علمی پژوهشی

هشتمین کنگره ملی
مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون
دانشگاه فردوسی مشهد – ۹ تا ۱۱ بهمن ماه ۱۳۹۲

طراحی و ارزیابی الگوریتم پردازش تصویری برای تخمین محتوی چربی گوشت قرمز

امید دوستی ایرانی[۱]، محمود رضا گلزاریان[۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه فردوسی مشهد، m.golzarian@um.ac.ir

چکیده

در این تحقیق از ماشین بینایی جهت تعیین میزان چ

شده است. نمونه های گوشت برای تصویر برداری در یک اتاقک تصویر برداری با پیش زمینه آبی قرار گرفتند. جهت به دست آوردن یک الگوریتم مناسب از ویژگی های رنگی تصاویر استفاده شد. مراحل کلی این کار شامل تهیه تصاویر، خواندن تصاویر در نرم افزار متلب، جدا کردن پیش زمینه از تصویر، جدا کردن بافت چربی از گوشت و محاسبه مساحت چربی مورد نظر نسبت به مساحت گوشت می باشد. جهت کسب اطمینان از اینکه نتایج به دست آمده تا چه حد به واقعیت نزدیک است، از نمونه های گوشت خالص و چربی خالص

کردیم. دقت الگوریتم برای شناسایی دو نوع بافت گوشت و چربی خالص به ترتیب برابر با ۹۹/۶۵ و۹۹/۲۱ درصد به دست آمد . مقدار خطای ایجاد شده ناشی از تغییر رنگ در بعضی نمونه ها و وجود سایه در بعضی نقاط بود. پس از اطمینان از دقت الگوریتم ، از نمونه های دیگر که بافت آنها ترکیبی از گوشت و چربی بود، مورد ارزیابی قرار گرفتند، که در هر نمونه میزان چربی و گوشت با محاسبه پیکسل های مربوط به هر ناحیه محاسبه شد.

کلید واژه: بینایی رایانه ای، پردازش تصویر، تشخیص الگو، محتوی چربی، گوشت

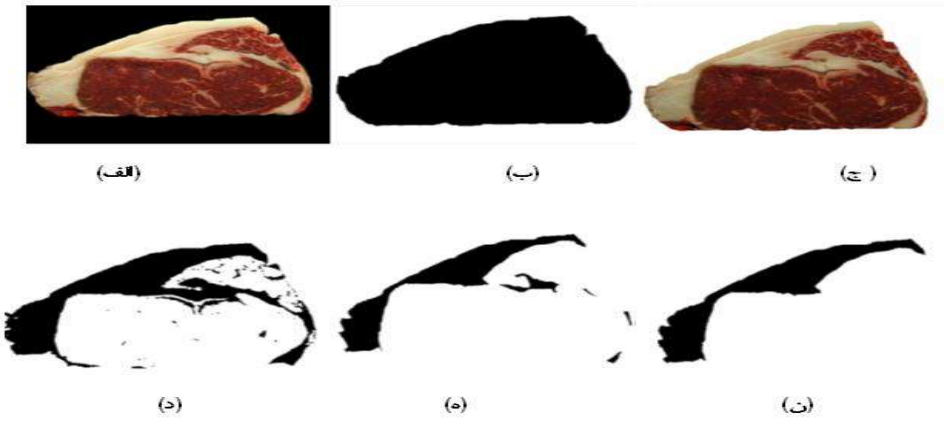
مقدمه

علم پردازش تصویر، از علوم پر کاربرد و مفید در فنون مهندسی می باشد و از دیر باز مطالعات و تحقیقات گسترده ای در این زمینه صورت گرفته و پیشرفت های فراوانی حاصل شده است. سرعت گسترش این پیشرفت ها به حدی بوده است، که هم اکنون و پس از گذشت مدت زمان کوتاهی می توان تاثیر پردازش تصویر را در بسیاری از علوم و صنایع به وضوح مشاهده نمود. یک نمونه از کاربردهای گسترده آن را می توان در شاخه صنایع غذایی جهت تعیین کیفیت مواد خوراکی مشاهده کرد. به عنوان مثال امروزه میزان مصرف گوشت قرمز به خاطر بالا بودن درصد چربی آن نسبت به گوشت سفید کمتر توصیه می شود و سعی می شود در صورت مصرف آن جهت جلوگیری از بروز بیماری های قلبی و عروقی میزان چربی مصرفی آن کنترل شود. بنابراین کنترل میزان چربی در برنامه غذایی افراد می تواند یک امتیاز جهت ارائه خدمات بهتر در مراکز تهیه و توزیع غذا و همچنین رستوران ها در مراکز تفریحی باشد. یکی از روشهایی که در کنترل میزان چربی گوشت قرمز می تواند مورد استفاده قرار گیرد، سیستم بینایی

ماشین می باشد. مزیت این روش سرعت بالای آن و پاسخ گویی در کوتاه ترین زمان و غیر مخرب بودن آن می باشد. به دلیل تفاوت در رنگ چربی و گوشت خالص می توان با استفاده از این روش به تعیین . تعیین میزان چربی گوشت به روش ماشین بینایی می تواند سبب افزایش دقت در تصمیم گیری در فرآیند های صنایع غذایی گردد. بنابر این ارائه روشی که بتواند در کوتاه ترین زمان ممکن به این نیاز پاسخ دهد از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. رنگ یکی از مهمترین صفات کیفی گوشت برای مصرف کننده به هنگام خرید می باشد. از دید مصرف کننده میزان تازه بودن، مرتبط با رنگ قرمز گوشت می باشد، در حالی که رنگ چربی از اهمیت کمتری برخوردار می باشد(Mancini and Hunt, 2005) . بنابراین رنگ گوشت یکی از فاکتور های اولیه در رابطه با تعیین کیفیت می باشد. تکنیک آنالیز تصاویر یک راه حل مناسب و کاربردی در تعیین کیفیت گوشت بوده و تحقیقات گسترده ای در این رابطه صورت گرفته است که نتایج آن نشان می دهد، پردازش تصویر یک ابزار مفید برای نمایش میزان رنگ گوشت می باشد (Chen and Qin, 2008). تا به امروز تحقیقاتی در زمینه تعیین میزان چربی قطعات برش خورده گوشت صورت گرفته است،که در ادامه به برخی از آنها اشاره شده است. پژوهشگران از آنالیز تصاویر جهت تخمین خودکار محتوی چربی فیله ماهی قزل آلا استفاده کردند، چهل نمونه از فیله ماهی تهیه شد. پس از تصویر برداری و آنالیز تصاویر، نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از یک روش شیمیایی مقایسه شد و یک ضریب همبستگی نسبتا خوب (r=۰/۸۴) به دست آمد. این محققین بیان کردند که اگر چه اندازه نمونه ها نسبتا کوچک بود، ولی ضریب همبستگی به اندازه کافی بزرگ بود که نشان دهد این روش پس از توسعه به عنوان یک ابزار مفید جهت تعیین محتوی چربی ماهی قزل آلا مورد استفاده قرار گیرد (Lars Helge and *et al*.2006). در تحقیقی دیگر، برای تعیین محتوی چربی گوشت طیور از روش پردازش تصویر استفاده شده است. تعداد ۱۵ قطعه از گوشت سینه و ماهیچه مرغ و تعداد ۲۰ نمونه از گوشت بوقلمون نیز مورد بررسی قرار گرفت. دمای نمونه ها را به کمتر از ۴°c رساندند، سپس نمونه ها را به قطعات کوچکتر به وزن ۵۰g– ۳۰ ، و ضخامت ۳ mm برش دادند. به هنگام تصویر برداری از دو پیش زمینه به رنگ سبز و سیاه به دلیل اینکه این دو رنگ تضاد خوبی بین تصویر و پیش زمینه به وجود می آورند استفاده کردند. پس از تصویر برداری و آنالیز تصاویر نتایج به دست آمده نشان داد که برای تصاویر با پیش زمینه سبز در هر دو نمونه گوشت ضریب همبستگی (R^2) کوچکتری به دست آمد و پیش زمینه سیاه برای این منظور مناسب تر می باشد. جهت بیان دقت این روش نتایج با نتایج حاصل از روش شیمیایی مقایسه شد که برای تصاویر با پیش زمینه سیاه R^2= ۰/۶۵ و برای تصاویر با پیش زمینه سبز R^2= ۰/۴۹ به دست آمد(Marta and *et al*.2011). محققین در پژوهشی که به منظور شناخت بافت چربی گوشت انجام شد، پس از منجمد کردن گوشت به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴°c ، با برش آن به لایه های ۲/۵ cm تعداد ۱۲۳ نمونه تهیه کردند. پس از آن نمونه ها به دو گروه تقسیم شدند. تعداد ۸۸ نمونه جهت آنالیز تصویر و ۳۵ نمونه دیگر جهت ارزیابی عملکرد آنالیز تصویر مورد استفاده قرار گرفتند. مراحل اصلی آنالیز تصویر در این تحقیق شامل، جدا کردن پیش زمینه از تصویر گوشت، جدا سازی چربی از گوشت و محاسبه میزان چربی می باشد (شکل۱). از روش ماشین بردار پشتیبان SVM[1] جهت توسعه آنالیز تصاویر استفاده شد. شکل ۱(الف) یک نمونه گوشت که برای تصویر برداری آماده شده است را نمایش می دهد.

[1] Support vector machine

همانطور که مشاهده می شود از یک پیش زمینه کاملا یکنواخت استفاده شده است. پس از تعیین مرزهای تصویر گوشت و توسعه یک الگوریتم به این منظور، تصویر اصلی از پیش زمینه جدا شده است شکل ۱ (ب). در شکل ۱(د) تصویر باینری شده با استفاده از مقدار آستانه به دست آمده است. همانطورکه در شکل ۱(د) نمایش داده شده است این تصویر حاوی پیکسل هایی به رنگ سیاه در لبه ها و درون تصویر می باشد که در محاسبات می توانند سبب خطا شوند. بنابر این در شکل ۱(ه)، شکل فرسایش یافته مرحله قبل مشاهده می شود، که سبب منظم تر شدن لبه ها و همچنین حذف چربی های زیر پوستی و لکه های ریز چربی شده است. در شکل ۱(ن) شکل باینری شده دقیقتری از بافت چربی نمایش داده شده است. نتایج این تحقیق درصد عملکرد را ۹۷/۴٪ بیان کرد، که ثابت می کند این روش یک ابزار مفید برای تعین میزان چربی در یک لایه گوشت می باشد (chen et al,2009).



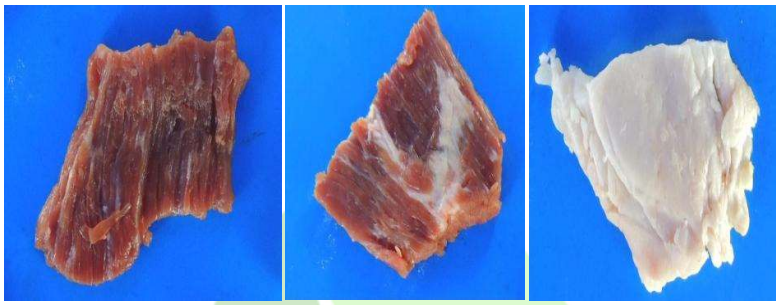
شکل ۱. نمایش مراحل جداسازی و مشخص کردن بافت چربی در یک نمونه: **(الف)** تصویر اصلی گوشت با یک پیش زمینه یکنواخت **(ب)** جدا نمودن تصویر از پیش زمینه **(ث)** تصویر اصلی جدا شده از پیش زمینه **(د)** تصویر باینری شده **(ه)** تصویر فرسایش یافته **(ن)** تصویر نهایی بافت چربی

محققین دیگری از یک الگوریتم ترکیبی برای ارزیابی اتوماتیک چربی گوشت ماهیچه استفاده کردند (Cheng-Jin and *et al.*2008) پنجاه قطعه گوشت ماهیچه به ضخامت ۲/۵ cm را به مدت ۲ روز در دمای ۲ درجه سانتیگراد نگهداری کردند. جهت استخراج بافت چربی از گوشت و محاسبه مقدار آن به روش پردازش تصویر از سه مرحله استفاده کردند. مرحله اول فیلتر کردن تصاویر جهت حذف نویز، مرحله دوم بخش بندی تصویر ، و مرحله سوم استخراج بافت چربی می باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که این روش با دقت ۸۲/۶۳٪ می تواند یک روش مناسب جهت تعیین میزان چربی گوشت باشد. در این تحقیق نیز از روش پردازش تصویر جهت تخمین محتوی چربی گوشت قرمز استفاده شده است. تفاوت این تحقیق با پژوهش هایی که تا به امروز انجام شده است و به آنها اشاره شد، در نحوه ارزیابی عملکرد الگوریتم می باشد. در تحقیقات قبلی پس از تصویر برداری از نمونه جهت اطمینان از الگوریتم میزان چربی آن توسط یک روش شیمیایی ،که علاوه بر وقت گیر بودن یک روش مخرب نیز می باشد، استفاده شده است. در این تحقیق سعی شده است جهت ارزیابی عملکرد الگوریتم از یک روش غیر شیمیایی و غیر مخرب استفاده شود و با روشهای کنترل، الگوریتم اطمینان ارزیابی شود.

مواد و روش ها

۱- آماده سازی نمونه ها:

تعداد ۲۰ قطعه گوشت گاو به ضخامت ۵۰mm–۱۰ تهیه شد. نمونه ها به مدت یک روز در در دمای $4^{\circ}c$ نگهداری شدند. نمونه ها به سه گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل ۴ نمونه که چربی خالص در نظر گرفته شد. گروه دوم شامل ۴ نمونه که گوشت خالص در نظر گرفته شد و ۱۲ نمونه دیگر آنهایی بودند که درصدی از آن را چربی و مابقی را گوشت تشکیل داده بود(شکل۲).



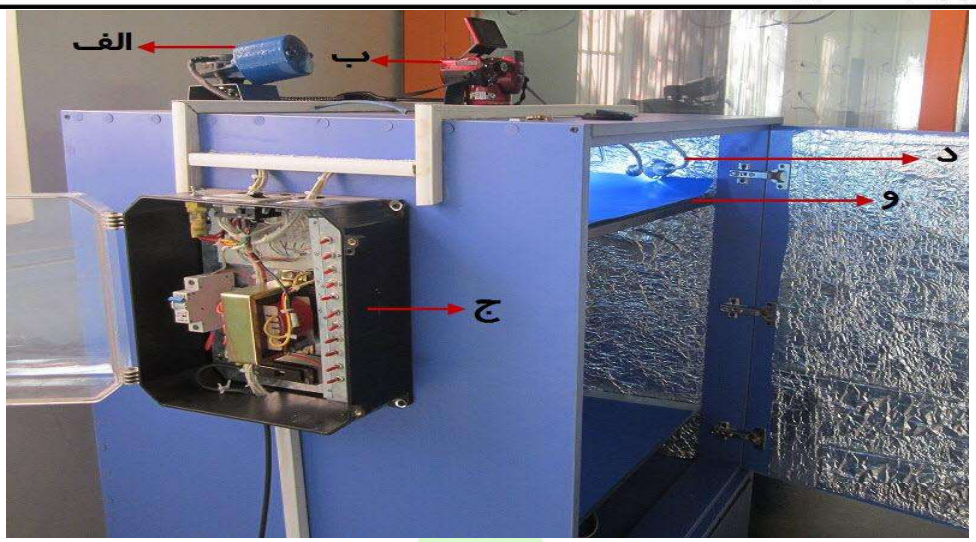
(الف) (ب) (ج)

شکل**۲.** تصاویر مربوط به نمونه ها : **(الف)** گوشت خالص **(ب)**گوشت به همراه بافتی از چربی **(ج)** چربی خالص

تصاویری که از نمونه های خالص چربی و گوشت گرفته شده بود جهت مدلینگ و اطمینان از دقت الگوریتم آنالیز تصاویر مورد استفاده قرار گرفتند.

۲- تصویر برداری

پس از آماده سازی، نمونه ها به اتاقک تصویر برداری موجود در آزمایشگاه گروه مهندسی ماشین های کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، انتقال یافته و تصویر مورد نظر تهیه شد. اتاقک تصویربرداری شامل دوربین، سیستم نورپردازی و محفظه تصویر برداری، واحد کنترل و مکانیزم تغییر ارتفاع می باشد (شکل۳). دوربین مورد استفاده Nikon Coolpix (Nikon Inc, Japan) با قدرت تفکیک ۸ مگا پیکسل استفاده شد. نورپردازی داخل اتاقک از اطراف لنز صورت گرفته و به نحوی است تا از جهات مختلف به نمونه نور تابیده شود، تا از تشکیل سایه در تصویر جلوگیری شود. تصویر برداری از ارتفاع۴۰cm از نمونه ها صورت گرفت.



شکل **۳**. اتاقک عکس برداری. **الف)**موتور، جهت تغییر ارتفاع صفحه ی پس زمینه. **ب)**دوربین که بر روی پایه ی اتاقک نصب شده است. **ج)**تابلوی کنترل روشنایی و لامپ های LED و راه اندازی موتور بالابرنده. **د)**لامپ LED به همراه پایه. **و)**صفحه ی پس زمینه.

از پخش کننده های نور روی دیواره های داخلی اتاقک و درب اتاقک عسکبرداری استفاده شد تا نور داخل محفظه پخش شده و انعکاس نور از جهات مختلف به خوبی صورت پذیرد و از تشکیل نقاط نوری متمرکز و در نتیجه از تشکیل سایه بر روی نمونه ها جلوگیری شود. از یک پیش زمینه یکنواخت به رنگ آبی برای تصویر برداری استفاده شد(شکل۲). وجود یک پیش زمینه یکنواخت سبب افزایش تضاد بین پیش زمینه (در اینجا گوشت) و پس زمینه شده و کیفیت نتایج بدست آمده بعد از عملیات قطعه بندی تصاویر را افزایش می دهد.

۳- پردازش تصویر

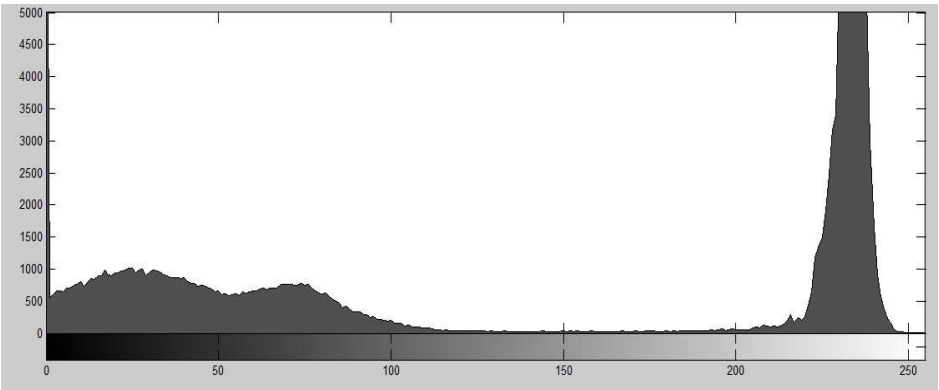
جهت جداسازی بافت چربی از گوشت و در نهایت محاسبه آن یک الگوریتم پردازش تصویر توسعه یافت. این الگوریتم شامل سه مرحله اصلی می باشد. اولین مرحله جداسازی پیش زمینه از پس زمینه آن می باشد. برای جدا کردن پیش زمینه از تفاوت رنگ استفاده شد برای این منظور از کانال های رنگی تصویر[1] (RGB) استفاده کردیم. این کار با ترکیب کانال های رنگی و تعریف و استفاده از شاخص رنگی قرمزی شدت یافته (Excessive Red Index) که بصورت رابطه**(۱)** تعریف می شود انجام شد.

$$ERI = 2*r - g - b \qquad (۱)$$

که در این رابطه r، g و b بترتیب مولفه های قرمز، سبز و آبی تصویر می باشد. با مطالعه هیستوگرام بدست آمده برای قطعه گوشت و پس زمینه، آستانه مناسب برای باینری کردن تصویر بدست آمده ERI تعیین شد (شکل۴). همانطور که در شکل دیده می

[1] Red,Blue,Green

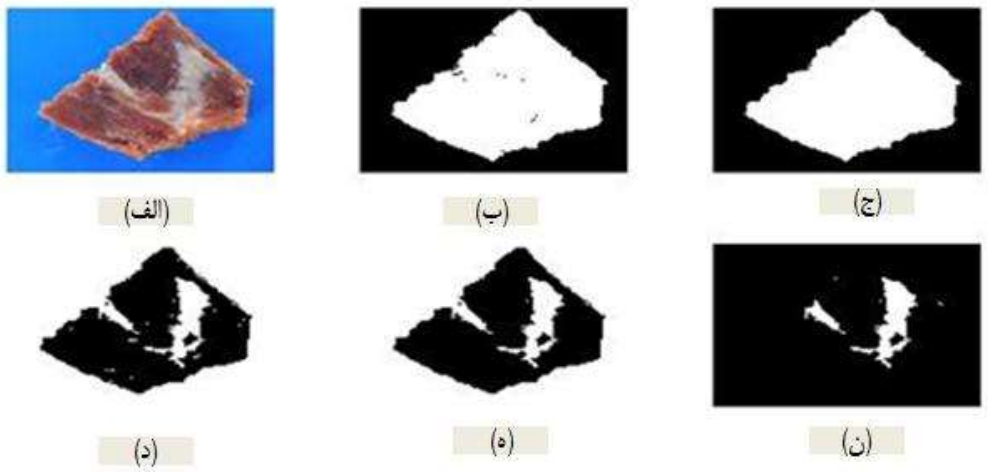
شود تضاد خوبی بین نمونه و پس زمینه آن وجود دارد که از آن برای جداسازی مطلوب نمونه از پس زمینه و نمایش باینری آن استفاده شد .



شکل **۴.** نمودار هیستوگرام به دست آمده از یک نمونه گوشت جهت نمایش باینری تصویر

پس از نمایش باینری تصویر (شکل۵) یک اختلاف رنگ جزیی در لبه های برش خورده گوشت سبب مقداری خطا در بخش بندی تصاویر شد

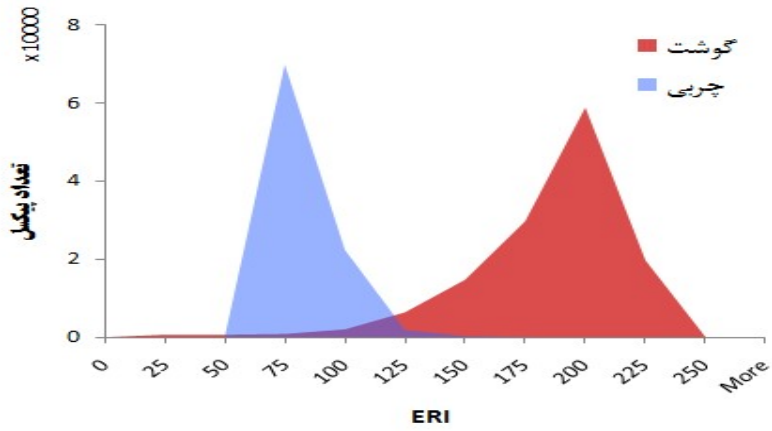
خطا در محاسبات می گردد(تصویر ب از شکل ۵). برای رفع این مشکل از عملیات مورفولوژیکی فرسایش برای ایجاد و حذف یک لایه از لبه های تصویر گوشت استفاده کردیم. به این ترتیب توانستیم با این کار دقت الگوریتم را با پایین آوردن خطای نوع دوم که در آن پیکسلهای پس زمینه بعنوان پیکسلهای ناحیه مورد نظر شناخته می شوند افزایش دهیم (تصویر ث از شکل۵).



شکل**۵**. مراحل پردازش تصویر: **(الف)** تصویر اصلی گوشت ، **(ب)** جدا کردن تصویر از پس زمینه، **(ث)** بهینه سازی تصویر، ، **(د)** جداسازی بافت گوشت از چربی ، **(ه)** تصویر فیلتر شده، **(ن)** بافت چربی

بعد از جداسازی قطعه گوشت از پس زمینه، تفکیک پیکسلهای گوشت و چربی در یک ناحیه مورد نظر در دو مرحله انجام شد. مرحله اول جدا کردن گوشت بدون چربی (شکل ۵، د) و مرحله دوم جدا کردن چربی(شکل۵،ن). برای جداسازی و نمایش هر قسمت بصورت باینری، .

برای تعیین مقدار آستانه از نمودار های هیستوگرام تصاویر قطعه بندی شده نمونه های گوشت خالص و نمونه های چربی خالص استفاده کردیم. نمونه ای از این هیستوگرام ها در شکل **۶** نمایش داده شده است. در نمودار هیستوگرام دو نوع بافت چربی و گوشت مشاهده می شود، مقادیر پیکسلی تصاویر در محور عمودی و شدت رنگ آنها در محور افقی نمایش داده شده است. با استفاد از این نمودار ها مقدار آستانه انتخاب شد و از این طریق توانستیم تصاویر را تقسیم بندی کرده و بافت چربی را از بافت گوشت تشخیص دهیم. همانطور که در شکل ۵ (د) مشاهده می شود تصویر به دست آمده دارای مقداری نویز می باشد، که علت آن می تواند وجود سایه در برخی نقاط یا وجود چربی های زیر پوستی کوچک که عملا جزء بافت چربی محاسبه نمی شوند، دانست. با استفاده از عملیات مورفولوژیکی این مشکل تا حدودی برطرف شد (شکل ۵ه).

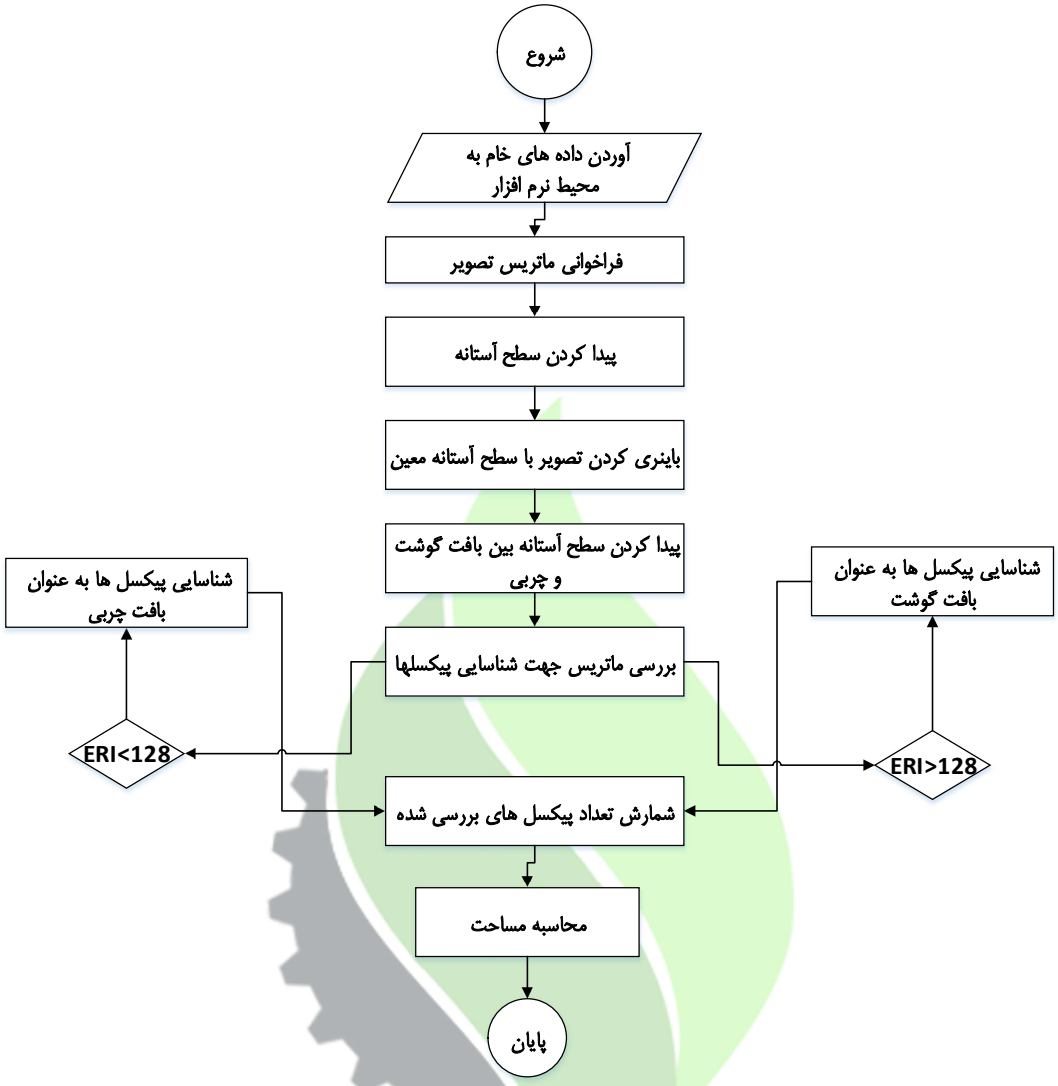


شکل**۶**. هیستوگرام شدت رنگ برای دو نمونه گوشت و چربی خالص

سومین مرحله محاسبه مساحت سه تصویر شامل تصویر کل، تصویر چربی و تصویر گوشت بود. این کار توسط شمارش پیکسل های مربوط به هر ناحیه صورت گرفت. پس از محاسبه مساحت درصد بافت چربی و گوشت نسبت به تصویر کلی محاسبه شد.

شکل۷ شماتیک

و چربی را نشان می دهد.



شکل۷. الگوریتم سیستم شناسایی بافت چربی و گوشت

۴- ارزیابی عملکرد

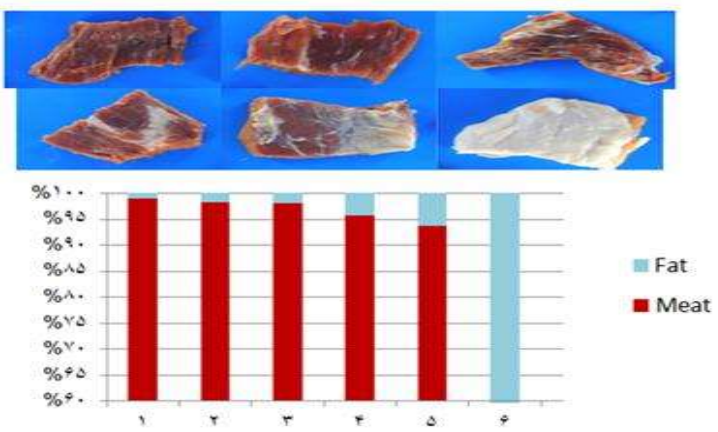
جهت بیان دقت این الگوریتم ۸ نمونه که شامل ۴ نمونه گوشت خالص و ۴ نمونه چربی خالص بود مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از نمونه های خالص معیاری برای بیان دقت الگوریتم در تشخیص صحیح بافت چربی و گوشت قرار گرفت ارزیابی عملکرد این الگوریتم شامل آستانه یابی و بخش بندی تصاویر در فضای رنگی RGB طبق رابطه (۲) به دست آمد.

$$\varepsilon = \frac{|A-N|}{N} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن ε میزان خطا، N میزان گوشت یا چربی واقعی در نمونه ها، A مقدار چربی یا گوشت محاسبه شده توسط الگوریتم است.

بحث و نتایج

در این آزمایش ۱۲ قطعه گوشت مورد آنالیز قرار گرفت. این نمونه ها از ضخامت نسبتا یکسانی برخوردار بودند. جهت ارزیابی این الگوریتم از ۴ نمونه گوشت خالص و ۴ نمونه چربی خالص استفاده شد. خالص بودن این نمونه ها توسط یک نفر شاهد تایید شد. در نمونه های گوشت خالص و چربی خالص انتظار می رفت که پس از آنالیز تصاویر مقدار آنها را برابر با صد درصد بیان کند . ولی این مقدار با اندکی تفاوت نمایش داده شد که دو دلیل می تواند داشته باشد: ۱- در هر دو نمونه گوشت و چربی ، این خطا می تواند ناشی از وجود سایه در برخی نواحی باشد، هر چند در مرحله تصویربرداری، با نورپردازی یکنواخت سعی شد اثر این عامل به حداقل میزان خود برسد. ۲- در نمونه های گوشت خالص منشا این خطا علاوه بر وجود سایه های بسیار کوچک می تواند ناشی از یک لایه بسیار نازک چربی بر روی نمونه باشد که در بعضی نقاط به دلیل افزایش در ضخامت آن می تواند سبب بروز خطا گردد درصد گوشت و یا چربی شناسایی شده با شمارش پیکسل های مربوط به هر ناحیه محاسبه می شود. دقت الگوریتم برای شناسایی دو نوع بافت گوشت و چربی به ترتیب برابر با ۹۹/۶۵ و۹۹/۲۱ درصد به دست آمد. پیکسل های شمارش شده به این روش در لایه های نازک گوشت صادق می باشد، یعنی در دو طرف آن بتوانیم بافت چربی را مشاهده کنیم. در این آزمایش ضخامت لایه های گوشت طوری در نظر گرفته شد که این مقدار چربی در ضخامت گوشت وجود داشته باشد و از دو طرف آن قابل مشاهده باشد. نتایج حاصل از آنالیز شش نمونه گوشت که بخشی از آنها را بافت چربی تشکیل داده بود در شکل(۸) بیان شده است.



شکل ۸. نتایج حاصل از شش نمونه انتخاب شده از گوشت

نتایج حاصل از این الگوریتم نشان می دهد که این روش می تواند برای تعیین درصد چربی گوشت مورد استفاده قرار گیرد. یکی از موارد کاربرد این الگوریتم جهت اطلاع از میزان چربی خوراک گوشت مطابق با میل افراد می باشد. در مطالعات انجام شده تا به امروز جهت ارزیابی عملکرد الگوریتم آنالیز تصاویر از یک روش مخرب و شیمیایی استفاده شده است. بهتر است مطالعات بعدی به دنبال راه حلی غیر مخرب برای این ارزیابی نیز باشند. تکه های گوشت مورد استفاده در این نوع خوراک می توانند ضخامت های مختلفی داشته باشند. در ضخامت های کم گوشت می توان بیان کرد که چربی مشاهده شده بر روی گوشت می تواند دارای

ضخامتی برابر با ضخامت لایه برش خورده باشد. پس بنابر این می توان بیان کرد که درصد چربی مشاهده شده در سطح، در لایه های دیگر گوشت نیز وجود دارد. ولی در ضخامت های بیشتر گوشت، این مورد نمی تواند صادق باشد. بنابر این در ضخامت های کم گوشت با داشتن ابعاد آن می توان با محاسبه حجم پیکسل های بافت چربی، میزان آن را تخمین بزنیم.

نتیجه گیری کلی

در این مقاله به بررسی یک سامانه جهت تخمین محتوی چربی در لایه های نازک گوشت پرداختیم .در این سامانه تصویر در فضای رنگRGB پردازش شد.یکی از مزیت های این روش سرعت بالای آن می باشد. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که روش پردازش تصویر می تواند یک ابزار امیدوار کننده برای تخمین محتوی چربی گوشت باشد. این روش به تجهیزات یا یک الگوریتم آنالیز تصویر پیشرفته نیاز ندارد. آماده سازی نمونه ها قبل از تصویربرداری از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. ضخامت قطعات باید متناسب با نوع هدف انتخاب شوند. این روش صرفا مختص گوشت گاو نمی باشد و می تواند برای انواع دیگر گوشت نیز مورد استفاده قرار گیرد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان دادکه الگوریتم توسعه یافته در این روش از دقت نسبتا خوبی برخوردار می باشد و می تواند جهت این اهداف مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

1- Chen, K., Qin, Ch., 2008. Segmentation of beef marbling based on vision threshold. Computers and Electronics in Agriculture 62 (2): 223–230.

2- Chen, K., X. Sun, C. Qin and X. Tang. 2009. Color grading of beef fat by using computer vision and support vector machine. Computers and Electronics in Agriculture 70: 27-32.

3- Du, C.-J., D.-W. Sun, P. Jackman and P. Allen. 2008. Development of a hybrid image processing algorithm for automatic evaluation of intramuscular fat content in beef M. longissimus dorsi. Meat Science 80: 1231-1237.

4- Mancini, R.A., Hunt, M.C., 2005. Current research in meat color. Meat Science 71: 100–121.

5- Marta Chmiel and Miroslaw Slowinski and K. Dasiewicz. 2011. Application of computer vision systems for estimation of fat content in poultry meat. Food Control 22: 1424-1427

6- Stien, L. H. and A. Kiessling and F. Manne. 2006. Rapid estimation of fat content in salmon fillets by colour image analysis. Journal of Food Composition and Analysis 20: 73-79.

Design and evaluation of an image processing algorithm for estimation of steaks' fat content

Omiddoostiirani[1] and mahmodreza golzarian[2*]

1- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

2- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

m.golzarian@um.ac.ir

Abstract

In this research an algorithm was developed for determining fat lean ratio of steak samples from images. The samples are placed and imaged in an imaging room over a blue background. The algorithm was based on the color information extracted from the images. The overall process included i) imaging, ii) calling images in MATLAB, iii) preprocessing and enhance the contract between meat regions and background, iv) segmenting meat and fat regions from the background and v) calculating the fat/lean ratio. The algorithm was tested on the images of fully lean and fully fat steaks were the accuracy was found to be over 99% for both image groups. The error caused by the change of color in some instances and the shadow. Several images of new testing samples were also analyzed using the developed algorithm.

Keywords

Computer vision, Image Processing, Pattern Recognition, Fat content, Meat