

## کاربردهای اسپکتروسکوپی

تشخیص میزان رسیدگی میوه‌ها با استفاده از طیف‌سنجی بازتابی در ناحیه فروسرخ نزدیک

### توصیف کاربرد

این پژوهش از طیف‌سنجی بازتابی جهت تشخیص میزان رسیده بودن میوه‌ها استفاده خواهیم نمود.

مانیتورینگ میزان رسیده بودن میوه‌جات به کشاورزان و مهندسين کشاورزی و همچنین توزیع کنندگان اجازه می‌دهد تا دسته‌بندی بهتری را روی محصولات داشته باشند و از این طریق میزان هدر رفت محصول را کمینه و کیفیت نهایی را به بیشترین میزان خود برسانند.

مزیت روش طیف‌سنجی در ناحیه فروسرخ نزدیک این است که این نمونه به آماده‌سازی نیازی ندارد و سرعت اندازه‌گیری نیز بسیار بالاست و از این جهت روش مناسبی برای کیفیت سنجی میوه خواهد بود.

مورردی که در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد موز است. و هدف تشخیص میزان رسیده بودن قبل از این است که بتوان از روی پوست این پارامتر را مشاهده کرد.

علاوه بر مزیت‌های نامبرده شده این را نیز می‌توان اضافه کرد که با توجه به قابل حمل بودن ادوات آزمایش می‌توان تمامی این تست‌ها را در مزرعه یا در مراکز توزیع بسته‌بندی و کارخانه نیز انجام داد.

فرایند انجام آزمایش برای ثبت طیف از یک طیف‌سنج در ناحیه فروسرخ نزدیک استفاده می‌شود و برای تحریک طیف از یک لامپ هالوژن-تنگستن استفاده می‌گردد یک پراب آزمایش نور لامپ را به نمونه منتقل کرده و نور بازتاب شده را جمع‌آوری و به طیف سنج منتقل می‌کند.

• کلیدواژه‌ها: فروسرخ، طیف‌سنج، میوه، رسیدن

• تکنیک مورد استفاده:

○ طیف‌سنجی فروسرخ

• حوزه کاربردی:

○ صنایع کشاورزی و عرضه میوه

○ آزمایشگاه‌های کنترل کیفیت

### شرح کاربرد

مشتریان همیشه خواستار بهترین کیفیت و جامعیت در محصول مورد نظر خود می‌باشند. در صنایع میوه و مواد غذایی با توجه به اینکه یک زنجیره بین المللی برای تهیه و توزیع آن درگیر است بسیار مهم است که به طور دقیق کیفیت و سایر پارامترهای مهم میوه مورد بررسی و آنالیز قرار بگیرد و بعد از آن محصول به مشتری تحویل گردد.



یکی از روش‌هایی که سرعت و کیفیت را در عین ارزان بودن و همراه خود دارد طیف‌سنجی بازتابی در ناحیه فروسرخ نزدیک است. در

شرکت تولید ادوات پیشرفته طیف‌سنجی تکسان

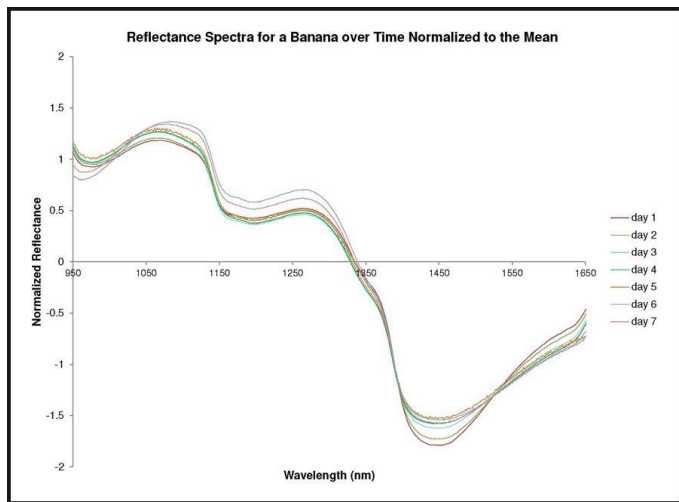
تلفن تماس: ۰۲۱-۲۲۴۰۲۱۹۹ و ۰۲۱-۲۲۴۱۴۱۶۲

ایمیل: [info@teksan.ir](mailto:info@teksan.ir)

وبسایت: [www.teksan.ir](http://www.teksan.ir)

طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک یک تکنیک شناسایی مولکولی است که بر اساس تحریک باندهای مولکولی کار میکند. طیف‌سنجی فروسرخ

اندازه‌گیری‌ها در هر روز و برای هفت روز متوالی انجام شده است. آزمایش‌های مشابه را می‌توان بر روی موز و سیب و پرتقال نیز انجام داد.



شکل ۱

نزدیک در بازه ۷۵۰ نانومتر تا ۲ هزار و ۵۰۰ نانومتر موده‌های ارتعاشی متناظر با پیوندهای O-H و C-H قرار می‌گیرند.

و در ترکیبات آلی این پیوندها به وفور یافت می‌شوند. علاوه بر این ترکیب آب در میوه‌ها غالب است و بنابر این تغییر در میزان رطوبت نیز قابل شناسایی است. در شکل ۲ می‌توان از باندهای هزار و ۴۰۰ نانومتر تا ۱۵۰۰ نانومتر تغییر در میزان آب را مشاهده نمود. میزان بازتاب با گذشت هر روز تغییر می‌کند و افزایش می‌یابد بنابراین با رسیده شدن میوه محتوای آب میوه کم شده و جذب کاهش پیدا می‌کند همبستگی با میزان رطوبت یک پارامتر برای اندازه‌گیری پارامتر رسیدگی میوه است.

مشتق اول از طیف‌هایی که در شکل ۱ نشان داده شده است، محاسبه شده تا بهتر بتواند نحوه تغییرات را نمایش دهد این تغییرات در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. روند تغییرات در میوه در این شکل واضح‌تر است هر طیف نشان دهنده اندازه‌گیری در یک روز خاص است. برای مثال روند تغییر در پیک‌ها در دو روز اول به مراتب بزرگتر از سایر روزهای دیگر است.

همه نمونه‌ها در یک روز خریداری شده‌اند برای هر میوه شش اندازه‌گیری در نقاط متفاوت بر روی میوه انجام گرفته است و در نهایت مقدار متوسط مورد آنالیز قرار گرفته است. متوسط‌گیری برای رفع ناهمگنی در میوه‌ها انجام شده است اگر چه نیازی به آماده‌سازی نمونه برای طیف‌سنجی وجود ندارد با این وجود اندازه‌گیری از چند نقطه و متوسط‌گیری برای دقیق‌تر شدن نتایج مربوط به هر میوه توصیه می‌شود.

همچنین برای طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک انجام کالیبراسیون و پردازش‌های کمتری یک جزء مهم از آزمایش به حساب می‌آید.

### فرآیند جمع‌آوری داده

- ابتدا لامپ برای اینکه به یک شرکت پایدار برسد قبل از آزمایش به مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه باید روشن باشد
- تابش زمینه اندازه‌گیری و از تابش نمونه کم گردد
- تابش نور منبع اندازه‌گیری شده و به عنوان استاندارد ذخیره می‌گردد
- از هر نمونه در ۶ مکان و در جهت‌های متفاوت طیف‌گیری می‌شود.
- برای هر نمونه میوه این مراحل را می‌توان تکرار نمود.

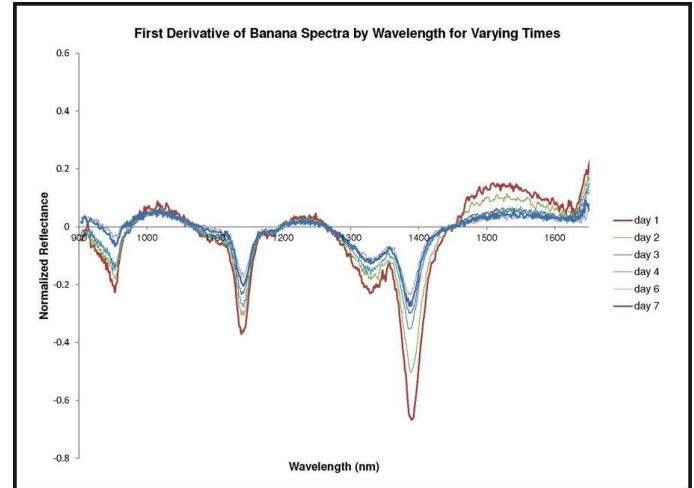
### نتایج بدست آمده از پژوهش

طیف نمونه‌های موز و سیب و پرتقال در یک بازی هفت روز ثبت گشته‌اند. برای نمونه‌های سیب و پرتقال طیف‌ها در ظاهر اختلاف چندانی با یکدیگر ندارند اما برای نمونه‌ای موز چون سرعت رسیدن بیشتری دارد به لحاظ ظاهری نیز می‌توان قابلیت تفکیک را انجام داد. طیف خام برای یک نمونه موز برای روزهای متوالی در شکل ۱ نشان داده شده است. داده‌های طول موج کمتر از ۹۵۰ نانومتر و بیشتر از ۱۶۵۰ نانومتر برای ما دارای اهمیت نیستند چراکه دارای اطلاعات مفیدی نمی‌باشند. طیف‌ها با زمان یک روند مشخص را دنبال می‌کنند به عنوان مثال اگر طول موج ۱۴۵۰ نانومتر را مشاهده کنیم این را متوجه خواهیم شد.

این پژوهش نشان داد که با روش طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک می‌توان میزان رسیدن میوه‌ها را مانیتور نمود و روند این فرایند را کاملاً آشکارسازی کرد. نتایج حاصل با سرعت بالا و هزینه اندک و بدون نیاز به آماده سازی نمونه‌ها حاصل شده است و این تا حد خوبی قدرت آنالیز طیف‌سنجی را در این گونه از کاربردها نشان می‌دهد و نکته مهم دیگر در این پژوهش قابلیت استفاده از تجهیزات اون آزمایش در مزرعه یا در کارخانه یا در محل‌های توزیع می‌باشد. بنابراین در هر مرحله از فرایند تولید تا توزیع میوه می‌توان این تست‌ها را انجام داد و محصول باکیفیت تری را به دست مشتری رساند.

## مراجع

1. Linear and non-linear regression models for classification of fruit from visible-near infrared spectra. Kim, J., Mowat, A., Poole, P., Kasabov, N. 2, July 24, 2000, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Vol. 51, pp. 201-216.
2. Postharvest quality of apple predicted by NIR-spectroscopy: Study of the effect of biological variability on spectra and model performance. Bobelyn, E., Serban, A.-S., Nicu, M., Lammertyn, J., Nicolai, B., Saeys, W. 55, 20110, Postharvest Biology and Technology, pp. 133-143.
3. Preliminary study on the application of near infrared spectroscopy and pattern recognition methods to classify different types of apple samples. Luo, W., Shuangyan, H., Fu, H., Wen, G., Cheng, H., Zhou, J., Wu, H., Shen, G., Yu, R. 128, 2011, Food Chemistry, pp. 555-561.
4. Using NIRS spectroscopy to predict post harvest quality. Cayuela Sanchez, J. A. Sevilla : s.n., 2012.
5. Non-destructive measurement of moisture content using handheld NIR. Blakey, R. J., van Rooyen, Z. 2009.
6. Non-destructive measurement of moisture content in avocado's using handheld near-infrared spectroscopy. Blakey, R. J., van Rooyen, Z. 2011, South African Avacado Growers Association Yearbook, Vol. 34.



شکل ۲

و این متناظر به بازه زمانی است که موز در حال رسیدن و تغییر رنگ است. بنابراین نه تنها برای تشخیص میزان رسیده گی، بلکه برای دسته بندی بر اساس رنگ میوه نیز می‌توان از طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک بهره گرفت.

علاوه بر طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک، روش‌های غیر تماسی دیگری همچون چگالی یابی اپتیکی نیز می‌تواند برای تشخیص میزان رسیدگی میوه مورد استفاده قرار بگیرد.

اما روش طیف‌سنجی علاوه بر تشخیص میزان رسیدگی یا دسته بندی میوه‌ها بر اساس رنگ اطلاعات مهم در همه طول موج‌ها در اختیار ما قرار می‌دهد که کاربر می‌تواند استفاده‌های دیگری نیز از آنها بنماید.

و این باعث می‌گردد تا نتایج قطعی و قابل اطمینان باشند. دمای آب داخل میوه نیز از پارامترهای تاثیرگذار در این آزمایش است. در گذر زمان از یک روز به روز دیگر تغییراتی دارد و این باعث می‌شود تا در نتایج کمی خطا به وجود آید بنابراین برای رفع تاثیر اثر دما از کالیبراسیون‌های دقیق و آنالیزهای کمومتری استفاده می‌گردد.

بنابراین توصیه می‌شود نتایج با روش‌های کمومتری تجزیه و تحلیل شوند تا اطمینان پذیری بالاتری حاصل گردد.

## نتیجه گیری

میوه‌های گندیده و میوه‌هایی که از زمان رسیدن آنها زمان زیادی گذشته باشد یک منشأ اتلاف هزینه برای زنجیره تولید و توزیع به حساب می‌آید با مانیتورینگ به موقع میزان رسیدگی میوه می‌توان از این اتلاف بزرگ هزینه جلوگیری نمود.

شرکت تولید ادوات پیشرفته طیف‌سنجی تکسان

تلفن تماس: ۰۲۱-۲۲۴۰۲۱۹۹ و ۰۲۱-۲۲۴۱۴۱۶۲

ایمیل: [info@teksan.ir](mailto:info@teksan.ir)

وبسایت: [www.teksan.ir](http://www.teksan.ir)