کاربرد فناوری‌های غیرمخرب برای ارزیابی کیفیت محصولات کشاورزی و صنایع غذائی
فصلنامه رویکردهای نوین در آزمایشگاه‌های علمی ایران

کاربرد فناوری‌های غیرمخرب برای ارزیابی کیفیت محصولات کشاورزی و صنایع غذائی

شیرین تقی‌پور[۱]، حسین حاتمی[۲*]

اطلاعات مقاله:

نشریه رویکردهای نوین در آزمایشگاه‌های علمی ایران
سال پنجم، شماره ۱، ۱۴۰۰
صفحات: ۳۹-۳۳
شاپای چاپی: ۶۴۰۱-۲۵۸۸
شاپای الکترونیکی: ۶۴۱X-۲۵۸۸
وب‌سایت: shaajournal.msrt.ir
تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰
نشر آنلاین: ۱۴۰۰/۱۰/۰۸

چکیده

در سال‌های اخیر، اندازه‌گیری پارامترهای کمی و کیفی محصولات کشاورزی به روش غیرمخرب در فناوری پس از برداشت بسیار مورد توجه محققان قرار گرفته است. روش‌های ارزیابی کیفی غیرمخرب، امکان اندازه‌گیری همزمان نتایج شیمیایی و فیزیکی مواد غذایی را بدون تخریب فراهم کرده است. تنوع و فراوانی پارامترها و ویژگی‌های کیفی در محصولات کشاورزی، همراه با رشد جهشی فناوری ابزارهای دقیق، مهم‌ترین دلیل توسعه روش‌های غیرمخرب در سال‌های اخیر بوده است. از جمله مهم‌ترین روش‌های غیرمخرب می‌توان به انواع روش‌های نوری (پردازش تصویر، انواع طیف‌سنجی، تصویربرداری ابرطیفی، تصویربرداری حرارتی و...)، مکانیکی (صوتی- فراصوتی، تحلیل ارتعاش و صدای ضربه)، الکترومغناطیس (THZ-NMR-MIR -NIR -MRI)، اشعه ایکس (X ray-CT) و دی الکتریک و بینی الکترونیکی (E-nose) اشاره کرد. این روش‌ها برپایه یافتن ویژگی‌های متفاوت کیفی در رابطه با شاخص‌های محصولات متنوع است. توسعه سیستم‌های تصویربرداری کارآمدتر و دقیق‌تر مانند بینی الکترونیکی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را در اختیار محققان قرار دهد. بررسی حاضر با هدف بحث در مورد کاربرد روش‌های مختلف غیر مخرب (NDM) برای ارزیابی کیفیت و ایمنی مواد غذایی انجام شده است.

شیرین تقی‌پور

حسین حاتمی

واژگان کلیدی: پارامترهای کمی و کیفی، روش‌های غیرمخرب، کیفیت درونی، محصولات کشاورزی و غذایی

نویسندگان:
۱. دانشجوی دکتری باغبانی، کارشناس آزمایشگاه مرکزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.
ایمیل: Sh.taghipour71@ gmail.com
تلفن: ۰۹۱۶۰۸۱۳۳۹۱
۲*. دانشیارگروه مهندسی مکانیک، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
ایمیل: H64hatami@gmail.com
تلفن: ۰۹۱۲۷۲۲۰۲۷۸

*. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

امروزه ایمنی و سلامت مواد غذایی یکی از اصلی‌ترین خواسته‌ها و انتظارات مصرف‌کنندگان می‌باشد؛ بنابراین اتخاذ فناوری‌های جدید و روش‌های موثر و بازدارنده برای تضمین کیفیت و امنیت غذایی نیاز مبرم برای تشخیص کیفیت محصول می‌باشد (Zarezadeh et al ،۲۰۲۰). در سال‌های اخیر کشور ایران با تولید سالیانه نزدیک به بیست میلیون تن انواع میوه، رتبه اول تولید در خاورمیانه را کسب کرده و از نظر تولید و تقاضا رو به رشد برای محصولات با کیفیت و سالم، نیازمند به توسعه و اتخاذ تکنولوژی‌های پیشرفته پس از برداشت می‌باشند (ابونجمی، ۱۳۹٤). محصولات کشاورزی و غذایی با کیفیت و ایمنی بالا از پارامترهای اساسی مصرف کنندگان هستند و ارائه قانون سخت‌گیرانه برای ایمنی مواد غذایی و بررسی اجباری محصولات غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Saldana et al ،۲۰۱۳). این امر منجر به، نیاز تولید محصولات غذایی و تعهد دائمی برای طراحی و استفاده از روش‌هایی برای کنترل دقیق چندین ویژگی در محصولات کشاورزی و غذایی بی ضرر می‌شود (Liu et al ، ۲۰۱۵). دستیابی به غذای با کیفیت و ایمن یکی از بزرگترین دلایل اضطراب عمومی در سال‌های اخیر در زمینه کشاورزی است (Alander et al.,۲۰۱۳). در این راستا دستیابی به دانش‌های جدید در زمینه ارزیابی غیر مخرب کیفیت در محصولات کشاورزی از اهیمت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه اندازه‌گیری پارامترهای کمی و کیفی محصولات کشاورزی به‌گونه‌ای که محصول مورد بررسی بدون هیچ گونه آسیبی به چرخه مصرف برگردد، جایگاه ویژه‌ای در فناوری پس از برداشت و فرآوری محصولات کشاورزی پیدا کرده اند که بسیاری از آن‌ها به حد کاربردی رسیده و در سیستم‌های درجه‌بندی محصولات کشاورزی استفاده می‌شوند. این روش‌ها امروزه جایگزین روش‌های سنتی و دستی شده‌اند که بسیار پرهزینه، غیر قابل اعتماد، مشکل و طاقت فرسا می‌باشند. امروزه اخبار مربوط به تقلب و استفاده از مواد غیرمجاز و خطرناک در محصولات و مواد غذایی باعث شده ایمنی مواد غذایی یکی از دغدغه‌های عمومی جامعه باشد. بررسی تقلب در مایعات، نوشیدنی‌ها، روغن و انواع روش‌های تقلب بحث کاملا مفصلی است ولی می‌توان موارد مهم زیر را برای تقلب مورد اشاره قرار داد: افزایش وزن و حجم محصول مانند افزودن آب به شیر، افزودن اسانس‌ها و مایعات تقلبی به آب لیمو، مخلوط نمودن مواد غذایی با کیفیت پایین و ارزان با محصولات اصلی مثل افزودن روغن تفاله زیتون و انواع روغن‌های ارزان قیمت سرخ کردنی به روغن زیتون فرابکر، وجود روغن پالم در شیر و ماست و بستنی، استفاده از واکس و پارافین‌های غیر مجاز برای تازه و براق نشان دادن محصولات باغی (پرتقال، سیب، شلیل و...)، استفاد از خمیر مرغ در سوسیس و کالباس، وجود فلزات سنگین در گوشت مرغ و برنج‌های وارداتی، اضافه کردن پارافین به روغن زیتون و زیتون‌های خوراکی، آب معدنی میکروبی، آبیاری سبزیجات با فاضلاب، و دست آخر هم آب به همراه مخلوطی از اسید سولفوریک و گوگرد که با نام آبلیمو به فروش می‌رسد، باعث شده تا نگرانی‌ها نسبت به ایمنی مواد غذایی و تعیین کیفیت آن در کشور افزایش پیدا کند (ابونجمی، ۱۳۹٤). کنترل کیفیت محصولات غذایی نقش بسیار مهمی در تضمین سلامت افراد جامعه، کاهش عوامل آلودگی محصول و افزایش عمر مفید آن خواهد داشت. بیماری‌های ناشی از غذا، تهدیدی برای سلامت انسان است و می‌تواند باعث کاهش بهره‌وری اقتصادی کشورها شود (Saldana et al., ۲۰۱۳). در یک تعریف کلی اندازه‌گیری پارامترهای کمی و کیفی در محصولات کشاورزی و غذایی فرآوری شده بگونه‌ای که محصول مورد بررسی بدون هیچ گونه آسیب فیزیکی، شیمیایی، حرارتی و مکانیکی به چرخه مصرف بازگردد، را آزمون غیرمخرب نامیده می‌شود. تنوع و فراوانی پارامترها و ویژگی‌های کیفی محصولات کشاورزی مهم‌ترین دلیل توسعه روش‌های غیرمخرب در چهار دهه اخیر بوده است. برای درجه‌بندی محصولات روش‌های مختلفی به‌کار برده می‌شود که اغلب آن‌ها مخرب و یا کند میباشند، ولی اندازه‌گیری سریع، غیرمخرب و دقیق عامل‌های کیفی میوه‌ها و محصولات فرآوری شده نظیر میزان مواد جامد محلول، pH، و رنگ از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. سابقه پژوهش در زمینه کیفیت‌سنجی غیرتخریبی در صنایع غذایی و کشاورزی به دهه ۵۰ میلادی باز می‌گردد، اما بکارگیری و عمومیت یافتن آن سال‌ها به طول انجامیده است. این آزمون‌ها در روش‌های غیرمخرب ارزیابی و درجه‌بندی مورد توجه قرار گرفته و توسعه داده شده است. برخی از این روش‌ها به علت محدودیت‌های بکارگیری در مرحله اولیه توسعه خود قرار داشته در حالی‌که برخی دیگر توسعه بیشتری داشته و به مرحله کاربرد صنعتی نیز رسیده است. جدول ۱ به‌طور خلاصه روش‌های مورد استفاده برای بدست آوردن این ویژگی‌های کیفی را نشان می‌دهد. این روش‌ها به دسته روش‌های نوری (پردازش تصویر، انواع طیف‌سنجی، تصویربرداری ابرطیفی، تصویربرداری حرارتی و...)، مکانیکی (صوتی-فراصوتی، تحلیل ارتعاش، صدای ضربه و...)، الکترومغناطیس (... و THZ-NMR-MIR-NIR-MRI)، اشعه ایکس (X ray-CT) و دی الکتریک و بویاسنجی (E- nose) تقسیم‌بندی می‌شوند (EI -Mesery et al ., ۲۰۱۹).

جدول ۱- روش‌های غیرمخرب ارزیابی ویژگی‌های کیفی محصولات کشاورزی و غذایی (ابونجمی، ۱۳۹٤).

مبنای علمی	روش استفاده شده	ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری
نوری	پردازش تصویر	اندازه، شکل، رنگ، ایرادات بیرونی (ظاهری)
	طیف سنجی بازتابی، عبوری و جذبی، طیف سنجی لیزری	قند، اسیدیته، محتوای جامد محلول، رنگ، عیوب درونی و بیرونی، سفتی بافت
اشعه ایکس	تصویربرداری اشعه X و CT	حفره‌های درونی، ساختار، درجه رسیدن
مکانیکی	تحریک ارتعاشی	سفتی، ویسکوالاستیسیته، درجه رسیدگی
	صوتی و فراصوتی	سفتی بافت، ویسکوالاستیسیته، حفره‌های درونی، چگالی، قند
الکترومغناطیسی	NMR و NIR، MRI	قند، محتوای رطوبتی، پروتئین، خاکستر، میزان روغن، حفرهای درونی، پروفیل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع، درصد عناصر و غیره
شیمیایی	E-nose، E-tongue	میزان اسیدیته، قند

استفاده از این روش‌ها مبتنی بر یافتن ویژگی‌های متفاوت کیفی در رابطه با شاخص‌های بلوغ و رسیدگی محصولات متنوع می‌باشند. آزمون‌های غیرمخرب برای تعیین کیفیت درونی متناسب با نوع محصول باعث ایجاد شرایط مساعد برای ماندگاری بهتر با تلفات محدود و کاهش ضررهای اقتصادی برای تولیدکننده می‌گردد. تمرکز بر راه‌اندازی بهترین سیستم‌های مورد نیاز برای ارزیابی کیفیت محصول کشاورزی افزایش یافته است. این نوع علایق به پیشرفت‌های جدید فن‌آوری، افزایش علاقه به کیفیت و امنیت غذاهای مصرفی و همچنین ایجاد محدودیت‌ها و استانداردهای بیشتر برای تغذیه به‌طور کلی مربوط است (Harrison ,۲۰۰۳). جدول شماره ۲ ویژگی‌های کیفی و درونی و برونی و خصوصیاتی که به‌طور مشخص بر کیفیت محصول و مشتری‌پسندی آن اثر گذار است را نشان می‌دهد. تعیین ویژگی‌های کیفی برای محصولات مختلف متفاوت بوده و بر این اساس روش‌های متفاوتی برای تعیین ویژگی‌های پنهان کیفی مانند طعم، رطوبت، بافت، ارزش غذایی و تعیین عیوب درونی بکار برده می‌شود. ویژگی فیزیکی مانند شکل، ضخامت، رنگ و اندازه را می‌توان با کمک سیستم پردازش تصویر تعیین کرد اما امروز برای استخراج سایر ویژگی‌های کیفی درونی محصول علاوه بر ماشین‌بینایی از روش‌های سریع‌تر و پیشرفته‌تر مورد اشاره در جدول ۱ برای تعیین ویژگی‌های پنهانی در عمق بافت محصول برای ارزیابی کیفی به‌صورت غیرمخرب استفاده می‌شود.

۲- روش‌های تعیین کیفیت

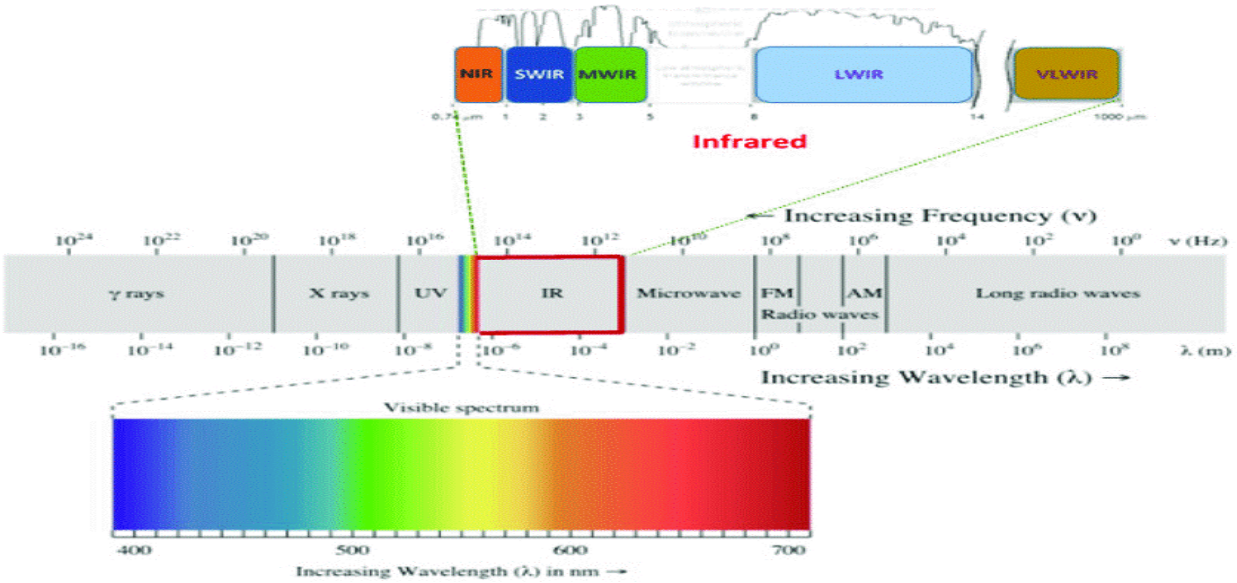
الف) روش‌های نوری

استفاده از نور بازتابی، عبوری و پراکنده شده به‌منظور اندازه‌گیری خواص داخلی و خارجی میوه و سایر محصولات فرآوری شده از دیر باز مطرح بوده است. با استفاده از ویژگی تغییر رنگ قابلیت بازتابش و عبوردهی نور از یک تغییر می‌کند، می‌توان از طیف‌سنجی‌های مختلف از جمله رنگ آن‌ها برای تعیین کیفیت درونی محصول استفاده نمود. روش ماشین‌بینایی (طول موج مرئی ٤۰۰ تا ۷۰۰۱ نانومتر) یکی از نخستین روش‌های ارزیابی محصولات کشاورزی بوده که امروزه به طور وسیعی در کشاورزی و ارزیابی با کمک بازتابش نور از محصولات استفاده می‌شود. در مجموع می‌توان گفت بیشترین کاربرد این تکنیک در سیستم‌های درجه‌بندی محصولات کشاورزی، تشخیص رنگ، عیوب ظاهری و بافت بوده است. از مزایای آن ارزان بودن و سهولت استفاده، غیرمخرب و بی‌زیان بودن، دارای سیستم کنترلی پایدار را نام برد. با این مزایا در این روش سیستم نورپردازی بایستی بسیار دقیق بوده در عین

اینکه امکان تعیین کیفیت درونی محصول نیز میسر نمی‌باشد. از این روش علاوه برای تعیین کیفیت میوه برای درجه‌بندی گوشت، و لاشه طیور نیز استفاده می‌شود. روش‌های دیگر نوری طیف‌سنجی مادون قرمز (۶۰۰ تا ۱۰۰ نانومتر) برای تعیین برخی خصوصیات کیفی میوه‌ها مانند سفتی، میزان مواد جامد محلول، رنگ، نشاسته و اسیدیته بکار می‌رود. امروزه استفاده از این فن‌آوری در بررسی خصوصیات داخلی مرکبات و هندوانه به حالت صنعتی نیز رسیده است. کاربردهای زیادی از تکنیک NMR و MRI برای تعیین صدمات ناشی از سرد شدن، لهیدگی و فساد، محصولات غذایی گزارش شده اما به علت کند بودن و گران بودن این روش توسعه چندانی پیدا نکرده است. روش‌های دیگر تصویربرداری ابرطیفی و استفاده از تصویربرداری با کمک دوربین‌های حرارتی برای تعیین دورنی می‌باشد. ترکیبات شیمیایی، انرژی نور را با توجه به طول موج جذب می‌کنند و متعاقباً داده‌ها از طیف‌های آزمایش شده با استفاده از طیف‌سنج‌ها جمع‌آوری می‌شوند. جذب کننده‌های اصلی در طول موج‌های NIR، کاروتنوئیدها، آنتوسیانین، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، کلروفیل‌ها و پروتئین‌ها هستند. دامنه طول موج‌های قابل مشاهده مواد غذایی از ٤٠٠ تا ٧٥٠ نانومتر برای انسان به عنوان رنگ مشهود است. ارزیابی غیر مخرب کیفیت غذا با استفاده از روش طیف سنجی NIR به طور گسترده‌ای برای روغن، پروتئین، ماده خشک، استحکام و کل مواد جامد محلول استفاده شده است (EI- Mesery et al., ۲۰۱۹).

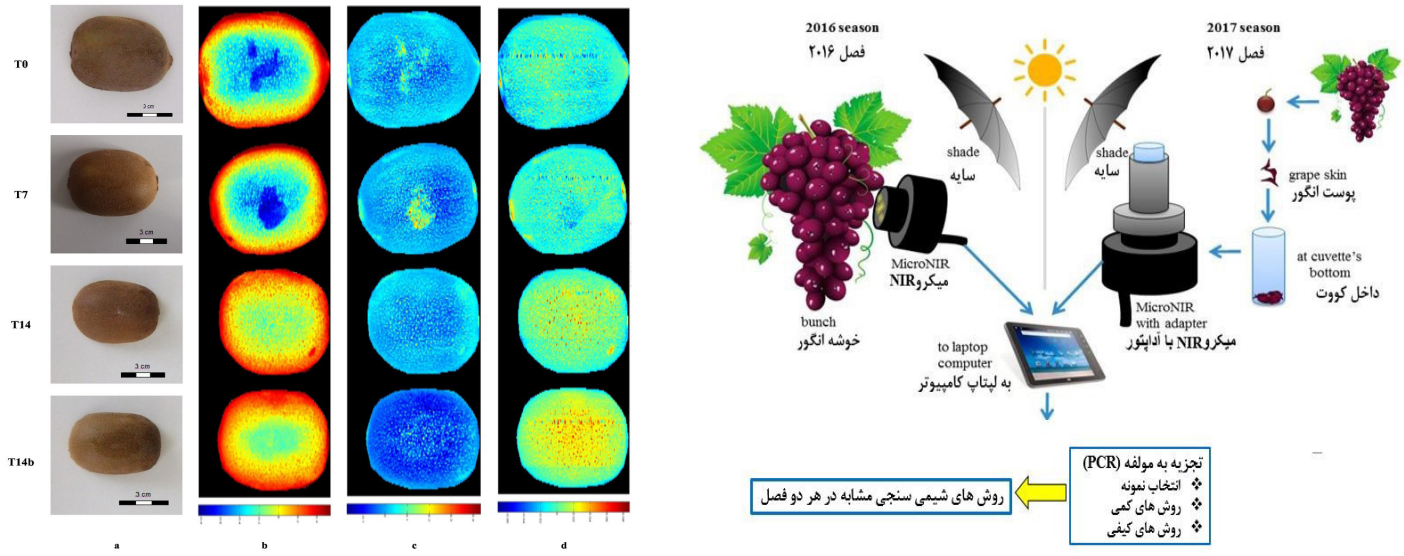
۲- ویژگی‌های محصول به منظور بررسی کیفیت و یا تشخیص عیوب

ویژگی‌های بیرونی	اندازه شکل رنگ عیوب	وزن، حجم، ابعاد نسبت قطر به عمق یکنواختی، شدت رنگ لهیدگی، لکه‌ها، بریدگی
ویژگی‌های درونی	طعم و مزه بافت ارزش غذایی عیوب	شیرینی، ترشی، گسی، بو سفتی، تردی، آبداری کربوهیدرات، پروتئین، ویتامین سرمازدگی، حفرهای آب، پوسیدگی، حفرهای داخلی



شکل ۱- طیف‌های مختلف تابش الکترومغناطیسی

در تصویر زیر استفاده از روش‌های مختلف با کمک تصویربرداری فراطیفی، طیف‌سنج مادون قرمز در تعیین ویژگی‌هایی مانند رطوبت، اسیدیته و قند محصول را نشان می‌دهد که هم اکنون بصورت تجاری در صنعت پس از برداشت محصولات کشاورزی کاربرد دارد.



شکل ۲- طیف‌سنج مادون قرمز (سمت راست)- تصویربرداری فراطیفی (سمت چپ)

ب) اشعه ایکس و گاما

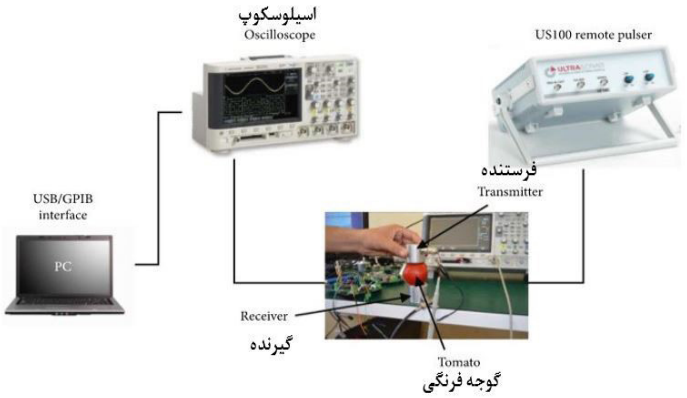
تابش‌های با طول موج کوتاه مانند اشعه X و گاما قادرند به اغلب محصولات کشاورزی نفوذ کنند. میزان نفوذ بستگی به چگالی و ضریب جذب محصول دارد. بنابراین هر دو پرتو مذکور برای اندازه‌گیری آن دسته از پارامترهای کیفی مناسب است که وابسته به تغییرات جرم هستند، برای مثال قسمت سر کاهو با افزایش رسیدگی، چگال‌تر می‌شود. با این مزایا به علت خصوصیات تهاجمی این اشعه و یونیزه شدن مولکول‌های محصولات کشاورزی و مشکلات بهداشتی و احتمالا مخاطرات در مصرف، استفاده از دوزهای بالای آن رونق چندانی در کیفیت‌سنجی محصولات غذایی و کشاورزی پیدا نکرده است.

ج) مکانیکی

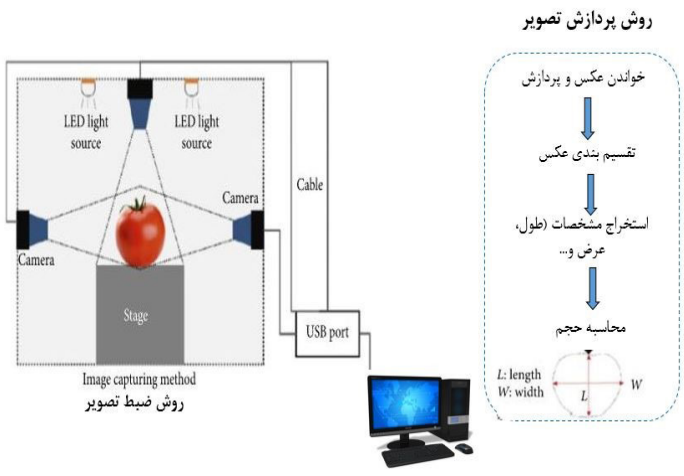
میوه و سبزیجات تحت بار مکانیکی از خود رفتار ویسکوالاستیک نشان می‌دهند که به مقدار و سرعت نیروی اعمالی بستگی دارد. خواص مکانیکی با بافت میوه در ارتباط بوده و از این ویژگی ضربه برای تعیین دانسیته و رسیدگی محصولی مانند هندوانه و خیار به وفور استفاده می‌شود. بر اساس خواص الاستیکی بافت‌های بیولوژیکی، از رفتار ارتعاشی حاصل از پاسخ ضربه و پردازش سیگنال‌های صوتی به‌عنوان شاخص بلوغ و رسیدگی محصول استفاده می‌شود. به کمک مشخصه‌های صوتی بافت میوه، برای اندازه‌گیری استکام و عدم یکنواختی محصولاتی مانند خربزه، هندوانه، سیب و ... یا تعیین ترک در پوسته تخم مرغ استفاده می‌شود. عموما صدای بم و طنین‌دار نشان‌گر رسیدگی محصولاتی مانند هندوانه می‌باشند که با این روش با کمک سیستم ضبط و پردازش سیستم پاسخ به ضربه در خط درجه‌بندی بصورت تجاری اکنون استفاده می‌شود.

برای تعیین صدمات ناشی از سرد شدن، لهیدگی و فساد، محصولات غذایی گزارش شده اما به علت کند بودن و گران بودن این روش توسعه چندانی پیدا نکرده است. روش‌های دیگر تصویربرداری ابرطیفی و استفاده از تصویربرداری با کمک دوربین‌های حرارتی برای تعیین دورنی می‌باشد. ترکیبات شیمیایی، انرژی نور را با توجه به طول موج جذب می‌کنند و متعاقباً داده‌ها از طیف‌های آزمایش شده با استفاده از طیف‌سنج‌ها جمع‌آوری می‌شوند. جذب کننده‌های اصلی در طول موج‌های NIR، کاروتنوئیدها، آنتوسیانین، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، کلروفیل‌ها و پروتئین‌ها هستند. دامنه طول موج‌های قابل مشاهده مواد غذایی از ٤٠٠ تا ٧٥٠ نانومتر برای انسان به‌عنوان رنگ مشهود است. ارزیابی غیر مخرب کیفیت غذا با استفاده از روش طیف سنجی NIR به طور گسترده‌ای برای روغن، پروتئین، ماده خشک، استحکام و کل مواد جامد محلول استفاده شده است (EI- Mesery et al., ۲۰۱۹. د) فراصوت آزمون فراصوتی یکی از روش‌های آزمون غیرمخرب است که در زمینه کیفیت‌سنجی محصولات کشاورزی در حال توسعه می‌باشد. کاربردهای فراصوت در صنعت غذا بسیار گسترده بوده و بر دو نوع متفاوت تقسیم‌بندی شده است: کاربردهایی با شدت کم (بسامد بیش از kHz۱۰۰ و یا توان فراصوت کمتر از ۱۰-۲ Wcm و شدت زیاد (بسامد در محدوده ۲۰ تا ۱۰۰

کیلوهرتز) و یا توان فراصوت بین ۱۰ الی ۱۰۰ وات بر سانتی‌متر مربع. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد غذایی در بکارگیری امواج فراصوت با کاربردهای شدت کم تغییر نمی‌یابند و در کاربردهای فراصوت با شدت زیاد اغلب خواص مواد غذایی به طور همیشگی تغییر می‌یابد. برای آزمون محصولات کشاورزی به روش فراصوت عبوری به‌طور معمول از دو شاخص فراصوت، یعنی سرعت امواج و میزان تضعیف استفاده می‌شود. با استفاده از شاخصه‌های سرعت عبوری موج و میزان تضعیف می‌توان خصوصیات کیفی محصول مانند میزان رطوبت، استحکام و اسدیته را بدست آورد. همچنین از این دو ویژگی برای تعیین کیفیت مایعات، میزان قند، اسیدیته و.... بهره گرفته و بر اساس آن اقدام به تشخیص کیفیت مصول فرآوری شده بدون هیچ اسیب حرارتی و یا شیمیایی نمود. شکل شماره ۳ و ٤ تعیین میزان استحکام و حجم بافت میوه برای دوره انبارداری با کمک فراصوت را نشان می‌دهد.



شکل ۳ - سفتی بافت گوجه فرنگی با امواج فراصوت



شکل ٤- طیف‌سنج مادون قرمز در محاسبه حجم گوجه فرنگی

۳-نتیجه‌گیری

در بارار رقابتی امروز، هر محصول نیاز به درجه‌بندی کیفی داشته و بایستی برابر با استانداردهای روز درجه‌بندی و تبلیغ شود. این درجه‌بندی نه تنها بر معیار وزن و رنگ، بلکه بایستی بر اساس کیفیت درونی مانند سفتی بافت، طعم، و دیگر ارزش غذایی مورد علاقه مصرف کننده باشد. با استفاده از روش‌های یاد شده آزمون غیر مخرب متناسب با نوع محصول و هزینه بکار رفته می‌توان در حداقل زمان درجه‌بندی کیفی را انجام داد. امید است در کشور ما نیز با تلاش و همکاری محققین در بخش خصوصی و تولید کنندگان قدم‌های اساسی در این زمینه برای ورود به بازار جهانی برداشته شود. لذا، در این راستا، مهم است که محققان از حوزه‌های مختلف وارد عمل شوند زیرا چالش‌های فنی مرتبط با این مسئله از فیزیک گرفته تا علوم کامپیوتر و علوم غذایی و کشاورزی است. با چنین تلاش‌های ترکیبی، می توان سیستم‌هایی را تهیه کرد که بطور خاص برای تشخیص مواد غذایی و محصولات کشاورزی مناسب باشند.

٤- منابع

[۱]. ابونجمی، م. آزمون‌های غیرمخرب و کاربرد آن در صنایع غذایی و کشاورزی. نشریه علمی فناوری آزمون‌های غیرمخرب. ۱(۱): ٤٤-٤١. ۱۳۹٤.

[1]. Abbott, J.A. 1999 . Quality measurement of fruits and vegetables. Postharvest Biology and Technology, 15: 207-225.

[2]. Abbott, J.A., Lu, R., Upchurch, B.L. and Stroshine, R.L. 1997. Technologies for nondestructive quality evaluation of fruits and vegetables. Horticulture Review, 20:1-120.

[3]. Alander, J.T.; Bochko, V.; Martinkauppi, B.; Saranwong, S.; Mantere, T.2013. A review of optical nondestructive visual and near-infrared methods for food quality and safety. Int. J. Spectrosc, 2013, 341402.

[4]. El-Mesery, H., Mao, H., and Abomohra, A. 2019. Applications of Non-destructive Technologies for Agricultural and Food Products Quality Inspection. Sensors, 19(4), 846. doi:10.3390/s19040846

University of Maragheh

Journal of New Approaches in Iranian Scientific Laboratories

ILRS
Iranian Laboratory Research Society

Applications of Non-Destructive Technologies for the Quality evaluation of Agricultural Products and Food Industry

Shirin Taghipour[1], Hossein Hatami[2*]

Article Info:

NAISL
Volume 5, Number 1, 2021
Pages: 33-39
Print ISSN: 2588-6401
Online ISSN: 2588-641X
Website: shaajournal.msrt.ir
Date Received: 2021/04/17
Acceptance date: 2021/09/01
Online publishing: 2021/12/25

Shirin Taghipour

Hossein Hatami

Abstract

In recent years, the measurement of quantitative and qualitative parameters of non-destructive methods (NDM) agricultural products in post-harvest technology has received much attention from researchers. Non-destructive quality assessment methods have made it possible to measure the chemical and physical results of food simultaneously without degradation. The diversity and frequency of quality parameters and characteristics in agricultural products, along with the rapid growth of instrumentation technology, have been the most important reason for the development of NDM in recent years. Among the most important NDM can be a variety of optical methods (image processing, spectroscopy, hyper spectral imaging, thermal imaging, etc.), mechanical (audio-ultrasonic, vibration analysis, and impact sound), electromagnetism (THZ-NMR-MIR-NIR-MRI), X-ray and dielectric and electronic nose (E-nose). These methods are based on finding different qualitative characteristics in relation to the characteristics of various products. Developing more efficient and accurate imaging systems, such as electronic noses, can provide researchers with valuable information. The objective of this study was to discuss the application of various NDM to evaluate the quality and safety of food.

Key Words: **Quantitative and qualitative parameters, NDM, internal quality, agricultural and food products**

Authors:
1. Ph. D. Candidate, Department of Horticulture, Central laboratory expert of Lorestan University, Khorramabad, Iran.
E-mail: Sh.taghipour71@ gmail.com
Tel: 09160813391
2*. Associated professor, Department of Mechanical Engineering, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
E-mail: H64hatami@gmail.com
Tel: 09127110278
*.Corresponding author