شناسایی و طبقه بندی ارقام مختلف انگور با استفاده از برگ ارقام بوسیله ماشین بویایی

امیرحسین افکاری سیاح [۱*]، علی خرمی‌فر [۲]، حامد کرمی [۳]، ساحله فروتن [۴]

۱*- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳- دکتری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۴- کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

* ایمیل نویسنده مسئول: ahafkari@uma.ac.ir

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۰۷/۲۴ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۰۸/۱۱

چکیده

توسعه فناوری های نوین به منظور تشخیص دقیق نوع رقم در محصولات کشاورزی می تواند به کاهش ضایعات و ارتقا کیفیت محصول نهایی بیانجامد و این امر در مورد انگور که در سطح قابل ملاحظه ای در کشور تولید می گردد نیز صادق است. یکی از این فناوری های نوین استفاده از ماشین بویایی با هدف شناسایی ترکیبات فرار از برگ درخت انگور و تشخیص رقم آن می باشد و این امر می تواند به تصمیم گیری بهینه در مراحل تولید و برداشت گیاه اصلی نیز کمک کند. در یک دهد گذشته از بینی الکترونیک در تحقیقات گسترده ای برای شناسایی و طبقه بندی محصولات غذایی و کشاورزی استفاده شده است. این پژوهش با هدف به کارگیری یک سامانه ماشین بویایی با کمک روش های کمومتریکس شامل PCA، LDA و SVM به عنوان یک روش ارزان، سریع و غیر مخرب برای تشخیص ارقام مختلف انگور انجام شد. در این تحقیق از بینی الکترونیک مجهز به ۹ حسگر نیمه هادی اکسید فلزی (MOS) با مصرف برق کم استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده از تحلیل PCA با دو مؤلفه اصلی PC1 و PC2، مشخص شد که ۹۳٪ واریانس مجموعه‌ی داده‌ها برای نمونه‌های مورد استفاده از این طریق قابل توصیف می باشند. همچنین دقت روشهای LDA و SVM به ترتیب برابر ۱۰۰٪ و ۸۳,۳۳٪ به دست آمد.

کلمات کلیدی

"ماشین بویایی"، "برگ انگور"، "کمومتریکس"، "تشخیص رقم"

۱- مقدمه

انگور[۱]، از خانواده انگورسانان یا ویتاسه[۲] می‌باشد. این گیاه به صورت رونده و بوته‌ای است که در مقابل بعضی از برگ‌ها دارای پیچک می-باشد. فرانسه، ایتالیا و آلمان در اروپا از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده انگور هستند و ایران نیز به دلیل برخورداری از شرایط جغرافیایی و اقلمی مناسب، یکی از مهم‌ترین مراکز برای تولید و پرورش انگور در جهان محسوب می‌شود. میوهء انگور به دو نوع دانه‌دار و بی‌دانه تقسیم شده که هر یک از این نوع در رنگ‌های گوناگون سرخ، زرد، سیاه و تقریباَ سبز مشاهده می‌شود. در مناطقی که حداکثر دمای آن بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای آن کم‌تر از ۱۵ درجه سانتی‌گراد زیر صفر نباشد، میوه انگور رشد بهتری می‌کند. از انگور مویز، ژله، کشمش، مربا، سرکه و آبغوره به دست می‌آید و همچنین از دانه میوه انگور نیز محصولات مختلف تهیه می‌شود.. این محصول منبع خوبی از پتاسیم، فیبر و انواع ویتامین‌ها و سایر مواد معدنی می‌باشد (Capanoglu, 2013). براساس گزارشات موجود حدود ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ رقم انگور در ایران موجود است که تعدادی از این ارقام دارای اهمیت اقتصادی بالایی به ویژه برای مصارف تازه‌خوری و تهیه کشمش می‌باشد (Jun et al, 2008). در ایران انگورهای خوراکی از گونه وینیفرا[۳] هستند و علاوه بر این این دو نوع انگور گونه لابروسکا[۴] که در شمال کشور پراکنده است و انگورهای وحشی از زیر گونه سیل وستریس[۵] در جنگل‌های شمال و مناطق مرطوب دامنه‌های کوه زاگرس وجود دارند (Doulaty Baneh et al, 2007). انگور از نظر آب و هوایی در مناطق وسیعی پراکندگی دارد و اخیراً در مناطق معتدل و گرمسیر در تمام مناطق دنیا بیشتر کشت می‌شود (Moosazadeh, 2012). می توان با تشخیص رقم انگور قبل از رشد میوه، گامی موثر در تعیین هدف و استفاده از محصول برداشت، که در این بین می توان با استفاده از فناوری های نوین پس از برداشت نوع رقم انگور را تشخیص داد. یکی از این روش ها استفاده از ماشین بویایی برای شناسایی ترکیبات فرار از برگ درخت انگور و تشخیص رقم آن می باشد. از بینی الکترونیک در تحقیقات گسترده ای برای شناسایی و طبقه بندی محصولات غذایی و کشاورزی استفاده شده است. محققین تحقیقی را بر روی شناسایی ارقام سیب زمینی با استفاده از ماشین بویایی انجام دادند. آن‌ها گزارش کردند که به کمک بینی الکترونیکی و روش PCA می توان ارقام سیب زمینی را با دقت بسیار بالایی تشخیص داد، همچنین آن ها بیان کردند که با کمک بینی الکترونیک و روش های LDA و ANN با دقت ۱۰۰٪ می توان ارقام سیب زمینی را تشخیص داد (Khorramifar et al, 2021). بنابراین ماشین بویایی می تواند کارایی بالا در طبقه بندی و تشخیص رقم محصولات داشته باشد. همچنین بینی الکترونیکی روش جدیدی برای طبقه بندی و تشخیص برنج خشن به صورت غیر مخرب و سریع ارائه داده است (Huichun et al, 2012). در پژوهشی دیگر Hu و همکاران از بینی الکترونیک و روش PCA برای شناسایی گازهای فرار و ارقام برنج معطر و برنج بدون عطر

1- Vitis vinifera
2- Vitaceae
1- Vinifera
2- Labruscae

3- Silvestris

استفاده کردند. آن ها نتایج حاصل از روش PCA را قابل قبول گزارش کردند (Hu et al, 2011). هدف از این پژوهش ارزیابی توانایی و دقت بینی الکترونیک به کمک روش‌های کمومتریکس برای تشخیص وتمایز ارقام انگور با استفاده از رایحه برگ آن ها بود.

۲- روش انجام تحقیق

- **تهیه نمونه**

ابتدا ۳ رقم برگ انگور از تاکستان های واقع در شهرستان بناب استان آذربایجان غربی تهیه شد. این ۳ رقم عبارت بودند از: جوینی، آق شلیق و قره شلیق. از هر کدام از این برگ ها به اندازه ۲۰۰ گرم تهیه شد. پس از تهیه برگ از ارقام مختلف انگور، ابتدا نمونه ها به مدت ۱ روز در داخل ظرف سر بسته (محفظه نمونه) قرار گرفتند تا فضای ظرف از رایحه و بوی برگ انگور اشباع شود، سپس محفظه های نمونه برای داده برداری با ماشین بویایی مورد استفاده قرار گرفتند.

- **داده برداری با ماشین بویایی**

در این تحقیق از بینی الکترونیک ساخته شده در گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه محقق اردبیلی استفاده شد. در این دستگاه از ۹ سنسور نیمه هادی اکسید فلزی (MOS) با مصرف برق کم استفاده شده است که در جدول ۱ مشخصات حسگرها آورده شده است:

جدول ۱- انواع سنسورهای به کار رفته در آرایه سنسوری موجود در ماشین بویایی مورد استفاده

ردیف	نام سنسور	گاز (های) تشخیص دهنده
۱	MQ9	کربن دی اکسید
۲	TGS813	CH_4, C_3H_8, C_4H_{10}
۳	MQ136	دی اکسید سولفور
۴	MQ135	الکل، آمونیاک، بنزن، دی اکسید کربن
۵	TGS2620	الکل، حلال های آلی
۶	MQ8	هیدروژن
۷	TGS822	بخار حلال های آلی
۸	MQ4	متان، گاز شهری
۹	MQ3	الکل

محفظه نمونه به دستگاه بینی الکترونیکی وصل شده و داده برداری انجام گرفت. این داده برداری به این صورت بود که ابتدا هوای تمیز از محفظه سنسور به مدت ۱۰۰ ثانیه عبور داده شد تا سنسورها را از وجود بو و گازهای دیگر تمیز کند. سپس بوی نمونه بمدت ۱۰۰ ثانیه توسط پمپ از محفظه نمونه مکیده و به سمت سنسورها هدایت شد و در نهایت باز هم هوایی تمیز به مدت ۱۰۰ ثانیه به محفظه سنسور تزریق گردید تا دستگاه برای تکرار و آزمایشات بعدی آماده شود (Karami et al, 2020). برای هر نمونه ۳۰ تکرار در نظر گرفته شد. با طی مراحل مذکور، ولتاژ خروجی سنسورها به خاطر قرار گرفتن در معرض گازهای متصاعد شده از نمونه (رایحه برگ انگور) تغییر یافته و پاسخ بویایی آن‌ها بوسیله کارت‌های جمع‌آوری داده جمع‌آوری و ضبط شد، سیگنال‌های سنسور در فواصل ۱ ثانیه ثبت و ذخیره شدند. برای تصحیح خط مبنا از یک روش کسری استفاده شد که در آن نویز یا انحرافات ممکن حذف و پاسخ‌های سنسورها با استفاده از رابطه ۱ نرمال و بی بعد شد (Khorramifar et al, 2021):

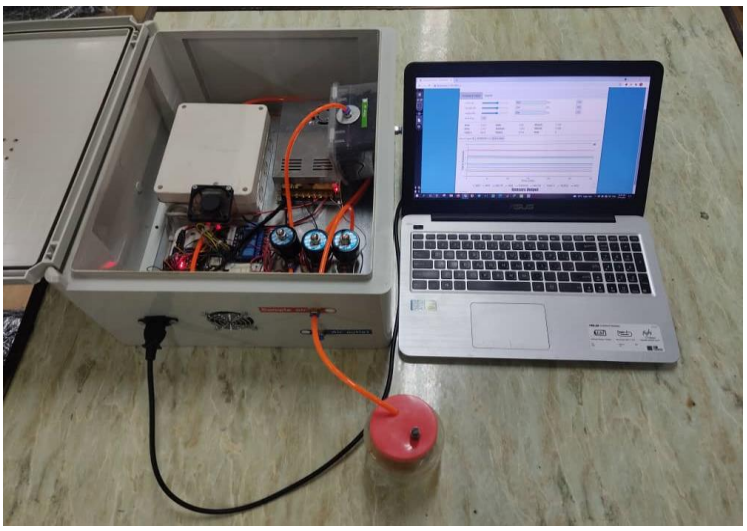
$$Y_s(t) = \frac{X_s(t) - X_s(0)}{X_s(0)} \qquad (۱)$$

که در آن:

$Y_S(t)$ = پاسخ نرمال شده

$X_S(0)$ = خط مبنا

$X_S(t)$ = پاسخ حسگر



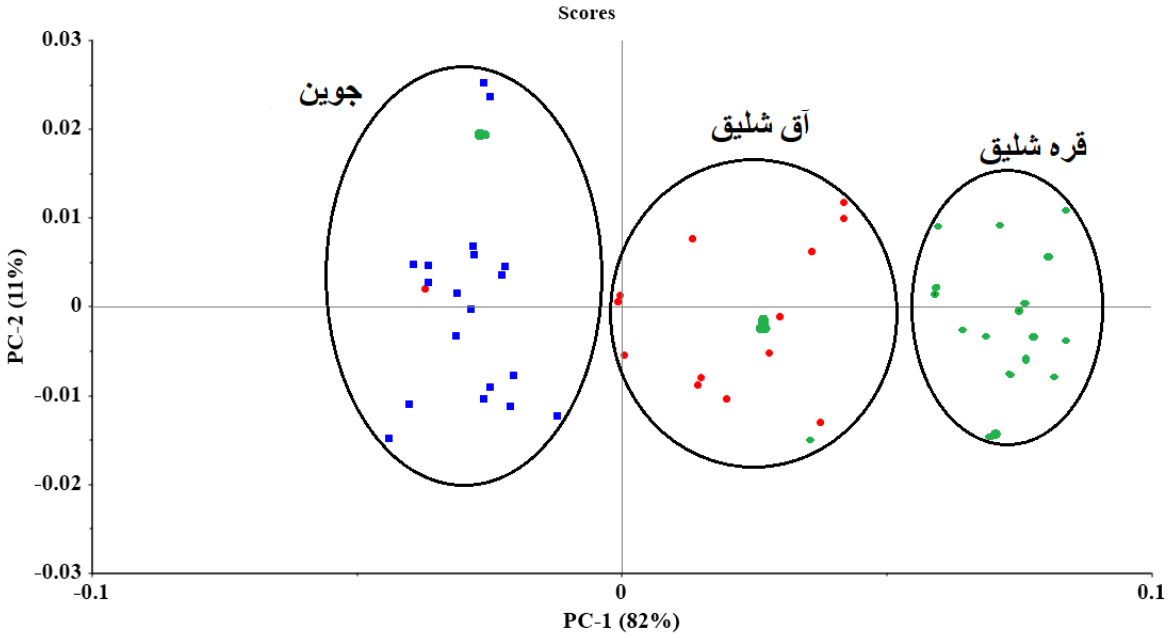
شکل ۱- سامانه ماشین بویایی مورد استفاده در تحقیق

- **تجزیه و تحلیل با روش های کمومتریکس**

بوسیله روش کمومتریکس در این تحقیق با تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی (PCA) برای کشف پاسخ خروجی حسگرها و کاهش بعد داده‌ها آغاز شد. در مرحله بعدی برای طبقه بندی ۳ رقم انگور از تجزیه و تحلیل تشخیص خطی (LDA) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) استفاده شد. تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA) یکی از ساده ترین روش های چند متغیره است و به عنوان یک تکنیک بدون نظارت برای خوشه بندی داده ها با توجه به گروه ها شناخته می شود. معمولاً برای کاهش ابعاد داده استفاده می شود و بهترین نتایج زمانی به دست می آیند که داده ها به طور مثبت یا منفی با هم ارتباط زیادی داشته باشند (Abdullah et al, 2015). Noorsal گزارش داد که این تکنیک به طور گسترده در پردازش داده های بینی الکترونیکی استفاده شده است (Noorsal, 2005). از دیگر مزایای PCA این است که این تکنیک حجم داده های چند بعدی را کاهش می دهد در حالی که اضافات را بدون از دست دادن اطلاعات مهم حذف می کند (Jolliffe, 2002). تجزیه و تحلیل تشخیص خطی (LDA) رایج ترین تکنیک نظارت شده برای تفکیک نمونه ها به دسته های از قبل تعیین شده است (Berrueta et al, 2007). این تکنیک متغیرهای داده مستقل را برای تمایز نمونه ای که قرار است از توزیع عادی پیروی کنند، انتخاب می کند. LDA بر اساس توابع طبقه بندی خطی است که در آن واریانس بین گروهی به حداکثر و واریانس درون گروهی به حداقل می رسد (Devos et al, 1990).

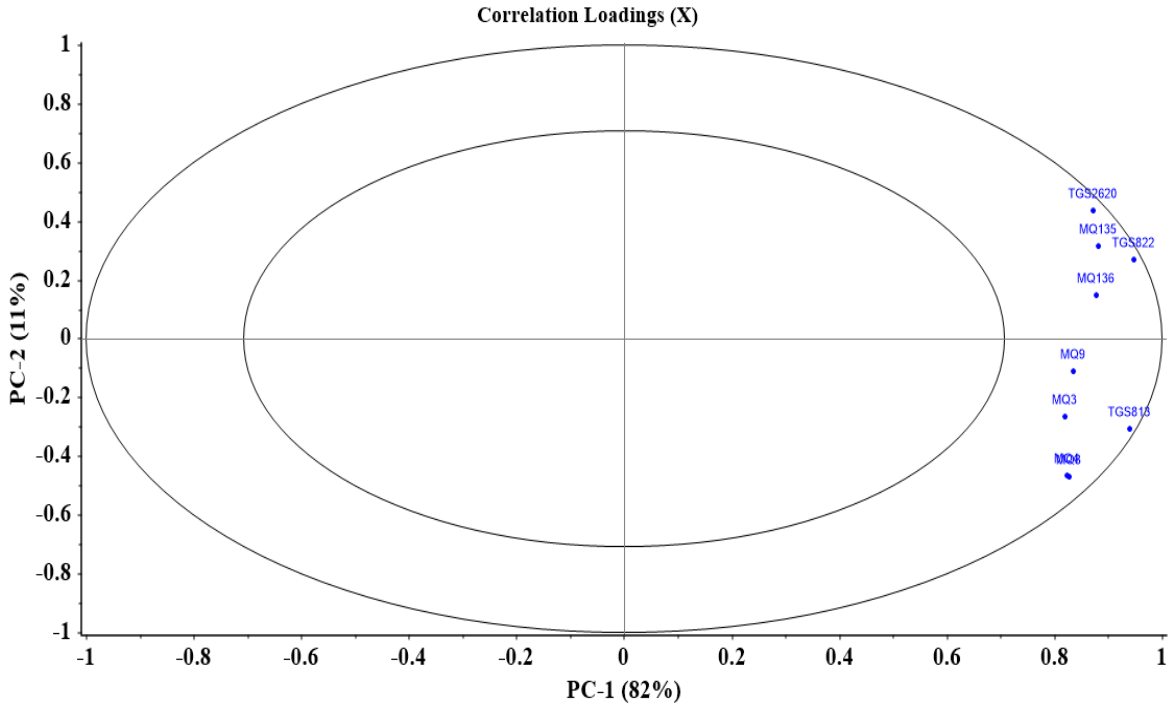
۳- نتایج

نمودار scores (شکل ۲) واریانس کل داده ها را به ترتیب برابر با PC-1 (82%) و PC-2 (11%) نشان داد و دو مولفه اصلی اول ۹۳٪ از واریانس کل داده های نرمال شده را تشکیل می دهند. زمانی که واریانس کل بالاتر از ۹۰٪ باشد، به این معنی است که دو PCs اول برای توضیح واریانس کل مجموعه داده‌ها کافی هستند (Khorramifar et al, 2021). با توجه به شکل رقم جوینی درسمت چپ نمودار، رقم آق شلیق در وسط نمودرا و رقم قره شلیق در سمت راست نمودار قابل مشاهده هستند که بخوبی توسط روش PCA از هم تفکیک شده اند. پس می توان نتیجه گرفت که e-Nose پاسخ خوبی به بوی برگ انگور داشته و می توان ارقام انگور را از هم تشخیص داد، که این خود نشان از دقت بالای بینی الکترونیک در شناسایی بوی محصولات مختلف دارد. این نتایج با نتایج به دست آمده توسط Xu و همکاران بسیار مطابقت دارد، آن ها در پژوهشی که برای کلاس بندی ۶ رقم برنج انجام دادند، دقت روش PCA را ۹۹٫۵٪ بیان کردند (Xu et al, 2014).



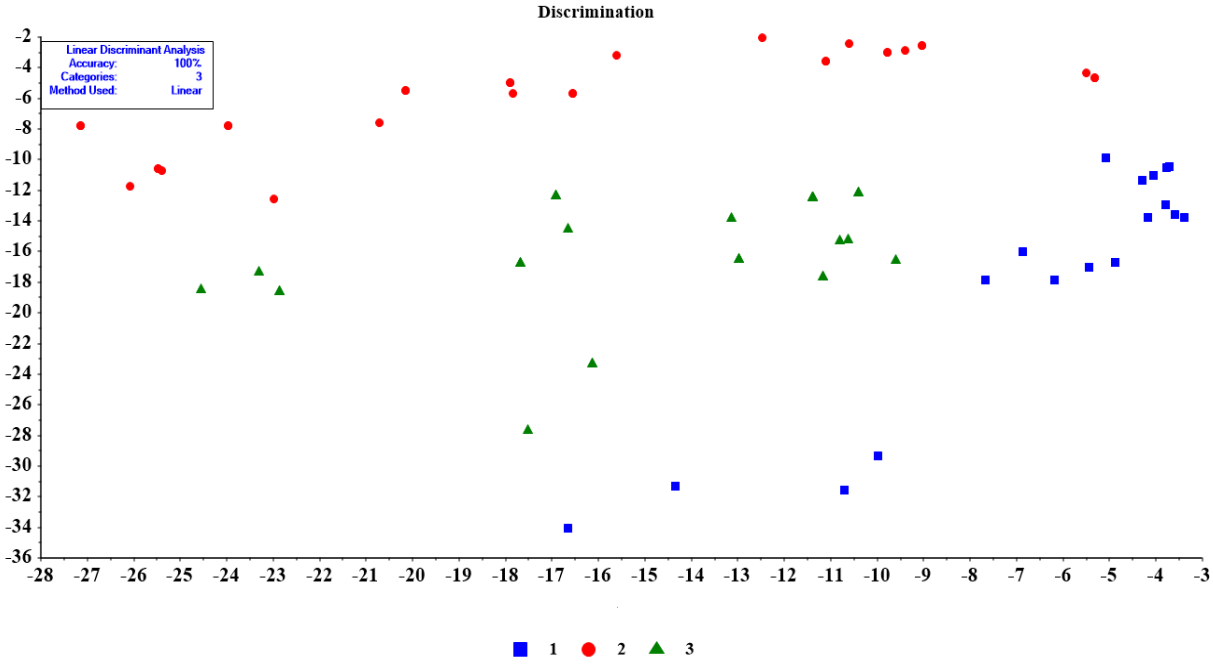
شکل ۲- نتایج روش PCA برای تشخیص رقم انگور

با نمودار correlation loadings plot می توان روابط بین همه متغیرها را نشان داد. نمودار لودینگ (شکل ۳) نقش نسبی سنسورها را برای هر مولفه اصلی نشان می دهد. بیضی داخلی ۵۰٪ و بیضی بیرونی ۱۰۰ ٪ واریانس کل داده ها را نشان می دهد. هر چقدر ضریب لودینگ یک سنسور بیشتر باشد نشان از نقش بیشتر آن سنسور در شناسایی و طبقه بندی است. بنابراین سنسورهایی که بر روی دایره بیرونی قرا گرفته اند نقش بیشتری در کلاس بندی داده‌ها دارند (Khorramifar et al, 2021). با توجه به شکل مشخص است که ۳ سنسور TGS2620، TGS822 و TGS813 نقش مهمی در شناسایی رقم انگور از روی رایحه برگ آن ها داشته اند.

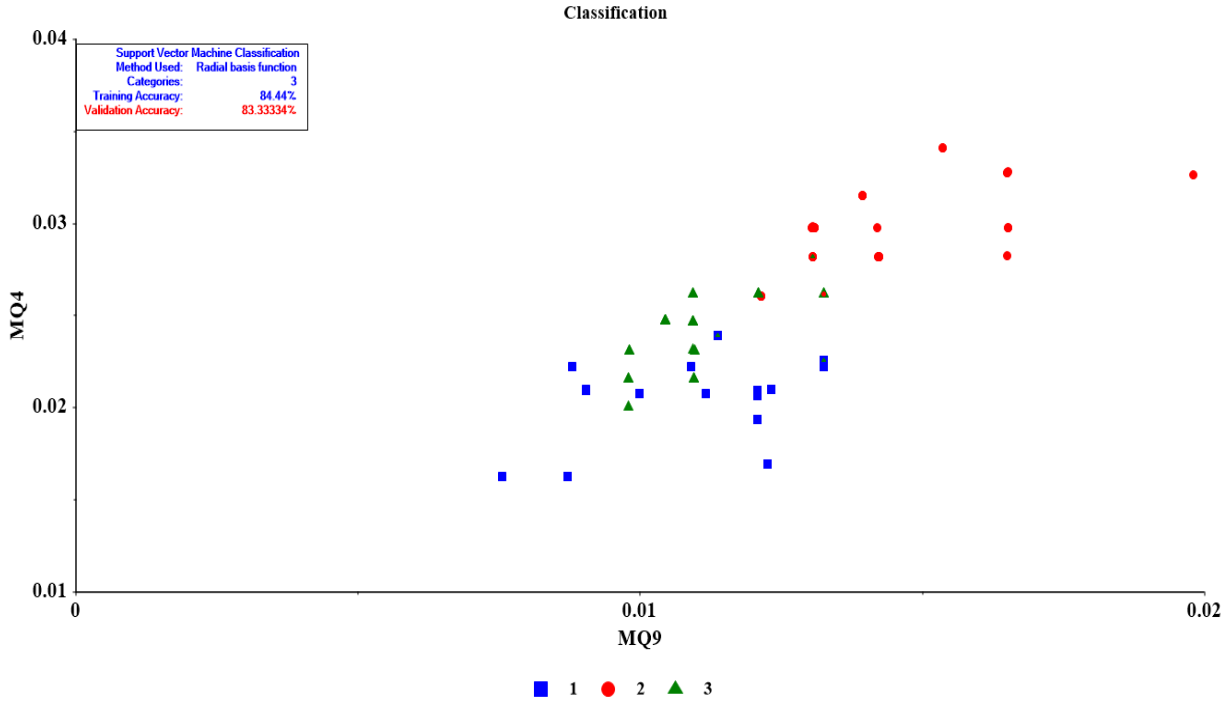


شکل ۳- نمودار لودینگ برای نشان دادن کارایی سنسورها

برای شناسایی و تمایز ارقام انگور بر اساس پاسخ خروجی حسگرها، از روش LDA و SVM نیز استفاده شد. بر خلاف روش PCA، روش LDA می تواند اطلاعات چند حسگر را استخراج کند تا وضوح بین کلاس ها را بهینه کند. بنابراین از این روش برای تشخیص ۳ رقم انگور بر اساس پاسخ خروجی حسگرها استفاده شد. نتایج تشخیص ارقام برابر با ۱۰۰٪ به دست آمد و همچنین دقت روش SVM برای تشخیص ۳ رقم انگور برابر با ۸۳,۳۳٪ بود (شکل ۴ و ۵).



شکل ٤- نتایج روش LDA برای تشخیص رقم انگور



شکل ۵- نتایج روش SVM برای تشخیص رقم انگور

در پژوهشی با استفاده از ماشین بویایی ۱۷ نمونه برنج در ۴ دسته شناسایی و طبقه بندی شد که گزارش آن پژوهش نشان داد که دقت روش SVM در این طبقه بندی برابر با ۱۰۰٪ بود و در واقع بهترین روش طبقه بندی برای ارقام بود، و روش KNN دومین روش برتر جهت طبقه بندی نمونه های برنج می باشد (Abdullah et al, 2016). همچنین در تحقیقی دیگر نیز روش KNN را برای تشخیص ۳ رقم برنج به کار برده شد و دقت نتایج آن ها ۱۰۰٪ گزارش و عنوان شد که دقت این روش بهتر از روش های PCA و LDA می باشد (Abdullah et al, 2015). نتایج این تحقیق بر خلاف ۲ پژوهشی که در انتها ذکر شد، نشان داد که روش LDA نسبت به سایر روش ها مثل KNN ، SVM و PCA از دقت بالاتری (۱۰۰٪) برخوردار است. Aimin Li و همکاران با استفاده از بینی الکترونیکی به همراه آزمایشات GC-MS اقدام به شناسایی ماکای (Maca) چینی از سطح ماکروسکوپی و میکروسکوپی کردند و به این نتیجه رسیدند که بین بوی ماکا و ترکیبات شیمیایی ارتباط مستقیم وجود دارد (Li et al, 2019). Min Yee Lim و همکارن نیز با روش PCA به نتایج خوبی دست یافتند (Lim et al, 2020). آن ها از بینی الکترونیک برای درجه بندی کیفیت نخ موکس تجاری چین استفاده کرده و توانستند با روش PCA و دقت ۹۴,۳٪ کیفیت آن ها را طبقه بندی کنند، که نتایج روش PCA آن ها مطابق با نتایج تحقیق ما بود. همچنین Arun Jana و همکاران (Jana et al, 2011) از ماشین بویایی به همراه ANN، PCA و LDA برای تشخیص برنج معطر و غیر معطر استفاده کردند که دقت نتایج به دست آمده برای روش های به کار رفته بترتیب برابر بود با: ۹۳٪ ، ۹۶,۵٪ و ۸۰٪. که نتایج پژوهش ما در مقایسه با این تحقیق به مراتب از دقت بالاتری برخوردار بود که علت این امر می تواند بخاطر وجود ترکیبات فرار متفاوت در برگ های انگور باشد.

٤- نتیجه‌گیری

در این تحقیق از یک ماشین بویایی با ۹ حسگر اکسید فلزی برای شناسایی و تمایز ارقام انگور با استفاده از رایحه برگ آن ها مورد استفاده قرار گرفت. روش های کمومتریکس از جمله PCA، LDA و SVM برای تحلیل کیفی و کمی داده های پیچیده از آرایه سنسوری الکترونیکی استفاده شد. PCA برای کاهش داده ها مورد استفاده قرار گرفت و با دو مؤلفه اصلی PC1 و PC2، ۹۳٪ واریانس مجموعه‌ی داده‌ها را توصیف کرد و یک طبقه بندی اولیه را ارائه داد، در حالی که LDA قادر به شناسایی و طبقه بندی دقیق ارقام انگور با دقت ۱۰۰٪ شد. همچنین روش SVM ارقام انگور را با دقت ۸۳,۳۳٪ شناسایی و طبقه بندی کرد که دقت آن نسبت به دو روش دیگر پایین تر بود. ماشین بویایی این توانایی را دارد که به عنوان روشی سریع و غیر مخرب جهت تشخیص ارقام انگور از روی بوی برگ، مورد استفاده و بهره برداری قرار گیرد. استفاده از این روش در شناسایی ارقام انگور برای مصرف کنندگان بویژه واحدهای فرآوری و صنایع غذایی در جهت انتخاب ارقام مناسب بسیار مفید خواهد بود.

منابع

- Abdullah, A. H., Adom, A. H., Shakaff, A. M., Masnan, M. J., Zakaria, A., Rahim, N. A., & Omar, O. (2015, May). Classification of Malaysia aromatic rice using multivariate statistical analysis. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1660, No. 1, p. 090005). AIP Publishing LLC.

- Abdullah, A. H., Rahim, N. A., Masnan, M. J., Sa'ad, F. S. A., Zakaria, A., Shakaff, A. Y. M., & Omar, O. (2016). Rice and the Electronic Nose. In Electronic Noses and Tongues in Food Science (pp. 103-113). Academic Press.
- Berrueta, L. A., Alonso-Salces, R. M. and Héberger, K., Journal of Chromatography A 1158, 196-214 (2007).
- Capanoglu, E. Ric, C. Robert, D. Boyacioglu, D.2013 .changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. Food chemistry 139: 521-526.
- Devos, M., Patte, F., Rouault, J., Laffort, P. and Van Gemert, L. J., Standardized Human Olfactory Thresholds, New York, USA: Oxford University Press, 1990, pp. 257-284.
- Doulaty, H. B., S. A. Mohammadi, M. Labra, A. Nazemieh, M. Mardi, 2007. Chloroplast Microsatellites Markers to Assess Genetic Diversity in Wild and Cultivated Grapevines of Iran. Pakistan journal of biological sciences, 10(11): 1855-1859.
- Hu, G.; Wang, J.; Wang, J.; Wang, X. Detection for rice odors and identification of varieties based on electronic nose technique. J. Zhejiang Univ. (Agriculture and Life Sciences) 2011, 37, 670–676.
- Huichun, Y.; Zuozhou, X.; Yong, Y. The Identification of Rice Varieties Based on Electronic Nose. J. Chinese Cereals Oils Associ. 2012, 27, 105–109.
- Jana, A., Bandyopadhyay, R., Tudu, B., Roy, J. K., Bhattacharyya, N., Adhikari, B., & Mukherjee, S. (2011, September). Classification of aromatic and non-aromatic rice using electronic nose and artificial neural network. In 2011 IEEE Recent Advances in Intelligent Computational Systems (pp. 291-294). IEEE.
- Janick, J., J. N. Moore, 1996. Fruit Breeding, Vine and Small Fruits, 2(2): 741.
- Jolliffe, I.T., Principal Component Analysis, USA: Springer, 2002.
- Jun, TH., K. Van, M. Y. Kim, S. H. L ee, D. R. Walker. 2008. Association Analysis using SSR markers to find QTL for seed protein content in soybean. Euphytica, 162(2): 179-191.
- Karami, H.; Rasekh, M.; Mirzaee-Ghaleh, E., Application of the E-nose machine system to detect adulterations in mixed edible oils using chemometrics methods. Journal of Food Processing and Preservation 2020, 44, (9), e14696.
- Keshavarz, K. M., S. gharanjik, A. masoumiasl, M. parsaeyan, M.B. abdollahi, 2017. Assessment of Genetic Diversity in Grapevine Cultivars using Irap and Remap Retrotransposon-based Markers.
- Khorramifar, A., Rasekh, M., Karami, H., Malaga-Toboła, U., & Gancarz, M. (2021). A Machine Learning Method for Classification and Identification of Potato Cultivars Based on the Reaction of MOS Type Sensor-Array. Sensors, 21(17), 5836.
- Li, A., Duan, S., Dang, Y., Zhang, X., Xia, K., Liu, S., ... & Gao, X. D. (2019). Origin identification of Chinese Maca using electronic nose coupled with GC-MS. Scientific reports, 9(1), 1-10.
- Lim, M. Y., Huang, J., He, F. R., Zhao, B. X., Zou, H. Q., Yan, Y. H., ... & Xie, J. J. (2020). Quality grade classification of China commercial moxa floss using electronic nose: A supervised learning approach. Medicine, 99(33).
- Moosazadeh, R., M. Shoor, A. Tehranifar, G. H. Davarynejad, A. Mokhtaryan, 2012. Study on the Variation of Morphological and Phenological Traits of some Native Grape Cultivars of Razavi Khorasan. Small Fruits, 4: 57-72.
- Noorsal, E. "Development of Electronic Nose System Using Quartz Crystal Micro Balance Odour Sensor Array", M.Sc. Thesis, Universiti Sains Malaysia, 2005.
- Xu, S., Zhou, Z., Lu, H., Luo, X., & Lan, Y. (2014). Improved algorithms for the classification of rough rice using a bionic electronic nose based on PCA and the wilks distribution. Sensors, 14(3), 5486-5501.

Identification and classification of different grape cultivars using cultivar leaves by electroni nose

Amir Hossain Afkari Sayyah[1*] ، Ali Khorramifar[2]، Hamed Karami[3]، Saeleh Foroutan[4]

[*]1- Associate Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2- Ph.D Candidate, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3- Ph.D, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

4- MSc, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

[*]Email Address : ahafkari@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

Grape is a creeping plant that has ivy in front of some of its leaves. France, Italy and Germany are among the most important grape producing countries in Europe, and Iran is one of the most important centers for grape production and cultivation in the world due to its favorable geographical and climatic conditions. Grape fruit is divided into two types, seeded and seedless, each of which is found in different colors of red, yellow, black and almost green. In areas where the maximum temperature is not more than 40 degrees Celsius and the minimum temperature is not less than 15 degrees Celsius below zero, grape fruit grows better. Grapes are made from raisins, jellies, raisins, jams, vinegar and juice, and various products are made from grape seeds. This product is a good source of potassium, fiber and a variety of vitamins and other minerals. Is. According to available reports, there are about 800 to 1000 grape cultivars in Iran, and some of these cultivars are of great economic importance, especially for fresh consumption and preparation of raisins. In Iran, edible grapes are of the genus Winifra, and in addition, there are two types of Labrosca grapes, which are scattered in the north of the country, and wild grapes of the subspecies Westeris in the northern forests and wetlands of the Zagros Mountains. Grapes are widely distributed in terms of climate and have recently been cultivated in temperate and tropical regions in all parts of the world. By recognizing grape cultivars before fruit growth, it is an effective step in determining the purpose and use of the harvest product, in the meantime, the type of grape cultivar can be identified using new post-harvest technologies. One of these methods is to use an electronic nose to identify volatile compounds in grape leaves and to identify its cultivar. Electronic nose has been used in extensive research to identify and classify food and agricultural products.

Methodology

First, 3 varieties of grape leaves were obtained from vineyards located in Bonab city of West Azerbaijan province. These 3 cultivars were: Jovini, Aq Shaliq and Qara Shaliq. 200 grams of each of these leaves were prepared. After preparing leaves from different grape cultivars, first the samples were placed in a closed container (sample container) for 1 day to saturate the container space with the aroma of grape leaves, then the sample containers were used for data collection with the case of the electronic nose. In this research, an electronic nose made in the Department of Biosystem Engineering of Mohaghegh Ardabili University was used. This device uses 9 low-power metal oxide (MOS) semiconductor sensors.The sample chamber was connected to the electronic nose and data collection was performed. The data collection was done by first passing clean air through the sensor chamber for 100 seconds to clear the sensors of odors and other gases. The sample odor was then sucked out of the sample chamber by the pump for 100 seconds and directed to the sensors, and finally fresh air was injected into the sensor chamber for 100 seconds to prepare the device for repetition and subsequent tests. 30 replicates were considered for each sample.The study began with the chemometrics method with principal component analysis (PCA) to detect the output response of the sensors and reduce the data dimension. In the next step, linear detection analysis (LDA) and support vector machine (SVM) were used to classify 3 grape cultivars. Principal component analysis (PCA) is one of the simplest multivariate methods and is known as an unsupervised technique for clustering data by groups. It is usually used to reduce the size of the data and the best results are obtained when the data are positively or negatively correlated with each other.

Linear Detection Analysis (LDA) is the most common monitored technique for separating samples into predetermined categories. This technique selects independent data variables to differentiate the sample that is to follow the normal distribution. The LDA is based on linear classification functions in which intergroup variance is maximized and intragroup variance is minimized.

Conclusion

The scores diagram (Figure 2) shows the total variance of the data equal to PC-1 (82%) and PC-2 (11%), respectively, and the first two principal components constitute 93% of the total variance of the normalized data. When the total variance is above 90%, it means that the first two PCs are sufficient to explain the total variance of the data set. Grape cultivars are well differentiated by PCA method. Therefore, it can be concluded that e-Nose has a good response to the smell of grape leaves and grape cultivars can be distinguished from each other, which shows the high accuracy of the electronic nose in detecting the smell of different products. The correlation loadings plot diagram can show the relationships between all variables. The loading diagram (Figure 3) shows the relative role of the sensors for each principal component. The inner ellipse shows 50% and the outer ellipse shows 100% of the total variance of the data. The higher the loading coefficient of a sensor, the greater the role of that sensor in identifying and classifying. Therefore, the sensors located on the outer circle have a greater role in data classification and it is clear that the three sensors TGS2620, TGS822 and TGS813 have played an important role in identifying grape cultivars from their leaf aroma.LDA and SVM methods were used to identify and differentiate grape cultivars based on the output response of sensors. Unlike the PCA method, the LDA method can extract multi-sensor information to optimize resolution between classes. Therefore, this method was used to detect 3 grape cultivars based on the output response of sensors. The results of detection of cultivars were equal to 100% and also the accuracy of SVM method for detection of 3 grape cultivars was equal to 83.33% (Figures 4 and 5).In this study, an electronic nose with 9 metal oxide sensors was used to identify and differentiate grape cultivars using their leaf aroma. Chemometrics methods including PCA, LDA and SVM were used for qualitative and quantitative analysis of complex data using electronic sensor array. The electronic nose has the ability to be used and exploited as a fast and non-destructive method to distinguish grape cultivars from leaf odor. Using this method in identifying grape cultivars will be very useful for consumers, especially processing units and food industries in order to select appropriate cultivars.

Keywords

Electronic nose; Grape Leaf; Chemometrics; Cultivation Recognition