

## شناسایی کیفی نوع چربی استفاده شده در ساخت یک مشک چرمی منسوب به دوره سلجوقی، به روش ATR-FTIR

علیرضا کوچکزایی\* محسن محمدی آچاچلویی\*\* حمید فرهمند بروجنی\*\*\*

### چکیده

آثار چرمی، دارای ساختار آسیب پذیر آلی هستند و در ادوار مختلف تاریخی، نمونه‌های معدودی از آن‌ها برجای مانده است. به همین دلیل، مطالعه و حفاظت این آثار از اهمیتی خاص برخوردار است. طی آواربرداری سال ۱۳۸۵ در محوطه قلعه کوه قاین مربوط به عصر سلجوقی، تعدادی اثر چرمی نادر کشف شد. آثار چرمی با این قدمت و مکشوفه از محیط‌های مدفون، نیازمند بررسی دقیق ساختاری است. میزان و نوع چربی آزاد موجود در چرم نیز، در شناخت بهتر شیوه چرم‌سازی گذشته و آشنایی با منابع تهیه مواد اولیه این فرایند، حائز اهمیت است چراکه درکی صحیح از فرایندهای فرآوری چرم در این دوره تاریخی به دست می‌دهد.

بنابر آنچه بیان شد، شناسایی منبع روغن استفاده شده در چرم‌سازی، مسأله‌ای است که نگارندگان پژوهش حاضر درصدد پاسخ‌گویی به آن هستند. در این راستا، یک مشک چرمی یافت شده از قلعه کوه قاین با هدف شناسایی نوع چربی استفاده شده در روغن دهی آن، مطالعه گردیده است. بدین منظور نخست، چربی موجود در چرم با استفاده از حلال دی‌کلرومتان در سوکسله استخراج و با بهره‌گیری از طیف‌سنجی مادون قرمز و به روش طیف‌بینی انعکاس کل تضعیف شده (ATR-FTIR)، ارزیابی شد. این بررسی‌ها براساس نوارهای جذبی موجود در طیف به دست آمده از نمونه و مقایسه آن‌ها با نوارهای جذبی طیف‌های حاصل از روغن‌ها و چربی‌های طبیعی استفاده شده در چرم‌سازی، صورت پذیرفت.

نتایج این بررسی، نشان‌دهنده وجود ۴/۲۸۵ درصد چربی آزاد در نمونه آزمایشی بود که با توجه به مدفون بودن اثر در طول زمان در محیط خشک، میزان بالایی تلقی می‌شود و بیانگر استفاده از روغن و چربی برای تولید چرم است. درواقع، این امر نشانگر استفاده از روغن برای آب‌گریز کردن مشک بنابر کاربرد آن است. همچنین، براساس طیف‌های مادون قرمز حاصل از چربی استخراج شده و مقایسه آن با طیف‌های دیگر روغن‌ها و چربی‌ها، نوع چربی استفاده شده به احتمال بسیار، چربی حیوانی؛ حاصل از پیه گوسفند یا گاو بوده است.

**کلیدواژگان:** قلعه کوه قاین، مشک چرمی، چربی آزاد، اسیدهای چرب، ATR-FTIR.

## مقدمه

قلعه کوه قاین، از محوطه‌های تاریخی غنی در استان خراسان جنوبی است. این قلعه که در فاصله ۳٫۷ کیلومتری جاده قاین-بیرجند قرار گرفته (سروش، ۱۳۸۵: ۳)، مرکز فرماندهی قلاع منطقه قهستان<sup>۱</sup> در دوره سلجوقی بوده است (رجبی، ۱۳۸۴: ۱۱۳). نکته دارای اهمیت در این قلعه، کشف آثار چرمی متعددی است و از این حیث، یکی از منحصر به فردترین محوطه‌های تاریخی ایران است. در این محوطه، آثار چرمی همچون کفش، مشک و بقایایی از خز<sup>۲</sup> به دست آمده است که در میان آن‌ها، نمونه‌های شاخصی دیده می‌شود. بر اساس مطالعات صورت گرفته روی محوطه قلعه کوه، آثار مکشوفه از آن و نقش‌های آثار چرمی این محوطه، بیشتر این آثار به دوره سلجوقی نسبت داده شده است (سروش، ۱۳۸۵؛ سلطانی، ۱۳۸۷: ۲۹ و کوچکزایی، ۱۳۹۱). چرم‌سازی یکی از کهن‌ترین فن‌آوری‌های بشر بوده و تبدیل پوست خام به چرم را باید دومین صنعت بشر، پس از فن تیز کردن ابزارهای سنگی برای بریدن اشیا یا ضربه زدن به شکار و درندگان دانست (ملاردی و کارگر بهبهانی، ۱۳۸۱: ۱۹). از این رو، بررسی این آثار با توجه به ارزش‌های آن‌ها، از تمام جوانب، ضروری می‌نماید تا از صنعت چرم‌سازی عصر سلجوقی، شناختی درست به دست آید. از آنجایی که آثار چرمی بسیاری از قرون گذشته برجای نمانده و آثار این چنینی به ندرت کشف شده‌اند، مطالعه دقیق و حفاظت آن‌ها، از اهمیت بالایی برخوردار است. این امر ضرورت مطالعه، بررسی و حفاظت این آثار را بنابر ارزش‌های پنهان در آن‌ها، بیش از پیش آشکار می‌کند. یکی از مراحل چرم‌سازی، مرحله روغن‌دهی<sup>۳</sup> به چرم است. معمولاً روغن‌هایی که در مراحل مختلف، به پوست افزوده شده، بایستی از آن خارج شوند تا در عملیات رنگ‌رزی باعث نایک‌نواختی نشود (نجفی کوتثانی و دیگران، ۱۳۸۷: ۲۰). بنابراین چرم‌های تولیدشده، به علت نداشتن روغن کافی، معمولاً خشک شده و انعطاف خود را از دست می‌دهند. از این رو معمولاً در پایان عملیات چرم‌سازی، سطح چرم‌ها را با روغن و چربی‌های طبیعی چرب می‌کردند. این چربی‌ها شامل سه دسته کلی؛ چربی حیوانی، گیاهی و موم‌ها هستند (Santos et al. 2005: 5). این عمل، تا اندازه‌ای خاصیت آب‌گریزی چرم را افزایش می‌داد. نقش اصلی روغن در نرم کردن، قابلیت خم شدن، کشش، مقاومت در برابر آب، نرمی و چرب بودن سطح چرم است. همچنین وجود آن، چرم را در مقابل سائیدگی، مواد شیمیایی و کثیف شدن مقاوم می‌کند. مواد به کاررفته در این مرحله، روغن، چربی یا واکس است که پس از دباغی استفاده می‌شود (Florjan 2006: 51). بنابر نبود گزارش‌های مستند و شواهد کافی در رابطه با صنعت چرم‌سازی عصر سلجوقی

و پیرو آن‌ها، مواد استفاده شده در روغن‌دهی چرم، بررسی این آثار درک روشن‌تری را از منابع چربی مورد استفاده در فرآوری چرم این منطقه، فراهم می‌آورد. مسأله مهم در این باره، تعیین میزان چربی آزاد<sup>۴</sup> باقی مانده در ساختار چرم‌های تاریخی و شناسایی منبع چربی مصرفی است. با توجه به تأثیر نوع و میزان روغن‌های موجود در چرم‌های تاریخی از نظر منبع تهیه و همچنین تأثیر بر فرایندهای حفاظتی، مطالعه و شناخت آن‌ها از اهمیتی خاص برخوردار است. در این راستا، یک مشک چرمی منسوب به دوره سلجوقی با هدف شناسایی نوع چربی مورد استفاده در روغن‌دهی آن، بررسی شد. متداول‌ترین روش‌های روغن‌دهی سنتی چرم در منطقه، استفاده از چربی حیوانی حاصل از پیه گاو و گوسفند است بنابر گفته محمد قاسمی از دباغان سنتی کار خراسان جنوبی، معمولاً برای نرم کردن چرم‌های گاو از پیه گاو و برای چرم گوسفندی از پیه گوسفند، استفاده می‌شود (ارتباط شخصی، ۱۳۹۱/۵/۶). بر این اساس، احتمال استفاده از چربی‌های حیوانی در جریان استحصال این اثر، بیشتر است. ضمن اینکه روش یافته‌اندوزی در این پژوهش، آزمایشگاهی، میدانی و کتابخانه‌ای و شیوه تحلیل و استنتاج داده‌ها، مقایسه‌ای و کمی است.

## پیشینه پژوهش

درباره بررسی آثار چرمی مکشوفه از محوطه‌های تاریخی مدفون، گزارش‌های کمی منتشر شده است. بر اساس مطالعه‌ای روی یک لنگه کفش چرمی مکشوفه از قلعه کوه، برای دباغی این اثر، احتمالاً از دباغی گیاهی در ترکیب با زاج استفاده شده است (کوچکزایی، ۱۳۹۲). در این باره کوچکزایی و دیگران (۱۳۹۱)، گزارشی را درباره شناسایی نوع پوست و عامل دباغی آثار چرمی محوطه تاریخی قلعه کوه قاین منتشر کردند که در این میان، میزان چربی آزاد و احتمال دباغی روغنی نیز ارزیابی شده است. نتایج این پژوهش بیانگر این مطلب بود که در این محوطه، معمولاً از پوست بز با دباغی گیاهی در جریان فرآوری چرم استفاده می‌شده است. Hallebeek و Soest (1981) نیز، درباره میزان رطوبت و روغن موجود در چرم‌های دباغی شده با مواد گیاهی، مطالعاتی را انجام دادند و تلاش آن‌ها بر این بود که به ارائه روش‌های مرمتی متناسب با آن‌ها بپردازند. هر چند قضاوت در آثار تاریخی درباره استفاده از روغن‌ها و چربی‌ها، منوط به شناسایی دقیق عامل دباغی است با این همه، روغن‌ها و چربی‌های مورد استفاده در چرم‌سازی نیز ارزیابی شده‌اند (Tuck, 1983). Soest و همکاران در پژوهش دیگری در سال ۱۹۸۴ به شرح آزمایش‌های لازم پیش از حفاظت از آثار چرمی و چگونگی آن‌ها پرداخت. در این میان بایستی به سنجش pH، اندازه‌گیری میزان چربی، سولفات و رطوبت اشاره نمود. Chapman

داشت» (همان: ۲۱۸). بنابر عقیده بارتولد،<sup>۹</sup> شهر آرتاکوان در محل ارگ هرات قرار داشته که بعدها با نام اختیارالدین معروف گردید (بارتولد، ۱۳۷۲: ۸۶). از طرفی تاکنون در قلعه کوه، محیط پیرامون آن یا حتی سطح استان خراسان جنوبی، هیچ گونه آثار و شواهدی از تمدن هخامنشی به دست نیامده است (سروش، ۱۳۸۵: ۴). آرتاکوانا پایتخت هریوا، سرزمینی باستانی در اطراف هریود بود که امروزه مشتمل بر تمامی ولایت هرات و شرق خراسان است (Kazemi 2009: 2). از این رو، نمی توان با قطعیت قلعه کوه قاین را همان آرتاکوانا دانست.

باین همه، مسلم است که قلعه فعلی بر ویرانه های قلعه های ساخته شده و بنای فعلی در عصر سلجوقیان به دستور قاضی حسین قاینی که از جانب حسن صباح مأمور ترویج فرقه اسماعیلیه در قهستان و خراسان شده بود، مرمت و بازسازی شد. این قلعه اواخر سده پنجم ه.ق.، به عنوان مرکز فرماندهی و هدایت دیگر قلعه های قهستان، انتخاب شد که این امر نشانگر اهمیت و تسخیرناپذیری آن بوده است. ضمن اینکه، خواجه نصیرالدین طوسی در سده هفتم ه.ق. به این قلعه آمده و مدت ها در این قلعه ساکن بوده و کتاب "اخلاق ناصری" را به نام ناصرالدین محتشم، فرمانروای قهستان نگاشته است. این دژ، مشابهتی با قلعه آشیانه عقاب فیروزآباد مربوط به اوایل دوره ساسانی دارد. همچنین معماری و فرم طاق ها، طاقچه ها و درگاه های برجای مانده از آن، پیشینه این قلعه را به دوره ساسانی تأیید می کنند. با این وجود برخی از پژوهشگران معتقدند که این قلعه، از قلعه های به یادگار مانده از دوران هخامنشی است. در حال حاضر، قلعه کوه قاین با شماره ۴۸۰۳، در فهرست آثار ملی کشور به ثبت رسیده است (رجبی، ۱۳۸۴: ۱۱۴-۱۱۲).

#### معرفی نمونه مطالعاتی

اثری که در پژوهش حاضر مطالعه شده، یک مشک چرمی مکشوفه از قلعه کوه قاین است که در جریان آواربرداری سال ۱۳۸۵ در این محوطه تاریخی به دست آمده است (سروش، ۱۳۸۵). شیوه استفاده از چرم در آن به صورت وارونه بوده و سطح لش پوست، رو قرار گرفته است. قسمت پاها و دست ها به گونه ای درون هم قرار گرفته اند که حالت دسته ایجاد کنند. قسمت دسته ها دارای حفره هایی است که احتمالاً برای جلوگیری از تعرق دست ها، ایجاد شده اند. محل جدایش پوست از حیوان یا تولک، با چرمی تیره تر نسبت به بدنه، بسته شده است. بخش هایی از مشک که هنگام پوست کنی آسیب دیده اند، به وسیله وصله هایی چرمی با رنگ مایل به قرمز از داخل و بیرون، وصله شده اند. قسمت انتهایی هم با نوارهای نخی بافته و تزئین شده است (تصویر ۱).

(1987)، ویژگی های چرم های دباغی شده با روغن را مطالعه کرد و تأثیر آن ها بر روش های پاک سازی در آثار آمریکای شمالی بررسی کرد. Godfrey و Richardson (1990) نیز، مواد مختلف مورد استفاده در درمان چرم های تاریخی اشباع از آب همچون مواد استفاده شده در روغن دهی چرم را به روش FTIR ارزیابی کردند. Nel و Pemberton (2008)، مواد سفید تشکیل شده روی جلدهای چرمی مربوط به سده بیستم را که حاصل اسیدهای چرب<sup>۵</sup> و نمک های مربوط به کلسیم بودند، با استفاده از FTIR و SEM/EDS، مطالعه و بررسی کردند. Xiaomin و همکاران (۲۰۰۹)، به بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در ساختار چرم، به روش GC-MS پرداختند. از آنالیز FTIR در موارد دیگری همچون بررسی و ارزیابی پاک سازی آثار چرمی (Boyatzis et al. 2009) یا پرداخت نهایی چرم نیز، بهره گرفته شده است (Cantero et al., 2009). با این حال، گزارشی درباره استفاده از این روش در شناسایی منبع روغن های استفاده شده در فرایند پرداخت و استحصال چرم های تاریخی، دیده نشده است.

#### قلعه کوه قاین

قلعه کوه، هم اکنون ویرانه ای بر فراز قلعه ای از کوه ابوذر است که از سطح دشت مرتفع قاین، ۵۰۰ متر ارتفاع دارد (اسماعیل نژاد، ۱۳۸۸: ۱۵۵ و ۱۵۶). این ویرانه، بقایای قلعه ای بزرگ با سیستم دفاعی استوار است. در خصوص تاریخچه این قلعه نظریه های گوناگونی وجود دارد. دکتر بلو<sup>۶</sup> که همراه با گلداسمید<sup>۷</sup> از سال ۱۸۷۲ از قاین بازدید کرده اند، این قلعه را همان شهر آرتاکوانا که کاخ تابستانی سلاطین هخامنشی ایران بوده و هنگام حمله اسکندر (۳۲۸ ق.م)، بیش از سیزده هزار نیروی مدافع از این دژ در برابر لشکر انبوه وی جنگیدند، می دانند (سعیدزاده، ۱۳۷۱: ۷۴). ژنرال سرپرسی سایکس<sup>۸</sup> در سال ۱۳۱۱ ه.ق، از قاین بازدید و این نظریه را تأیید می کند و در این باره چنین می نویسد: «سیزده هزار نفر از مدافعین آرتاکوانا از بالای ساختمان بزرگ و مرتفعی با سپاه اسکندر جدال می کردند و احتمال می رود مراد از ساختمان مزبور همین قلعه کنونی باشد. آرتاکوانا و آرتاکوان خیلی شبیه هرات و قاین تلفظ می شود، خلاصه اگر قاین همان آرتاکوان باشد، اسکندر از طریق شاهگین و دُرُخش به طیس رفته است» (سایکس، ۱۳۶۳: ۴۰۴). اما برخی اسناد دیگر، یکسانی قلعه کوه و آرتاکوانا را رد می کند. در کتاب "جغرافیای تاریخی ایران باستان"، بارها این موضوع که شهر آرتاکوانا در هرات واقع بوده، ذکر شده است (مشکور، ۱۳۷۱: ۱۷۶ و ۱۷۵). مشکور در این کتاب بیان می کند: «... یکی از شهرهای مهم این ایالت [هرات]، آرتاکوانا بود که نزدیک غوریان، پائین تر از هریود قرار

## آزمایش‌ها

### - تعیین درصد چربی آزاد چرم و آماده سازی نمونه

۱,۰۱۵۲ گرم از چرم با تقریب  $1 \text{ gT} \pm 0,0001$  توزین و در ورقی از کتان بدون چربی قرار گرفت و در محفظه انگشتی دستگاه سوکسله<sup>۱</sup>، گذاشته شد. فلاسک استخراج را در دمای  $100^\circ\text{C}$  خشک کرده و پس از خنک شدن در دسیکاتور، با تقریب  $1 \text{ gT} \pm 0,0001$  توزین شد. فلاسک تا  $2/3$  آن با دی کلرومتان<sup>۱۱</sup> پر شد و به مدت ۵ ساعت، عمل استخراج روی نمونه انجام گرفت. پس از اتمام استخراج، فلاسک در دمای  $100^\circ\text{C}$  به مدت ۲ ساعت قرار گرفت و پس از آن در دسیکاتور، خنک و توزین گشت. در این بررسی برای توزین، از ترازوی دیجیتال Sartorius LA230S استفاده شد. میزان چربی و روغن چرم با استفاده از فرمول زیر و قراردادن اعداد به دست آمده در هر بخش، محاسبه گردید (Shao, 2005: 58-59; Soest et al. 1984).

$$100 \times \frac{W_{\text{فلاسک}} - W_{\text{فلاسک و چربی استخراجی}}}{W_{\text{نمونه}}} = \% \text{ روغن و چربی نمونه}$$

از چربی استخراجی برای طیف‌سنجی ATR-FTIR استفاده شد. نمونه‌های پیه گاو و گوسفند نیز پس از تهیه، در حلال دی کلرومتان به مدت ۲۴ ساعت حل شد و محلول حاصل پس از تغلیظ برای طیف‌سنجی آماده گردید.

### - ابزار و روش کار در طیف‌سنجی RITF-RTA

برای بررسی ساختاری، از دستگاه FTIR Spectrometer مدل Nicolet Nexus 470، ساخت شرکت Thermo Nicolet آمریکا، متصل به نرم‌افزار OMNIC، مجهز به PIKE MIRacle (ATR) attenuated total reflectance با سطح آنالیزور کریستال ZnSe، استفاده شد. محدوده مورد بررسی  $650 \text{ cm}^{-1}$  الی  $4000 \text{ cm}^{-1}$  و طیف‌ها حاصل ۳۲ پیمایش با تفکیک‌پذیری  $4 \text{ cm}^{-1}$  بودند. در این راستا، چربی استخراجی چرم و پیه گاو و گوسفند بررسی شدند. چربی‌ها همراه با حلال، به صورت قطره‌ای



تصویر ۱. مشک چرمی مطالعه شده (نگارندگان)

بر سطح کریستال منتقل و پس از تبخیر حلال، آنالیز صورت می‌گرفت. سایر طیف‌ها، بر گرفته از پایگاه داده IRUG، هستند.

### نتایج و بحث

پس از توزین دقیق نمونه و فلاسک سوکسله (قبل و پس از استخراج) و قراردادن اعداد به دست آمده در فرمول بیان شده در بخش آزمایش‌ها، درصد چربی آزاد موجود در نمونه چرم به این شیوه محاسبه شد:

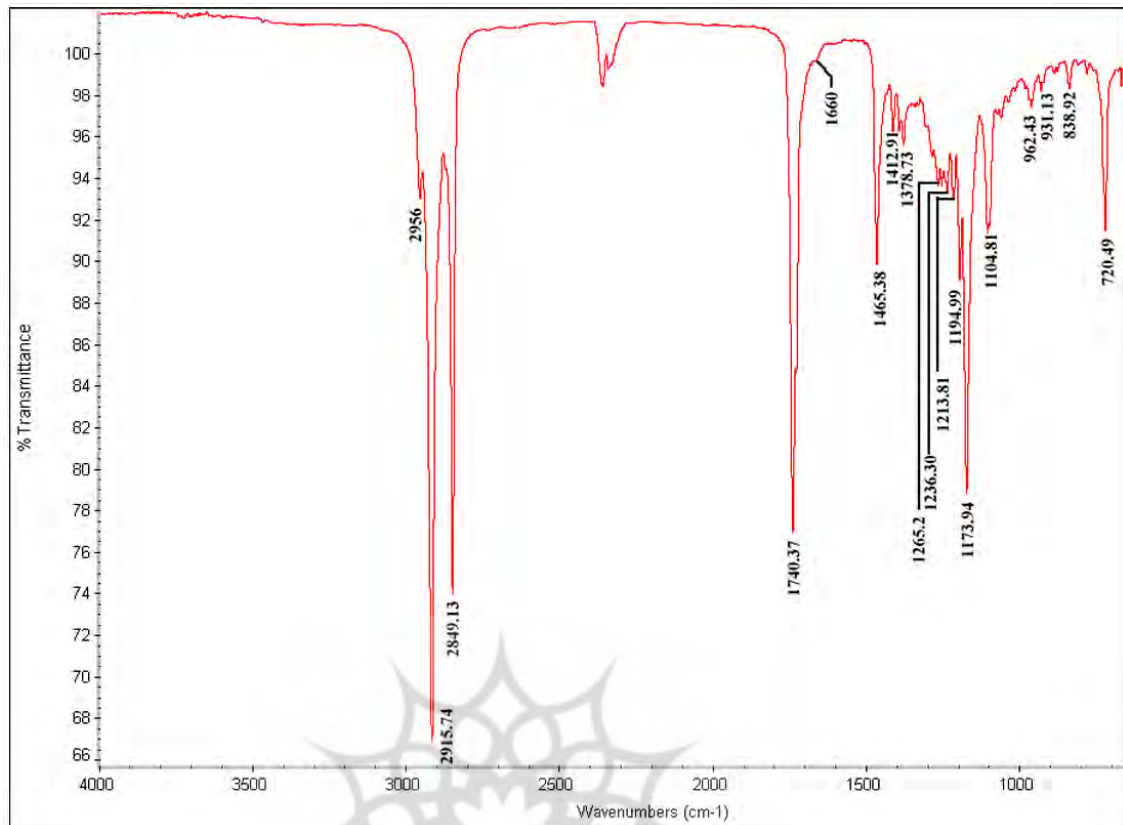
$$4,285\% = \frac{0,152 \text{ g} \times 100 - 59,2475 \text{ g} - 59,291 \text{ g}}{59,291 \text{ g}} \times 100 = \% \text{ روغن و چربی نمونه}$$

بقای بیش از ۴,۲ درصد چربی در ساختار نمونه‌ای با این قدمت با توجه به کاربرد آن، به علت نیاز به آب‌گریز بودن بالایی چرم و لزوم روغن‌دهی کافی به چرم است. طیف ATR-FTIR چربی استخراجی، در تصویر ۲ دیده می‌شود. بنیان‌های موجود در چربی، بر اساس ناحیه جذب آن‌ها در طیف‌های مادون قرمز در جدول ۱، خلاصه شده‌اند. مواد استفاده شده در فرایند روغن‌دهی چرم، در سه دسته؛ موم‌ها،<sup>۱۲</sup> روغن‌های گیاهی<sup>۱۴</sup> و حیوانی<sup>۱۵</sup> طبقه‌بندی می‌شود (Santos et al. 2005:5). نوع و ویژگی‌های مهم‌ترین مواد استفاده شده در روغن‌دهی چرم، در جدول ۲ ارائه گردیده است.

### - موم‌ها

مهم‌ترین موم‌های طبیعی مورد استفاده در فرایند روغن‌دهی چرم عبارتند از: موم کارنوبا،<sup>۱۶</sup> موم کاندلیلا،<sup>۱۷</sup> موم زنبور عسل،<sup>۱۸</sup> پارافین<sup>۱۹</sup> و لانولین<sup>۲۰</sup> که در تصویر ۳ طیف‌های ATR-FTIR آن‌ها و چربی چرم، ارائه شده است.

در تصویر ۳، دیاگرام‌های e و b در  $3500 \text{ cm}^{-1}$  که مربوط به OH است، دارای جذب بوده در حالی که دیاگرام ex چنین جذبی را نشان نمی‌دهد. در حدود  $1740 \text{ cm}^{-1}$  تمامی طیف‌های a, b, c, d, e از لحاظ جذب، شدت جذب و تعداد شاخه‌های موجود در این طیف با نمونه استخراجی، تفاوت دارند که مربوط به پیوند C=O در استرهاست. در ناحیه اثر انگشت از حدود  $800 \text{ cm}^{-1}$  تا  $1200 \text{ cm}^{-1}$  در طیف نمونه استخراجی با نمونه‌های موم از حیث جذب در این بازه، شدت جذب و عدد موج، با یکدیگر متفاوت‌اند. برای نمونه،  $962 \text{ cm}^{-1}$  که مربوط به ساختار C=C ترانس اسیدهای چرب است، با طیف‌های b و e از لحاظ ناحیه جذب متفاوت است. از دیگر سو، این دو نمونه در  $3500 \text{ cm}^{-1}$  دارای جذب بوده و از این جهت با طیف نمونه استخراجی تفاوت دارند. طیف‌های a, c و d نیز یا در این محدوده جذبی نداشته یا میزان آن بسیار کم بوده که قابل مشاهده نیست. در  $720 \text{ cm}^{-1}$  مربوط به HC=CH نیز، میزان جذب و تعداد شاخه‌های جذب متفاوت است.



تصویر ۲. طیف ATR-FTIR از چربی استخراجی (نگارنگان)

طیف ارائه شده در تصویر ۲، اشاره به ساختاری استری<sup>۱۲</sup> دارد که گروه‌های عاملی موجود در آن، بدین شرح است:  
 $1720,49\text{ cm}^{-1}$  مربوط به  $\text{CH}=\text{C}$  با ساختار سیس،  $1173,94\text{ cm}^{-1}$  ارتعاش کششی  $\text{C}-\text{O}$  پیوند ارتعاشی و کششی  $\text{C}-\text{O}$  مربوط به استرها،  $1378,73\text{ cm}^{-1}$  مربوط به  $\text{C}-\text{H}$  ( $-\text{CH}_2$ )،  $1412,91\text{ cm}^{-1}$  مربوط به گروه عاملی  $\text{C}-\text{O}-\text{H}$ ، نشان‌دهنده پیوند  $\text{C}-\text{H}$  مربوط به گروه متیلن در چربی‌ها،  $1174,37\text{ cm}^{-1}$  متعلق به پیوند کششی  $\text{C}=\text{O}$  در استرها،  $2915,74\text{ cm}^{-1}$  تا  $2849,13\text{ cm}^{-1}$  متعلق به گروه عاملی  $-\text{CH}_2$  و  $-\text{CH}_3$  در چربی‌ها،  $1104,81\text{ cm}^{-1}$  متعلق به  $-\text{C}-\text{O}$ ،  $962,43\text{ cm}^{-1}$  مربوط به  $-\text{CH}=\text{CH}-$  (trans-olefin) و  $1194,99\text{ cm}^{-1}$  احتمالاً اشاره به ساختار  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  دارد (Hu et al. 2010; Derrick et al. 1999: 102-103; Rohman et al. 2010; Kim et al. 2007; Megahed et al. 2011)

جدول ۱. گروه‌های عاملی موجود در چربی براساس عدد موجی جذب‌شده

ردیف	عدد موج	ساختار احتمالی گروه	توضیحات
۱	$1740,37\text{ cm}^{-1}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	تمام این گروه‌های عاملی، مربوط به ساختارهای استری و موجود در اسیدهای چرب است. وجود پیوند دوگانه در ردیف پنجم و ششم، بیان‌کننده وجود اسید چرب اشباع‌نشده بین سایر اسیدهای چرب است.
۲	$1412,91\text{ cm}^{-1}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$	
۳	$1465,38\text{ cm}^{-1}$ ; $2915,74\text{ cm}^{-1}$ ; $2849,13\text{ cm}^{-1}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{C}- \\   \\ \text{H} \end{array}$	
۴	$2956\text{ cm}^{-1}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	
۵	$720,49\text{ cm}^{-1}$ (ساختار سیس)	$\begin{array}{c} \text{C}=\text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
۶	$962,43\text{ cm}^{-1}$ (ساختار ترانس)	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}=\text{C} \\   \\ \text{H} \end{array}$	
۷	$1194,99\text{ cm}^{-1}$	$\text{C}-\text{O}-\text{C}$	

(نگارنگان)

جدول ۲. مواد استفاده شده در روغن دهی چرم؛ ویژگی ها و منابع تهیه آن ها

نوع	عنوان	ویژگی ها	منبع
چرم	کارنوبا	زرد رنگ، شکننده، در دمای $71^{\circ}\text{C}$ تا $78^{\circ}\text{C}$ ذوب می شود، به چرم حالت نرمی می دهد و دارای پلی استرهای بزرگ است.	برگ های درخت نخل برزیلی
	کاندلیلا	خواصی شبیه به موم کارنوبا و در درجه حرارت $68^{\circ}\text{C}$ ذوب می شود.	
	موم زنبور عسل	نقطه ذوب بین $60^{\circ}\text{C}$ تا $63^{\circ}\text{C}$ ، جاذب گرد و غبار، خاصیت چسبندگی بسیاری دارد، در آب نامحلول اند، بخار آب در آن نفوذ می کند، ترکیبی از استرهای حاصل از اسیدها و الکل هایی با بیش از ۳۶ کربن و تعدادی هیدروکربن با وزن مولکولی زیاد است.	ذوب کردن لانه زنبور عسل
روغن گیاهی	پارافین	سفید رنگ، نقطه ذوب بین $35^{\circ}\text{C}$ تا $56^{\circ}\text{C}$ ، مخلوط آن با رزین ماده اصلی برای آب گریز کردن چرم های دباغی شده با کروم است.	نفت
	لانولین	مومی شکل، مایل به قهوه ای، بوی نامطبوع، نقطه ذوب $40^{\circ}\text{C}$ ، محلول در الکل، دارای درصد کمی الکل های آزاد و دربردارنده حدود ۹۵ درصد استرهای اسید چرب.	محصول جانبی شست و شوی پشم
	روغن نارگیل	مشابه روغن پشم، بر چرم های سفید برتری دارد، در برابر نور تغییر رنگ نمی دهد، نقطه ذوب $27^{\circ}\text{C}$ الی $32^{\circ}\text{C}$ ، وزن مخصوص $0.926$ ، دارای عدد صابونی شدن $251$ الی $263$ و عدد ید $8$ الی $9.6$ است.	پوست یا قسمت داخلی پوست نارگیل
روغن کرچک	روغن بزرک	خاصیت خشک شونده کامل، در مجاورت هوا اکسید شده، به سادگی سولفات دار می شود، مشابه روغن کرچک است، به دلیل خاصیت خشک شونده و اکسید شدن، در روغن دهی و خوراک دهی به چرم کمتر از آن استفاده می شود و پس از مدتی، چرم را سخت و غیر قابل انعطاف می کند.	دانه های رسیده گیاه بزرک یا کتان
	روغن کرچک	غلیظ، لزج و زرد روشن تا قهوه ای، به طور عمده از گلیسیرید اسید ریسینولئیک تشکیل شده، دارای ساختار درهم پیوند دوتایی ملکولی است که به آسانی پلیمر می شود و مخلوط این روغن و پیه گاو را روغن چرم می نامند.	دانه گیاه کرچک
	روغن زیتون	رنگی متمایل به سبز، مصرف عمده آن در صنایع صابون سازی و غذایی است.	میوه درخت زیتون
روغن حیوانی	پیه گاو	پیه گاو دارای نقطه ذوب $35^{\circ}\text{C}$ تا $38^{\circ}\text{C}$ ، رنگ مایل به زرد، سخت و دارای خاصیت پرکنندگی خوبی است. بدون آنکه چرم را زیاد نرم و کش دار کند، به آسانی به آن روغن می دهد.	پیه گاو
	پیه گوسفند	مشابه پیه گاو اما سخت تر، سفید تر و دارای چربی مایع کمتر و نقطه ذوب بین $35^{\circ}\text{C}$ تا $38^{\circ}\text{C}$	پیه گوسفند
	روغن سم	زرد کم رنگ، غیر خوراکی، قدرت نفوذ بسیار خوب، چرم را انعطاف پذیر کرده و از نرم شدن بیش از حد آن نیز جلوگیری می کند، از نوع روغن های اشباع است و می توان آن را سولفات دار کرد.	جوشاندن سم، پاچه ها یا قلم پای حیوانات
روغن حیوانی	اسید استئاریک (حاصل از چربی حیوانی)	مومی شکل، سفید، سخت، اسیدی چرب با فرمول $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ ، در دمای حدود $55^{\circ}\text{C}$ الی $71^{\circ}\text{C}$ ذوب می شود و دلیل اصلی شوره زدن چرم است.	چربی ها و روغن های حیوانی و نباتی، به ویژه پیه گاو
	روغن ماهی	مایل به قهوه ای، بویی زننده، به راحتی سولفات دار می شود، قدرت نفوذ خوبی دارد؛ به راحتی اکسید می شود و رنگ آن کبود، غلیظ و چسبناک می شود که با سولفات دار شدن این عیوب کاهش می یابد، غیر خشک شونده است و مصرف ویژه آن در ساختن چرم های شامو است.	از جوشاندن جگر تازه ماهی در آب و جدا کردن چربی ها به دست می آید.
	روغن نهنگ	مشابه روغن ماهی، به طور عمده از موم های مایع استرهای الکل پر چربی و بدون چربی تشکیل شده، روغن سر نهنگ بیشتر خواص یک واکس را دارد، رنگ آن زرد مایل به قهوه ای است و بوی بد روغن ماهی را ندارد و اکسیژن بسیار کمی را از هوا می گیرد و حتی در دمای $40^{\circ}\text{C}$ در برابر تجزیه، مقاوم است. این روغن را می توان سولفات دار کرد، نفوذ پذیری آن بسیار بالا است و مصرف آن در ساختن چرم های نرم دستکش و لباس است.	چربی نهنگ
	موئلون	در روغن دهی، خاصیت پرکنندگی خوبی دارد، آب دوست و محلول در آن است.	محصول اکسید کردن روغن خام کبد ماهی هنگام پوست پیرایی

(فرهنگ، ۱۳۶۶: ۴۰۰، ۴۲۵، ۱۱۷، ۱۵۶؛ ملاردی و کارگر بهبهانی، ۱۳۸۱: ۱۸۶-۱۸۳؛ نجفی کوتنائی و همکاران، ۱۳۸۷: ۷۰-۶۷؛

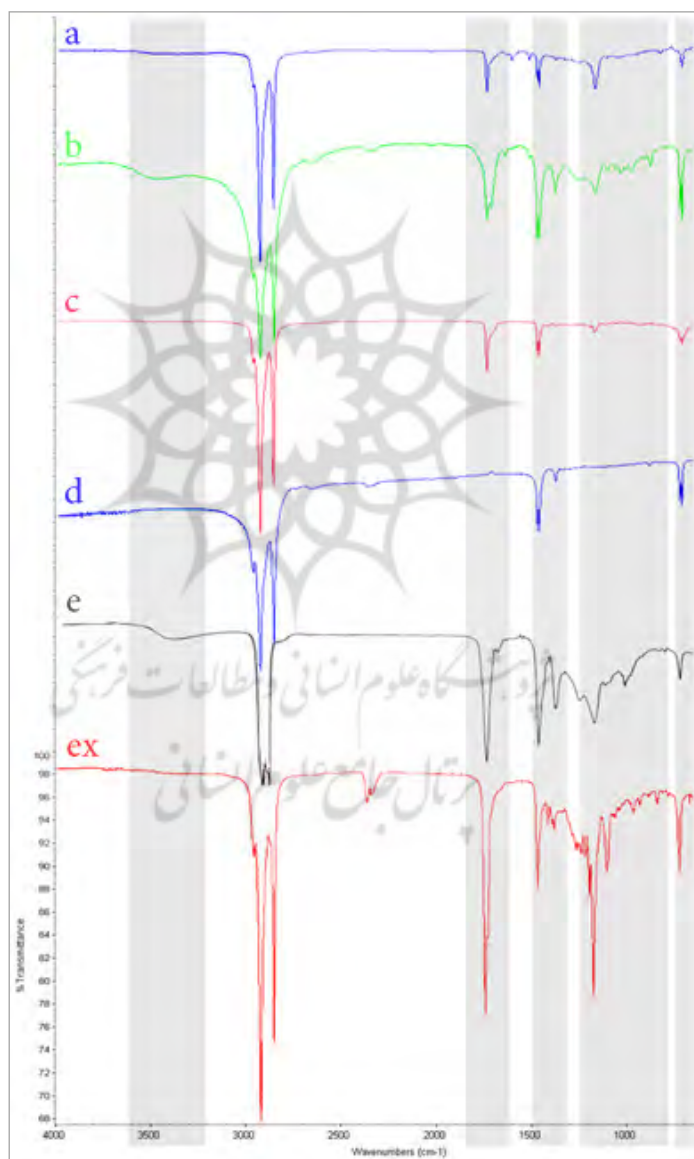
ماسشلین کلاینر، ۱۳۸۸: ۵۵ و ۶۱)

## روغن‌های گیاهی

دسته مهم دیگر مواد مورد استفاده در روغن دهی چرم، روغن‌های گیاهی هستند که پرکاربردترین آنها عبارتند از: روغن نارگیل<sup>۱</sup>، روغن بزرک<sup>۲</sup>، روغن کرچک<sup>۳</sup> و روغن زیتون<sup>۴</sup> که در تصویر ۴ طیف‌های ATR-FTIR آن‌ها و چربی چرم با یکدیگر مقایسه شده‌است.

در  $960\text{ cm}^{-1}$  مربوط به  $\text{HC}=\text{CH}$ -(ترانس) روغن‌ها، روغن‌های گیاهی جذب قابل مشاهده‌ای را عرضه نمی‌کنند. در روغن کرچک، در محدوده  $1000\text{ cm}^{-1}$  طیف جذبی را نشان می‌دهد. حال آنکه در چربی استخراجی، این میزان

جذب قابل مشاهده نیست. جذب در  $840\text{ cm}^{-1}$  برای چربی استخراجی، در نمونه‌های گیاهی حدود  $860\text{ cm}^{-1}$  دیده می‌شود.  $1200\text{ cm}^{-1}$  که مربوط به CO در استرها است، بجز در روغن کرچک و چربی چرم، جذبی را نشان نمی‌دهد. در  $1412\text{ cm}^{-1}$  مربوط به C-O-H، روغن‌های گیاهی جذب قابل مشاهده‌ای نداشته یا برای نمونه روغن کرچک، جذبی را در  $1430\text{ cm}^{-1}$  نشان می‌دهد که چربی استخراجی چرم، فاقد این جذب است. در عدد موجی  $2954\text{ cm}^{-1}$ <sup>۲۵</sup> مربوط به  $\text{CH}_3$ ، روغن‌های گیاهی پیک قابل توجهی را از خود نشان نمی‌دهند. روغن بزرک و کرچک در  $3500\text{ cm}^{-1}$  دارای OH هستند درحالی که



تصویر ۳. مقایسه طیف‌های ATR-FTIR انواع موم طبیعی استفاده شده در روغن دهی چرم و روغن استخراجی.

a: دیاگرام موم کارنوبا، b: موم کاندلیلا، c: موم زنبور عسل، d: پارافین، e: لانولین و ex: چربی استخراجی از نمونه چرم (نگارندگان)

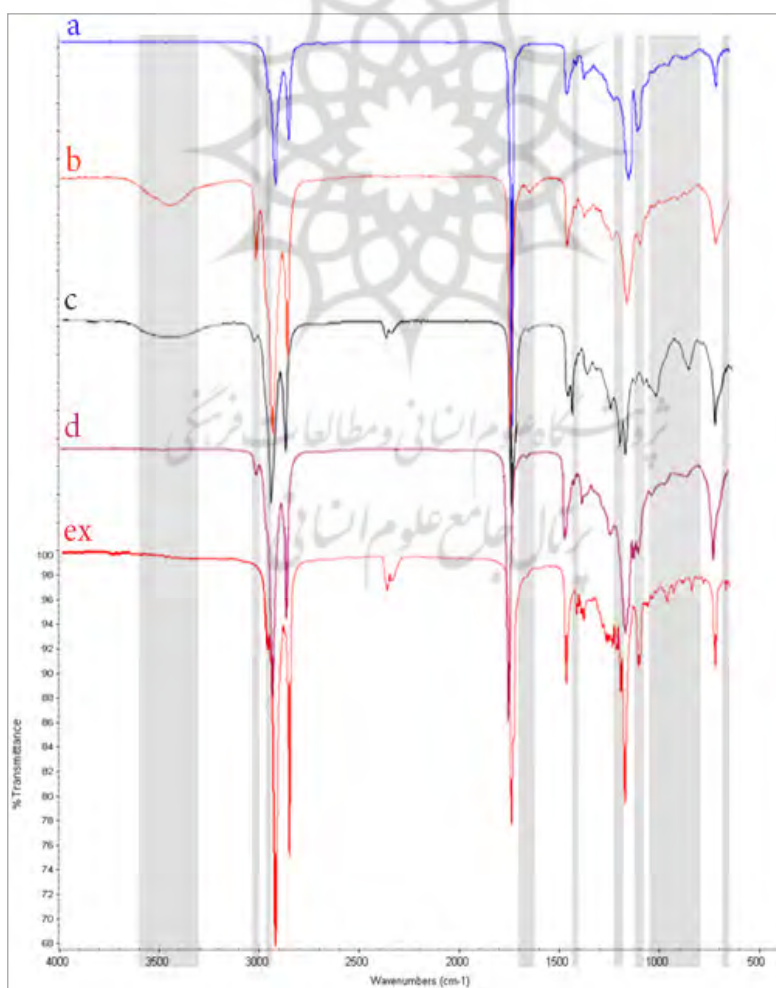
نمونه مطالعاتی، بدون جذب در این ناحیه است. بیشتر روغن‌های گیاهی در  $3010\text{ cm}^{-1}$  مربوط به  $\text{C}=\text{H}$ ، نمایانگر جذبی هستند که در نمونه چرمی چرم مشاهده نمی‌شود (تصویر ۴).

#### - روغن‌های حیوانی

مهم‌ترین چربی‌ها و روغن‌های حیوانی مورد استفاده در صنعت چرم عبارت از پیه گاو<sup>۲۶</sup>، پیه گوسفند<sup>۲۷</sup>، روغن سم<sup>۲۸</sup>، اسید استئاریک<sup>۲۹</sup> (اسید چرب حاصل از منابع چربی حیوانی)، روغن ماهی<sup>۳۰</sup>، روغن نهنگ<sup>۳۱</sup> و مولون<sup>۳۲</sup> است. در تصویر ۵ طیف‌های ATR-FTIR چربی‌های حیوانی و چرمی چرم با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

اسید استئاریک، در محدوده‌ای بین  $750\text{ cm}^{-1}$  تا  $1450\text{ cm}^{-1}$ ، جذب قابل توجهی نداشته است. این بازه در روغن ماهی نیز جذب خاصی ندارد و تنها در حدود  $1300\text{ cm}^{-1}$ ، پیکی با شدت کم قابل مشاهده است. این در حالی است که طیف‌های پیه

گاو و گوسفند، در این ناحیه بیشترین شباهت را میان سایر روغن‌ها با نمونه استخراجی دارند. جذب مربوط به  $\text{C}=\text{O}$  استر، در روغن ماهی حدود  $1705\text{ cm}^{-1}$  است اما نمونه استخراجی در  $1721\text{ cm}^{-1}$ ، از خود جذب نشان داده است. در این میان پیه گاو و گوسفند، بیشترین شباهت را با نمونه استخراجی دارند. در عدد موجی مربوط به  $\text{C}=\text{C}$  (سیس)، نمونه استخراجی در حدود  $720\text{ cm}^{-1}$  و پیه گوسفند  $721\text{ cm}^{-1}$  جذب داشته‌اند. حال آنکه پیه گاو در این محدوده دارای دو جذب در حدود  $705\text{ cm}^{-1}$  و  $738\text{ cm}^{-1}$  است. پیه گاو در حدود  $3060\text{ cm}^{-1}$ ، جذب کمی از خود نشان داده در صورتی که در پیه گوسفند این مقدار بسیار کمتر و در چرمی چرم، دیده نمی‌شود. میزان اسیدهای چرب موجود در پیه گاو و گوسفند در جدول ۳، آرایه شده است. این دو نوع چرمی از متداول‌ترین و در دسترس‌ترین چرمی‌های مورد استفاده در پرداخت چرم است و مشابه‌ترین طیف‌ها را با نمونه استخراجی دارند. اسید اولئیک<sup>۳۳</sup> یکی از ساختارهای مهم پیه گاو و گوسفند،

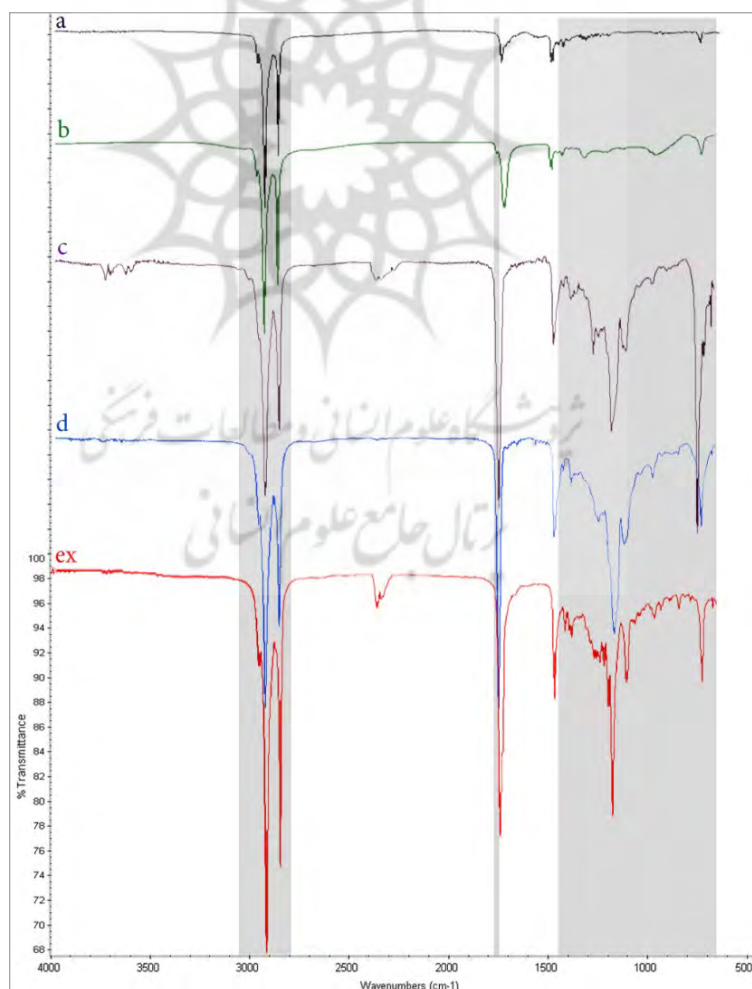


تصویر ۴. مقایسه طیف‌های ATR-FTIR انواع روغن گیاهی استفاده شده در روغن‌دهی چرم و روغن استخراجی. a: روغن نارگیل، b: روغن بزرک، c: روغن کرچک، d: روغن زیتون و ex: چرمی استخراجی از نمونه چرم (نگارندگان)

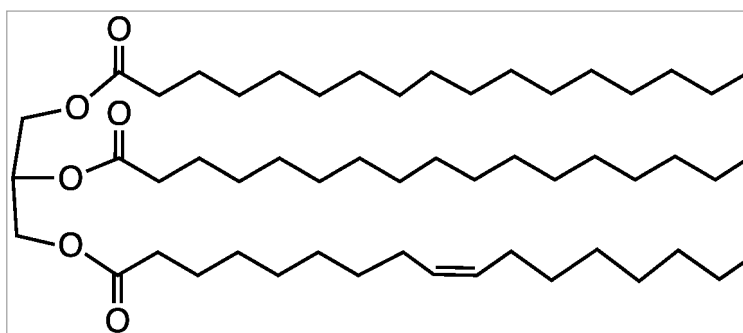


است. گلیسرین می‌تواند هر سه پیوند خود را با یک نوع اسید چرب بسازد اما معمولاً این سه نوع متفاوت‌اند. بسته به نوع اسیدهای چرب در تری‌گلیسرید، ساختار شیمیایی و فیزیکی چربی تعریف می‌شود. همان‌طور که در جدول ۳ آورده شده، بیشترین اسیدهای چرب موجود در چربی پیه گوسفند و گاو، از نوع اولئیک، پالمیتیک<sup>۳۵</sup> و استئاریک اسید است که ساختار عمده‌ترین تری‌گلیسرید پیه در تصویر ۶، ارائه شده است. از طرفی پرورش این دو حیوان در منطقه قاینات نیز، بین دامداران متداول است (رجبی، ۱۳۸۴: ۲۳۱). براساس نتایج به‌دست‌آمده و با در نظر گرفتن شیوه‌های متداول روغن‌دهی به چرم بین چرم‌سازان سنتی خراسان جنوبی که بر پایه استفاده از پیه گاو و گوسفند است و توجه به پیشینه کاربرد این دو ماده در چرم‌سازی سنتی، به احتمال بسیار از یکی از این دو چربی، برای چرب کردن این نمونه چرم استفاده شده است.

دارای ساختار اشباع‌نشده و به شکل سیس است که حضور آن با جذب در  $720\text{ cm}^{-1}$ ، توجیه‌پذیر است. البته اسیدهای چرب غیراشباع موجود، محدود به اسیدهایی با ساختار سیس نبوده‌اند و با وجود جذب در  $962\text{ cm}^{-1}$  در دیاگرام ATR-FTIR چربی استخراجی، حضور اسیدهای چرب غیراشباع با ساختار ترانس نیز قابل توجیه است. باین‌همه، باید خاطر نشان شود میزان آن‌ها به مراتب کمتر است. این نوع اسیدهای چرب، در ساختار پیه گوسفند حدود ۱۳ درصد و در پیه گاو حدود ۵ درصد است. بیشتر روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی موجود، ترکیبی از اسیدهای چرب و گلیسرول هستند که پیوند آن‌ها با خروج یک مولکول آب و ایجاد گروه عاملی استری، همراه است. طی این واکنش، چربی یا تری‌گلیسرید<sup>۳۴</sup> ایجاد می‌شود. گلیسرول، نوعی الکل چرب با ۳ گروه OH است. این الکل با ۳ زنجیره اسیدهای چرب می‌تواند وارد واکنش شود و با از دست دادن OH خود، پیوند C-O-C- را ایجاد کند که این گروه معمولاً در  $1194\text{ cm}^{-1}$  دارای جذب



تصویر ۵. مقایسه طیف‌های ATR-FTIR انواع روغن‌های حیوانی استفاده‌شده در روغن‌دهی چرم و روغن استخراجی.  
a: اسید استئاریک، b: روغن ماهی، c: پیه گاو، d: پیه گوسفند و e: چربی استخراجی از نمونه چرم (نگارندگان)



تصویر ۶. ساختار عمده ترین تری گلیسیرید پیه (نگارندگان)

جدول ۳. درصد اسیدهای چرب در پیه گاو و گوسفند

تعداد کربن	نام	گوسفند	گاو
۱۰	کاپریک	۰-۰,۱	۰,۱-۲
۱۲	لانتوریک	۰,۱-۰,۵	۰,۱
۱۴	میربستیک	۲,۸-۴,۹	۲,۷-۴,۸
۱۴	میروستولئیک	۰,۷-۰,۸	۰,۸-۲,۵
۱۶	پالمیتیک	۱۹,۵-۲۱,۳	۲۰,۹-۲۸,۹
۱۶	پالمیتولئیک	۱,۴-۲,۳	۲,۳-۹,۱
۱۷	مارگاریک	۱	۱
۱۸	استئاریک	۱۷,۶-۲۸,۹	۷-۲۶,۵
۱۸	اولئیک	۳۳,۲-۴۰,۴	۳۰,۴-۴۸
۱۸	لینولئیک	۱,۲-۳,۴	۰,۶-۱,۸
۱۸	لینولنیک	۱,۴-۱,۹	۰,۳-۰,۷
۲۰	آراچیدیک	۰,۳-۰,۳	۰,۹-۰,۹
۲۰	گادولئیک	۰,۲-۰,۳	۰,۳-۱,۷
۲۰	ایکوساد بنوئیک	۰	۰-۰,۱
۲۰	آراچیدونیک		
۲۲	بیهنیک	۰	۰-۰,۱
۲۲	اروسیک	۰	۰-تر
۲۴	لیگنوسریک	۰	۰-تر
۲۴	نروونیک	۰	۰
اسیدهای چرب ترانس		۱۱-۱۴,۶	۱,۳-۶,۶

(Haas, 2005: 163)

## نتیجه گیری

بر اساس مطالعات تاریخی - تطبیقی صورت گرفته روی محوطه قلعه کوه و آثار یافت شده از آن؛ مشک چرمی که در این تحقیق بررسی شد، احتمالاً متعلق به دوره سلجوقی است. یکی از مهم ترین مراحل چرم سازی، روغن دهی به چرم است که پس از دباغی انجام می شود. روغن کاری چرم نه تنها انعطاف و نرمی آن را حفظ می کند بلکه موجب آب گریز شدن آن نیز می شود. از دیگر سو همان گونه که بیان شد، مشک آب یاد شده نیازمند قابلیت آب گریزی بود و علت حضور بیش از ۴,۲ درصد چربی آزاد در ساختار چرمی با این قدمت نیز، همین امر است و از سویی فرایند دباغی را نیز بهبود می بخشد. ترکیباتی که در مرحله روغن دهی چرم از منابع طبیعی به دست می آید، به سه دسته؛ روغن ها و چربی های حیوانی، گیاهی و موم ها تقسیم بندی می شود. در بررسی طیف های IR نمونه های این ترکیبات، بیشترین شباهت مربوط به چربی های حیوانی به ویژه گاو و گوسفند است. طیف این دو نوع چربی از نظر ویژگی های نوارهای جذبی، شباهت زیادی با یکدیگر و چربی استخراجی چرم دارد. از این رو، ابراز نظر درباره پیه گاو یا گوسفند بودن چربی استخراجی، امری مشکل است. از طرفی، بر اساس پیشینه روغن دهی به چرم در این منطقه و شیوه متداول امروزی بین چرم سازان سنتی در خراسان جنوبی همراه با نتایج حاصل از بررسی طیف ها، احتمال استفاده از این دو نوع چربی در فرآوری چرم بیشتر است. باین وجود، پیه گاو برای پیوند سیس -CH=CH- در محدوده  $720\text{ cm}^{-1}$ ، در دو عدد موجی  $705\text{ cm}^{-1}$  و  $738\text{ cm}^{-1}$  دارای جذب است. حال آنکه چربی استخراجی در  $720\text{ cm}^{-1}$  و پیه گوسفند در  $721\text{ cm}^{-1}$ ، این پیک را نشان می دهند که احتمال حضور پیه گوسفند نسبت به پیه گاو را در چرم، افزایش می دهد. مهم ترین اسیدهای چرب موجود در پیه گوسفند عبارت از ۴,۴-۳۳,۲ درصد اسید اولئیک، ۳,۳-۱۹,۵ اسید پالمیتیک، ۹,۹-۲۸,۶ اسید استئاریک و ۶,۶-۱۱-۱۴ اسیدهای چرب با ساختار ترانس است. ضمن اینکه، پرورش این حیوانات در منطقه کشف اثر از گذشته تاکنون و در دسترس بودن آن برای چرم سازان و استفاده در جریان روغن دهی، احتمال استفاده از این نوع چربی ها را تأیید می کند.

## پی نوشت

۱. واژه قهستان، به معنای کوهستان است و به تناسب وضع طبیعی آن به این نام مرسوم گردیده است. برعکس سیستان که در خاور قهستان کنار دلتای هیرمند در یک سرزمین پست قرار دارد، سرزمین قهستان مرتفع و کوهستانی است (لسترنج، ۱۳۶۷: ۳۷۷). قهستان خراسان، از کناره شرقی کویر مرکزی و بیابان لوت تا مرزهای سیستان و افغانستان ادامه داشته است. این ناحیه مناطق ترشیز (کاشمر)، زاوه (ترت حیدریه)، خواف، گناباد، زیرکوه، خوسف، بیرجند، طبس گیلکی و طبس مسینان را دربر می گرفته است. قاین مرکز حکومت قهستان بوده و زمانی بزرگ ترین قلعه باطنیان (اسماعیلیه) در آن حوزه قرار داشته است (حاتمی نژاد، ۱۳۸۰: ۸۱).

2. Fur
3. Fat liquoring
4. Free fat
5. Fatty acids
6. Bellew
7. Goldsmid
8. Sir Percy Molesworth Sykes
9. Bartold
10. Soxhle
11. Dichloromethane
12. Ester (R—COOR فرمول به فرمولی کربوکسیلی)
13. Glycerol
14. Waxes oils

15. Vegetable oils
16. Carnauba wax
17. Candelilla wax
18. Beeswax
19. Paraffin
20. Lanolin
21. Coconut oil
22. Linseed oil
23. Castor Oil
24. Olive oil

۲۵. واحدی معادل Wavenumber است که با  $\text{cm}^{-1}$  بیان می‌شود و عکس طول موج است.

26. Beef tallow
27. Sheep tallow
28. Neat's-foot Oil
29. Stearic acid
30. Fish oil
31. Whale oil-Train oil
32. Moellon
33. Oleic acid
34. Triglyceride
35. Palmitic acid

## منابع و مآخذ

- اسماعیل نژاد، محمد (۱۳۸۸). تاریخ قاین از ورود اسلام تا حمله مغول، قم: بلاغت.
- بارتولد، واسیلی ولادیمیروویچ (۱۳۷۲). تذکره جغرافیای تاریخی ایران، چاپ دوم، تهران: توس.
- حاتمی نژاد، حسین (۱۳۸۰). جغرافیای شهرستان قاین، چاپ اول، مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.
- رجبی، نجیب‌الله (۱۳۸۴). تاریخ و جغرافیای شهرستان قاینات، چاپ اول، تهران: شهر آشوب.
- سایکس، سر پرسی (۱۳۶۳). سفرنامه، ترجمه حسین سعادت نوری، تهران: کتابخانه ابن سینا.
- سروش، محمدرضا (۱۳۸۵). گزارش فصل اول آواربرداری قلعه کوه قاین، بیرجند: سازمان میراث فرهنگی خراسان جنوبی.
- سعیدزاده، محسن (۱۳۷۱). تاریخ قاین، چاپ اول، قم: فروردین.
- سلطانی، سعید (۱۳۸۷). جستاری بر بازشناسی قلاع قهستان با تأکید بر طراحی، حفاظت و ساماندهی قلعه کوه قاین، تصحیح و ویراست محمدرضا سروش و مجتبی کاویان، بیرجند: قهستان.
- فرهنگ، پرویز (۱۳۶۶). فرهنگ مواد، تهران: جامعه ریخته‌گران ایران.
- کوچکزایی، علیرضا و محمدی آچاچلویی، محسن (۱۳۹۲). بررسی و درمان یک نمونه کفش چرمی منحصر به فرد منسوب به دوره سلجوقی، مکشوفه از محوطه تاریخی قلعه کوه قاین، همایش ملی باستان‌شناسی ایران، بیرجند: دانشگاه بیرجند.
- کوچکزایی، علیرضا (۱۳۹۱). بررسی تطبیقی نقوش چرم‌های قلعه کوه قاین با نقش‌مایه‌های سامانی، سلجوقی، ایلخانی و گلیم‌های امروزی قاین، فصلنامه مطالعات فرهنگی خراسان، سال هفتم، (۱)، پیاپی ۲۵: ۷۷-۱۱۰.
- کوچکزایی، علیرضا؛ احمدی، حسین و محمدی آچاچلویی، محسن (۱۳۹۱). چرم‌سازی عصر سلجوقی در قهستان خراسان (شناسایی نوع پوست و عامل دباغی آثار چرمی مکشوفه از محوطه تاریخی قلعه کوه قاین)، فصلنامه خراسان بزرگ، سال سوم، (۷): ۶۳-۵۳.
- لسترنج، گای (۱۳۶۷). جغرافیای تاریخی سرزمین‌های خلافت شرقی، ترجمه محمود عرفان، تهران: علمی و فرهنگی.
- ماسشلین کلاینر، لیلیان (۱۳۸۸). خواص مواد برای هنرمندان: چسب‌ها و جلاهای طبیعی، ترجمه حمید فرهمند بروجنی، چاپ سوم، اصفهان: گلدسته.

- مشکور، محمدجواد (۱۳۷۱). جغرافیای تاریخی ایران باستان، تهران: توس.
- ملاردی، محمدرضا و کارگر بهبهانی، فرحناز (۱۳۸۱). شیمی و تکنولوژی چرم، تهران: مبتکران.
- نجفی کوتنائی، حسین؛ حاجیلاری، مهرداد؛ متقی، زهرا و کشه فراهانی، مسعود (۱۳۸۷). فرایندهای شیمیایی و رنگرزی پوست و چرم، تهران: جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.
- Boyatzis, S. C., Kehagia, M. & Malea, K. (2009). Evaluation of effectiveness of tanned leather cleaning with SEM-EDX and FTIR spectroscopy. **International Conference TECHNART - Non Destructive and Microanalytical & Techniques in art and Cultural Heritage Research**, Athens. 27-30 April 2009
- Cantero, R., Riba, J. R., Canals, T., Izquierdo, L. L. & Iturriaga, H. (2009). Characterization of leather finishing by IR spectroscopy and canonical variate analysis. **Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists**, Vol. 93. No.1: 12-17.
- Chapman, V. (1987). The conservation of a group of North American Indian moccasins: A textile conservator's approach, In: James Black (ed), **Recent advances in the conservation and analysis of artifacts: Jubilee conservation conference papers**, London: Summer Schools Press. 207-210.
- Derrick, M., Stulik, R., Dusan, M. & Landry, J. (1999). **Infrared spectroscopy in conservation science**. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
- Florian. M. L. (2006). The mechanisms of deterioration in leather, In: M. Kite and R. Thomson (eds.), **Conservation of leather and related materials**, London: Butterworth-Heinemann, 36-57.
- Godfrey, I. M. & Richardson, G. W. (1990). Analysis of waterlogged leather using Fourier Transform Infra-Red (FTIR) spectroscopy. **AICCM Bulletin**, Vol. 16, No. 3: 73-84.
- Godfrey, I. M. & Richardson, G. W. (1990). Analysis of waterlogged leather using Fourier Transform Infra-Red (FTIR) spectroscopy. **AICCM Bulletin**, Vol. 16 No. 3: 73-84
- Haas, M. I. J. (2005). Animal fats. In: F. Shahidi (ed), **Bailey's industrial oil and fat products**, 161-212.
- Hallebeek, P. & Van Soest, H. A. B. (1981). Conservation of caskets and furniture covered with leather. In: **ICOM committee for conservation 6th triennial meeting**. Ottawa: International Council of Museums. pp. 1-10
- Hallebeek, P. & Van Soest, H. A. B. (1981). Conservation of caskets and furniture covered with leather. In: **ICOM Committee for Conservation 6th triennial meeting**: Ottawa: International Council of Museums, 1-10.
- <http://www.irug.org/> (access date: 10/9/2012)
- Hu, X., Toyoda, K., Yamanoue, M., Ihara, I. & Nakai, K. (2010). Evaluation of fatty acid profile of Wagyu beef by ATR-FTIR Spectroscopy. **Food Bioprocess Technol**, 3: 883-891.
- Kazemi, A. (2009). Architecture in Heart. **Current Trends in Civil Engineering and Architecture**. Afghanistan: Kabu. 28 March-1 April 2009.
- Kim, Y. S., Himmelsbach, D. & Kays, S. (2007). ATR-Fourier transform mid-Infrared Spectroscopy for determination of trans fatty acids in ground cereal products without oil extraction. **J. Agric. Food Chem**, 55: 4327-4333.
- Megahed, M., Nashy, H. A. G., El-Shahat & Al-Ashkar, E. A. (2011). Evaluation of fried edible oil and determination of trace elements content by FAAS. **Agric. Biol. J. N. Am.**, 2(4): 687-692.

- Pemberton, B. & Petronella, N. (2008). Identification of a white substance on 20th century leather bindings. **AICCM Bulletin**, Vol. 31: 28-34.
- Pemberton, B. & Petronella, N. (2008). Identification of a white substance on 20th century leather bindings. **AICCM Bulletin**, Vol. 31: 28-34.
- Rohman, A., Che Man, B., Ismail, Y., Hashim, A. & Hashim, P. (2010). Application of FTIR Spectroscopy for the determination of virgin coconut oil in binary mixtures with olive oil and palm oil. **J Am Oil Chem Soc**, 87: 601–606.
- Santos, L. M., Gutterres, M., Aquim, P. M. & Priebe, G. (2005). Influence of fats during leathermaking. **2nd Mercosur Congress on Chemical Engineering, 4th Mercosur Congress on Process Systems Engineering**. Village Rio das Pedras, Club Med, Rio de Janeiro.
- Shao, Y. (2005). Chemical analysis of leather. In: Q. Fan (ed.), **Chemical testing of textiles**, Abington: Woodhead Publishing, 47-73.
- Soest, H. A. B., Stambolov. T. P. & Hallebeck. B. (1984). Conservation of leather. **Studies in Conservation**, 29(1): 21-31.
- Tuck, D. H. (1983). **Oils and lubricants used on leather**. Leather Conservation Centre.
- Xiaomin, L., Hwei, M., Pengni, L. & Longfang, R. (2009). Study on the determination methods of free fatty acids in Leather (<http://www.aaqtc.org.ar/congresos/china2009/download/2-3/2-102.pdf> access date: 20/10/2012).
- <http://www.afgasialink.eu/KabulConf/Files/pap18.pdf> accessed: 2013.02.05

Received: 92013/10/

Accepted: 212014/7/



## Qualitative detection of type of fat used to make a leather bottle attributed to Seljuk period by ATR-FTIR spectroscopy

Alireza Koochakzaei\* Mohsen Mohammadi Achachluei\*\* *Hamid Farahmand Boroujeni\*\*\**

### Abstract

Leather artifacts having degradable organic structures can rarely survive through the passage of time. Study and conservation of these artifacts has a great importance to better understanding of leather making process during the time. Some leather relics have been discovered in the excavation (2006) of Ghalee Kooh-i Ghaen related to Seljuk period. The relics were discovered from buried environment and were required to appropriate structural assessment. Type and content of free fats in leather have great information about leather making procedure and fats source. Also, the information helps to technologic study of Seljuk period. Characterization of fat source of fat source is one of the main problems in leather making process. In this approach, one of discovered leather bottles has been investigated to characterization of applied fats. Firstly, free fats of leather samples were extracted by dichloromethane (DCM) or methylene chloride solvent in Soxhlet extractor apparatus. Extracted fats were analyzed by a Fourier transform infrared spectrometer (FTIR) equipped with attenuated total reflectance (ATR) accessory with ZnSe crystal plate. The spectra were evaluated with explanation of main absorbance regions and comparison with documented spectra of fats and oils. Results indicated to 4.285% fat in the leather sample. It is a high content regarding to dry environment during the time. The high content of fatty acids in the leather sample shows the application of fats for waterproofing of leather bottle. ATR-FTIR results and comparison of spectra showed that animal fat (sheep or cow tallow) has been used for lubrication of leather.

**Keywords:** Ghalee-Kooh-i Ghaen, leather bottle, free fat, fatty acids, ATR-FTIR

---

\* Corresponding author

\*\* Ph.D. Student in Conservation of cultural and historical objects; Art university of Isfahan, Isfahan, Iran.