



بررسی تغییرات تصویر سیب رقم گلدن دلشوز هنگام انبارداری با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر

علی اصغری^{۱*}، محسن آزادبخت^۱ و نیما ابراهیم پور^۲

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، aliasghari809@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی‌ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

گرگان

چکیده

ماشین بینایی یک تکنولوژی پایشخصیت غیر مخرب است، با استفاده از این روش می‌توان تلفات سیب درون سردخانه‌ها را کاهش داد. برای هر سازنده رنگ قرمز، سبز و آبی، شدت رنگ بین صفر تا ۲۵۵ دسته‌بندی می‌شود، که صفر نشان دهنده کمترین شدت رنگ و ۲۵۵ نشان دهنده بیشترین شدت رنگ در آن سازنده است. برای تعیین اثر گذشت زمان بر تغییرات رنگ سیب یک سردخانه آزمایشگاهی که شامل سامانه کنترل رطوبت و دما بود برای نگره‌داری نمونه‌ها ساخته شد. در طی شانزده هفته انبارداری، از چهار نمونه سیب سردخانه هر دو هفته یکبار با دوربین نصب شده درون یک محفظه با نور ثابت، عکس‌برداری شد. با استفاده از نرم‌افزار ImageJ، تغییرات نمودار هیستوگرام هرکدام از سازنده‌های رنگ قرمز، سبز و آبی برای این تصاویر تعیین شد. مقایسه آماری داده‌ها در طرح کاملاً تصادفی نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر گذشت زمان انبارداری بر مرکز سطح همه این نمودارها در سطح ۵٪ بود. این تحلیل نشان داد که شدت سازنده رنگ قرمز تا هفته چهارم کاهش و سپس افزایش یافته است. همچنین شدت سازنده رنگ سبز از حدود ۱۶۵ به حدود ۱۵۳ رسیده و کاهش پیدا کرده و سازنده رنگ آبی تصاویر سیب‌ها در انبار از حدود ۵۲ به ۳۷ حرکت کرده و روند کاهشی را طی کرده است. علاوه بر این هر دو هفته شش نمونه از بافت و پوست دو سیب دیگر از نمونه‌های سردخانه برای تعیین تغییرات خواص مکانیکی از روی نمودار نیرو-جابجایی آنها تهیه شد. به این ترتیب تغییرات تنش تسلیم و کرنش تسلیم بافت سیب و تنش تسلیم خطی و کرنش تسلیم پوست سیب در طی انبارداری تعیین گردید. تحلیل آماری داده‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر گذشت زمان انبارداری سیب بر تمامی متغیرها در سطح احتمال ۵٪ بود. تحلیل نمودارها نیز نشان داد که تنش تسلیم در فشار نمونه‌های بافت سیب در طی ده دوره نمونه‌برداری کمی کاهش پیدا کرده، کرنش تسلیم در فشار بافت نمونه‌ها افزایش پیدا کرده است. همچنین جدول مقایسه میانگین‌ها در آزمایش پوست سیب نیز نشان داد که تنش تسلیم خطی و کرنش تسلیم نمونه‌های پوست سیب در کشش افزایش پیدا کرده است.

واژه‌های کلیدی: سیب، انبارداری، ماشین بینایی، پردازش تصویر و خواص فیزیکی



مقدمه

بافت فاکتور مهمی در ارزیابی کیفیت میوه‌ها و سبزیجات می‌باشد. اگر اکثر مصرف کنندگان طعم را مهمترین عامل کیفیت میوه می‌دانند ولی تحقیقات نشان داده است که خصوصیات بافتی مهمتر از خصوصیات طعمی هستند (Konopaka and Plocharsski, 2004). روش‌های مختلفی در بحث انبارداری سیب موجود است که هر کدام به نوعی سرعت پیر شدن میوه را کاهش و عمر مفید آن را افزایش می‌دهد. از آنجا که در فعالیتهای تنفس سلولی از مقدار مواد ذخیره‌ای غذایی میوه سیب کاسته می‌شود، برای طولانی کردن دوره انبارداری سیب و کنترل میزان فعالیت تنفسی داخل سلول میوه اهمیت زیادی دارد. نرخ بیشتر واکنش‌های شیمیایی که در سلول به طور پیاپی رخ می‌دهند تحت تاثیر دما قرار می‌گیرد. عموماً کاهش دما به اندازه ۱۰ درجه سانتی‌گراد سرعت واکنش‌ها را دو برابر کمتر می‌کند (نبی‌زاده و اسمعیلی، ۱۳۸۹). در روش‌های جدید تر با کنترل گازی سرعت تنفس و تولید دی‌اکسیدکربن سیب را کاهش داده و از این طریق عمر آنرا افزایش می‌دهند. ولی در کشورمان ایران اکثراً از روش سنتی کنترل دما استفاده می‌کنند به طوری که سیب‌ها را در جعبه‌هایی قرار داده و داخل سردخانه قرار می‌دهند. که این روش با مشکلاتی از قبیل عدم یکواختی دما روبرو است که این عدم یکواختی باعث می‌شود عمر همه سیب‌ها یکنواخت نبوده و از این رو مشکلاتی هنگام فروش میوه‌ها به وجود می‌آید.

منصوری و همکاران (۱۳۸۵) از روش پردازش تصویر برای تعیین مساحت نمونه از روی تصاویر دیجیتالی استفاده کردند و کرائی این روش را در کنار سه روش معمول استفاده از دستگاه اندازه‌گیری مساحت، روش پلانیمتر و روش توزین کاغذ هم سطح با استفاده از سه گروه نمونه مستقل در سه آزمایش مقایسه کردند. نتایج آزمایش نشان داد که دقت روش پردازش تصویر تحت هیچ شرایطی از روش‌های دیگر کمتر نیست. افزون بر این، دقت این روش بر خلاف روش‌های دیگر مستقل از دقت و مهارت کاربر است. باقری و بصیری (۱۳۸۶) از پردازش تصویر به عنوان یک سنسور تعیین موقعیت استفاده کردند. آنها از پردازش تصویر برای استخراج پارامترهای سینماتیکی یک ربات دوپای غیر فعال در حرکت روی سطح شیب دار استفاده کردند. مهمتری مزیت این روش عدم تاثیر ابزار اندازه‌گیری بر روی مورد اندازه‌گیری بود. عدم نیاز به استفاده از سنسورهای اندازه‌گیری و مدارهای الکترونیکی درایو کننده آنها باعث سادگی و سرعت در آزمایش اندازه‌گیری پارامترهای سینماتیکی حرکت ربات بود. باقری و بصیری (۱۳۸۶) استفاده از پردازش تصویر به عنوان سنسور تعیین موقعیت را آزمایش کردند. آنها یک مدل جرثقیل آزمایشگاهی که هدف از پیاده سازی کنترلر بر روی آن به حداقل رساندن نوسانات بار آویزان بود را ارائه کردند. از آنجا که تعیین موقعیت دقیق بار آویزان از جرثقیل به سبب انعطاف پذیری کابل حامل به کمک سنسورهای زاویه امکان پذیر نبود استفاده از سیستم ماشین بینایی بهترین امکان موجود بود. حاجی‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقی، مغز گردو را بر اساس استانداردهای موجود با استفاده از روش پردازش تصویر در چهار گروه مختلف رنگ درجه‌بندی کردند. بر اساس نمودارهای رسم شده شش شاخص، مناسب برای درجه‌بندی انتخاب شدند. برای عمل درجه‌بندی از روش آماری آنالیز تشخیصی استفاده کردند. دقت درجه بندی با این روش ۹۶٪



به دست آمد. خطای درجه‌بندی ۵/۸۳٪ به دست آمد. جارالمسجد و همکاران (۱۳۸۷) یک سامانه سورت سیب زمینی با استفاده از ماشین بینایی را با هزینه پائین‌تر و امکانات ساده‌تر که یک کاربر غیر متخصص نیز بتواند از آن استفاده کند طراحی کردند. طراحی سیستم و محاسبه هزینه‌ها را انجام دادند. آزمایشات در مورد ۵۰ سیب زمینی، انجام گرفت. و با توجه به اصول یاد شده دستگاه ۹۸٪ سیب زمینی‌ها را سورت کرد. عمادزاده و رضوی (۱۳۸۷) تغییرات فاکتورهای شکل و اندازه طی مراحل مختلف پوست‌کنی دانه برنج رقم طارمی محلی با استفاده از سیستم اسکنر و پردازش تصویر مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بررسی نشان داد که طی فرایند پوست‌کنی سطح، طول و عرض دانه برنج کاهش می‌یابد. مهدیانی و صدرنیا (۱۳۸۹) به بررسی امکان استفاده از پردازش تصویر برای شناسایی و شمارش کشمش سالم و دو آنها اقدام کردند. در این آزمایش، برای تهیه تصویر از کشمش، سیستم نورپردازی با استفاده از یک نگاه‌دارنده و لامپ مهتابی تهیه شد. پلاتانیوتیس و همکاران (۱۹۹۸) در تحقیقی کم کردن پارازیت داده‌های چند مجرای مانند عکس‌های رنگی را بررسی کردند. فیلترهای پیشنهاد شده از طرف آنها به روش غیر پارامتری متکی بود. نتایج شبیه سازی شده نشان داد که فیلترهای جدید واکنش‌های ناگهانی را کاهش می‌دهد. تاو و ون (۲۰۰۷) مبدل کروی تطبیقی جدیدی را برای رفع سیستم ذخیره سیب استفاده کردند. آنها توانستند از این طریق شدت انعکاس را در اشباع کروی کاهش داده و سیب را با سرعت بالا انتقال دهند و از این روش برای میوه‌های مشابه نیز استفاده کنند. ژانگ و همکاران (۲۰۰۳) اثرات انواع مختلف شرایط انبارداری را روی تغییرات مخرب رنگ کاسنی توسط پردازش و آنالیز تصویر بررسی کردند. آنها برای بررسی تغییرات رنگ کاسنی از مدل رنگ RGB استفاده کردند. لیو و همکاران (۲۰۰۹) رسیدگی و استحکام میوه هلو را در حال برداشت توسط عکس‌های چند طیفی، در چند دسته مختلف بررسی کردند. لوپز گارسیا و همکاران (۲۰۱۰) از یک تصویر چند متغیره برای تشخیص اتوماتیک نقص‌های پوست مرکبات استفاده کردند. اسپریر و مولر (۲۰۱۰) حجم میوه انبه را از روی ابعاد هندسی آن توسط اندازه‌گیری نوری تخمین زدند. لانا و همکاران (۲۰۰۵) اثر درجه حرارت ذخیره‌سازی و مرحله رسیدن گوجه فرنگی تازه برش زده شده را روی تغییرات خواص رنگ RGB توسط تصاویر ویدئویی بررسی کردند. آنها گوجه فرنگی را در سه مرحله از رسیدن برداشت کرده و هر کدام را برش زده و در پنج درجه حرارت مختلف قرار دادند و از آنها به طور مداوم تصویربرداری کردند. امید و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر، جرم و حجم میوه‌های مرکبات را اندازه‌گیری کردند. آنها از دو دوربین برای دریافت تصاویر عمودی از میوه مورد نظر استفاده کرده و با استفاده از یک الگوریتم کارآمد طراحی و اجرا شده در زبان ویژوال بیسیک^۱ تصاویر را مورد بررسی قرار دادند. میثمی اصل و همکاران (۲۰۰۹) برخی از خواص فیزیکی سیب گلاب را بررسی کردند. آنها در این تحقیق مواردی از قبیل: قطر حداکثر، متوسط، حداقل، جرم، سطح، تخلخل، ضریب بسته‌بندی و ضریب اصطحاک استاتیک را مورد بررسی قرار دادند. خیرعلی‌پور و همکاران (۲۰۰۸) خواص فیزیکی دو گونه سیب رداسپار^۲ و

1- Visual Basic

1- Redspar



دلباراستیوال^۳ را مورد بررسی قرار دادند. آنها با استفاده از آزمون چندگانه دانکن^۴ ویژگی‌های فیزیکی همچون طول متوسط میوه، عرض، ضخامت، جنبه‌های هندسی و قطر متوسط معادل اندازه‌گیری کردند. پیوتر و همکاران (۲۰۰۴) تاثیر دما را روی خواص مکانیکی سیب‌های خشک شده بررسی کردند. آنها برای این کار تکه‌های سیب را در دماهای ۵۰ تا ۸۰ درجه خشک کرده و خواص مکانیکی آنها را با استفاده از آزمون فشار اندازه گرفتند. ریکلمه و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از روش پردازش تصویر میوه زیتون را بر حسب صدمات خارجی آن طبقه‌بندی کردند. مسعودی و همکاران (۱۳۸۳) سه رقم سیب صادراتی به نام‌های گلدن دلشیز، رد دلشیز و گرانی اسمیت را از نظر مشخصات فیزیکی شامل ابعاد، میانگین هندسی قطرها، جرم، کرویت و جرم مخصوص ظاهری در قالب طرح بلوک کامل تصادفی چند مشاهده‌ای در چهار تکرار و از نظر خواص مکانیکی شامل ضریب الاستیسیته ظاهری، تنش گسیختگی، کرنش گسیختگی، انرژی گسیختگی و چقرمگی در قالب طرح کاملاً تصادفی چند مشاهده‌ای در نه تکرار مقایسه کردند.

هدف اصلی از اجرای این تحقیق مشخص کردن تغییرات در ویژگی‌های تصویر میوه سیب در هنگام نگهداری در سردخانه است

مواد و روش‌ها

آماده سازی نمونه‌ها

نمونه سیب‌های تازه رقم گلدن دلشیز این تحقیق (که سیب‌های تهیه شده از نمونه‌های بومی ایران به نام سیب شیروان بود) در اوایل مهرماه از میدان بار گرگان تهیه شدند. میوه‌ها بوسیله یک عدد پارچه خشک تمیز شده و درون سردخانه قرار داده شدند. برای ساخت سردخانه آزمایشگاهی از یک یخچال خانگی استفاده شد، به نحوی که طبقه بالای آن به عنوان سردخانه و بخش پایینی آن برای نگهداری تجهیزات پایش وضعیت مورد استفاده قرار گرفت.

دستگاه کنترل دما

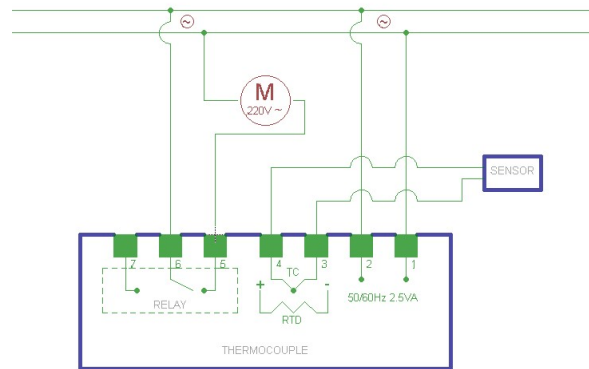
برای کنترل دما در یک محدوده ثابت از یک دستگاه ترموکوپل دیجیتال که قادر به اندازه‌گیری و ثابت نگه داشتن دما از طریق کنترل سیستم تبرید بود استفاده شد. روش کار کلی این دماسنج‌ها، ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ) در محل اتصال دو فلز غیر همجنس، در دماهای مختلف است، که در آن‌ها دو رشته سیم فلزی ناهمجنس را از یک سو به هم متصل کرده و از طرف دیگر به دستگاه اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل وصل می‌کند (شکل ۱). سنسور این دستگاه درون محیط سرد خانه کار گذاشته شده و خود دستگاه مدار برق متصل به سیستم سرد کننده را کنترل می‌کند تا در صورت تشخیص دمای مناسب از سوی سنسور

3- Delbarstival

4- Duncan



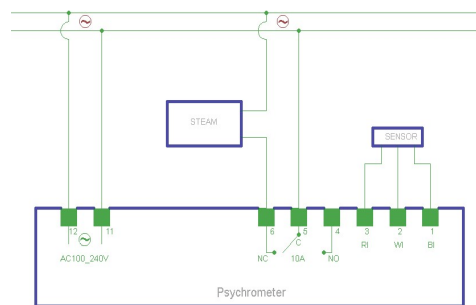
سیستم را روشن یا خاموش کند. دمای نگهداری سیب در سردخانه یک درجه سانتی‌گراد بود بنابراین ترمومتر نیز روی همان دما تنظیم شد.



شکل ۱. مدار کنترل دما.

دستگاه کنترل رطوبت

اندازه‌گیری رطوبت نسبی بسیار حساس اما دقت آن کمتر از اندازه‌گیری حرارت است. کنترل رطوبت نسبی باعث جلوگیری از تبخیر بیش از حد و یا جذب آب نمونه خواهد شد. برای این کار از یک رطوبت سنج دیجیتال که به طور مستقیم قادر به اندازه‌گیری و نمایش مقدار رطوبت می‌باشد استفاده شد. اساس کار این رطوبت سنج همانند ترمومتر است با این تفاوت که ترمومتر سیستم تبرید را کنترل کرده و رطوبت سنج دستگاه بخاری را که به منظور تولید رطوبت استفاده شد کنترل می‌کرد. به نحوی که دستگاه را روی مقدار رطوبت دلخواه تنظیم کرده و سنسور آن درون محیط سردخانه قرار می‌گیرد (شکل ۲). هنگامی که رطوبت به سطح پائین‌تر از میزان دلخواه برسد رطوبت سنج دستگاه بخار را روشن کرده و هنگامی که به بالاتر از حد دلخواه برسد دستگاه بخار خاموش می‌شود. دستگاه بخار در بیرون از محیط قرار دارد که بوسیله لوله‌ای بخار آب را به درون سردخانه منتقل می‌کند.

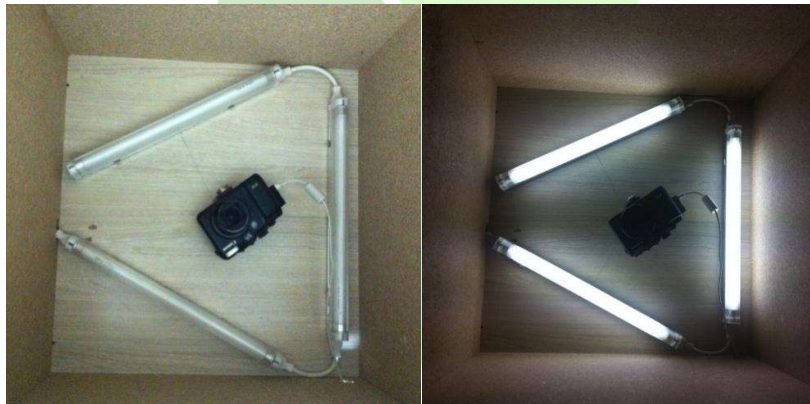


شکل ۲. مدار کنترل رطوبت.



سیستم ماشین بینایی

سیستم ماشین بینایی طراحی و ساخته شده برای این تحقیق متشکل از دو قسمت سخت افزار و نرم افزار می باشد. سخت افزار متشکل از سه قسمت رایانه، دوربین و محفظه عکس برداری می باشد. دوربین به وسیله کابل رابطی به رایانه متصل شد و تصاویر گرفته شده در حافظه دائمی رایانه ذخیره می شد. رایانه استفاده شده دارای سیستم عامل ویندوز هفت ۵ واحد پردازشگر مرکزی پنج هسته‌ای ۷ رم چهار گیگا بایتی ۷ به کار گرفته شد. رایانه در واقع مرکز تصمیمات و پردازش است و از مرحله اخذ تصویر تا مرحله پایانی یعنی خروجی اطلاعات مهمترین نقش را بازی می کند. دوربین استفاده شده یک دوربین عکس برداری کنن ۸ ساخت کشور ژاپن بود که به طور عمودی درون جعبه عکس برداری نصب می شد. به این دلیل که همه عکس‌ها باید در شرایط ثابت از نظر شدت نور محیط اطراف و فاصله سیب‌ها از دوربین قرار می گرفتند، تصمیم به ساخت اتاقکی به برای این کار گرفته شد. اتاقک از جنس چوب و به شکل مکعبی به ابعاد $45 \times 45 \times 45$ سانتیمتر که فقط یک سطح آن باز است ساخته شد. برای روشنایی درون جعبه از سه لامپ مهتابی هشت وات که به سقف جعبه و در اطراف دوربین به شکل مثلثی نصب شده بودند استفاده شد. دلیل استفاده مثلثی شکل نور پردازی یکسان به تمام زوایای جعبه بود (شکل ۳).



شکل ۳. نحوه قرارگیری دوربین در محفظه عکس برداری.

برای پیدا کردن فاصله مناسب سیب‌ها از لنز دوربین به دلیل اینکه مرجع مناسبی وجود نداشت از آنها در فواصل مختلف نسبت به لنز دوربین عکس برداری شد و عکس‌های گرفته شده از نظر وضوح تصویر و قابلیت پردازش توسط نرم افزار بررسی شد که در نهایت فاصله ۲۵ سانتی متر به عنوان بهترین فاصله برای عکس برداری انتخاب شد.

شرح آزمایش

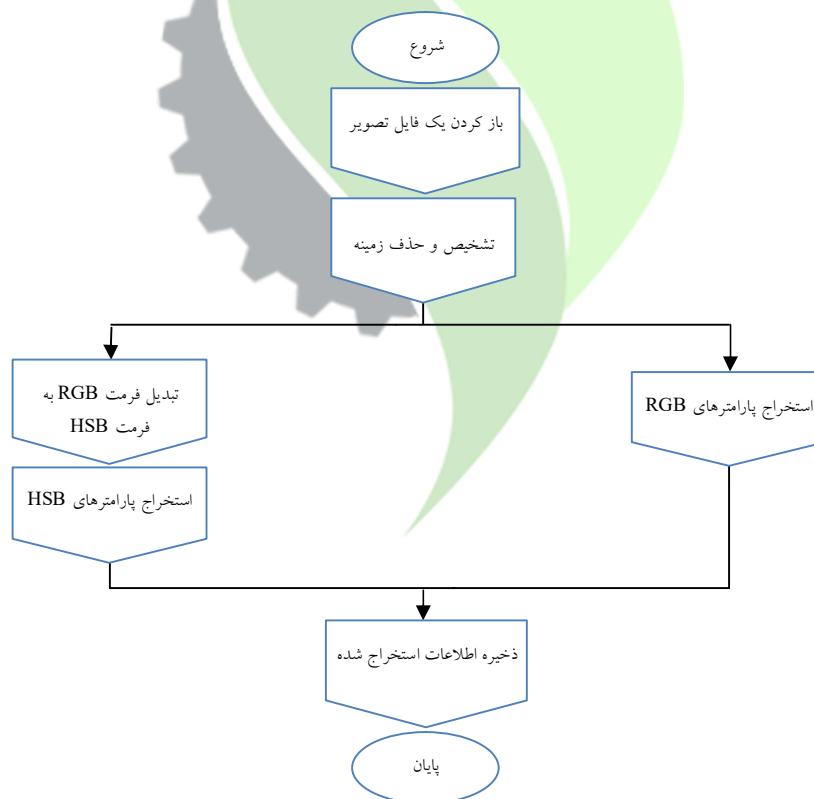
- 5- Windows 7
- 6- Intel core i5
- 7- RAM 4GB
- 8- Canon



چهار عدد سیب برای عکس برداری انتخاب شد بدین صورت که در نوبت اول از هر سیب یک زاویه برای عکس برداری انتخاب شد که با علامت گذاری دفعات بعدی عکس برداری نیز از همان زاویه سیب عکس گرفته شد و به منظور دقت بیشتر در تعیین زاویه از هر سیب در هر نوبت سه عکس گرفته شد (شکل ۴)، دلیل این کار هم این بود که اگر قرار بود از هر سیب در هر نوبت از یک زاویه عکس گرفته شود دیگر مقایسه عکس ها با یکدیگر ممکن نبود. عکس برداری هر ۱۴ روز انجام می شد بدین صورت که نمونه ها هر ۱۴ روز از داخل سردخانه آزمایشی بیرون آورده شده و بعد از رسیدن به دمای ۲۰ درجه سانتی گراد عکس مورد نظر از آنها گرفته شده و دوباره به داخل سردخانه برگردانده می شدند. الگوریتم کلی پردازش تصویر در شکل ۵ ارائه گردیده است.



شکل ۴. نمونه های عکس برداری.



شکل ۵. الگوریتم کلی پردازش تصویر.



تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش‌های انجام شده در قالب طرح کاملا تصادفی و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و نمودارها و جداول به وسیله نرم‌افزار R و MS Excel 2007 رسم شد.

نتایج و بحث

بررسی تغییرات مقادیر RGB

پس از ذخیره داده‌های هیستوگرام استخراج شده توسط نرم‌افزار برای هریک از چهار عدد سبب در هر هشت زمان عکس‌برداری، داده‌ها هم از نظر آماری تحلیل شده و هم از نظر شکل نمودار هیستوگرام با یک شدت رنگی یکسان بررسی شد.

مقایسه آماری مقادیر RGB

در جدول ۱ مقادیر آنالیز واریانس برای رنگ‌های قرمز، سبز و آبی مشاهده می‌شود.

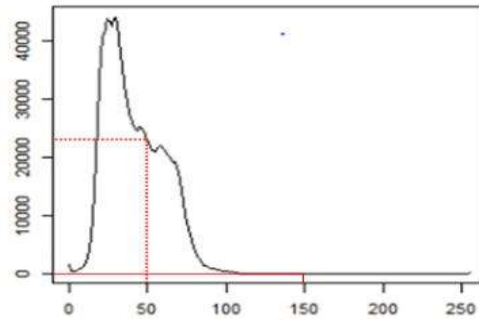
جدول ۱. مقادیر آنالیز واریانس برای رنگ قرمز، سبز و آبی.

| آبی | | | | سبز | | | | قرمز | | | |
|----------|---------|-------|---------|----------|---------|-------|---------|----------|---------|-------|---------|
| <i>F</i> | میانگین | درجه | متابع | <i>F</i> | میانگین | درجه | متابع | <i>F</i> | میانگین | درجه | متابع |
| | مربعات | آزادی | تغییرات | | مربعات | آزادی | تغییرات | | مربعات | آزادی | تغییرات |
| ۱۶/۳۷* | ۱۰۲/۱ | ۷ | زمان | ۳۷/۵۹* | ۱۰۴/۶۸ | ۷ | زمان | ۳/۹۷* | ۴۷/۶۳ | ۷ | زمان |
| | ۶/۳۷ | ۳۴ | خطا | | ۳/۷۹ | ۳۴ | خطا | | ۱۱/۹۸ | ۳۴ | خطا |

*در سطح ۰.۵٪ معنی‌دار است.

مقایسه تغییرات هیستوگرام‌های داده‌های RGB

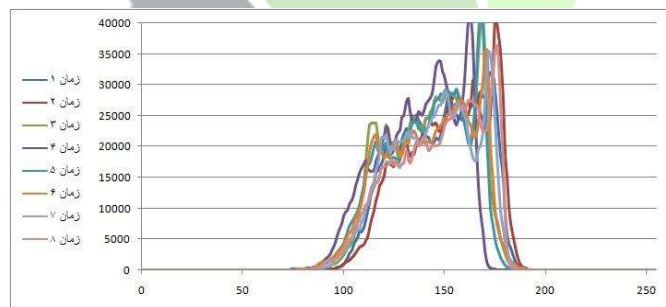
از آنجا که داده‌های بدست آمده به صورت فراوانی در شدت رنگ‌های مختلف در هر جزء از سازنده رنگ می‌باشد پس با مقایسه هیستوگرام‌ها می‌توان به نحوه تغییرات رنگ سبب در گذشت زمان پی برد (شکل ۶).



شکل ۶. یک نمونه نمودار شدت رنگ آبی در یک زمان مشخص.

محور افقی نمودار که اعداد صفر تا ۲۵۵ قرار دارد نمایانگر شدت رنگ مورد نظر است، بدین معنی که صفر مشکی مطلق و ۲۵۵ آبی مطلق می‌باشد. محور عمودی نمایانگر تعداد فراوانی هر کدام از این ۲۵۶ شدت رنگ است. در واقع نمودار یک نمودار ستونی است که از ۲۵۵ خانه تشکیل شده و محور عمودی نمودار، تعداد فراوانی در خانه مورد نظر می‌باشد. برای مثال شکل بالا نشانگر این است که حدوداً ۲۳۰۰۰ پیکسل در این شکل وجود دارند که شدت رنگ ۵۰ را دارا هستند و هیچ پیکسلی شدت رنگ ۱۵۰ را دارا نیست و تعداد فراوانی شدت رنگ ۱۵۰ صفر است.

برای هر سیب در هر زمان سه نمودار هیستوگرام برای هریک از رنگ‌های قرمز، سبز و زرد رسم شد و با توجه به اینکه عکس برداری هشت بار تکرار شد پس برای هر سیب هشت نمودار قرمز، هشت نمودار سبز و هشت نمودار آبی بدست آمد (شکل ۷).

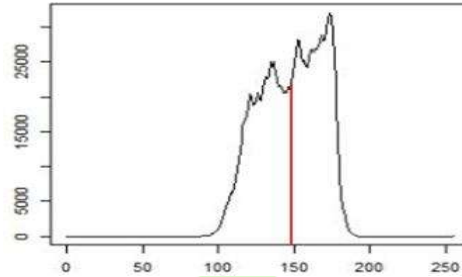


شکل ۷. نمودار فراوانی رنگ قرمز برای سیب شماره دو در هشت زمان عکس برداری.

در شکل ۷ نمودار فراوانی رنگ قرمز را برای نمونه شماره دو در هشت زمان عکس برداری را مشاهده می‌شود، برای مقایسه نمودارها و نحوه بدست آوردن نحوه تغییر شدت رنگ در زمان‌های مختلف میانه هر نمودار تعیین شد. منظور از میانه خط عمودی است که پنجاه درصد تعداد فراوانی‌ها در سمت راست و پنجاه درصد دیگر آنها در سمت چپ آن قرار می‌گیرند (شکل ۸). در واقع به

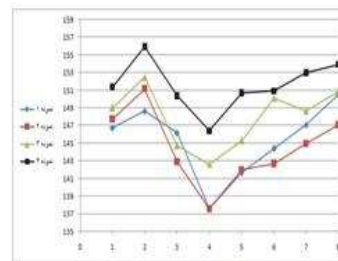
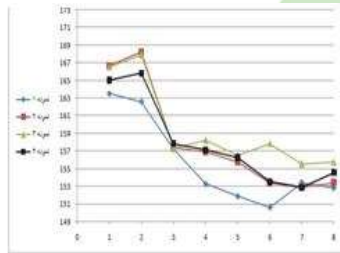


معنی شدت رنگ آن نمونه در آن زمان مشخص نیز حساب می‌شود، به طوری که هرچه میانه به سمت صفر برود پس از رنگ مورد نظر کم شده به رنگ سیاه اضافه شده است و برعکس.



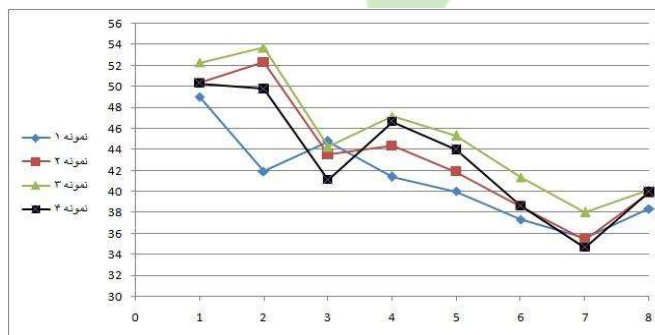
شکل ۸. یک نمونه از خط میانه در نمودار فراوانی.

برای سهولت کار و نمایش بهتر نتایج همه نقاط میانه برای هر رنگ در یک نمودار آورده شد.



شکل ۹. نمودار تغییرات نقاط میانه برای رنگ قرمز در هر چهار نمونه سیب. شکل ۱۰. نمودار تغییرات نقاط میانه برای رنگ سبز در هر چهار نمونه سیب.

شکل ۹ نشان می‌دهد که مرکز سطح زیر نمودار هیستوگرام رنگ قرمز برای چهار نمونه در ابتدا کاهش یافته و پس از زمان چهارم افزایش پیدا کرده است. شکل ۱۰ نشان می‌دهد که مرکز سطح زیر نمودار هیستوگرام رنگ سبز برای چهار نمونه روند رو به کاهش را طی کرده است.



شکل ۱۱. نمودار تغییرات نقاط میانه برای رنگ آبی در هر چهار نمونه سیب.

شکل ۱۱ نشان می‌دهد که مرکز سطح زیر نمودار رنگ آبی در طی هشت دوره عکس برداری روبه کاهش بوده است.



بررسی تغییرات مقادیر HSB

مقادیر داده‌های HSB نیز پس از ذخیره داده‌های هیستوگرام استخراج شده توسط نرم‌افزار برای هریک از چهار عدد سیب در هر هشت زمان عکس برداری، داده‌ها از دو نظر آنالیز واریانس و مقایسه تغییرات نمودار فراوانی بررسی شدند.

مقایسه آماری مقادیر HSB

در جداول ۴، ۵ و ۶ مقادیر آنالیز واریانس برای مقادیر اصل رنگ، اشباع و روشنی مشاهده می‌شود.

* α ← در سطح ۵٪ معنی‌دار است.

** α ← در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

جدول ۴. مقادیر آنالیز واریانس برای عامل اصل رنگ.

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | زمان |
|---------------|------------|----------------|------|
| زمان | ۷ | ۱۲/۷۰ | ۹/۷۰ |
| خطا | ۲۴ | ۱/۳۰ | |

جدول ۵. مقادیر آنالیز واریانس برای عامل اشباع.

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | زمان |
|---------------|------------|----------------|-------|
| زمان | ۷ | ۱۹۵/۹۲ | ۳۴/۵۳ |
| خطا | ۲۴ | ۵/۶۷ | |

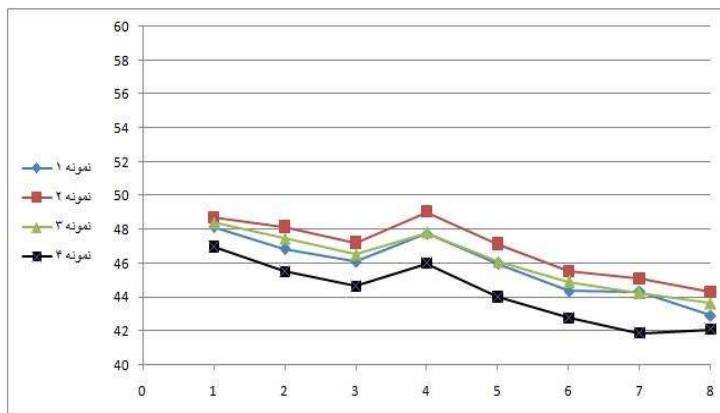
جدول ۶. مقادیر آنالیز واریانس برای عامل روشنی.

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | زمان |
|---------------|------------|----------------|-------|
| زمان | ۷ | ۱۰۲/۹۶ | ۲۱/۱۷ |
| خطا | ۲۴ | ۴/۸۶ | |

مقایسه تغییرات هیستوگرام‌های داده‌های HSB

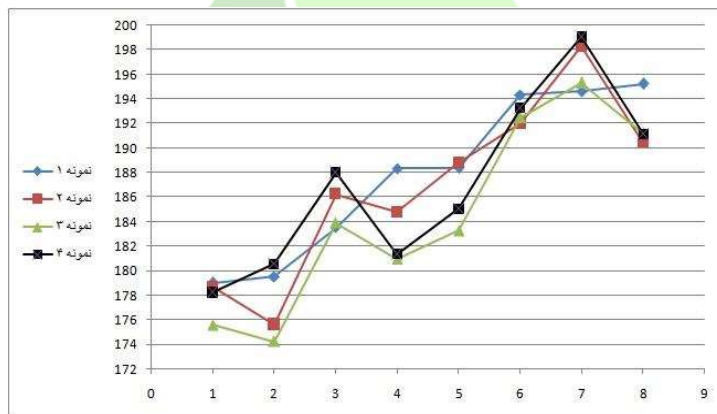
برای پی بردن به تغییرات سه عامل اصل رنگ، اشباع و روشنی نیز به آنالیز رفتار مرکز سطح نمودار هیستوگرام پرداخته

شد.



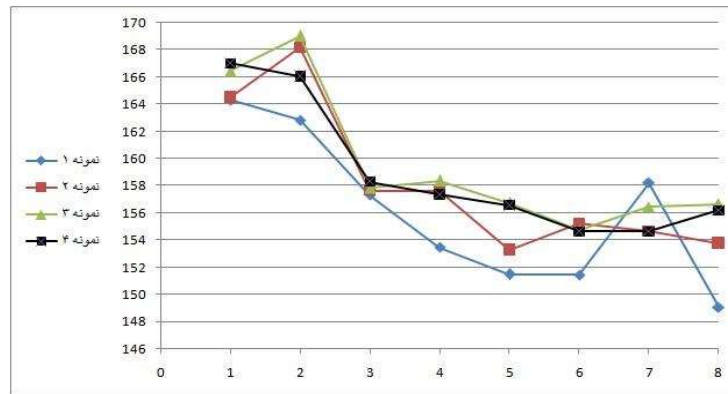
شکل ۱۲. نمودار تغییرات نقاط میانه برای عامل اصل رنگ در هر چهار نمونه سیب.

با توجه به شکل ۱۲ رنگ نمونه‌ها از سبز به سمت زرد حرکت می‌کند.



شکل ۱۳. نمودار تغییرات نقاط میانه برای عامل اشباع در هر چهار نمونه سیب.

با توجه به شکل ۱۳ و عامل اشباع درون نمونه‌ها بیشتر شده که به معنی به سمت سفیدی رفتن رنگ نمونه‌ها می‌باشد.



شکل ۱۴. نمودار تغییرات نقاط میانه برای عامل روشنی در هر چهار نمونه سیب.

شکل ۱۴ بیانگر این است که رنگ نمونه‌ها در طی دوره عکس‌برداری کدرتر شده است.

نتیجه‌گیری

با گذشت زمان و در هشت هفته اول انبارداری میزان رنگ قرمز نمونه‌ها کاهش یافته و پس از هفته هشتم میزان قرمزی افزایش یافت، که دلیل اینگونه حرکت کردن رنگ قرمز با توجه به اینکه تحقیقی مشابه برای تغییرات رنگ انبارداری سیب وجود نداشت مشخص نبود. میزان رنگ‌های سبز و آبی در طی شانزده هفته انبارداری کاهش یافته‌اند، که با نتایج (ژانگ و همکاران ۲۰۰۳) مطابقت داشت. البته کم شدن میزان رنگ سبز با چشم هم قابل دیدن بود چرا نمونه‌ها با گذشت زمان به سمت زرد شدن حرکت کردند. عامل اصل رنگ که قالب رنگی است که بیننده دریافت می‌کند پس از گذشت زمان تقریباً از شماره ۴۹ به سمت ۴۱ حرکت کرد که با مراجعه به نمودار HSB این گونه دریافت می‌شود که رنگ قالب سیب از سبز به سمت زرد روشن حرکت کرده است. عامل اشباع یا همان میزان سفیدی مخلوط در رنگ پس از گذشت زمان افزایش یافت که این بیانگر کمرنگ‌تر شدن رنگ سیب می‌باشد. عامل روشنی در آزمون تصویر سیب به مرور زمان کاهش یافته، که این بدین معنی است که پوست سیب به مرور زمان کدرتر شده است و از شفافیت آن کاسته شده است.

منابع

- ۱- باقری، ا.، و بصیری، م. ۱۳۸۶. کاربرد پردازش تصویر به عنوان سنسور تعیین موقعیت. هشتمین همایش علمی-پژوهشی دانشگاه گیلان. ۳ص
- ۲- جارالمسجد، س.، بهفر، ح. پوردربانی، ر. و بهفر، س. ۱۳۸۷. طراحی یک سیستم اتوماتیک کیفیت سنجی کاربردی با ماشین بینایی. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. ۶ص
- ۳- حاجی زاده، م.، کسرای، م. و عظیمی فر، س. ز. ۱۳۸۷. درجه بندی مغز گردو بر اساس رنگ و با استفاده از ماشین بینایی. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. ۸ص
- ۴- عمادزاده، ب. و رضوی، م. ع. ۱۳۸۷. بررسی روند تغییرات در فاکتورهای اندازه و شکل در برنج رقم طارمی محلی طی مراحل مختلف پوست‌کنی با استفاده از اسکنر و پردازش تصویر. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.



- ۵- مسعودی، ح.، طباطبائی فر، س. ا.، برقی، ع. م. و شاه بیگ، م. ع. ۱۳۸۴. تعیین و مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی سه رقم سیب صادراتی. مجله علمی-پژوهشی علوم کشاورزی. ۳:۱۱، ص ۲۱۵-۲۳۱
- ۶- مهدیانی، م. و صدرنیا، ح. درجه بندی کشمش با استفاده از پردازش تصویر: شناسایی دم و رنگ. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران.
- ۷- منصور، ی.، مینایی، س. و توکلی هشجین، ت. ۱۳۸۵. ارزیابی روش تعیین مساحت محصولات کشاورزی و غذایی از روی تصاویر دیجیتالی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. ۱:۳، ص ۴۱-۵۷
- ۸- نبی زاده، ف. و اسمعیلی، م. ۱۳۸۹. تغییرات بافت سیب زرد لبنانی در طی نگهداری در سردخانه تجاری تحت تاثیر تاریخ برداشت. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی. ۳:۲۰، ۳۳-۴۳
- 9- Kheiralipour, K., A. Tabatabaefar, H. Mobli, S. Rafiee, A. Sahraroo, A. Rajabipour, and A. Jafari. 2008. Some physical properties of apple. Pakistan journal of nutrition. 7(5): 667-67
- 10- Konopaka, D. and WJ. Plocharsski. 2004. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability postharvest biolo technol. 32: 205-211
- 11- Lana, M.M., L.M.M. Tijksens, O. Van Kooten. 2005. Effects of storage temperature and stage of ripening on RGB colour aspects of fresh-cut tomato pericarp using video image analysis. Journal of food engineering. 77: 871-879
- 12- Lico, L., P. Barreiro, M. Ruiz-Altisent and A. Herrero. 2009. Multispectral images of peach related to firmness and maturity at harvest. Journal of food engineering. 93(2): 229-235
- 13- Lopez-Garcia, F., G. Andreu-Garcia, J. Blasco, N. Aleixos and J. M. Valiente. 2010. Automatic detection of skin defects in citrus fruits using a multivariate image analysis approach. Computers and electronics in agriculture. 71(2): 189-197
- 14- Meisami-asl, E., S. Rafiee, A. Keyhani, and A. Tabatabaefar. 2009. Some physical properties of Apple cv. "Golab". Agricultural engineering international: the GIGR Ejournal. 1124 (Abstract)
- 15- Omid, M., M. Khojastehnazhand and A. Tabatabaefar. 2010. Estimating volume and mass of citrus fruits by image processing technique. Journal of food engineering. 100(2): 315-321
- 16- Plataniotis, K.N., D. Androustos, A. N. Venetsanopoulos. 1998. Adaptive multichannel filters for colour image processing. Signal processing: Image communication. 11: 171-177
- 17- Riquelme, M.T., P. Barreiro, M. Ruiz-Altisent and C. Valero. 2008. Olive classification according to external damage using image analysis. Journal of food engineering. 87(3): 371-379
- 18- Spreer, W., J. Muller. 2010. Estimating the mass of mango fruit (*Mangifera indica*, cv. Chok anan) from its geometric dimensions by optical measurement. Computers and electronics in agriculture. 7p
- 19- Tao, Y., and Z. Wen. 1999. An adaptive spherical image transform for high-speed fruit detection. American society of agricultural engineers. 42(1): 241-246
- 20- Zhang, M., J. De Baerdemaeker, E. Schrevels, E. 2003. Effects of different varieties and shelf storage conditions of chicory on deteriorative color changes using digital image processing and analysis. Food research international. 36: 669-676

image processing techniques

Ali Asghari^{1*} Mohsen Azadbakht¹ and Nima Ebrahimpour²

1- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

aliasghari809@gmail.com

2- MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Machine vision is a non-destructive technology. By this method it is possible to reduce apple losses in cold storage houses. The intensity of red, green and blue colours channels is classified between 0-255, zero is the lowest and 255 is the highest intensity. In order to determine the effect of storage time on color changes of apples, a laboratory cold storage house was built to control temperature and humidity. During 16 weeks of storage, pictures of four sample apples were taken every two weeks, by a camera mounted inside a box. By using imageJ software, the histogram of each red, green and blue channel was determined. The statistical comparison of data in a completely randomized block showed a significant effect of %5 on changes in the center of all levels. During storage time these analysis showed that the intensity of red color decreased up to fourth week and then increased. Also the intensity of green colour decreased from 165 to about 153, and the blue showed a decreasing trend from 52 to 37.

Keywords: Apples, Storage, Machine vision, Image processing and Physical properties