Archive of SID

سیزدهمین کنفرانس آمار ایران
۴-۲ شهریور ۱۳۹۵

بررسی تغییرات رنگ بافت سالم و لهیده سیب به روش تحلیل داده‌های طولی

امید دوستی ایرانی[۱] محمودرضا گلزاریان[۱] محبوبه دوستی ایرانی[۲]

[۱] گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

[۲] گروه آمار ، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان ، ایران

چکیده: آسیب‌های مکانیکی هر ساله منجر به هدر رفت بسیاری از محصولات باغات سیب می‌گیردد که خسارات زیادی به همراه دارد. جداسازی به موقع سیب‌های سالم از سیب‌های لهیده می‌تواند نقش موثری درکاهش این خسارات باشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییرات ایجادشده در بافت لهیده سیب در طول زمان است به منظور تعیین بهترین زمان برای جداسازی سیب‌های سالم و لهیده است. به منظور بررسی تغییرات از محاسبه شاخص زردی از طریق تصاویر مرئی استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش داده‌های طولی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که در ۳۶۰ ساعت پس از لهیدگی مقدار شاخص زردی بیشترین تضاد را با بافت سالم پیدا می‌کند.

واژه‌های کلیدی: داده‌های طولی، سیب، پردازش تصویر، تغییرات رنگ.

کد موضوع‌بندی ریاضی (۲۰۱۰): .

۱ مقدمه

رنگ محصولات کشاورزی بیش از سایر فاکتورها جهت ارزیابی کیفیت مورد استفاده قرار می گیرد (کیز، ۱۹۹۱). مصرف کنندگان رنگ محصول را با طعم، سلامتی، ارزش غذایی، زمان انبارداری آن مرتبط می دانند چرا که رنگ با ارزیابی فیزیکی، شیمیایی و حسی کیفیت مواد غذایی مرتبط است (پدراسی و همکاران، ۲۰۰۶). بسیاری از میوه‌ها در طی رسیدن پس از برداشت، تحت تغییرات شدید رنگ قرار می‌گیرند از جمله این میوه‌ها می‌توان به انبه موز و سیب اشاره نمود. درصد زیادي از محصولات باغی ازجمله سیب هرساله به دلیل صدمات مکانیکی از بین می‌روند (شکر بیگی و همکاران،۱۳۹۰). آسیب مکانیکی در انواع میوه و سبزی پدیده ناخواسته‌ای است که افزایش میزان فساد و کاهش کیفیت محصول را به همراه دارد (افکاری سیاح،۱۳۸۷). یکی از عواملی که سبب کاهش کیفیت می‌شود

[۱]،

[۱]،

[۲]امید دوستی ایرانی : doostiirani.omid@stu.um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

اثرات مضر آسیب‌های فشاری می‌باشد. برای اکثر میوه‌ها ازجمله سیب کبودشدن بافت از رایج‌ترین آسیب‌های مکانیکی پس از برداشت می‌باشد (ویلسون و همکاران، ۱۹۹۹) کوفتگی یا لهیدگی به معنای آسیب زدن به بافت میوه توسط یک نیروی خارجی است که سبب تغییرات فیزیکی در بافت و تغییرات شیمیایی در رنگ و طعم می‌شود (زینگ و بدریماکر، ۲۰۰۵) اکثر آسیب‌های مکانیکی در انواع میوه و سبزي در اثر تنش‌هاي تماسی تحت بارهاي استاتیکی، شبه استاتیکی و ضربه‌ای ایجاد و موجب کاهش کیفیت محصول و ارزش اقتصادي آن می‌شوند (قاسمی و همت،۱۳۹۲). پس‌ازآن که سیب دچار لهیدگی می‌شود باگذشت زمان آثار لهیدگی بر روی ناحیه لهیده سیب مشاهده می‌شود. تا به امروز نتایج محققین نشان می‌دهد که پس از ایجاد لهیدگی به دلیل فعل‌وانفعالات شیمیایی که درون بافت سیب اتفاق می‌افتد دچار تغییر رنگ شده و رنگ سیب از زرد به قهوه‌ای تغییر می‌کند. ولی این نتایج تا ساعاتی معمولاً ۴۸ ساعت پس از ایجاد لهیدگی گزارش‌شده است. این در حالی است که ممکن است تحت شرایط مختلف ازجمله مدت‌زمان سپری‌شده پس از لهیدگی تغییرات در رنگ به نحوی دیگر باشد. هنگام لهیدگی به دلیل آسیب دیدن سلول‌های بافت سیب مایع درون‌سلولی از درون سلول‌ها به بین سلول‌ها منتقل‌شده و منجر به تغییرات شیمیایی ازجمله تغییر در رنگ می‌گردد. اگر باگذشت زمان مایع بین سلولی تبخیر شود ممکن است سبب تغییر رنگ در بافت لهیده شود و از حالت قهوه‌ای تغییر رنگ دهد. باگذشت زمان رطوبت موجود در بافت لهیده شده از این ناحیه خارج‌شده و رنگ قهوه‌ای آن از بین می‌رود و یک بافت چوب‌پنبه‌ای که در سطح پوست میوه روشن و سفید دیده می‌شود به‌جا می‌ماند (محسنین، ۱۹۸۶) . با توجه به تحقیقات صورت گرفته و اهمیت کیفیت میوه‌ها در این تحقیق به بررسی فاکتور کیفی رنگ بافت لهیده سیب در طول زمان می باشیم. به طور کلی هدف عمده زیر در این پژوهش دنبال می شود: پی بردن به این موضوع که تغییرات رنگ در بافت لهیده سیب در طول زمان به چه صورت است؟

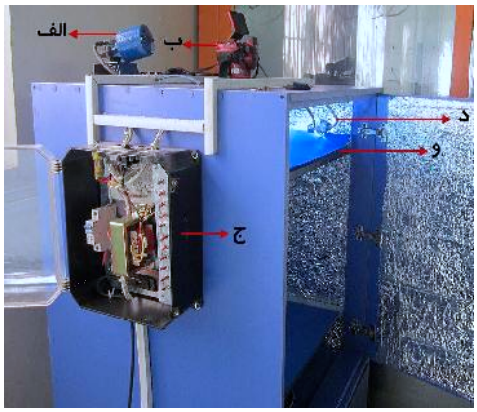
۲ مواد و روش‌ها

در این مطالعه، ۴۵ عدد سیب سالم رقم گلدن دلیشز، مورد آزمایش قرار گرفتند. به هر یک از سیب‌ها یک شماره از ۱ تا ۴۵ اختصاص داده شد. به منظور انجام آزمایش ۳ ناحیه (بالایی، میانی و پایینی) روی سیب مشخص شد. سپس سیب‌ها به ۹ گروه تقسیم شدند. به منظور ایجاد لهیدگی در سیب از سه سطح انرژی (۲۰۰، ۷۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌ژول) و از یک ضربه زن پاندولی استفاده شد. سپس یک طرف سیب‌های هر گروه با استفاده از یک سطح انرژی و تنها در یک ناحیه مورد ضربه قرار گرفتند. به منظور ایجاد لهیدگی گروه مورد نظر برای هر تیمار به تصادف انتخاب شد. لازم به ذکر است اطمینان داریم در طول مدت آزمایش لهیدگی سیب به قسمت دیگر آن تجاوز نمی‌کند. داده‌ها در ۱۹ دوره زمانی مورد بررسی قرار گرفتند. متغیر ثبت شده به عنوان متغیر پاسخ، شاخص زردی سیب‌ها در هر دو بافت لهیده و سالم بوده است. جهت تصویربرداری مرئی از اتاقک تصویربرداری (شکل ۱) استفاده شد (گلزاریان و همکاران،۱۳۹۲). تصاویر در طیف مرئی توسط یک دوربین (Nikon P۵۱۰ Coolpix (Nikon، Japan Inc باقدرت تفکیک ۱/۱۶ مگا پیکسل تهیه شد تصویربرداری در طول زمان ۲۶ روز نگهداری برابر با ۶۲۴ ساعت و در زمان‌های ۲، ۱۰، ۲۴، ۳۲، ۴۸، ۵۶، ۷۲، ۸۰،۹۶، ۱۰۴، ۱۲۰، ۱۴۴،۱۶۸،۱۹۲،۲۶۴،۳۶۰، ۴۵۶، ۵۵۲ و ۶۲۴ ساعت پس از اعمال ضربه انجام شد.

در آنالیز تصاویر مرئی همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود پس از فراخوانی تصاویر در نرم‌افزار متلب از هر سیب بافت لهیده و قسمت‌هایی از بافت سالم آن انتخاب و پس‌ازآن ویژگی‌های رنگی از نواحی موردنظر در سه محیط رنگی RGB،HSI وL*a*b استخراج شدند. ازآنجاکه سیب‌های مورد آزمایش در این تحقیق سیب زرد لبنانی بود، تغییرات میزان زرد بودن پوست ناحیه لهیده یا شاخص زردی در طول زمان در تصاویر مرئی موردمطالعه قرار گرفت. این شاخص توسط ترکیب کانال‌های رنگی اصلی مطابق با رابطه (۲.۱) به دست

www.SID.ir

Archive of SID

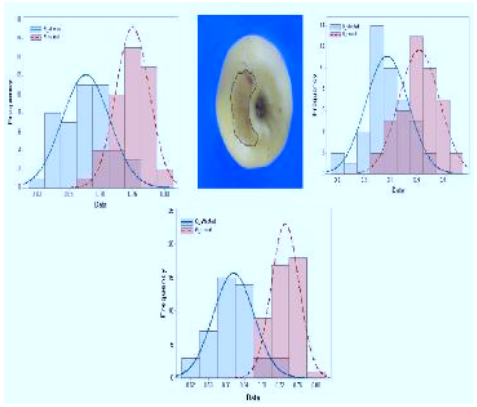


شکل ۱: اتاقک عکس‌برداری. الف)موتور، جهت تغییر ارتفاع صفحه‌ی پس‌زمینه. ب)دوربین که بر روی پایه‌ی اتاقک نصب‌شده است. ج)تابلوی کنترل روشنایی و لامپ‌های LED و راه‌اندازی موتور بالابرنده. د)لامپ LED به همراه پایه. و)صفحه‌ی پس‌زمینه..

آمد. سپس تغییرات آن در طول زمان موردبررسی قرار گرفت.

$$EYI = ۱/۵r + b - ۱/۵g \qquad (۱.۲)$$

در این رابطه، r بیانگر کانال قرمز،b بیانگر کانال آبی وg بیانگر کانال سبز تصویر هست.



شکل ۲: استخراج کانال‌های رنگی، در هر هیستوگرام توزیع داده های رنگی استخراج شده در دو ناحیه سالم و لهیده سیب نشان داده شده است.

۳ تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به اینکه میزان اختلاف شاخص زردی در دو بافت لهیده و سالم مورد نظر است ابتدا این اختلاف‌ها محاسبه شده است. بنابراین بدیهی است چنانچه پس از تحلیل بپذیریم که داده‌ها با صفر اختلاف معناداری ندارند یعنی شاخص مد نظر در دو بافت تفاوت چندانی ندارند. اما با توجه به اینکه داده‌ها در ۱۹ دوره زمانی ثبت شده‌اند و اختلافات در طول زمان مد نظر قرار دارد از روش داده‌های طولی و معادلات برآورد تعمیم‌یافته (GEE) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود. به منظور بررسی تغییرات شاخص زردی از روش GEE

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده شد. با توجه به نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف نرمال بودن داده‌ها در هر ۱۹ دوره زمانی تایید شد، مدل داده‌های نرمال با تابع لینک همانی در نظر گرفته شد. همچنین بر اساس معیار برازش مدل QIC (Quasi-AIC) بهترین ساختار برای تعیین همبستگی داده‌های داخل گروه‌ها، اتورگرسیو مرتبه اول در نظر گرفته شد. این ساختار با توجه به اینکه مقدار اختلاف در دوره ام-i به مقدار آن در دوره ام-۱-i وابسته است، کاملا منطقی است. معیار AIC برای این مدل برابر با ۷۹۳/۵۸ بود. طبق این مدل معناداری اثرات زمان (sig=.۰۰)، انرژی (sig=.۰۰۲) و سطح سیب (sig=.۰۰۱) در سطح خطای یک درصد تایید می‌گردد. جدول (۱) مدل برازش داده شده به داده‌ها را نشان می‌دهد. طبق جدول فوق چنانچه از زمان ۶۲۴ ساعت پس از لهیدگی به زمان ۳۶۰ ساعت پس از لهیدگی برویم،

جدول ۱: برآورد پارامترها.

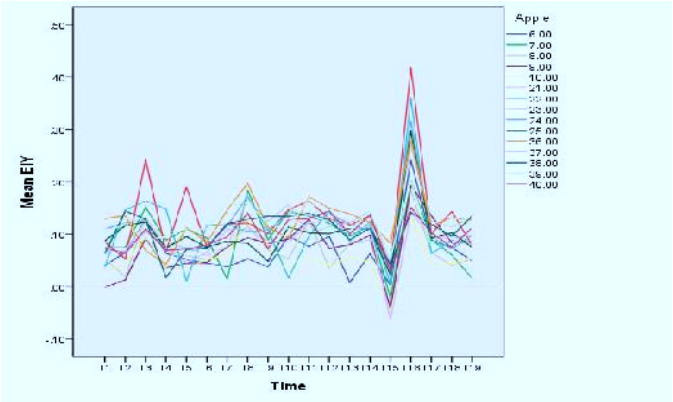
پارامتر	ضریب بتا	خطای استاندارد	سطح معناداری
ثابت مدل	.۰۵۶	.۰۰۷	.۰۰۰
۲ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۱۶	.۰۰۷	.۰۲۷
۱۰ ساعت پس از لهیدگی	.۰۰۴	.۰۰۸	.۶۲۳
۲۴ ساعت پس از لهیدگی	.۰۰۷	.۰۰۹	.۴۱۷
۳۲ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۰۸	.۰۰۷	.۲۴۲
۴۸ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۱۲	.۰۰۷	.۰۷۰
۵۶ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۱۶	.۰۰۶	.۰۰۵
۷۲ ساعت پس از لهیدگی	.۰۱۰	.۰۰۷	.۱۲۰
۸۰ ساعت پس از لهیدگی	.۰۱۷	.۰۰۸	.۰۳۵
۹۶ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۱۶	.۰۰۷	.۰۲۷
۱۰۴ ساعت پس از لهیدگی	.۰۰۲	.۰۰۷	.۸۰۶
۱۲۰ ساعت پس از لهیدگی	.۰۰۳	.۰۰۷	.۷۲۸
۱۴۴ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۰۴	.۰۰۷	.۵۱۷
۱۶۸ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۰۴	.۰۰۶	.۵۶۶
۱۹۲ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۰۴	.۰۰۷	.۶۲۰
۲۶۴ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۲۸	.۰۰۷	.۰۰۰
۳۶۰ ساعت پس از لهیدگی	.۱۵۵	.۰۱۲	.۰۰۰
۴۵۶ ساعت پس از لهیدگی	-.۰۰۳	.۰۰۶	.۶۴۸
۵۲۲ ساعت پس از لهیدگی	.۰۰۳	.۰۰۶	.۶۳۶

میزان تغییرات شاخص زردی معنادار خواهد بود. همچنین با توجه به مثبت بودن ضریب رگرسیونی در زمان ۳۶۰ ساعت، واضح است که میانگین تغییرات شاخص زردی در این زمان نسبت به زمان‌های دیگر بزرگ‌تر است. همچنین چنانچه از زمان ۶۲۴ ساعت پس از لهیدگی به زمان ۲۶۴ ساعت پس از لهیدگی برویم، میزان تغییرات شاخص زردی معنادار خواهد بود و با توجه به منفی بودن ضریب آن می‌توان نتیجه گرفت میانگین تغییرات شاخص زردی در این زمان نسبت به سایر زمان‌ها کمتر بوده است. طبق جدول بالا در سطح انرژی ۲۰۰ میلی‌ژول، میانگین تغییرات شاخص زردی نسبت به دو سطح دیگر کمتر بوده است. همچنین میانگین تغییرات شاخص زردی در

www.SID.ir

Archive of SID

سطح میانی سیب نسبت به سطح فوقانی و تحتانی بیشتر است. بنابراین به طور کلی می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت هرچقدر شدت لهیدگی ایجاد شده در اثر آسیب‌های مکانیکی وارد شده به سیب بیشتر باشد اختلاف شاخص زردی دو بافت لهیده و سالم بیشتر شده و دقت جداسازی بر اساس این معیار افزایش می‌یابد. بنابراین تنها مساله باقی‌مانده این است که نحوه تغییرات شاخص زردی در این ناحیه چگونه است. برای روشن شدن این موضوع نمودارهای مربوط به تغییرات شاخص زردی بافت لهیده نسبت به بافت سالم برای ناحیه میانی سیب در سطوح انرژی مختلف و در ۱۹ دوره زمانی در شکل (۳) رسم شده است. که در آن محور افقی ۱۹ دوره زمانی را نشان می‌دهد. محور عمودی شماره سیب‌هایی است که در ناحیه میانی دچار لهیدگی شدند. سیب‌های شماره ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ با انرژی ۲۰۰ میلی‌ژول، سیب‌های شماره ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۲۵ با انرژی ۷۰۰ میلی‌ژول و سیب‌های شماره ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹ و ۴۰ با انرژی ۱۲۰۰ میلی‌ژول مورد آسیب قرار گرفتند. با توجه به مطالب گفته شده و همچنین بر اساس نمودار فوق واضح است بهترین دوره زمانی برای



شکل ۳: تغییرات شاخص زردی بافت لهیده نسبت به بافت سالم در ناحیه میانی سیب در سطوح انرژی مختلف.

استفاده از شاخص زردی ۳۶۰ ساعت پس از آغاز لهیدگی است. البته این موضوع زمانی صحیح است که تنها از شاخص زردی سیب استفاده کنیم. چرا که ممکن است استفاده از فاکتور های رنگی دیگر تنها در ساعاتی پس از لهیدگی از قابلیت تشخیص بالایی برخوردار باشند. از طرفی تشخیص لهیدگی قبل از انبارداری از اهمیت بالاتری برخوردار است. پس دقت تشخیص بالاتر در زمان ۳۶۰ ساعت (۱۵ روز بعد از لهیدگی که چند روزی بعد از انبارداری محصول است) به معنای انتخاب این زمان به عنوان زمان مناسب نمی باشد.

۴ بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق که حاصل از استفاده روش داده‌های طولی و معادلات برآورد تعمیم‌یافته (GEE) می باشد، نشان داد که استفاده از سیستم های تصویر برداری مرئی به منظور تشخیص لهیدگی با استفاده از شاخص زردی می تواند کارآمد و مفید باشد. اگرکه در این تحقیق به این مطلب پی بردیم که تشخیص لهیدگی در ۳۶۰ ساعت پس از لهیدگی نسبت به سایر زمان ها در صورت استفاده از شاخص زردی از دقت بالاتری به دلیل تضاد با بافت سالم برخوردار است، ولی تشخیص لهیدگی در زمان های اول پس لهیدگی از دقت بالاتری برخوردار است. از نتایج دیگر این تحقیق این است که می توان به دست یابی به تغییرات رنگ بافت لهیده در طول زمان پی برد. پیشنهاد می‌شود پدیده لهیدگی در محصولات استراتژیک بخش باغبانی با استفاده از روش‌های دیگر از جمله گرمانگاری مورد مطالعه و تحقیق قرار گیرد و دقت تشخیص در زمان‌های مختلف با این روش مورد مقایسه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

افکاری سیاح، ا.، اسماعیلیان،م.، مینایی،س.، پیرایش،ع.۱۳۸۷.تأثیر بارهای مکانیکی بر آسیب‌های وارد بر سیب پس از مرحله انبارداری. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره۵. شماره سوم.

اصغری،ع.، آزاد بخت،م.،ابراهیم پور.بررسی تغییرات تصویر سیب رقم گلدن هنگام انبارداری با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی(بیوسیستم) و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد.۹ الی ۱۱ بهمن ۱۳۹۲.

شکربیگی،ص.، افکاری سیاح،ا.، مغانلو،ح.، شکوهیان،ع.۱۳۹۰. اثر دما و سطح ضربه گیر بر حجم کوفتگی سیب در اثر ضربه و پیش بینی آن به روش شبکه عصبی مصنوعی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. دوره هشتم. شماره سی و یکم.

قاسمی ،ب.، همت،ع.۱۳۹۲. مدل‌سازی ویسکوالاستیک سیب تحت بارگذاري شبه استاتیک با استفاده از روش اجزاء محدود به‌منظور بررسی علل کوفتگی در آن. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی(بیوسیستم) و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی.

گلزاریان،م.،صادقی،ف،قانعی،ن،کاظمی،ف. ۱۳۹۲، ارائه روشی کمی و کیفی در ارزیابی عملکرد فاکتورهای رنگی برای جداسازی گیاهان از پس‌زمینه به‌منظور خودکار کردن شناسایی تصویری گیاهان. هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی(بیوسیستم) و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد.۹ الی ۱۱ بهمن ۱۳۹۲.

Mohsenin, N. N. 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. 2nd Revised and Updated Edition. Gordon and Breach Science Publishers. Newyork.

Kays, S.J., 1991. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Van Nostrand Reinhold, New York, p. 312.

Pedreschi, F., Le´on, J., Domingo, M., Moyano, P., 2006. Development of a computer vision system to measure the colour of potato chips. Food Res. Int. 39, 1092–1098.

Wilson, L. G. and M. D. Boyette and E. A. Estes. 1999. Postharvest Handling and Cooling of Fresh Fruits,Vegetables, and Flowers for Small Farms, North Carolina Cooperative Extension Service. Horticulture Information Leaflet 804.

Xing, J. and J. D. Baerdemaker. 2005. Fresh bruise detection on selected cultivars apples using visible and NIR spectroscopy. Postharvest Biology and Technology 45: 176–183

www.SID.ir