



بررسی کفایت نرم افزارهای آنالیز تصویری در سنجش درصد عضلات اسکلتی فرآورده های گوشتی

بهمن یاروری^۱، علی کلانتری حصار^{۲*}، محمدرضا پژوهی الموتی^۳، محمد بابائی^۲

(۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

(۲) استادیار، گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

(۳) دانشیار، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ های مقاله :</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۲۹</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۱۷</p>	<p>در سال های اخیر توجه ویژه ای به روش های سنجش درصد گوشت (عضلات اسکلتی) در فرآورده های گوشتی شده است. با توجه به ضریب خطای بالای روش هایی مانند روش شیمیایی، به نظر می رسد مطمئن ترین و دقیق ترین روش برای سنجش درصد عضلات اسکلتی در فرآورده های گوشتی روش بافت شناسی و متعاقب آن استفاده از آنالیز تصویری برای تفکیک اجزای مختلف این فرآورده ها باشد. از این رو با توجه به مطالعات اندک انجام گرفته در این زمینه و دسترسی نه چندان آسان به برخی از نرم افزارهای آنالیز تصویری، در مطالعه حاضر برای اولین بار درصد عضلات اسکلتی فرآورده های گوشتی و مدت زمان صرف شده برای بررسی هر نمونه، با استفاده از دو نرم افزار گرافیکی با دسترسی رایگان (Adobe Photoshop و ImageJ) و دو نرم افزار گرافیکی با دسترسی غیررایگان (Image pro-plus و Clemex) مورد بررسی قرار گرفته است. برای این کار از تعداد ۱۰۰ نمونه فرآورده گوشتی (۳۰ عدد کالباس، ۳۰ عدد سوسیس، ۲۰ عدد همبرگر، ۱۰ عدد کباب لقمه و ۱۰ عدد ناگت مرغ) با میزان مشخص عضله اسکلتی استفاده شده بهره برده شد. نمونه ها پس از انتقال به آزمایشگاه و تهیه مقاطع بافتی توسط روش هماتوکسیلین-ئوزین رنگ آمیزی شدند. تصاویر حاصل از مقاطع بافتی با استفاده از نرم افزارهای مذکور آنالیز شد. نتایج نشان دهنده دقت تقریباً یکسان هر چهار نرم افزار در سنجش عضلات اسکلتی بود. در حالی که مدت زمان مورد نیاز برای بررسی هر نمونه در نرم افزار ImageJ نسبت به سایر نرم افزارها بطور معنی داری کمتر بود ($p < 0/05$). با توجه به نتایج مطالعه حاضر به نظر می رسد نرم افزار ImageJ کفایت بیشتری برای آنالیز تصویری مقاطع بافتی و تعیین درصد عضلات اسکلتی فرآورده های گوشتی دارد.</p>
<p>کلمات کلیدی:</p> <p>فرآورده های گوشتی، بافت شناسی، آنالیز تصویری، نرم افزار گرافیکی</p> <p>DOI:10.22034/FSCT.21.157.123.</p> <p>* مسئول مکاتبات: a.kalantarihesari@basu.ac.ir</p>	

۱- مقدمه

استفاده از فرآورده‌های گوشتی در دهه اخیر افزایش چشمگیری داشته است. از این رو کیفیت و سلامت این محصولات غذایی از اهمیت بسیاری برای مصرف کنندگان برخوردار است. فرآورده‌های گوشتی محصولاتی هستند که حداقل ۳۰ درصد از ترکیبات آن‌ها را گوشت تشکیل داده باشد. به منظور تهیه این محصولات علاوه بر گوشت، اجزای دیگری به کار گرفته می‌شود. این فرآورده‌ها از نظر کمی و کیفی طبق ضوابط و استانداردهای ملی هر کشور تهیه و تولید می‌شوند (۱).

طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۳ سوسیس و کالباس عبارتند از مخلوطی پایدار حاصل از گوشت دام‌های کشتاری (حلال گوشت)، چربی، آب و مواد دیگری مانند کازئینات، کازئین، گلوتن، شیر پنیر خشک شده، تخم مرغ، روغن‌ها، ادویه‌ها و غیره. در هر حال عمده‌ترین جزء بکار رفته در تولید سوسیس و کالباس، گوشت بوده و به هفت گروه سوسیس و کالباس بدون خمیر مرغ با ۴۰٪ گوشت، سوسیس و کالباس بدون خمیر مرغ با ۵۵٪ گوشت، سوسیس و کالباس بدون خمیر مرغ با ۶۰٪ گوشت، سوسیس و کالباس بدون خمیر مرغ با ۷۰٪ گوشت، سوسیس و کالباس بدون خمیر مرغ با ۸۰٪ گوشت، سوسیس و کالباس بدون خمیر مرغ با ۹۰٪ گوشت و سوسیس و کالباس با خمیر مرغ تقسیم بندی می‌شوند (۲).

بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۴ همبرگر عبارت است از گوشت قرمز چرخ کرده دام‌های حلال گوشت که به آن سایر مواد متشکله (روغن، ادویه‌ها، مواد پرکننده مانند تخم مرغ، شیرخشک، آرد گندم، آرد سوخاری، گلوتن، نمک و سبزیجات) اضافه شده و به انواع برگر خام منجمد مخلوط گوشت و پروتئین‌های گیاهی (۳۰ درصد)، همبرگر با ۶۰ درصد گوشت قرمز، همبرگر با ۷۵ درصد گوشت قرمز، همبرگر با ۸۵ درصد گوشت قرمز، همبرگر با ۹۰ درصد گوشت قرمز و همبرگر با ۹۵ درصد گوشت قرمز تقسیم می‌شود (۳).

بر استاندارد ۶۹۳۸ کباب لقمه عبارت است از گوشت قرمز چرخ شده دام‌های حلال گوشت و یا گوشت طیور به میزان کمینه ۷۰ درصد، همراه با سایر مواد متشکله (مانند تخم مرغ، شیرخشک، آرد گندم، آرد سوخاری و گلوتن، نمک طعام، ادویه‌ها، سبزیجات خوراکی و روغن) و بر حسب نوع گوشت به انواع کباب لقمه با گوشت قرمز و کباب لقمه با گوشت طیور تقسیم بندی می‌شود (۴).

بر اساس تعریف استاندارد ملی به شماره ۹۸۶۸ ناگت مرغ نوعی ناگت است که شامل حداقل ۷۰ درصد گوشت مرغ می‌باشد که می‌تواند حاوی مواد تردکننده مانند فسفات، آرد سوخاری، پودر تخم مرغ، کنسانتره ایزوله سویا و مواد طعم دهنده باشد. ناگت از انواع فرآورده های سوخاری منجمد مرغ بوده و عبارتست از مخلوطی از گوشت مرغ با یا بدون مواد اولیه ی اختیاری و افزودنی های مجاز که با استفاده از دستگاه مکانیکی با اشکال مختلف تهیه می‌شود. ناگت بر مبنای مواد متشکله آن به ناگت مرغ و ناگت مخلوط تقسیم بندی می‌شود (۵).

علم بافت‌شناسی به‌عنوان کاربردی‌ترین روش برای تشخیص و جداسازی اجزای مختلف مورد استفاده در محصولات گوشتی می‌باشد. در طول سابقه حدود ۱۰ ساله ورود این علم به زمینه پایش سلامت مواد غذایی به‌عنوان یک عامل تشخیصی و بازدارنده، طبق آمار سازمان ملی استاندارد موفقیت بسیار چشمگیری داشته، به نحوی که میزان بافت‌های غیرمجاز استفاده شده در برخی از شرکت‌های تولیدکننده محصولات گوشتی را به حداقل رسانیده است (۱). اما نبود روشی کارآمد و مقرون به صرفه برای تعیین میزان اجزای موجود در فرآورده‌های گوشتی خلاء بزرگی در روند پایش کیفیت این فرآورده‌ها ایجاد کرده است (۶).

در سال‌های اخیر توجه ویژه‌ای به روش‌های سنجش درصد گوشت (عضلات اسکلتی) در فرآورده‌های گوشتی شده است. با توجه به ضریب خطای بالای روش شیمیایی، به نظر می‌رسد مطمئن‌ترین و دقیق‌ترین روش برای سنجش درصد عضلات اسکلتی در فرآورده‌های گوشتی روش بافت‌شناسی

رادپولوژی استفاده شده است. نتایج حاصل از این تحقیق بسیار امید بخش به ارائه روش‌های مدرن‌تر، سریع‌تر و درجه اطمینان بالاتر بود (۱۱). اما در رابطه با استفاده از تحلیل تصویری برای تشخیص درصد بافت عضله اسکلتی در فرآورده‌های گوشتی مطالعات بسیار اندکی در دسترس است. شاید بتوان تنها مطالعه انجام گرفته در این زمینه را گزارشی در سال ۲۰۱۰ وجود دارد. در این گزارش به بررسی کیفیت نوعی ماده غذایی کنسرو شده به نام *tortellini* بوسیله آزمون بافت شناسی و تحلیل تصویری پرداخته شده است. در این گزارش به بررسی شناسایی وجود بافت‌های مختلف حیوانی در غذای آماده مذکور با تکه بر درصد وجود عضلات اسکلتی در آن پرداخته شد. براساس نتایج حاصل از این گزارش که بر روی چهار برند از واحدهای تولیدی *tortellini* انجام گرفت و معیارهای بررسی شامل درصد عضلات اسکلتی و کیفیت آن‌ها بود به وضوح نشان داد که استفاده از روش بافت شناسی و تحلیل تصویری می‌تواند راهکاری مناسب برای تعیین درصد بافت عضله اسکلتی و به دنبال آن تعیین کیفیت فرآورده‌های گوشتی می‌تواند بسیار کاربردی و مفید باشد (۱۲).

استفاده از نرم‌افزار *ImageJ* در آنالیز تصاویر بافت‌شناسی بسیار رایج است. در مطالعه‌ای تقسیم‌بندی و تجزیه و تحلیل خودکار میکروگلیاهای شبکه‌ای در توسط نرم‌افزار *ImageJ* مورد بررسی قرار گرفت (۱۳). در مطالعه دیگری تجزیه و تحلیل کمی رنگ‌آمیزی بافت‌شناسی و فلورسانس با استفاده از این نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفت (۱۴). همچنین تغییرات بافت طحال متعاقب رژیم غذایی پرچرب و پر قند و درمان آن با ورزش نیز با این نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفته است (۱۵). در مطالعه دیگر تجزیه و تحلیل داده‌های با این نرم‌افزار در تشخیص دیابت با بررسی تصاویر توموگرافی اجسام نوری صورت گرفت (۱۶).

در ارتباط با نرم‌افزار *Clemex* مطالعات به نسبت اندکی در آنالیز ساختارهای بافتی انجام گرفته است. این نرم‌افزار بیشتر در زمینه علوم مواد و متالوژی به کار گرفته شده، اما به جرأت می‌توان گفت یکی از نرم‌افزارهای بسیار قدرتمند در

و متعاقب آن استفاده از آنالیز تصویری برای تفکیک اجزای مختلف این فرآورده‌ها باشد.

لازم به ذکر است که آنالیز تصویر بخشی از یک حوزه گسترده‌تر به نام پردازش تصویر است، که در آن هدف اصلی بهبود کیفیت بصری یک تصویر و یا استخراج اطلاعات یا ویژگی‌های مفید می‌باشد.

در ارتباط با نرم‌افزارهای گرافیکی و آنالیز تصویری استفاده شده در مطالعه حاضر، فرانسیسکو و همکاران در سال ۲۰۰۴ از ورژن ۴/۵ نرم‌افزار *Image-Pro Plus* برای شمارش خودکار هسته‌های نشاندار شده توسط *PCNA* در روش ایمونوهیستوشیمی استفاده کردند (۷). در گزارش دیگری فرناندز سانتوز و همکاران در سال ۲۰۱۳ عوامل موثر در بررسی‌های کمی ریخت‌شناسی در روش بافت‌شناسی و تحلیل تصویری و همچنین روش‌های نوین مورد استفاده در این روش را بیان داشتند. در این مطالعه عواملی مانند ضخامت برش تهیه شده، میزان رنگ‌پذیری بافت و نوع روش مورد استفاده از عوامل موثر بر نتایج اعلام گردید (۸). در مطالعه‌ای برش‌های جزایر لانگرهانس و بافت چربی رنگ‌آمیزی شده توسط رنگ هماتوکسیلین-ائوزین مورد بررسی قرار گرفت. قطر سلول‌های بافت چربی موش سوری به وسیله نرم‌افزار *Image pro-plus* اندازه‌گیری شده است (۹). همچنین در مطالعه دیگری در برش‌های عرضی از آئورت موش سوری ضخامت لایه میانی (تونیکا مدیا) و لایه الاستیکی خارجی اندازه‌گیری شده است (۱۰). در بررسی دیگری تصاویر برش عرض آئورت در موش صحرائی (رت) و میزان درصد رشته‌های الاستیک با استفاده از نرم‌افزار *Image pro-plus* به صورت درصد بیان شده است (۷). همچنین بررسی میزان تغییر چربی کبدی در مقطع رنگ‌آمیزی شده توسط رنگ *Oil-Red O* نیز گزارش شده است. در این روش تجمع بافت چربی که در تصویر سیاه و سفید به رنگ سفید مشخص شده است به صورت درصد در هر زمینه میکروسکوپی بیان شده است (۷). در مطالعه دیگری از روش بافت‌شناسی و تحلیل تصویری برای تشخیص و درجه‌بندی سرطان در کنار روش‌های بیوشیمی و تصاویر

اعداد کاملاً تصادفی، در مورد نمونه‌هایی مانند سوسیس و ناگت از تعداد ۱۲ عدد ۱۲ مقطع و در مورد نمونه‌هایی مانند همبرگر و کباب لقمه سه قرص به صورت تصادفی انتخاب و از هر قرص چهار مقطع به منظور قرار گرفتن در مرحله تثبیت بافتی برداشته شد. حجم محلول فرمالین ۱۰ درصد بافری در هر ظرف حدود ۲۰ برابر حجم نمونه بود. زمان مناسب برای تثبیت نمونه‌ها در محصولاتی مانند سوسیس و کالباس حداقل ۲۴ تا ۴۸ ساعت و در محصولاتی مانند همبرگر، کباب لقمه و ناگت حداقل ۵-۴ روز در نظر گرفته شد. در صورت تغییر رنگ محلول پایدارساز هر ۲۴ ساعت ۱ بار محلول تعویض شد. نمونه‌ها پس از تثبیت، وارد مرحله پاساژ بافتی (شامل مراحل آبگیری، شفاف سازی با گزیلول و آغشتگی با پارافین) شده و سپس از هر نمونه تعداد ۱۲ بلوک پارافینی تهیه شد. سپس بلوک‌ها وارد مرحله برش بافتی شده و از هر بلوک تعداد سه برش با ضخامت ۵ میکرومتر تهیه شد (۲۲). در مجموع از هر نمونه تعداد ۳۶ عدد مقطع بافتی (در جمع تعداد ۳۶۰۰ عدد مقطع بافتی) تهیه و وارد مرحله رنگ‌آمیزی شد. برای انجام این تحقیق نیاز به مشاهده تصویر لام بر نمایشگر می‌باشد، بنابراین از سطح لام‌ها پس از خشک شدن، توسط دستگاه اسکن لام، تصویر تهیه و با چهار نرم افزار گرافیکی شامل: Image pro plus (V.6)، ImageJ/FIJI (V. 1.53 c)، Clemex (V.8) و Adobe Photoshop (2020) تصاویر مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۱- روش کار با نرم افزار Image pro plus (V.6.0):

برای آنالیز تصویر در این نرم افزار پس از باز کردن تصویر در محیط نرم افزار؛ تباین تصویر از منوی تنظیمات تباین (کنتراست) به حالت Best fit تغییر داده شد. پس از رسم نمودن نمودار ستونی و ایجاد تباین رنگی مناسب برای کمک به تفریق اجزای مختلف حیوانی و گیاهی موجود در هر زمینه میکروسکوپی، با استفاده از چند رنگ مختلف و با کمک ابزارهای علامت‌گذاری در قسمت نوار "بررسی و شمارش"

آنالیزهای تصویری بخصوص آنالیز مقاطع بافتی می‌تواند باشد. تأثیر ضد عفونی‌کننده ریفامایسین بر ساختار بافت استخوانی موش توسط نرم‌افزار Clemex مورد ارزیابی قرار گرفته است (۱۷). همچنین تأثیر PRP در حجم ضایعات استخوانی نیز توسط این نرم افزار مورد بررسی قرار گرفته است (۱۸).

Saad و همکاران در سال ۲۰۰۸ استفاده از نرم افزار Adobe Photoshop را روشی آسان و ارزان برای تجزیه و تحلیل کمی مقاطع بافتی آسیب دیده اندوتلیال معرفی کرده‌اند (۱۹). همچنین در گزارشی کاربرد فتوشاپ برای آنالیز مقاطع بافتی برای تعیین کمیت رنگ‌پذیری در رنگ-آمیزی‌های هیستوشیمی، ایمونوسیتوشیمی و هیبریدوسیتوشیمی گزارش شده است (۲۰). در مطالعه دیگری با استفاده از این نرم‌افزار و روش آنالیزی تصویری کمیت اجزای سلول‌های عضلانی در محیط کشت رنگ-آمیزی شده با فلورسنت مورد بررسی قرار گرفته است (۲۱).

۲-مواد و روش کار

برای تحقیق حاضر نیاز به تهیه ۱۰۰ عدد نمونه از فرآورده‌های گوشتی با درصد بطور کاملاً مشخص از اجزای تشکیل‌دهنده آنها بود. به این منظور و طی مکاتبات انجام گرفته، نمونه‌های آزمایشی با همکاری واحد تولیدی پروتئین گستر سینا (گوشتیران) تهیه شد. طی این روند تعداد ۳۰ نمونه کالباس، ۳۰ نمونه سوسیس، ۲۰ نمونه همبرگر، ۱۰ نمونه کباب لقمه و ۱۰ نمونه ناگت مرغ در واحد تولیدی مذکور تولید و درصد اجزای موجود در این فرآورده‌ها با دقت میلی‌گرم در کیلوگرم توسط کارخانه سازنده ارائه شد. نمونه‌ها پس از تولید برای سایر مراحل به آزمایشگاه بافت‌شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه بوعلی سینا منتقل شد. نمونه‌ها پس از ورود به آزمایشگاه رمزگذاری شده و روش double-blind study برای آن‌ها لحاظ شد. براساس روش اجرایی استاندارد ملی به شماره 6103 a نمونه-برداری انجام گرفت. برای نمونه‌هایی مانند کالباس از هر رول سه برش و از هر برش چهار مقطع بدون توجه به اینکه نمونه از ماده زمینه یا گوشت‌های نمایشی باشد و براساس

filed measure و گزینه Area میزان مساحت ناحیه مورد نظر بصورت میکرومتر یا میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد.

۲-۴- روش کار با نرم‌افزار Adobe Photoshop (2020):

در ابتدا اندازه تصویر ثبت شده با استفاده از دوربین میکروسکوپی بایستی محاسبه گردد. برای این کار پس از قرار دادن تصویر در نرم افزار فتوشاپ، از لیست window و گزینه properties طول و عرض تصویر بصورت پیکسل قابل مشاهده است. با ضرب طول در عرض مساحت تصویر با واحد پیکسل قالب روئیت است. همچنین می‌توان ابعاد کل تصویر را از منوی window و گزینه Histogram نیز مشاهده کرد. سپس در ادامه برای انتخاب مقطع مورد نظر با استفاده از ابزار Magic Wand Tool، با کمک دکمه shift با دقت بالا ناحیه یا نواحی مد نظر انتخاب شد. پس از انتخاب تمامی نواحی مد نظر، با استفاده از لیست window، گزینه هیستوگرام (histogram) انتخاب شد. در پنجره باز شده ابعاد نواحی انتخاب شده بصورت پیکسل قابل روئیت است. با تقسیم ابعاد کل تصویر بر ابعاد نواحی جزء انتخاب شده می‌توان نسبت مقطع مورد نظر به کل تصویر را بصورت درصد بیان نمود.

نتایج حاصل از بررسی حاضر با گزارشات ارسالی از واحد تولیدی مقایسه و میزان ضریب خطا آزمون بدست آمد. در نهایت نتایج توسط نرم افزارهای آماری به صورت آمار توصیفی به ازای هر ماده غذایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و سپس متغیرهای اصلی در بین مواد غذایی توسط آمار تحلیلی مقایسه شد. از ظرف دیگر مدت زمان لازم برای بررسی هر نمونه توسط نرم افزارهای مختلف یادداشت و نهایتاً میانگین مدت زمان لازم برای بررسی نمونه‌ها توسط نرم‌افزارهای مختلف مقایسه شد. در مطالعه حاضر از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۱ و روش آماری T-Test استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

مرحله علامت‌گذاری بافت‌های مختلف انجام و تغییرات تایید شدند. در روش رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین-ائوزین (H&E) ساختار عضلات اسکلتی به رنگ قرمز پررنگ، ساختارهای گیاهی بطور معمول به رنگ بنفش تا آبی و ماده زمینه به رنگ سفید یا صورتی کمرنگ قابل مشاهده است. در مرحله پایانی و پس از تفریق اجزای مختلف در حضور متخصصین بافت‌شناسی مواد غذایی جدول مربوط به درصد اجزای مختلف موجود در زمینه میکروسکوپی براساس نوع و میزان رنگ‌پذیری رسم شد. نتایج حاصل از بررسی حاضر با گزارشات ارسالی از واحد تولیدی مقایسه و میزان ضریب خطا آزمون بدست آمد.

۲-۲- روش کار با نرم‌افزار ImageJ/FIJI (V. 1.53c):

ابتدا تصویر در محیط نرم افزار ImageJ بارگذاری شده و نوع تصویر از لیست Image و قسمت Type به نوع 8-bit تغییر داده شد. پس از کالیبراسیون تصویر، از مسیر Image و گزینه Adjust و brightness and contrast جهت حذف نویزهای انتخاب و وضوح تصویر تنظیم شد. جهت حذف نویزهای تصویر از قسمت process و گزینه‌های smooth و sharpen نیز می‌توان وضوح تصویر را تنظیم کرد. برای آستانه‌گذاری یا thresholding از لیست Image، گزینه Adjust و سپس thresholding انتخاب شد. در این پنجره قسمتی از تصویر که قرار است اندازه‌گیری شود حتماً بایستی با رنگ قرمز علامت‌گذاری شود. نهایتاً مساحت قسمت انتخاب شده به کل تصویر بصورت درصد اندازه‌گیری شد.

۲-۳- روش کار با نرم‌افزار Clemex (V.4):

ابتدا تصویر در محیط نرم افزار بارگذاری شده و با استفاده از ابزار tool box و گزینه‌های موجود در پنجره کنتراست تغییر داده شد. سپس وارد قسمت Gray/binary transformations شده و از قسمت gray threshold قسمت‌های مد نظر آستانه‌گذاری شد. قسمت‌های مدنظر را با رنگ‌های مختلف علامت‌گذاری کرده و نهایتاً از قسمت

۳-۱- بررسی نمونه‌های کالباس با استفاده از چهار نرم-افزار ادوپی فتوشاپ (**Adobe Photoshop**)، کلمکس (**Clemex**)، ایمج جی (**Image J**) و ایمج پرو پلاس (**Image-Pro Plus**)

نتایج بررسی نمونه‌های کالباس با استفاده از هر چهار نرم‌افزار مذکور نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین درصد گوشت اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری مقاطع بافتی بود ($p > 0.05$). این در حالی بود که در مورد افزودنی‌های گیاهی بین درصد اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < 0.05$). جزئیات درصد‌های اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است (تصویر ۱).

گزارشات متعددی در مورد استفاده از روش بافت‌شناسی جهت آنالیز محتویات فرآورده‌های گوشتی بخصوص در داخل ایران وجود دارد. تمامی این مطالعات از بافت‌شناسی به عنوان یک روش قدرتمند و کارآمد برای شناسایی و تفریق ساختار بافتی مورد استفاده در تولید فرآورده‌های گوشتی یاد می‌کنند (۲۳ و ۶-۱).

در سال ۲۰۰۴ فرانسیسکو و همکاران از نرم افزار **Image-Pro Plus (V. 4.5)** جهت شمارش هسته‌های نشان‌گذاری شده توسط روش ایمونوهیستوشیمی (**PCNA**) استفاده کردند (۷). در مطالعه دیگری فرناندز سانتوز و همکاران (سال ۲۰۱۳) عوامل موثر در بررسی‌های هیستومورفومتری و آنالیز تصویری را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه عواملی مانند ضخامت برش تهیه شده، میزان رنگ‌پذیری مقطع بافتی و نوع روش مورد استفاده از عوامل موثر بر نتایج اعلام شد (۸). در مطالعه دیگری مقاطع بافتی جزایر لانگرهانس و بافت چربی رنگ‌آمیزی شده توسط رنگ همتوکسیلین-ئوزین مورد بررسی قرار گرفتند. در این مطالعه قطر سلول‌های بافت چربی موش سوری به وسیله نرم افزار ایمج پرو پلاس (**Image pro-plus**) مورد سنجش قرار گرفت (۹). همچنین در گزارش دیگری توسط فرناندز سانتوز (در سال ۲۰۰۹) ضخامت لایه میانی (تونیکا

مدیا) و لایه الاستیکی خارجی در برش‌های بافتی آئورت موش سوری سنجش شد (۹). در بررسی دیگری نیز مقاطع بافتی آئورت در موش صحرائی (رت) و میزان درصد رشته-های الاستیک با استفاده از نرم افزار ایمج پروپلاس (**Image pro-plus**) به صورت درصد بیان شد (۷). همچنین بررسی میزان تغییر چربی کبدی در مقطع رنگ-آمیزی شده توسط رنگ اویل رد او (**Oil-Red O**) نیز مورد بررسی قرار گرفته و تجمع بافت چربی به صورت درصد در هر زمینه میکروسکوپی بیان شد (۷).

در مطالعه دیگری از روش بافت‌شناسی و تحلیل تصویری برای تشخیص و درجه‌بندی سرطان در کنار روش‌های بیوشیمی و تصاویر رادیولوژی استفاده شده است. نتایج حاصل از این تحقیق بسیار امید بخش به ارائه روش‌های مدرن‌تر، سریع‌تر و درجه اطمینان بالاتر بود (۱۱). تمامی مطالعات مذکور تأییدی بر میزان دقت و کارآمدی نرم افزار ایمج پروپلاس (**Image pro-plus**) برای آنالیز مقاطع بافتی هستند. همانطور که در مطالعه حاضر نیز دقت این نرم‌افزار در سنجش میزان درصد عضلات اسکلتی در فرآورده‌های گوشتی قابل رویت بود و از این رو با گزارشات پیشین همخوانی داشت.

با این وجود، در ارتباط با استفاده از تحلیل تصویری برای تشخیص درصد بافت عضله اسکلتی در فرآورده‌های گوشتی مطالعات بسیار اندکی در دسترس است. شاید بتوان تنها مطالعه جهانی انجام گرفته در این زمینه را گزارش مربوط به گابریل و همکاران در سال ۲۰۱۰ دانست. در این گزارش به بررسی کیفیت نوعی ماده غذایی کنسرو شده به نام **tortellini** به وسیله آزمون بافت‌شناسی و تحلیل تصویری پرداخته شده است. در مطالعه مذکور به بررسی و شناسایی بافت‌های مختلف حیوانی در غذای آماده مذکور با تکه بر درصد وجود عضلات اسکلتی در این فرآورده پرداخته شد. براساس نتایج حاصل از این گزارش که بر روی چهار برند از واحدهای تولیدی **tortellini** انجام گرفت و معیارهای بررسی شامل درصد عضلات اسکلتی و کیفیت آن‌ها بود به وضوح نشان داد که استفاده از روش بافت‌شناسی و تحلیل

۳-۳- بررسی نمونه‌های همبرگر با استفاده از چهار نرم-افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop)، کلمکس (Clemex)، ایمج جی (Image J) و ایمج پرو پلاس

(Image-Pro Plus)

نتایج بررسی نمونه‌های همبرگر با استفاده از نرم‌افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop) نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین درصد گوشت اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری مقاطع بافتی بود ($p > 0.05$). این در حالی بود که در مورد افزودنی‌های گیاهی بین درصد اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < 0.05$). جزئیات درصد‌های اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است (تصویر ۱).

استفاده از نرم‌افزار ImageJ در آنالیز تصاویر بافت‌شناسی بسیار رایج است. در مطالعه‌ای تقسیم‌بندی و تجزیه و تحلیل خودکار میکروگلیاهای شبکه‌ای در توسط نرم‌افزار ImageJ مورد بررسی قرار گرفت (۱۳). در مطالعه دیگری تجزیه و تحلیل کمی رنگ‌آمیزی بافت‌شناسی و فلورسانس با استفاده از این نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفت (۱۴). همچنین تغییرات بافت طحال متعاقب رژیم غذایی پرچرب و پر قند و درمان آن با ورزش نیز با این نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفته است (۱۵). نتایج مطالعه حاضر نیز نشان از توان و دقت بالای این نرم‌افزار در آنالیز تصویری مقاطع بافتی فرآورده‌های گوشتی داشت که از این جهت با مطالعات قبلی همخوانی دارد. اما در ارتباط با دقت سنجش میزان افزودنی‌های گیاهی این نرم‌افزار بین درصد حاصل از مطالعه حاضر و درصد اعلامی توسط کارخانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت که از این نظر با مطالعات قبلی همخوانی نداشت. به نظر می‌رسد علت این امر در تنوع افزودنی‌های گیاهی و ساختار متنوع و متفاوت آن‌ها باشد.

تصویری می‌تواند راهکاری مناسب برای تعیین درصد بافت عضله اسکلتی و به دنبال آن تعیین کیفیت فرآورده‌های گوشتی می‌توانید بسیار کاربردی و مفید باشد (۱۲).

۲-۳- بررسی نمونه‌های سوسیس با استفاده از چهار نرم-افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop)، کلمکس (Clemex)، ایمج جی (Image J) و ایمج پرو پلاس (Image-Pro Plus)

نتایج بررسی نمونه‌های سوسیس با استفاده از چهار نرم‌افزار مذکور نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین درصد گوشت اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری مقاطع بافتی بود ($p > 0.05$). در حالی که در مورد افزودنی‌های گیاهی بین درصد اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < 0.05$). جزئیات درصد‌های اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است (تصویر ۱).

در داخل ایران نیز تنها در یک مطالعه که توسط اسدی و همکاران (در سال ۱۴۰۲) انجام گرفته است از نرم‌افزار ایمج پروپلاس (Image-Pro plus) برای آنالیز مقاطع بافتی فرآورده‌های گوشتی استفاده شده است. نتایج مطالعه مذکور نشان از دقت و توان بالای این نرم‌افزار برای آنالیز تصویری مقاطع بافتی فرآورده‌های گوشتی داشت (۲۳) که از این رو با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت. هرچند در ارتباط با سنجش میزان افزودنی‌های گیاهی توسط این نرم‌افزار بین درصد حاصل از مطالعه حاضر و درصد اعلامی توسط کارخانه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که از این نظر با مطالعات قبلی همخوانی نداشت. به نظر می‌رسد علت این امر در تنوع افزودنی‌های گیاهی و ساختار متنوع و متفاوت آن‌ها باشد.

۳-۴- بررسی نمونه‌های کباب لقمه با استفاده از چهار نرم‌افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop)، کلمکس (Clemex)، ایمج جی (Image J) و ایمج پرو پلاس (Image-Pro Plus)

نتایج بررسی نمونه‌های کباب لقمه با استفاده از نرم‌افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop) نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین درصد گوشت اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری مقاطع بافتی بود ($p > 0.05$). این در حالی بود که در مورد افزودنی‌های گیاهی بین درصد اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < 0.05$). جزئیات درصد‌های اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری در جدول‌های ۷ و ۸ ارائه شده است (تصویر ۱). در مورد استفاده از نرم‌افزار کلمکس (Clemex) در آنالیز ساختارهای بافتی مطالعات به نسبت اندکی در دسترس است. این نرم‌افزار بیشتر در زمینه علوم مواد و متالورژی به کار گرفته شده، اما به جرأت می‌توان گفت یکی از نرم‌افزارهای بسیار قدرتمند در آنالیزهای تصویری بخصوص آنالیز مقاطع بافتی می‌تواند باشد. تأثیر ضد عفونی‌کننده ریفامایسین بر ساختار بافت استخوانی موش توسط نرم‌افزار Clemex مورد ارزیابی قرار گرفته است (۱۷). همچنین تأثیر PRP در حجم ضایعات استخوانی نیز توسط این نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفته است (۱۸). در مطالعه حاضر دقت سنجش میزان عضلات اسکلتی در فرآورده‌های گوشتی توسط این نرم‌افزار به اثبات رسید که از این نظر با مطالعات قبلی همخوانی داشت. در مورد این نرم‌افزار نیز بین درصد افزودنی‌های گیاهی حاصل از مطالعه حاضر و درصد اعلامی توسط کارخانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت که از این نظر با مطالعات قبلی همخوانی نداشت. به نظر می‌رسد علت این امر در تنوع افزودنی‌های گیاهی و ساختار متنوع و متفاوت آن‌ها باشد.

۳-۵- بررسی نمونه‌های ناگت مرغ با استفاده از چهار نرم‌افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop)، کلمکس (Clemex)، ایمج جی (Image J) و ایمج پرو پلاس (Image-Pro Plus)

نتایج بررسی نمونه‌های ناگت مرغ با استفاده از نرم‌افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop) نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین درصد گوشت اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری مقاطع بافتی بود ($p > 0.05$). این در حالی بود که در مورد افزودنی‌های گیاهی بین درصد اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($p < 0.05$). جزئیات درصد‌های اعلامی از طرف کارخانه و نتیجه حاصل از آنالیز تصویری در جدول‌های ۹ و ۱۰ ارائه شده است (تصویر ۱). Saad و همکاران در سال ۲۰۰۸ استفاده از نرم‌افزار ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop) را روشی آسان و ارزان برای تجزیه و تحلیل کمی مقاطع بافتی آسب دیده اندوتلیال معرفی کرده‌اند (۱۹). همچنین در گزارشی کاربرد فتوشاپ برای آنالیز مقاطع بافتی برای تعیین کمیت رنگ‌پذیری در رنگ‌آمیزی‌های هیستوشیمی، ایمونوسیتوشیمی و هیبریدوسیتوشیمی گزارش شده است (۲۰). در مطالعه دیگری با استفاده از این نرم‌افزار و روش آنالیزی تصویری کمیت اجزای سلول‌های عضلانی در محیط کشت رنگ-آمیزی شده با فلورسنت مورد بررسی قرار گرفته است (۲۱). دقت و توان این نرم‌افزار برای سنجش درصد عضلات اسکلتی که در مطالعه حاضر مشاهده شد با نتایج مطالعات پیشین همخوانی داشت. هرچند این امر در ارتباط با افزودنی‌های گیاهی صدق نمی‌کرد.

جدول شماره ۱: نتایج حاصل از بررسی درصد عضله اسکلتی در نمونه‌های کالباس با استفاده نرم‌افزارهای ادوپی فتوشاپ (Image-Pro Plus.) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop)

درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image-Pro plus	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت اعلامی کارخانه	کد محصول	نوع محصول
۴۱.۶۶	۴۲.۹۷	۴۰.۳۵	۴۰.۲۱	۴۱.۳۲	۱	کالباس
۲۶.۹۵	۲۶.۰۷	۲۶.۵۵	۲۶.۵۴	۲۷.۹۱	۲	
۸۲.۲۶	۸۰.۱۷	۸۱.۱۲	۸۰.۶۳	۸۱.۶۲	۳	
۵۵.۹۸	۵۵.۴۶	۵۵.۶۰	۵۵.۰۶	۵۴.۰۱	۴	
۵۸.۷۸	۵۷.۸۹	۵۶.۲۷	۵۸.۲۴	۵۸.۴۹	۵	
۵۸.۰۷	۶۰.۰۱	۵۸.۴۱	۵۹.۸۸	۵۹.۶۶	۶	
۳۴.۶۸	۳۵.۵۵	۳۵.۹۸	۳۳.۴۶	۳۴.۶۷	۷	
۶۹.۶۱	۳۷.۴۳	۳۸.۹۲	۶۹.۲۸	۶۸.۶۱	۸	
۷۷.۸۴	۷۵.۰۸	۷۶.۱۴	۷۸.۱۸	۷۷.۵۲	۹	
۴۷.۱۷	۴۷.۴۴	۴۷.۰۱	۴۵.۵۵	۴۶.۰۵	۱۰	
۴۱.۰۳	۴۵.۳۵	۴۱.۳۶	۴۱.۳۴	۴۲.۳۶	۱۱	
۸۰.۶۰	۸۱.۰۲	۸۱.۱۲	۸۳.۱۷	۸۲.۸۴	۱۲	
۷۹.۱۶	۸۰.۰۵	۷۷.۲۹	۷۸.۵۰	۷۹.۷۱	۱۳	
۵۱.۳۸	۵۱.۴۹	۵۳.۳۲	۵۱.۰۳	۵۲.۱۹	۱۴	
۵۱.۸۴	۵۳.۱۰	۵۳.۱۲	۵۳.۳۶	۵۲.۲۱	۱۵	
۲۵.۴۶	۲۶.۷۷	۲۹.۰۶	۲۶.۴۱	۲۷.۱۲	۱۶	
۳۲.۵۶	۳۲.۰۸	۳۲.۰۹	۳۲.۴۶	۳۳.۱۵	۱۷	
۶۸.۲۹	۶۷.۲۸	۶۷.۸۳	۶۹.۶۹	۶۸.۷۸	۱۸	
۵۵.۵۲	۵۳.۹۱	۵۳.۱۶	۵۴.۰۰	۵۴.۸۰	۱۹	
۴۹.۷۳	۴۶.۷۴	۴۷.۱۱	۴۸.۱۵	۴۷.۹۸	۲۰	
۶۲.۸۸	۶۲.۸۲	۶۴.۷۰	۶۲.۷۸	۶۳.۵۳	۲۱	
۵۲.۴۲	۵۲.۴۶	۵۲.۶۴	۵۴.۵۰	۵۳.۷۷	۲۲	
۷۰.۶۶	۶۹.۷۶	۷۰.۱۹	۷۱.۵۲	۷۱.۲۱	۲۳	
۴۰.۹۰	۴۲.۶۸	۳۸.۴۳	۳۸.۰۸	۳۹.۳۷	۲۴	
۸۱.۰۹	۸۰.۲۶	۸۱.۰۹	۸۱.۳۲	۸۲.۵۶	۲۵	
۲۶.۷۷	۲۹.۵۶	۲۶.۳۱	۲۶.۴۲	۲۷.۴۸	۲۶	
۲۹.۶۹	۳۱.۰۳	۳۱.۵۰	۳۱.۳۶	۳۰.۲۲	۲۷	

۵۷.۳۶	۵۷.۱۶	۵۸.۵۲	۵۹.۶۳	۵۸.۰۰	۲۸
۴۵.۹۷	۴۴.۶۷	۴۶.۲۸	۴۴.۰۶	۴۵.۱۶	۲۹
۸۱.۱۹	۸۰.۱۲	۸۱.۰۲	۸۰.۴۷	۸۱.۶۵	۳۰
۰.۹۶۳	۰/۷۸۴	۰/۷۶۵	۰/۹۵۱	p-value	

جدول شماره ۲: نتایج حاصل از بررسی درصد افزودنی های گیاهی در نمونه های کالباس با استفاده نرم افزارهای ادو بی (Image-Pro) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop) فتوشاپ (Plus.)

نوع محصول	کد محصول	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد گوشت افزودنی گیاهی شده با نرم افزار Image-Pro plus
کالباس	۱	۳۸.۹۸	۴۲.۷۱	۳۵.۹۱	۴۸.۶۳
	۲	۴۱.۱۱	۴۰.۹۴	۳۹.۰۳	۴۸.۳۰
	۳	۱۲.۱۷	۸.۶۶	۹.۵۴	۱۷.۳۹
	۴	۳۹.۷۶	۳۳.۱۷	۳۶.۹۵	۴۱.۲۰
	۵	۳۶.۵۹	۳۶.۰۸	۳۰.۳۶	۲۱.۷۴
	۶	۳۵.۳۰	۳۵.۷۶	۳۱.۹۶	۲۲.۸۸
	۷	۴۹.۰۹	۴۷.۲۱	۴۵.۸۷	۵۵.۲۲
	۸	۲۹.۵۶	۲۹.۳۹	۲۲.۴۲	۱۷.۴۴
	۹	۱۸.۶۸	۹.۶۴	۱۰.۷۱	۱۷.۵۴
	۱۰	۴۸.۷۹	۴۵.۵۱	۴۳.۰۶	۵۰.۱۵
	۱۱	۴۷.۶۶	۴۴.۴۸	۴۴.۹۷	۵۰.۰۹
	۱۲	۲۹.۵۰	۱۹.۷۴	۱۴.۱۱	۱۷.۴۶
	۱۳	۱۶.۲۳	۷.۵۷	۵.۳۷	۱۵.۷۸
	۱۴	۴۳.۹۳	۴۳.۸۹	۳۷.۳۵	۵۰.۹۴
	۱۵	۳۵.۹۲	۲۸.۷۰	۳۱.۱۹	۲۱.۷۰
	۱۶	۴۷.۷۴	۴۶.۲۱	۴۵.۰۵	۵۲.۸۶
	۱۷	۵۱.۱۴	۴۵.۲۴	۴۸.۱۸	۵۴.۱۳
	۱۸	۲۸.۰۱	۲۳.۱۲	۵۵.۴۱	۲۹.۱۵
	۱۹	۳۹.۶۱	۳۵.۶۵	۲۸.۰۹	۲۳.۶۲
	۲۰	۴۸.۳۳	۴۰.۹۵	۴۲.۱۴	۲۳.۹۰
	۲۱	۳۷.۴۴	۳۲.۹۶	۳۱.۰۱	۲۱.۵۴
	۲۲	۳۱.۹۵	۲۸.۹۹	۱۶.۲۳	۲۷.۱۱

۲۳	۱۲.۳۹	۲۷.۵۸	۱۸.۷۳	۲۱.۳۲	۲۳.۴۹
۲۴	۳۰.۶۷	۴۶.۴۵	۴۰.۸۲	۳۷.۵۲	۴۳.۳۸
۲۵	۳.۷۴	۱۶.۵۰	۸.۵۸	۱۱.۷۰	۱۴.۶۸
۲۶	۴۵.۵۵	۵۵.۱۶	۴۵.۹۹	۵۷.۰۶	۶۰.۲۰
۲۷	۴۱.۶۲	۵۲.۷۱	۴۹.۲۷	۴۵.۸۸	۳۸.۳۵
۲۸	۲۲.۲۸	۳۸.۷۵	۳۰.۱۷	۳۲.۰۰	۲۶.۴۲
۲۹	۳۸.۶۸	۴۸.۳۷	۵۰.۶۳	۴۱.۹۳	۳۹.۱۲
۳۰	۱۹.۰۲	۲۹.۸۲	۲۴.۵۲	۲۵.۶۴	۳۳.۷۸
	<i>p</i> -value	<۰/۰۰۱	۰/۰۲۳	۰/۰۴۱	۰.۰۲۸

جدول شماره ۳: نتایج حاصل از بررسی درصد عضله اسکلتی در نمونه‌های سوسیس با استفاده نرم‌افزارهای ادوبی فتوشاپ (Adobe Photoshop)، ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Clemex) و ایمج پرو پلاس (Image-Pro Plus).

نوع محصول	کد محصول	درصد گوشت اعلامی کارخانه	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image-Pro plus
سوسیس	۱	۷۸.۴۸	۷۹.۵۲	۷۷.۲۵	۷۸.۹۶	۷۸.۶۰
	۲	۵۰.۴۸	۴۹.۲۵	۴۹.۳۳	۵۱.۱۱	۵۱.۱۷
	۳	۴۵.۳۰	۴۴.۷۹	۴۶.۲۱	۴۴.۶۰	۴۴.۷۶
	۴	۷۷.۵۰	۷۸.۵۳	۷۷.۲۸	۷۶.۵۶	۷۶.۶۶
	۵	۲۸.۱۶	۲۷.۶۲	۲۹.۲۴	۳۰.۲۵	۳۰.۲۶
	۶	۳۵.۶۱	۳۵.۷۳	۳۴.۸۴	۳۶.۰۵	۳۴.۵۲
	۷	۵۰.۵۲	۴۹.۴۹	۵۱.۵۸	۵۰.۲۲	۴۸.۳۴
	۸	۷۵.۲۰	۷۶.۲۱	۷۴.۱۴	۷۴.۵۷	۷۴.۱۱
	۹	۴۳.۳۵	۴۲.۱۳	۴۲.۱۱	۴۵.۸۳	۴۴.۲۸
	۱۰	۴۰.۵۵	۳۹.۴۵	۴۱.۶۸	۳۹.۶۹	۴۲.۸۵
	۱۱	۳۹.۵۰	۴۰.۹۴	۳۸.۰۱	۴۰.۵۳	۳۹.۳۶
	۱۲	۴۳.۶۹	۴۲.۴۳	۴۲.۷۹	۴۱.۸۴	۴۱.۱۶
	۱۳	۳۰.۹۹	۳۱.۲۲	۳۲.۱۷	۳۱.۱۲	۳۱.۵۵
	۱۴	۶۸.۹۷	۶۷.۳۴	۶۸.۱۳	۶۷.۳۴	۶۹.۲۶
	۱۵	۴۹.۵۳	۴۹.۱۶	۴۸.۶۳	۴۹.۰۴	۵۰.۳۹
	۱۶	۴۵.۵۵	۴۷.۶۰	۴۴.۴۰	۴۴.۱۱	۴۶.۷۲
	۱۷	۷۰.۲۸	۶۹.۵۶	۷۱.۲۸	۶۹.۳۴	۷۰.۰۱
	۱۸	۷۹.۰۲	۸۰.۴۴	۷۸.۰۸	۷۷.۲۳	۷۸.۴۴
	۱۹	۴۵.۹۰	۴۶.۳۱	۴۶.۱۶	۴۷.۸۸	۴۶.۱۹

۳۱.۶۱	۳۱.۰۵	۳۱.۳۵	۲۹.۴۳	۳۰.۶۲	۲۰
۳۹.۳۸	۴۱.۳۹	۴۱.۱۴	۴۱.۲۹	۴۰.۴۴	۲۱
۲۹.۱۶	۳۰.۷۱	۲۷.۲۳	۲۹.۶۴	۲۸.۵۳	۲۲
۶۴.۳۰	۶۳.۱۱	۶۴.۰۱	۶۴.۰۴	۶۵.۸۶	۲۳
۴۴.۲۰	۴۵.۴۰	۴۴.۶۷	۴۶.۴۰	۴۵.۹۸	۲۴
۵۱.۵۴	۵۱.۱۱	۵۲.۰۲	۵۱.۶۷	۵۲.۵۲	۲۵
۳۴.۵۹	۳۵.۸۴	۳۲.۸۴	۳۲.۷۴	۳۳.۱۲	۲۶
۳۲.۶۳	۳۳.۰۷	۳۳.۴۲	۳۰.۶۰	۳۲.۶۶	۲۷
۳۵.۷۳	۳۴.۸۴	۳۶.۰۰	۳۶.۹۵	۳۵.۴۴	۲۸
۷۷.۳۹	۷۷.۳۶	۷۷.۶۰	۷۷.۳۴	۷۸.۶۵	۲۹
۳۰.۰۹	۳۱.۱۸	۳۰.۵۵	۲۹.۱۸	۲۹.۷۶	۳۰
۰.۹۸۲	۰/۹۹۵	۰/۹۵۱	۰/۹۶۹	p-value	

جدول شماره ۴: نتایج حاصل از بررسی درصد افزودنی های گیاهی در نمونه های سوسیس با استفاده نرم افزارهای ادوپی (Image-Pro) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop) فتوشاپ (Plus.)

درصد گوشت افزودنی گیاهی شده با نرم افزار Image-Pro plus	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت اعلامی کارخانه	کد محصول	نوع محصول
۴.۳۱	۱۱.۰۹	۱۲.۶۲	۱۳.۶۷	۸.۵۹	۱	سوسیس
۱۹.۶۲	۹.۸۵	۱۶.۷۴	۱۲.۷۰	۱۰.۵۷	۲	
۱۸.۳۶	۱۲.۴۶	۱۴.۰۹	۱۷.۴۱	۶.۰۲	۳	
۱۲.۲۶	۱۲.۹۲	۱۳.۷۷	۱۴.۳۴	۷.۳۸	۴	
۳۷.۲۹	۳۰.۱۴	۳۲.۶۱	۲۶.۳۴	۲۳.۶۳	۵	
۳۲.۱۱	۲۷.۱۷	۲۹.۰۱	۳۷.۸۸	۲۰.۷۹	۶	
۲۴.۸۶	۲۴.۱۳	۲۲.۲۹	۲۸.۴۰	۱۵.۱۳	۷	
۱۴.۳۹	۱۲.۹۰	۱۳.۱۲	۹.۷۶	۶.۰۴	۸	
۲۴.۶۲	۱۹.۶۱	۲۰.۳۸	۱۵.۷۷	۱۴.۸۴	۹	
۲۷.۴۳	۱۹.۴۵	۲۰.۸۸	۱۹.۸۲	۱۶.۳۶	۱۰	
۳۴.۲۱	۳۳.۰۷	۳۲.۲۵	۲۸.۳۴	۲۵.۶۳	۱۱	
۱۲.۰۵	۳۱.۶۴	۳۰.۸۷	۳۸.۸۲	۲۵.۲۱	۱۲	
۲۸.۲۴	۲۲.۹۷	۲۴.۰۴	۲۰.۷۴	۱۹.۰۰	۱۳	
۴.۴۳	۱۱.۰۰	۱۲.۹۸	۱۲.۷۸	۷.۴۲	۱۴	

۲۲.۱۷	۲۲.۳۵	۲۷.۵۴	۲۱.۳۳	۱۵.۱۲	۱۵
۲۰.۱۵	۱۸.۴۲	۱۹.۵۵	۱۷.۷۶	۱۱.۷۳	۱۶
۹.۳۸	۷.۶۴	۱۰.۹۴	۸.۰۹	۴.۹۳	۱۷
۲.۱۳	۸.۰۹	۱۰.۶۷	۱۲.۳۰	۵.۴۱	۱۸
۲۵.۲۴	۲۵.۷۳	۲۰.۹۱	۳۰.۲۴	۱۵.۴۵	۱۹
۳۲.۵۱	۳۶.۱۴	۳۱.۳۱	۳۹.۵۰	۲۶.۵۶	۲۰
۲۶.۰۶	۲۷.۴۰	۳۳.۹۴	۲۱.۲۲	۱۸.۵۰	۲۱
۳۴.۳۳	۲۹.۹۷	۳۶.۹۰	۲۶.۷۶	۲۰.۶۵	۲۲
۱۲.۲۹	۱۲.۱۵	۱۴.۸۵	۱۴.۵۳	۶.۶۹	۲۳
۹.۱۶	۲۲.۵۱	۳۱.۲۷	۱۹.۵۱	۱۶.۲۶	۲۴
۳۱.۰۶	۳۰.۵۸	۲۹.۱۹	۳۰.۶۶	۲۳.۱۱	۲۵
۳۴.۸۸	۲۲.۶۴	۲۲.۶۴	۲۴.۶۸	۱۸.۲۰	۲۶
۳۷.۰۹	۳۲.۵۱	۲۹.۷۱	۲۷.۴۶	۱۹.۲۸	۲۷
۱۵.۹۲	۳۸.۶۹	۳۵.۸۴	۲۷.۸۳	۲۲.۶۲	۲۸
۸.۹۳	۱۵.۷۳	۱۶.۱۹	۱۳.۱۲	۵.۰۴	۲۹
۳۹.۸۱	۳۰.۳۱	۳۲.۷۹	۲۹.۴۹	۲۳.۶۰	۳۰
۰.۰۰۹	۰/۰۰۲	<۰.۰۰۱	۰/۰۰۲	p-value	

جدول شماره ۵: نتایج حاصل از بررسی درصد عضله اسکلتی در نمونه‌های همبرگر با استفاده نرم‌افزارهای ادوینی فوتوشاپ

(Image-Pro Plus) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop)

نوع محصول	کد محصول	درصد گوشت اعلامی کارخانه	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image-Pro plus
همبرگر	۱	۳۰.۵۲	۲۵.۵۴	۲۹.۷۵	۳۱.۰۰	۳۱.۹۴
	۲	۲۶.۱۶	۲۵.۶۶	۲۷.۶۴	۲۵.۹۴	۲۵.۳۹
	۳	۶۳.۶۶	۵۳.۱۲	۵۴.۲۸	۵۴.۴۶	۵۴.۴۷
	۴	۴۹.۷۷	۴۹.۵۱	۴۹.۵۲	۵۰.۶۳	۵۰.۸۳
	۵	۷۰.۶۹	۷۱.۹۵	۶۹.۳۹	۶۹.۱۱	۶۹.۶۲
	۶	۷۵.۱۰	۷۵.۳۳	۷۴.۱۸	۷۴.۵۶	۷۴.۶۸
	۷	۷۵.۸۸	۷۲.۶۱	۷۳.۱۲	۷۳.۱۹	۷۵.۴۷
	۸	۶۰.۷۹	۵۷.۷۳	۶۱.۴۱	۶۰.۰۹	۵۹.۹۶
	۹	۵۰.۱۸	۴۹.۶۸	۵۱.۶۳	۴۹.۳۱	۵۰.۷۴
	۱۰	۷۵.۹۴	۷۰.۳۲	۷۴.۰۵	۷۵.۰۰	۷۴.۱۳

۳۴.۶۳	۳۵.۸۶	۳۵.۴۴	۳۱.۲۴	۳۳.۵۹	۱۱
۳۱.۹۱	۲۹.۰۷	۳۰.۵۲	۲۹.۴۸	۳۰.۵۰	۱۲
۷۹.۹۴	۷۹.۷۴	۸۰.۲۴	۸۱.۵۲	۸۰.۶۲	۱۳
۶۶.۸۳	۶۵.۱۹	۶۵.۴۶	۶۱.۰۷	۶۶.۲۲	۱۴
۷۴.۷۲	۷۵.۰۶	۷۶.۴۴	۷۱.۴۲	۷۵.۸۹	۱۵
۸۵.۴۱	۸۶.۰۸	۸۷.۲۶	۸۰.۴۳	۷۸.۰۹	۱۶
۸۷.۵۰	۸۷.۶۴	۸۶.۱۶	۸۸.۶۴	۷۸.۹۰	۱۷
۵۴.۷۰	۵۳.۷۶	۵۳.۷۵	۵۱.۴۵	۵۲.۱۱	۱۸
۷۰.۱۶	۷۳.۹۷	۷۰.۷۰	۶۶.۴۳	۷۱.۶۰	۱۹
۷۹.۶۹	۸۰.۴۱	۷۸.۶۳	۸۰.۹۳	۸۰.۳۳	۲۰
۰.۹۸۸	۰/۹۷۱	۰/۹۶۸	۰/۷۹۱	<i>p</i> -value	

جدول شماره ۶: نتایج حاصل از بررسی درصد افزودنی‌های گیاهی در نمونه‌های همبرگر با استفاده نرم‌افزارهای ادوپی (Image-Pro) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop) فتوشاپ (Plus.)

درصد گوشت افزودنی گیاهی شده Image-Pro plus	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت اعلامی کارخانه	کد محصول	نوع محصول
۵۶.۶۴	۴۳.۵۸	۵۴.۸۶	۶۲.۳۴	۴۸.۰۱	۱	همبرگر
۵۴.۲۱	۵۳.۰۳	۶۱.۲۱	۶۲.۰۲	۴۵.۵۱	۲	
۴۷.۲۴	۴۷.۲۱	۵۴.۳۰	۵۷.۵۶	۳۷.۳۹	۳	
۵۵.۸۴	۴۸.۴۴	۴۷.۴۱	۴۸.۰۴	۳۲.۰۴	۴	
۲۹.۶۷	۳۶.۰۸	۳۲.۰۸	۳۹.۷۳	۲۵.۵۴	۵	
۲۵.۹۰	۲۲.۳۶	۲۸.۱۲	۲۹.۴۱	۱۵.۱۸	۶	
۲۵.۸۷	۱۴.۸۰	۱۷.۶۴	۱۷.۵۳	۵.۱۴	۷	
۴۵.۴۴	۵۱.۳۲	۴۲.۶۹	۴۸.۰۸	۳۷	۸	
۴۷.۸۵	۴۷.۳	۲۳.۴۰	۵۹.۳۳	۴۰.۴۴	۹	
۲۱.۰۱	۲۲.۰۳	۲۱.۱۶	۲۳.۶	۱۰.۹۹	۱۰	
۶۲.۶۳	۵۵.۷۷	۵۵.۲۷	۵۴.۴۸	۴۰.۵۶	۱۱	
۵۳.۷۰	۵۹.۵۳	۵۵.۱۲	۵۸.۷۷	۴۴.۲۰	۱۲	
۱۸.۱۹	۷.۶۹	۱۶.۳۰	۵.۳۶	۱.۵۵	۱۳	
۲۳.۰۴	۳۴.۱۲	۲۳.۰۲	۲۵.۱۱	۱۵.۳۵	۱۴	
۳۱.۰۰	۳۳.۳۷	۳۵.۸۸	۳۶.۱۵	۲۱.۱۵	۱۵	
۱۷.۸۱	۱۵.۴۲	۱۱.۲۸	۱۴.۷۶	۳.۶۴	۱۶	
۱۵.۷۰	۷.۴۳	۱۴.۵۰	۴.۹۹	۲.۲۴	۱۷	
۲۹.۱۸	۵۷.۳۲	۴۴.۱۱	۵۳.۴۲	۳۵.۵۹	۱۸	
۲۶.۳۱	۳۳.۲۸	۳۸.۷۱	۳۷.۳۴	۲۰.۲۸	۱۹	
۱۷.۶۷	۱۳.۳۳	۱۳.۸۷	۷.۲۱	۴.۲۹	۲۰	
۰.۰۳۷	۰/۰۴۸	۰/۰۴۹	۰/۰۳۱	p-value		

جدول شماره ۷: نتایج حاصل از بررسی درصد عضله اسکلتی در نمونه‌های کباب لقمه با استفاده نرم افزارهای ادوبی فتوشاپ

(Image-Pro Plus) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop)

نوع محصول	کد محصول	درصد گوشت اعلامی کارخانه	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image-Pro plus
کیاب لقمه	۱	۵۵.۵۶	۵۵.۰۳	۵۶.۶۰	۵۷.۱۲	۵۶.۴۸
	۲	۵۹.۳۷	۵۸.۲۵	۶۰.۳۴	۵۸.۲۰	۵۹.۰۳
	۳	۵۴.۱۸	۵۴.۵۴	۵۴.۷۲	۵۴.۶۹	۵۳.۸۲
	۴	۵۰.۷۳	۴۹.۸۲	۴۹.۰۹	۵۲.۱۰	۵۱.۷۶
	۵	۵۰.۱۱	۵۱.۵۴	۴۹.۵۵	۴۸.۶۲	۴۹.۹۰
	۶	۵۳.۳۳	۵۳.۴۸	۵۲.۴۲	۵۲.۷۰	۵۳.۸۹
	۷	۵۵.۴۷	۴۵.۱۶	۵۳.۲۸	۵۵.۰۹	۴۵.۵۲
	۸	۶۰.۴۰	۵۹.۷۷	۶۱.۱۷	۵۹.۳۴	۶۱.۳۹
	۹	۵۳.۵۴	۵۴.۰۵	۵۲.۰۸	۵۲.۰۱	۵۳.۵۲
	۱۰	۵۲.۱۳	۵۳.۷۱	۵۲.۷۶	۵۲.۳۵	۵۱.۴۷
		p-value	۰/۰۵۸	۰/۸۶۹	۰/۸۶۴	۰.۶۵۸

جدول شماره ۸: نتایج حاصل از بررسی درصد افزودنی‌های گیاهی در نمونه‌های کباب لقمه با استفاده نرم افزارهای ادوبی

(Image-Pro Plus) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop) فتوشاپ

Plus.

نوع محصول	کد محصول	درصد افزودنی گیاهی اعلامی کارخانه	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Image-Pro plus
کیاب لقمه	۱	۲۷.۸۰	۳۳.۹۴	۲۱.۱۹	۳۴.۶۴	۲۲.۰۰
	۲	۲۹.۴۱	۳۴.۱۷	۳۴.۸۱	۳۵.۷۴	۳۰.۳۷
	۳	۱۹.۰۸	۲۳.۷۳	۲۶.۹۷	۳۵.۰۶	۳۲.۸۸
	۴	۲۲.۱۹	۲۸.۱۳	۳۱.۲۱	۳۶.۷۵	۲۴.۶۰
	۵	۲۰.۵۶	۲۷.۸۶	۲۷.۸۶	۳۱.۲۴	۴۰.۲۲
	۶	۲۰.۵۰	۲۷.۹۴	۲۸.۲۰	۳۲.۱۴	۳۵.۲۸
	۷	۱۹.۴۶	۲۴.۴۱	۲۵.۸۱	۲۹.۷۹	۳۵.۲۸
	۸	۳۰.۱۶	۳۷.۵۹	۳۶.۲۹	۲۴.۹۰	۳۶.۳۶
	۹	۲۱.۴۴	۳۳.۳۰	۳۱.۴۴	۳۰.۸۴	۲۲.۱۳
	۱۰	۲۳.۰۸	۳۰.۶۷	۳۳.۶۶	۳۳.۴۷	۴۰.۳۹

۰/۰۱۲	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	p-value	
-------	--------	-------	-------	---------	--

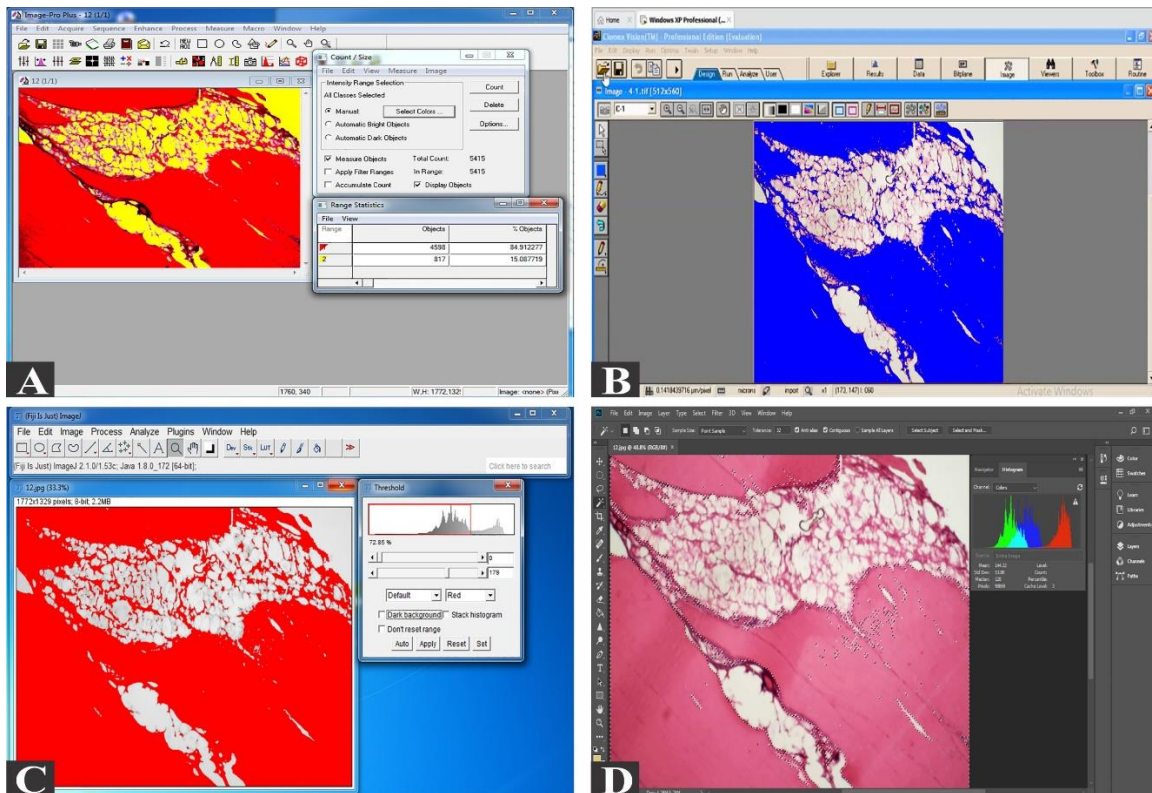
جدول شماره ۹: نتایج حاصل از بررسی درصد عضله اسکلتی در نمونه‌های ناگت مرغ با استفاده نرم‌افزارهای ادوبی فتوشاپ (Image-Pro Plus) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop)

درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image-Pro plus	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد گوشت محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت اعلامی کارخانه	کد محصول	نوع محصول
۷۰.۰۲	۶۷.۵۵	۶۸.۱۳	۶۹.۲۴	۶۹.۱۴	۱	ناگت مرغ
۶۵.۴۲	۶۵.۹۸	۶۴.۸۷	۶۳.۵۶	۶۴.۱۳	۲	
۶۰.۱۴	۵۹.۵۸	۵۹.۲۴	۵۹.۵۰	۶۰.۵۵	۳	
۶۵.۷۱	۶۵.۱۸	۶۵.۰۷	۶۵.۴۲	۶۶.۱۹	۴	
۶۶.۸۹	۶۷.۱۰	۶۷.۷۷	۶۸.۳۷	۶۷.۲۳	۵	
۷۵.۱۵	۷۳.۳۴	۷۵.۵۴	۷۴.۷۵	۷۴.۲۲	۶	
۷۱.۴۱	۶۹.۹۲	۶۹.۴۳	۶۹.۶۹	۷۰.۱۹	۷	
۶۷.۲۳	۶۵.۱۴	۶۷.۶۰	۶۵.۷۰	۶۶.۵۲	۸	
۶۵.۴۰	۶۵.۳۳	۶۶.۷۹	۶۶.۴۱	۶۵.۶۳	۹	
۶۴.۳۲	۶۶.۸۹	۶۴.۰۲	۶۴.۲۳	۶۵.۰۷	۱۰	
۰.۸۷۴	۰/۸۶۲	۰/۸۹۲	۰/۹۱۰	p-value		

جدول شماره ۱۰: نتایج حاصل از بررسی درصد افزودنی‌های گیاهی در نمونه‌های ناگت مرغ با استفاده نرم‌افزارهای ادوبی فتوشاپ (Image-Pro Plus) و ایمج پرو پلاس (Image J)، ایمج جی (Clemex)، کلمکس (Adobe Photoshop)

درصد گوشت افزودنی گیاهی شده با نرم افزار Image-Pro plus	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Image J	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Clemex	درصد افزودنی گیاهی محاسبه شده با نرم افزار Adobe Photoshop	درصد گوشت اعلامی کارخانه	کد محصول	نوع محصول
۲۲.۳۵	۳۰.۷۴	۳۲.۲۸	۲۹.۷۹	۲۵.۷۸	۱	ناگت مرغ
۱۹.۶۷	۲۳.۱۷	۲۵.۰۹	۲۲.۳۳	۱۹.۰۵	۲	
۲۷.۴۲	۲۴.۰۶	۲۶.۱۱	۲۱.۷۱	۱۹.۴۶	۳	
۱۴.۸۳	۲۷.۰۵	۲۵.۲۹	۲۳.۱۴	۱۹.۱۵	۴	
۲۷.۹۷	۲۸.۲۰	۲۹.۴۸	۲۶.۴۷	۱۸.۵۵	۵	
۲۰.۳۶	۲۲.۰۷	۲۳.۸۶	۱۹.۰۴	۱۵.۶۳	۶	
۲۲.۵۲	۲۵.۱۶	۲۴.۰۱	۲۷.۹۸	۲۱.۳۷	۷	

۲۹.۶۴	۲۴.۱۵	۲۲.۷۴	۲۶.۴۳	۱۸.۷۰	۸
۲۷.۷۰	۳۰.۱۱	۲۹.۳۴	۲۵.۵۸	۲۴.۹۹	۹
۲۹.۶۶	۲۶.۸۲	۲۷.۹۷	۲۳.۲۷	۱۹.۵۵	۱۰
۰.۰۴۶	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	p-value	



Adobe - نرم افزار B؛ Image-Pro Plus - نرم افزار A تصویر ۱: محیط کار نرم افزارهای مورد بررسی در مطالعه حاضر. Clemax - نرم افزار D و Image J - نرم افزار C؛ Photoshop

۳-۶- میزان زمان صرف شده برای بررسی هر نمونه

محاسبه و بررسی مدت زمان صرف شده برای آنالیز تصویری مقاطع بافتی فرآورده‌های گوشتی با نرم افزارهای مختلف در مورد نمونه‌های کالباس، سوسیس، کباب لقمه و ناگت مرغ نشان داد که در هر چهار نمونه مذکور مدت زمان بررسی در نرم افزار Image J نسبت به سایر نرم افزارها از نظر آماری کمتر بود ($p < 0.05$). اما در مورد نمونه همبرگر کمترین زمان مربوط به نرم افزار Adobe photoshop بود که از این نظر

با سایر نرم افزارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p < 0.05$). جزئیات نتایج در جدول شماره ۱۱ قابل مشاهده است. در زمینه میانگین زمان صرف شده برای تجزیه و تحلیل تصویر برش‌های بافت فرآورده‌های گوشتی، نتایج نشان داد که تنها نرم افزار Image J زمان کمتری نسبت به سایر نرم افزارها می‌برد و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود. این ممکن است به دلیل محیط کاربری ساده‌تر Image J برای چنین کارهایی باشد.

جدول شماره ۱۱: جدول مدت زمان صرف شده برای آنالیز تصویری فرآورده‌های گوشتی با نرم افزارهای مختلف.

نام نرم افزار	نمونه‌های کالباس (ثانیه)	نمونه‌های سوسیس (ثانیه)	نمونه‌های همبرگر (ثانیه)	نمونه‌های کباب لقمه (ثانیه)	نمونه‌های ناگت مرغ (ثانیه)
Image pro plus	۲۷۲۳ ± ۱۱۲ ^a	۲۶۸۷ ± ۱۱۸ ^a	۲۵۹۲ ± ۱۱۳ ^a	۲۶۳۳ ± ۶۸ ^a	۲۴۴۶ ± ۴۵ ^a
Adobe photoshop	۲۶۹۹ ± ۴۸ ^a	۲۶۳۵ ± ۶۳ ^a	۲۴۸۹ ± ۵۳ ^b	۲۵۲۱ ± ۶۱ ^a	۲۳۹۳ ± ۱۰۲ ^a
Image J	۲۳۴۶ ± ۳۰ ^b	۲۳۰۸ ± ۷۵ ^b	۲۳۲۴ ± ۴۴ ^a	۲۲۱۲ ± ۴۹ ^b	۲۱۹۹ ± ۵۳ ^b
Clemex	۲۶۴۹ ± ۸۲ ^a	۲۵۰۳ ± ۱۱۳ ^a	۲۴۴۶ ± ۵۸ ^a	۲۴۳۱ ± ۷۶ ^a	۲۴۲۴ ± ۵۵ ^a

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده دارا بودن اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

مشاهده نشد. این در حالی بود که در حالت کلی مدت زمان صرف شده برای آنالیز تصویری فرآورده‌های گوشتی در نرم‌افزار **Image J** نسبت به سایر نرم‌افزارهای مورد بررسی در مطالعه حاضر از نظر آماری کمتر بود ($p < 0.05$) (نمودار ۱).

مقایسه کفایت نرم‌افزارها

در مقایسه دقت و مدت زمان کلی صرف شده برای آنالیز تصویری مقاطع بافتی حاصل از فرآورده‌های گوشتی اختلاف معنی‌داری از نظر دقت بررسی بین نرم‌افزارهای مختلف



نمودار ۱: مقایسه دقت و مدت زمان کلی صرف شده برای آنالیز تصویری مقاطع بافتی حاصل از فرآورده‌های گوشتی حروف غیرمشابه نشان‌دهنده دارا بودن اختلاف معنی‌دار است ($p < 0.05$).

ندادند. در نتیجه، هر چهار برنامه نرم‌افزار **Image-Pro Plus**، **Adobe Photoshop**، **Clemex** و **Image J** که در مطالعه حاضر استفاده شده‌اند، قادر به ارزیابی دقیق درصد ماهیچه‌های اسکلتی مورد استفاده در تولید فرآورده‌های گوشتی هستند. در تخمین درصد عضله اسکلتی در نمونه‌های کالباس و همبرگر نرم‌افزار **Image-pro plus** در نمونه‌های سوسیس نرم‌افزار **Image J**، در نمونه‌های کباب لقمه نرم‌افزار **Clemex** و در نمونه‌های ناگت مرغ نرم‌افزار **Adobe Photoshop** دقت بالاتری را نشان دادند. در حالی که نرم‌افزارهای مورد مطالعه نتوانستند میزان افزودنی‌های گیاهی را در فرآورده‌های گوشتی مختلف

۴- نتیجه‌گیری نهایی

در تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از هر چهار نرم‌افزار، تفاوت آماری معنی‌داری بین درصد به دست آمده و میزان گوشت اعلام شده توسط کارخانه مشاهده نشد. علاوه بر این، این مطالعه تفاوت آماری معنی‌دار را تنها در میانگین زمان صرف شده برای تجزیه و تحلیل تصویری درصد عضله اسکلتی فرآورده‌های گوشتی هنگام استفاده از نرم‌افزار **Image J** در مقایسه با سایر برنامه‌های نرم‌افزارها نشان داد. سایر نرم‌افزارها از نظر مدت زمان صرف شده اختلاف معنی‌دار نشان

Image J با سایر نرم افزارهای مرتبط که تا به امروز مورد مطالعه قرار نگرفت اند، می تواند اطلاعات ارزشمند دیگری را ارائه دهند.

تخمین بزنند. به نظر می رسد این به دلیل تنوع بافت افزودنی های گیاهی باشد. با این حال، مقایسه کلی نشان داد که Image J به دلیل دسترسی آزاد و زمان کمتر مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل تصویر، به عنوان گزینه ارجح تر است. مقایسه

۵- منابع

- [1]. Asadi, M. R., Taghavi, M., Kalantari-Hesari, A., Ghorbanzadeh, B. The Role of Histological Test in Reducing the Use of Unauthorized Tissues in Meat Products Between Years of 2014 and 2017. *Veterinary Researches & Biological Products*. 2019; 33(3): 31-40 [In Persian].
- [2]. Jahed, K. G. R., Rokni, N. Histological detection of soya in freezing raw hamburger of Iran. *Pajouhesh and Sazandegi*. 2004; 62: 71-75 [In Persian].
- [3]. Kamkar, A., Rokny, N., Rasouli, A., Shiroudi, A. Evaluating hamburger quality using collagen content. *Pajouhesh and Sazandegi*. 2004; 63: 75-79 [In Persian].
- [4]. Latorre, R., Sadeghinezhad, J., Hajimohammadi, B., Izadi, F., Sheibani, M. T. Application of Morphological Method for Detection of Unauthorized Tissues in Processed Meat Products. *Journal of Food Quality and Hazards Control*. 2015; 2(2): 71-74.
- [5]. Rokni, N., Rezaeian, M., Nouri, N., Ebrahimpour, F. Detection of unauthorized tissues in some of the distributed raw meat products in Tehran with histological methods. *Pajouhesh and Sazandegi*. 2004; 17(4): 2-8 [In Persian].
- [6]. Abbasy-Fasarani, M., Hosseini, H., Jahed-Khaniki, G. R., Adibmoradi, M., Eskandari, S. Histological study of industrial hamburgers containing 30 and 60 percent meat for presence of unpermitted edible tissues and correlation of this factor to meat connective tissue chemical indices. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2013; 7(5): 311-318 [In Persian].
- [7]. Francisco, J. S., Moraes, H. P., Dias, E. P. Evaluation of the Image-Pro Plus 4.5 software for automatic counting of labeled nuclei by PCNA immunohistochemistry. *Brazilian oral research*. 2004; 18(2): 100-104.
- [8]. Fernandes-Santos, C., Souza-Mello, V., Faria, S. T., Mandarim-De-Lacerda, C. A. Quantitative morphology update: Image analysis. *International Journal of Morphology*. 2013; 31(1): 23-30.
- [9]. Bringhenti, I., Schultz, A. Rachid, T., Bomfim, M. A., Mandarim-de-Lacerda, C. A., Aguila, M. B. An early fish oil-enriched diet reverses biochemical, liver, and adipose tissue alteration in male offspring from maternal protein restriction in mice. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2011; 22(11): 1009-1014.
- [10]. Fernandes-Santos, C., Carneiro, R. E., Mendonca, L. S., Aguila, M. B., Mandarim-de-Lacerda, C. A. Rosiglitazone aggravates nonalcoholic fatty pancreatic disease in C57BL/6 mice fed a high-fat and high-sucrose diet. *Pancreas*. 2009; 38(3): 80-86.
- [11]. He, L., Long, L. R. Antani, S., Thoma, G. R. Histology image analysis for carcinoma detection and grading. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2012; 107(3): 538-556.
- [12]. Ghisleni, G., Stella, S., Radaelli, E., Mattiello, S., Scanziani, E. Qualitative evaluation of tortellini meat filling by histology and image analysis. *International Journal of Food Science and Technology*. 2010; 45: 265-270.

- [13]. Ash, N. F., Massengill, M. T., Harmer, L., Jafri, A., Lewin, A. S. Automated segmentation and analysis of retinal microglia within ImageJ. *Experimental eye research*. 2021; 203: 108416.
- [14]. Jensen, E. C. Quantitative analysis of histological staining and fluorescence using ImageJ. *The Anatomical Record*. 2013; 296(3): 378-381.
- [15]. Buchan, L., St Aubin, C. R., Fisher, A. L., Hellings, A., Castro, M., Al-Nakkash, L., Broderick, T. L. Plochocki JH. High-fat, high-sugar diet induces splenomegaly that is ameliorated with exercise and genistein treatment. *BMC Research Notes*. 2018; 11(1): 1-6.
- [16]. Moraru, D., Istrate, S., Eniceicu, C. P., Sterian, P. Data analyses with ImageJ software in diabetic retinopathy, by processing the optical coherence tomography images. *Journal of Clinical Review & Case Reports*. 2020; 5: 34-39.
- [17]. Taşdemir, U., Özeç, İ., Esen, H. H., Avunduk, M. C. The influence of rifamycin decontamination on the incorporation of autologous onlay bone grafts in rats: A histometric and immunohistochemical evaluation. *Archives of Oral Biology*. 2015; 60(5):724-729.
- [18]. Seyhan, N., Keskin, S., Aktan, M., Avunduk, M. C., Sengelen, M., Savaci, N. Comparison of the effect of platelet-rich plasma and simvastatin on the healing of critical-size calvarial bone defects. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2016; 27(5):1367-1370.
- [19]. Saad, H. A., Terry, M. A., Shamie, N., Chen, E. S., Friend, D. F., Holiman, J. D., Stoeger, C. An easy and inexpensive method for quantitative analysis of endothelial damage by using vital dye staining and Adobe Photoshop software. *Cornea*. 2008; 27(7): 818-824.
- [20]. Tolivia, J., Navarro, A., Valle, E. D., Perez, C., Ordonez, C., Martínez, E. Application of Photoshop and Scion Image analysis to quantification of signals in histochemistry, immunocytochemistry, and hybridocytochemistry. *Analytical and Quantitative Cytology and Histology*. 2006; 28(1): 43-53.
- [21]. Agle, C. C., Velloso, C. P., Lazarus, N. R., Harridge, S. D. An image analysis method for the precise selection and quantitation of fluorescently labeled cellular constituents: application to the measurement of human muscle cells in culture. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*. 2012; 60(6):428-438.
- [22]. Anderson, G., Bancroft, J. D. Tissue processing and microtomy. In: *Theory and Practice of Histological Techniques* (edited by J.D. Bancroft & M. Gamble). (8th. pp. 85–107). London: Churchill Livingstone. 2002.
- [23]. Asadi, M. R., Kalantari-Hesari, A., Ghaemmaghami, S. S., Mosleh, N., Ghorbanzadeh, B., Abdi, P. Meat products components using histological method and image analysis software. *Veterinary Research & Biological Products*. 2023; 36(1): 102-112 [In Persian].



Scientific Research

Evaluation of image analysis software competency in skeletal muscle percentage assessment in meat products

Bahman Yarvari¹, Ali Kalantari-Hesari^{2*}, Mohammad Reza Pajohi-AlaMoti³, Mohammad Babaei²

- 1) MSc Graduate, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
- 2) Assistant Professor, Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
- 3) Associate Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received:2024/4/17

Accepted:2024/7/7

Keywords:

Meat Products,

Histology,

Image Analysis,

Graphic Software

DOI: 10.22034/FSCT.21.157.123.

*Corresponding Author E-
a.kalantarihesari@basu.ac.ir

In recent years, there has been a growing interest in methods for assessing the percentage of meat (skeletal muscle) in meat products. Given the high margin of error in methods such as chemical analysis, the most reliable and accurate approach for assessing the percentage of skeletal muscle in meat products is histology and subsequent use of image analysis. Due to limited research in this field and the not-so-easy access to some image analysis software, the present study, for the first time, examines the percentage of skeletal muscle in meat products and the time spent on analyzing each sample using two freely accessible graphic software programs (Adobe Photoshop and ImageJ) and two non-free graphic software programs (Clemex and Image Pro-Plus). For this purpose, 100 samples of meat products (30 Kielbasa, 30 sausages, 20 hamburgers, 10 kebab bite, and 10 chicken nuggets) with a known skeletal muscle content were used. After transferring the samples to the laboratory and preparing tissue sections using the Hematoxylin-Eosin staining method, the images of tissue sections were analyzed using the mentioned software programs. The results showed almost equal accuracy of all four software programs assessing skeletal muscles. However, the time required to analyze each ImageJ sample was significantly lower than the other software programs ($p < 0.05$). Based on the results of this study, it appears that ImageJ software offers greater competence for image analysis of tissue sections and determining the percentage of skeletal muscle in meat products.