر، صنایع دارویی، بهداشتی و غیره کاربرد دارد، به همین دلیل است که این گیاه به طلای معطر شهرت یافته است (کردوانی و غفار، ۱۳۸۳، ۹۶).



تصویر ۱: ساختار مولکولی رنگینه گل سرخ (مأخذ: شمس ناتری، ۱۳۸۶)



تصویر ۲: ساختار شیمیایی گرانانتین (مأخذ: Kulkarni et al., 2011)

همچنین لازم به ذکر است که در ترکیبات گل محمدی مقداری تانن وجود دارد که به‌عنوان قابض در صنایع دارویی به‌کار می‌رود (نامدار و همکاران، ۱۳۴۱، ۱۹۵). رنگ این گیاه به دلیل وجود آنتوسیانیدین‌ها به قرمز، صورتی، ارغوانی متمایل می‌شود.

رنگینه موجود در گلبرگ گل محمدی سیانیدین دی‌گلوکز است که در شاخه‌ای از آنتوسیانیدین‌ها جای دارد

## آزمایش‌ها

### مواد مصرفی

در این پژوهش از الیاف نخ پشمی ایرانی با نمره متریک ۴/۵ و ۶۵ تاب در متر و از دندان‌های زاج سفید  $(KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O)$ ، سولفات مس  $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$ ، سولفات آهن  $(FeSO_4 \cdot 7H_2O)$ ، کلرور قلع  $(SnCl_4)$  و از اسید استیک خالص ساخت شرکت Merck به منظور تنظیم کننده pH حمام رنگرزی و همچنین برای شست‌وشوی نخ پشمی از صابون نانیونیک با نام Nikogen SDN از شرکت نیک‌فام شیمی استفاده شده است. به علاوه پسماند گل محمدی در زمان گلاب‌گیری از کاشان، پوست انار از ساوه و سایر مواد رنگزا در هنگام رویش از پراکنش جغرافیایی رایج تهیه و در این آزمایش به کار گرفته شده است.

### آزمایش‌های اولیه

#### حمام دندان دادن

به منظور عاری نمودن الیاف پشمی از هرگونه واکس و مواد چربی، آن‌ها را شست‌وشو داده و سپس عملیات دندان‌دادن به روش دندان‌پیش از رنگرزی، مطابق با مقادیر موجود در جدول ۱ انجام گردید. پس از تهیه میزان مذکور، حمام دندان‌دادن به شرح زیر و مطابق با تصویر ۳ انجام شد.

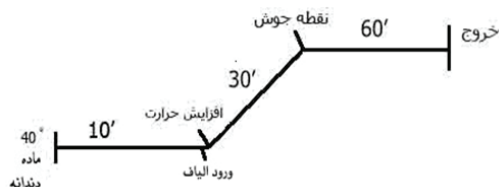
از نسبت  $L:R = 1:40$  و غلظت دندان‌دادن مورد نظر با میزان مذکور در جدول ۱ بر اساس تناسب وزن ماده به وزن نخ استفاده شده است. پس از حل دندان‌دادن در آب با افزایش حرارت، نخ پشمی وارد حمام دندان‌دادن شد و پس از رسیدن به نقطه جوش، با ادامه دادن شرایط به مدت ۶۰ دقیقه در محیط اسیدی ( $pH=4$ ) اسید استیک ۳٪ دندان‌دار گردید. پس از طی مدت مذکور، نخ پشمی

از حمام خارج شده و شست‌وشو داده شد تا مواد جذب شده از روی لیف خارج شود.

جدول ۱: درصد مورد استفاده دندان‌دادن در نمونه‌های مختلف

(مأخذ: داده‌های تحقیق)

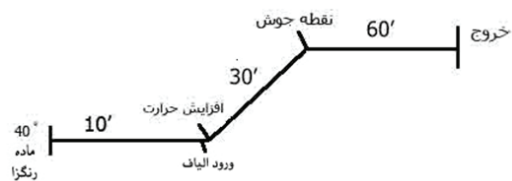
نمونه	کلرور قلع	سولفات آهن	سولفات مس	زاج سفید
۱	۱	۱	۱	۱
۲	۲	۲	۲	۲
۳ تا ۵	۳	۳	۳	۳



تصویر ۳: حمام دندان‌دادن (مأخذ: داده‌های تحقیق)

#### حمام رنگرزی

پس از به اتمام رسیدن عملیات دندان‌دادن علاوه بر دندان‌های مذکور، نمونه‌ای از نخ پشمی بدون دندان‌دادن جهت رنگرزی آماده شد و مطابق تصویر ۴ عملیات رنگرزی انجام گردید. همچنین در این مرحله از میزان متغیر ماده رنگزا جهت مشاهده تباین فام رنگی مختلف استفاده شده که در جدول ۲ شرح داده شده است.



تصویر ۴: حمام رنگرزی (مأخذ: داده‌های تحقیق)

لازم به ذکر است که در ادامه مقاله برای معرفی نمونه از اختصار (ر عدد اول- د عدد دوم) استفاده می‌شود. حرف اول شامل «گ» به مثابه گل محمدی و یا «ن» به مثابه پوست انار است، عدد اول معرف درصد رنگزای مصرف شده نسبت به وزن نخ، حرف دوم شامل «د» به مثابه دندانان و عدد دوم معرف درصد مصرفی دندانان است که در فرآیند دندانان دادن مورد استفاده است.

جدول ۲: درصد مورد استفاده ماده رنگزا و میزان دندانان مشخص شده (مأخذ: داده‌های تحقیق)

نمونه	میزان رنگزای مورد استفاده	میزان دندانان مورد استفاده
ر ۱۵-۱۵	۱۵	۱
ر ۲۵-۱۵	۱۵	۲
ر ۳۵-۵	۵	۳
ر ۳۵-۱۰	۱۰	۳
ر ۳۵-۱۵	۱۵	۳

### رنگرزی با مواد رنگزای مرسوم

پس از انجام رنگرزی و مشاهده فام رنگی نمونه‌های مذکور حاصل از رنگرزی پسماند گل محمدی، تلاش شده تا فام رنگی مشابه سایر مواد رنگزا به دست آید. به همین دلیل تعدادی ماده رنگزا مانند اسپرک، برگ مو، پوست انار، جاشیر و گندل انتخاب گردید و در شرایطی یکسان، با استفاده از روش رنگرزی مذکور در مقادیر ۳٪، دندانان مصرفی نسبت به وزن نخ و ۱۰٪ و ۱۵٪ ماده رنگزا مورد استفاده قرار داده شد.

### نتایج و بحث

از رنگرزی پسماند گل محمدی با نمونه بدون دندانان فام رنگی گرم متمایل به زرد و از نمونه‌های دندانان شده

زاج سفید، سولفات مس، سولفات آهن و کلرور قلع، به ترتیب فام‌های زرد تیره، سبز زیتونی، قهوه‌ای و زرد طلایی حاصل می‌شود. همچنین لازم به ذکر است که با افزایش پسماند گل محمدی در رنگرزی شدت فام رنگی افزایش می‌یابد.

پس از استحصال نمونه‌های مختلف، کاربرد پسماند گل محمدی در رنگرزی و مقایسه آن با رنگزای مرسوم به صورت میدانی و آزمایشگاهی مورد ارزیابی و مطالعه قرار می‌گیرد.

### مقایسه میدانی

در این بخش نمونه‌های مختلف حاصل از رنگرزی پسماند گل محمدی به صورت میدانی و با جمع‌آوری و بررسی دیدگاه ۴۲ نفر از فعالان عرصه تولید قالی اعم از رنگران، نقاشان و غیره با یکدیگر مقایسه می‌شود و کاربردی‌ترین نمونه تعیین می‌گردد. سپس با مقایسه آن با رنگزاهای مرسوم، مشابه‌ترین رنگزا به پسماند گل محمدی انتخاب می‌شود.

### مقایسه نمونه‌های رنگرزی شده حاصل از پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری

پس از انجام بررسی‌ها مشخص گردید که ۹۵ درصد افراد پاسخ دهنده معتقدند نمونه گ ۱۵- د ۱ و گ ۱۵- د ۲ برای استفاده در تولید قالی مناسب نیست که دلیل اظهار چنین عقیده‌ای میزان مصرفی اندک دندانان ذکر شد. همچنین ۹۲ درصد از این افراد اظهار دارند که نمونه‌های گ ۱۵- د ۳، گ ۱۰- د ۳ و گ ۵- د ۳ برای کاربرد در تولید قالی مناسب است.

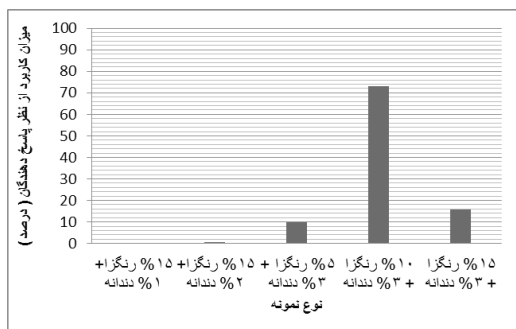
نخست ۸۳ درصد از فعالان در عرصه تولید قالی بر این باورند که نمونه گ ۵- د ۳ از شدت فام رنگی کمتری

نسبت به دو نمونه گ ۱۵- د ۳ و گ ۱۰- د ۳ برخوردار است که دلیل آن را می توان کاربرد کمتر رنگزا دانست. از یاف موجود در این نمونه، می توان از نخ پشمی دندانان شده زاج سفید در زمینه متن قالیچه، دندانان سولفات آهن - که رنگی موسوم به پاکتی به دست می دهد - در رنگ گل ها، زمینه قاب ها و ساقه ها و از نمونه دندانان کلرور قلع به عنوان گرده گل، رنگ گل، ساقه و حاشیه استفاده نمود. سپس ۸۹ درصد از افراد پاسخ دهنده اظهار می دارند که لیف پشمی بدون دندانان با میزان مصرفی ۱۰٪ ماده رنگزا قابلیت اجرا در زمینه متن قالی با طرح کف ساده، دندانان زاج سفید قابلیت کاربرد در زمینه حاشیه بزرگ، حاشیه کوچک و رنگ گل ها، و نخ پشمی دندانان شده سولفات آهن و سولفات مس امکان استفاده در رنگ گل ها و زمینه حاشیه کوچک را دارد. همچنین کاربرد نخ پشمی دندانان شده کلرور قلع به دلیل برخورداری از درخشندگی نسبی، به گرده گل، ساقه ها و خطوط حاشیه محدود می شود. به علاوه نخ پشمی نمونه گ ۱۵- د ۳ به عنوان نمونه ای با درخشندگی و شفافیت بالا نسبت به دو نمونه گ ۵- د ۳ و گ ۱۰- د ۳ معرفی شده است که ۶۶ درصد بر این باورند که استفاده از این نمونه برای کاربرد در تابلو فرش مناسب است.

با این حال لازم به ذکر است که در این بین ۵۹ درصد از افراد عقیده دارند که نخ پشمی بدون دندانان علاوه بر کاربرد در تابلو فرش، می تواند در زمینه متن قالی در اندازه بزرگ پارچه نیز به کار رود. همچنین نمونه زاج سفید در حاشیه ها و رنگ گل ها، نخ پشمی دندانان شده سولفات آهن و سولفات مس در زمینه متن قالیچه، حاشیه بزرگ و رنگ گل ها به کار می رود. اما کاربرد نخ پشمی کلرور قلع به دلیل برخورداری از درخشندگی بالا به فضاهای کوچکی مانند گل های حاشیه کوچک، گرده گل و غیره

محدود می شود. همچنین ۳۵ درصد از افراد پاسخ دهنده معتقدند که می توان از این فام در فضاهای وسیع تری نسبت به آنچه که ذکر شده است، استفاده نمود که نیاز به کاربرد رنگ متضاد در مجاورش دارد.

در این میان ۷۱ درصد از افراد پاسخ دهنده نیز علاوه بر نظرات فوق، اظهار می دارند که تمام این رنگ ها از قابلیت کاربرد در سطوح یکسانی برخوردار هستند، اما این کار نیاز به تسلط و مدیریت استفاده از رنگ ها توسط تولیدکنندگان دارد تا سبب زیبایی هرچه بیشتر قالی شود. میزان کاربرد هر نمونه در تولید قالی بر اساس نظریات ارائه شده، در نمودار ۱ آورده شده است. این نمودار بیانگر آن است که نمونه گ ۱۰- د ۳ کاربردی ترین و نمونه گ ۱۵- د ۱ نمونه ای فاقد کاربرد است. همچنین نمودار و توضیحات مذکور نشان می دهد علاوه بر نمونه گ ۱۰- د ۳ که از بیشترین کاربرد برخوردار است، نمونه گ ۵- د ۳ با دندانان زاج سفید، سولفات مس و کلرور قلع و نمونه گ ۱۵- د ۳ با دندانان زاج سفید، سولفات آهن، سولفات مس و بدون دندانان نیز برای کاربرد در تولید قالی مناسب هستند.



نمودار ۱: میزان کاربردی بودن نمونه های رنگزای حاصل از پسماند گل محمدی از دیدگاه صاحب نظران (مأخذ: یافته های تحقیق)

## مقایسه فام رنگی ماده پسماند گل محمدی حاصل از گلاب گیری با مواد رنگزای مرسوم

سپس نمونه‌های حاصل از رنگزای پسماند گل محمدی با فام رنگی رنگزاهای پوست انار، گندل، اسپرک، جاشیر و برگ مو توسط فعالان در عرصه تولید قالی مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

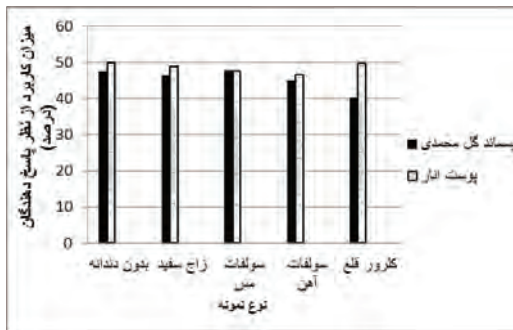
پس از انجام مقایسه، ۸۷ درصد از پاسخ دهندگان بر این باورند که مشابه‌ترین رنگزا به فام رنگی پسماند گل محمدی، نمونه حاصل از رنگزای پوست انار است و سایر نمونه‌های حاصل از رنگزاهای مذکور از اختلاف تیرگی و یا روشنی فام رنگی برخوردار هستند.

پس از مقایسه نمونه‌های مختلف حاصل از رنگزای پسماند گل محمدی و پوست انار، ۷۹ درصد افراد معتقدند که فام رنگی دو نمونه گ ۱۰-د ۳ و ن ۱۵-د ۳ مشابه یکدیگر بوده و در تولید قالی دارای دامنه کاربرد یکسانی است.

پس از انتخاب این دو نمونه به‌عنوان فام رنگی مشابه، ۵۹ درصد از فعالان عرصه تولید قالی معتقدند که از پسماند گل محمدی می‌توان به‌عنوان رنگزای جایگزین پوست انار استفاده نمود.

کاربرد و مقایسه دو نمونه ن ۱۵-د ۳ و گ ۱۰-د ۳ از دیدگاه افراد پاسخ دهنده به تفکیک دندانها در نمودار ۲ آورده شده که نشان می‌دهد کاربرد دندانها سولفات مس برابر، و در مورد دندانهای سولفات آهن، زاج سفید و بدون دندانها از اختلاف جزئی برخوردار است.

اما چنان‌که در تصویر مشاهده می‌شود، دندانها کلرور قلع حاصل از رنگزای پسماند گل محمدی به دلیل برخورداری از درخشندگی بیشتر نسبت به دندانها مشابه حاصل از رنگزای پوست انار از کاربرد محدودتری برخوردار است. (نمودار ۲)



نمودار ۲: مقایسه میزان کاربردی بودن رنگزای پوست انار و رنگزای پسماند گل محمدی از دیدگاه صاحب‌نظران (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

## مقایسه آزمایشگاهی

پس از انتخاب ن ۱۵-د ۳ و گ ۱۰-د ۳ به‌عنوان دو فام رنگی مشابه، ثبات نوری و شست‌وشویی و پارامترهای رنگی نمونه‌ها اندازه‌گیری و تعیین می‌گردد.

برای اندازه‌گیری ثبات شست‌وشویی و نوری به ترتیب از استانداردهای شماره ۱۰۰۷۶ و ۴۰۸۴ مؤسسه ملی استاندارد استفاده شده است. همچنین جهت تعیین ویژگی انعکاسی و رنگی نمونه‌ها از دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی MiniScan Ez ساخت شرکت Hunter Lab استفاده گردید که شرایط مشاهده جهت محاسبه داده‌های کالریمتریک  $D_{65}/10^0$  در سیستم  $CIE L^*a^*b^*$  است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ثبات نوری، شست‌وشویی و لکه‌گذاری نمونه‌های حاصل از رنگزای پسماند گل محمدی و پوست انار پس از اندازه‌گیری، در جدول ۳ ارائه گردیده است. این نتایج نشان می‌دهد، ثبات شست‌وشویی در اثر استفاده از دندانها افزایش یافته است. همچنین لازم به ذکر است که با توجه به مقادیر مصرفی دندانها در رنگزای، میزان تعیین شده ثبات نوری و شست‌وشویی در حد قابل قبولی قرار دارد. همچنین با مقایسه نتایج درج شده پسماند گل محمدی و پوست انار

و مقایسه با یکدیگر، می‌توان دریافت که ویژگی ثابتی این دو ماده مشابه یکدیگر است.

میزان روشنایی نمونه‌های ن ۱۵-۳ د و گ ۱۰-۳ د اندازه‌گیری و در نمودار ۳ آورده شده است. نتایج به دست آمده بیانگر این امر است که سولفات آهن حاصل از دو رنگزا از بیشترین شباهت، دندان‌های سولفات مس، زاج سفید و بدون دندان از اختلاف جزئی و دندان کلرور قلع حاصل از رنگزی دو ماده از اختلاف بیشتری نسبت به یکدیگر برخوردار هستند. (نمودار ۳)

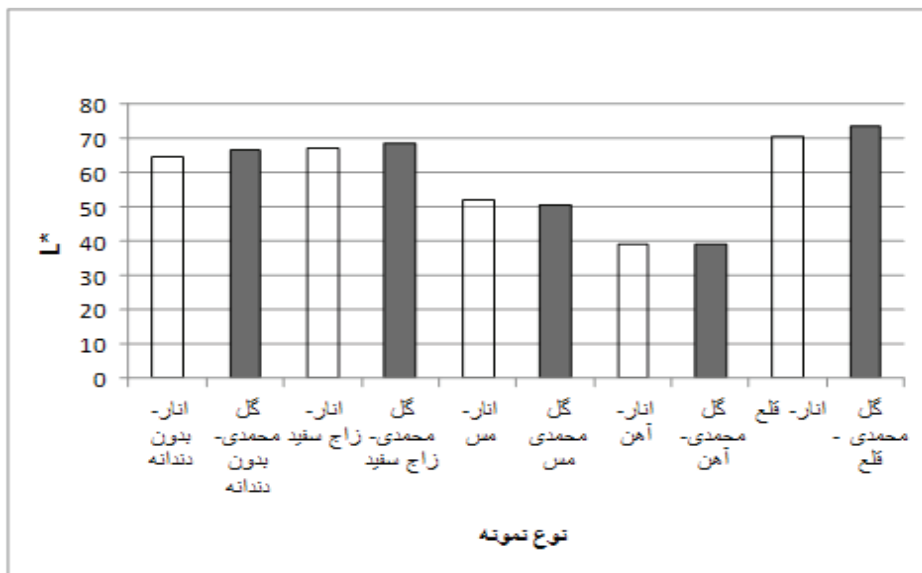
همچنین پارامترهای رنگی نمونه‌های حاصل از رنگزی دو ماده رنگزا در نمودار ۴ در مختصات  $a^*$  و  $b^*$  نمایش داده شده است. پارامترهای تعیین شده در مختصات  $a^*$  بیانگر این است که نمونه بدون دندان و سولفات مس حاصل از رنگزی پسماند گل محمدی و نمونه زاج سفید، سولفات آهن و کلرور قلع حاصل از رنگزی پوست انار از شدت قرمزی بیشتری نسبت به دندان مشابه برخوردار است. همچنین با توجه به مختصات  $b^*$  می‌توان دریافت که میزان زردی دندان سولفات مس، سولفات آهن و کلرور قلع حاصل از رنگزی پسماند گل محمدی با اختلافی بیشتر از رنگزای پوست انار، نمونه زاج سفید دو ماده با یکدیگر برابر و نمونه بدون دندان حاصل از رنگزای پوست انار از میزان

جدول ۳: ثبات‌های رنگزی شده با ۱۰٪ پسماند گل محمدی و ۱۵٪ پوست انار (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

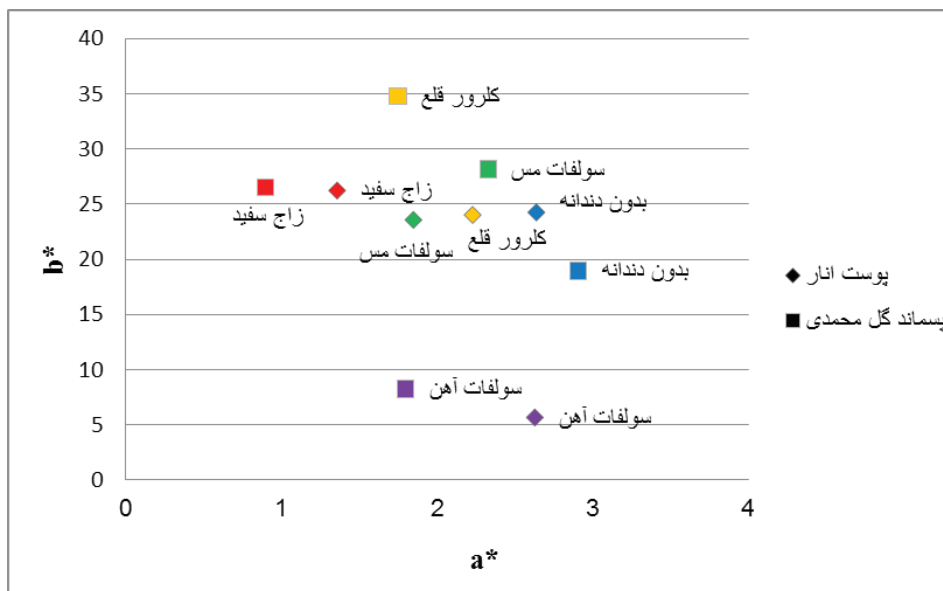
ثبات نوری	لکه گذاری روی پنبه	ثبات شست و شویی	نمونه	
			گل محمدی	بدون دندان
۴-۵	۴-۵	۴	گل محمدی	بدون دندان
۵	۵	۵	پوست انار	
۴-۵	۵	۵	گل محمدی	زاج سفید
۴-۵	۴-۵	۴-۵	پوست انار	
۴	۵	۵	گل محمدی	سولفات مس
۴	۴-۵	۴-۵	پوست انار	
۴-۵	۴-۵	۴-۵	گل محمدی	سولفات آهن
۴-۵	۴-۵	۴-۵	پوست انار	
۴	۴-۵	۴-۵	گل محمدی	کلرور قلع
۴-۵	۴-۵	۴-۵	پوست انار	



زردی بیشتری برخوردار است. مختصات  $a^*$  و  $b^*$  نشان می‌دهد که اختلاف موجود در دندان‌های زاج سفید، بدون دندان، سولفات مس، سولفات آهن جزئی است، اما اختلاف موجود در دندان کلرور قلع حاصل از رنگ‌زایی می‌دهد که اختلاف موجود در دندان‌های زاج سفید، بدون دندان، سولفات مس، سولفات آهن جزئی است، اما (نمودار ۴).



نمودار ۳: میزان تغییرات روشنایی نمونه‌های رنگ‌زایی شده با پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

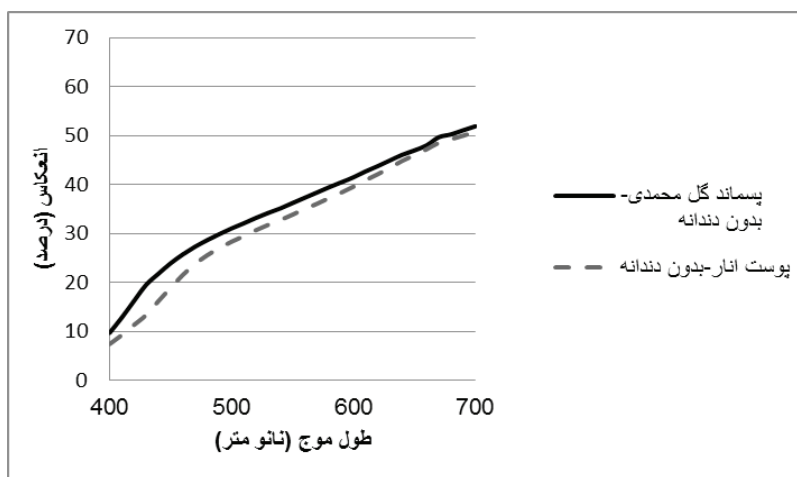


نمودار ۴: میزان  $a^*$  و  $b^*$  نمونه‌های رنگ‌زایی شده با پسماند گل محمدی و پوست انار (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

اختلاف به بیشترین میزان و در محدوده ۷۰۰ نانومتر به مقدار غیرقابل توجهی می‌رسد. نمودار ۶ انعکاس نمونه زاج سفید را نشان می‌دهد. میزان انعکاس در برخی از محدوده‌های تابشی مشابه و در برخی دیگر اختلافاتی نشان می‌دهد که این اختلاف جزئی است. نمودار ۷ که از انعکاس کمتری نسبت به دو نمونه زاج سفید و بدون دندان برخوردار است، تیرگی نمونه سولفات مس نسبت به دو دندان مذکور را نشان می‌دهد و حکایت از مشابهت خواص انعکاسی دو ماده رنگزا با دندان سولفات مس نسبت به یکدیگر دارد و تنها اختلاف موجود در محدوده ۵۰۰ نانومتر بیانگر آن است که میزان انعکاس پسماند گل محمدی در این محدوده بیشتر از پوست انار است. نمودار ۸ چنانکه پیش از این گفته شد، نشان دهنده میزان انعکاس پایین دندان سولفات آهن و تیرگی بالای این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها است. همچنین در این نمودار مشاهده می‌شود که اختلاف انعکاسی دو نمونه غیرقابل توجه است. نمودار ۹ بیانگر بیشترین میزان انعکاس نسبت به سایر نمونه‌ها و در نتیجه درخشندگی و شفافیت بالای

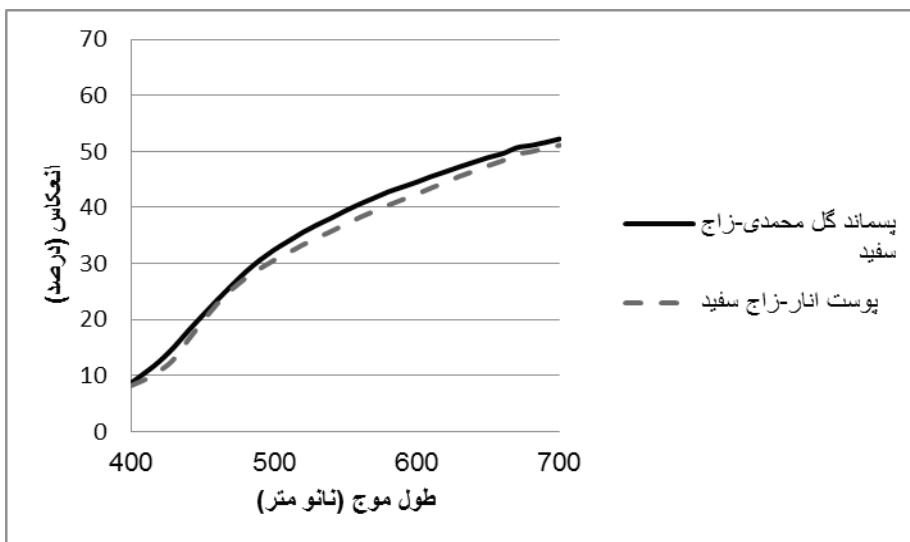
همچنین طیف انعکاسی نمونه‌ها در محدوده ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر، به تفکیک دندان‌های مشابه در تصاویر ۹ تا ۱۳ نمایش داده شده است. نمودارهای مذکور نشان می‌دهد که میزان انعکاس در محدوده ۴۰۰ نانومتر به کمترین میزان و در ۷۰۰ نانومتر به بیشترین میزان می‌رسد. همچنین کمترین میزان انعکاس به دندان سولفات آهن حاصل از رنگریزی دو ماده و بیشترین انعکاس به دندان کلرور قلع حاصل از رنگریزی دو ماده تعلق دارد که به ترتیب بیانگر تیره‌ترین و شفاف‌ترین فام رنگی است. همچنین مقایسه ویژگی انعکاسی نمونه بدون دندان که در نمودار ۵ آورده شده است با سایر تصاویر نشان می‌دهد که کاربرد دندان‌های گوناگون در رنگریزی سبب تغییر در فام رنگی می‌شود که دلیل این تغییر فام رنگی، ترکیب کمپلکس‌های فلزی با مولکول‌های رنگزا است.

نمودار ۵ نشان دهنده میزان انعکاس دو نمونه بدون دندان حاصل از رنگریزی دو رنگزای پوست انار و پسماند گل محمدی است. میزان اختلاف در محدوده ۴۰۰ نانومتر جزئی بوده، در بین محدوده ۵۰۰-۴۰۰ نانومتر

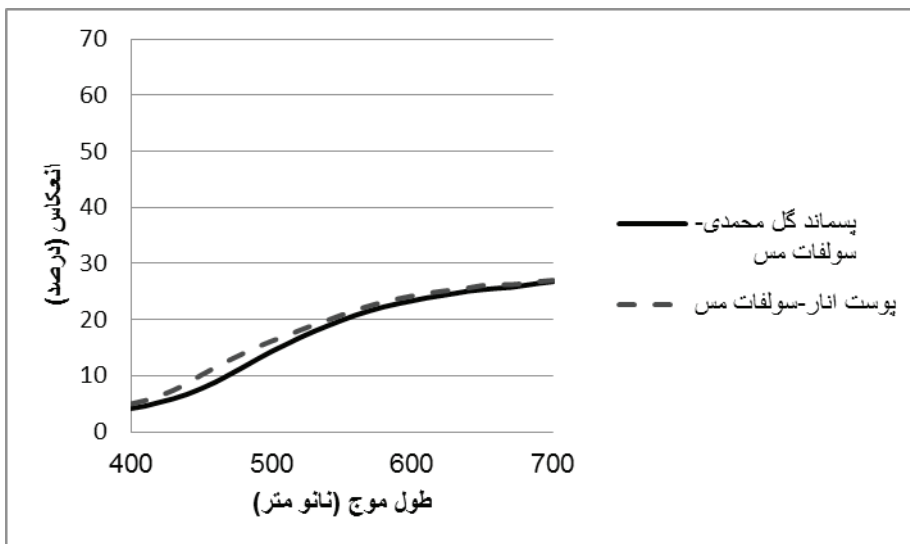


نمودار ۵: مقادیر طیف انعکاسی نمونه حاصل از رنگریزی دو ماده - بدون دندان (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

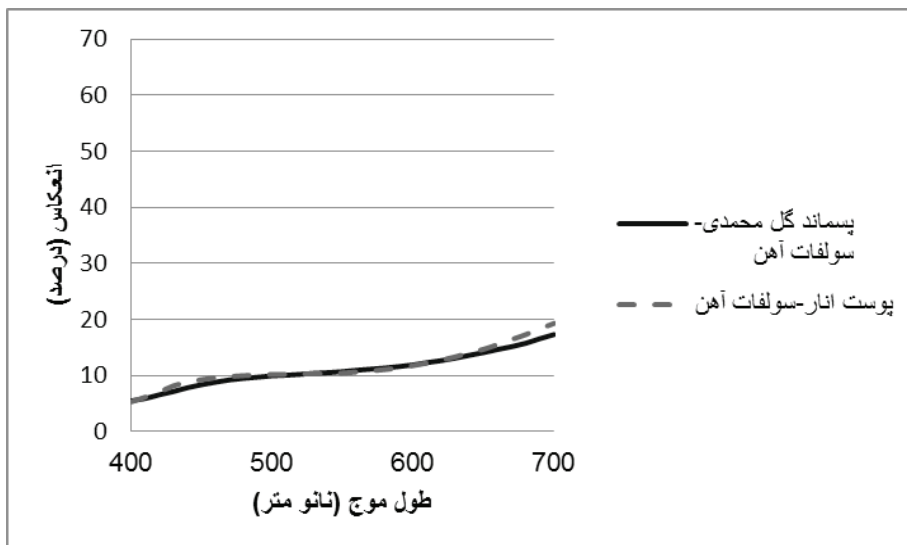
دندانه کلرور قلع است. با توجه به ویژگی انعکاسی دندانه کلرور قلع حاصل از رنگرزی پوست انار و پسماند گل محمدی نسبت به یکدیگر مشاهده می‌شود که اختلاف بین دو نمونه زیاد است. با توجه به نتایج به دست آمده در نمودار ۵ تا ۹ مشاهده می‌شود، اختلاف موجود در طیف انعکاسی در نمونه‌های سولفات آهن، سولفات مس، زاج سفید و بدون دندانه به ترتیب افزایش یافته که این اختلاف جزئی و غیر قابل توجه است. اما علی‌رغم اختلاف جزئی دندانه‌های مذکور، دندانه کلرور قلع حاصل از رنگرزی دو ماده رنگزا از اختلاف بیشتری نسبت به یکدیگر برخوردار هستند.



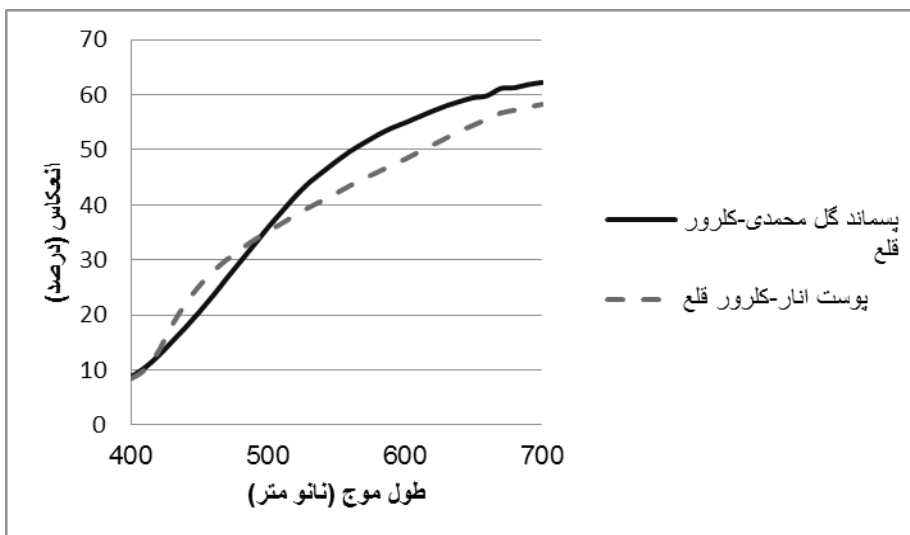
نمودار ۶: مقادیر طیف انعکاسی نمونه حاصل از رنگرزی دو ماده - زاج سفید (مأخذ: یافته‌های تحقیق)



نمودار ۷: مقادیر طیف انعکاسی نمونه حاصل از رنگرزی دو ماده - سولفات مس (مأخذ: یافته‌های تحقیق)



نمودار ۸: مقادیر طیف انعکاسی نمونه حاصل از رنگرزی دو ماده- سولفات آهن (مأخذ: یافته‌های تحقیق)



نمودار ۹: مقادیر طیف انعکاسی نمونه حاصل از رنگرزی دو ماده- کلرور قلع (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

## بررسی قابلیت جایگزینی

پس از انجام آزمایش‌ها و بررسی نتایج فوق، قابلیت جایگزینی پسماند گل محمدی با پوست انار مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. برای استحصال این نتیجه، از رابطه ۱ که بیانگر میزان اختلاف دو نمونه ن ۱۵-د ۳ و گ ۱۰-د ۳ است، استفاده می‌گردد، سپس نتایج مذکور در جدول ۵ ارائه می‌شود.

رابطه ۱:

$$\Delta E^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{0.5}$$

جدول ۵: اختلاف حاصل از رنگریزی دو ماده (مأخذ: یافته‌های تحقیق)

نوع نمونه	$\Delta E^*$
بدون دندانه	۵/۶۲
زاج سفید	۱/۶۴
سولفات مس	۴/۷۷
سولفات آهن	۲/۷۲
کلرور قلع	۱۱/۱۶

نتایج درج شده در جدول ۵ نشان می‌دهد که نمونه زاج سفید به دلیل حصول اختلاف پایین، از قابلیت جایگزینی با میزان مذکور برخوردار است. همچنین با توجه به اختلاف موجود دندانه سولفات آهن، سولفات مس و بدون دندانه، می‌توان با کاهش پسماند گل محمدی در رنگریزی به فام رنگی پوست انار دست یافت. اما با مشاهده اختلاف قابل توجه دندانه کلرور قلع حاصل از رنگریزی دو ماده، می‌توان نتیجه گرفت که پسماند گل محمدی فاقد قابلیت جایگزینی با پوست انار است و برای رسیدن به این هدف نیاز به انجام آزمایش‌های بیشتری است.

## نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر توجه به زائد بودن و مشکلات ناشی از انتقال و دفع پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری و آلودگی زیست محیطی ناشی از آن، در کانون توجه قرار گرفت و برای رفع مشکلات مذکور، کاربرد مجدد آن به‌عنوان رنگزا در رنگریزی طبیعی پیشنهاد گردید. بدین سبب، کاربرد این ماده در رنگریزی نخ پشمی مورد ارزیابی قرار گرفت.

با جمع‌آوری و بررسی نظرات افراد فعال در صنعت قالی پیرامون فام رنگی حاصل از رنگریزی پسماند گل محمدی مشخص شد که این ماده دارای کاربرد در تولید قالی است. سپس با اندازه‌گیری ثبات نوری و شست‌وشویی مشخص گردید که نتایج به‌دست آمده در محدوده قابل قبولی قرار دارد، که دلیل این ثبات مناسب را می‌توان وجود تانن در پسماند گل محمدی و استفاده از دندانه دانست.

سپس مقایسه با رنگزای مرسوم در تولید قالی نشان داد که پسماند گل محمدی از فامی مشابه با فام رنگزای پوست انار برخوردار است. مقایسه ثبات نوری و شست‌وشویی نمونه‌های حاصل از رنگریزی دو رنگزا نشان داد که ویژگی ثباتی پسماند گل محمدی و رنگزای پوست انار مشابه یکدیگر است. با توجه به ویژگی‌های انعکاسی و رنگی نمونه‌ها مشخص شد که نخ‌های پشمی حاصل از رنگریزی پسماند گل محمدی با دندانه‌های زاج سفید، سولفات مس، سولفات آهن و نمونه بدون دندانه مشابه دندانه‌های مذکور حاصل از رنگزای پوست انار است و آن‌ها از قابلیت جایگزینی برخوردار هستند. همچنین بررسی نظرات افراد فعال در عرصه تولید قالی نشان داد که فام رنگی حاصل از رنگریزی این دو ماده مشابه یکدیگر است که این مشابهت بیانگر مطلوبیت فام

رنگی پسماند گل محمدی در تولید قالی است. با توجه به جمع‌بندی و ارزیابی نتایج فوق، می‌توان استدلال کرد که پسماند گل محمدی حاصل از گلاب‌گیری علاوه بر کاربرد به‌عنوان رنگزای نوین در رنگرزی طبیعی، در صنعت قالی نیز قابل استفاده است.

### پی‌نوشت‌ها

1. Rosa Damascena Mill
2. Rosaceae
3. Damask Rose
4. Persian Rose
5. Punica-Grant

### فهرست منابع

۱. اکرامی، احسان و شمس ناتری، علی (۱۳۸۶) رنگرزی پشم با رنگ استخراج شده از رنگزای طبیعی پوست انار، دومین سمینار ملی تحقیقات فرش دستباف.
۲. حیاتی، مهدی (۱۳۸۴) رنگرزی الیاف با رنگ‌های طبیعی، تهران: انتشارات مؤسسه عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.
۳. شمس ناتری، علی، صابری مطلق، محمود و اکرامی، احسان (۱۳۸۶) رنگرزی کالای پشمی با رنگزای گل محمدی (گل سرخ)، دومین سمینار ملی تحقیقات فرش دستباف.
۴. صدری، نسرین (۱۳۸۶) رنگرزی الیاف و نخ (پشم، ابریشم، پنبه)، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر.
۵. صوراسرافیل، شیرین (۱۳۷۸) رنگ‌های ایرانی، تهران: مؤسسه تحقیقات فرش دستباف.
۶. کافی، محسن و ریاضی، یحیی (۱۳۸۰) پرورش گل

- محمدی و تولید گلاب، تهران: نشر پرچین.
۷. کردوانی، پرویز و غفار، امیر حسین (۱۳۸۳) «بررسی صنعت گلاب‌گیری و اهمیت آن در بخش قمصر کاشان»، فصلنامه پژوهش‌های جغرافی، شماره ۴۷، بهار.
  ۸. مظفریان، ولی‌الله (۱۳۸۳) درختچه و درختچه‌های زیتنی ایران، تهران: انتشارات فرهنگ معاصر.
  ۹. مؤسسه ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، www.isiri.org

۱۰. نامدار، مهدی، شاهرخ، مرتضی و اولیایی، مصطفی (۱۳۴۱) شیمی گیاهی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۱۱. نصری اشرفی، جهانگیر و شیرزادی آهودشتی، عباس (۱۳۸۸) تاریخ هنر ایران، تهران: نشر آرون.
12. Kulkarni S.S, Gokhale A.V, Bodake U.M & Pathade G.R. (2011) "Cotton Dyeing with Natural Dye Extracted from Pomegranate (Punica granatum) Peel", *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, Vol. 1, pp 135-139.
13. Loghmani-Khouzani H., Sabzi Fini. O & Safari. J. (2007) "Essential Oil Composition of Rosa damascena Mill Cultivated in Central Iran", *Journal of Sharif University of Technology*, Vol. 14, pp.316-319.
14. Mikanagi Y., Saito N, Yokoi M, & Tatsuzawa F. (2000) "Anthocyanins in flowers of genus Rosa, sections Cinnamomeae(=Rosa), Chinenses, Gallicanae and some modern garden rose", *Journal of Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 28, 887-902.