مروری بر استفاده از فناوری ماشین بویایی در طبقه بندی گیاهان دارویی

سعید آتشبار[۱]، ولی رسولی شربیانی[۲]، ابراهیم تقی نژاد[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم- طراحی و ساخت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی saeedatashbar1994@gmail.com

[۲] استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی vrasooli@uma.ac.ir

[۳] استادیار مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان دانشگاه محقق اردبیلی e.taghinezhad@uma.ac.ir

چکیده

توجه به مسئله طبقه‌بندی کیفی گیاه دارویی، معطر که بتواند اسانس با کیفیت‌تری تولید کند می‌تواند در امر فرآوری و تولید محصولات جانبی با کیفیت بالاتر مفید و تولید محصولات با کیفیت بالاتر واقع شود. در حال حاضر برای ارزیابی کیفی گیاهان دارویی و معطر از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود. یکی از روش‌های ارزیابی حسی یا آزمون پنل می‌باشد که دارای محدودیت‌ها و اشکالات فراوانی می‌باشد، روش دیگر کروماتوگرافی و طیف‌سنجی جرمی (Gc-Ms) هست. بینی الکترونیک ابزاری است که برای تشخیص حس بویایی در سیستم‌های زیستی طراحی شده‌اند. بینی الکترونیک حاوی انواع مختلفی سنسورهای گازی است که در برخورد با مولکول‌های بو سیگنال‌های الکتریکی تولید می‌کنند. خشک کردن رایج‌ترین روش نگهداری گیاهان دارویی است. خشک کردن یکی از مهم‌ترین عملیات فرآوری پس از برداشت است، که محصولات فاسد شونده و با طول عمر کم مانند گیاه دارویی را برای فرآورده‌های مقاوم با مدت ماندگاری بالا تبدیل می‌کند.

کلمات کلیدی: ماشین بویایی، گیاه دارویی، سنسورهای گازی، محاسبات نرم

A review of the use of olfactory machine technology for medicinal plants classification

Saeed Atashbar, Vali Rasooli sharabiani, Ebrahim taghinezhad

ABSTRACT

Considering the qualitative aspect of the medicinal plant, which can produce more essential oil, can be used to process and produce superior quality products and produce higher quality products. At present, various methods are used to evaluate the quality of medicinal plants and aromatic herbs. One of the sensory evaluation methods or panel test, which has many limitations and abnormalities, is another method of chromatography and mass spectrometry (GC-Ms). Nasal Electronic is a tool designed to recognize the sense of smell in biological systems. Electronic nose contains various types of gas sensors that produce electrical signals when dealing with the boolean molecules. Drying is the most common method of preserving medicinal plants. Drying is one of the most important post-harvest processing operations, which makes rotting and enduring life-threatening products, such as medicinal plants, for high resistant durable products.

Keywords: The olfactory machine, Herb, Gas sensors, Soft calculations

۱- مقدمه

رویکرد انسان به فراورده های دارویی گیاهان از دیرینه ای بس طولانی برخوردار است. همزمان با پیدایش انسان ها استفاده از گیاهان دارویی به عنوان دارو، سم، مواد پاک کننده و رنگ متداول بوده است. از حدود نیمه دوم قرن بیستم مسئله افزایش تولید این فرآورده ها در سطح مزارع و باغها شکل جدیدی به خود گرفت و بهره وری از گیاهان پرور شی تحت عناوین مح صولات و میوه های شیمیایی، د ستاوردهای متابولیتی و مواد دیگر به جای انهدام و م صرف گیاهان رویش یافته در طبیعت، جایگاه تازه و بی سابقه ای را بد ست آورد (امیدبیگی، ۱۳۸۷). محا سبه دقیق مقدار مصرف سالیانه گیاهان دارویی در جهان مشکل است، زیرا گیاهان دارویی به شکل های متفاوتی استفاده میشوند (به شکل تازه، خشک، دم کردنی یا استفاده در صنایع دارو سازی) و اطلاعات محلی جامعی در این مورد وجود ندارد (امیدبیگی، ۱۳۸۷). در ک شورهای در حال تو سعه گیاهان به عنوان منبع اصلی داروها می باشند. مطابق آمار سازمان بهداشت جهانی (WHO) ۸۰ درصد جمعیت کشورهای در حال توسعه برای مراقبت های بهداشتی اولیه بطور سنتی به گیاهان دارویی و تولیدات طبیعی تمایل دارند.

از گیاهان دارویی در قالب سنتی برای درمان بیماری‌ها و مصارف دیگر در صنایع غذایی و بهداشتی از دیرباز مورد توجه بوده است. ولی در چند ساله اخیر با گرایش مردم به استفاده از داروهای با منشاء گیاهی به دلیل عوارض جانبی و سوء داروهای شیمیایی، توجه جهانیان به این بحث بیشتر شده است. از سوی دیگر، تاکید سازمان جهانی بهدا شت در جایگزینی تدریجی مواد طبیعی به جای مواد شیمیایی، توجه جهانیان را به این بحث بیشتر شده است.(triphati et al., 2003)

بشر در طول تاریخ به گیاهان بعنوان منبع کربوهیدرات، پروتئین و چربی وابستگی کامل داشته است. علاوه بر این گیاهان عمدتاً یکسری از واکنش‌های شیمیایی که واسطه آنزیمی دارند، در گیاه منبع طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه می‌باشد.

گیاهان دارویی یکی از مهم ترین منابع دارویی است سازمان جهانی بهداشت تخمین زده که بیش از ۸۰ درصد از مردم به صورت سنتی و یا مدرن از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند. علاوه بر آن بسیاری از داروهای شیمیایی نیز با الگو برداری از مواد گیاهی ساخته شده‌اند (رجبیان, جواد؛ مریم گنجعلی و افسانه سرابندی، ۱۳۹۶).

با توجه ارزش بسیار بالای اقتصادی و صنعت گیاهان دارویی و معطر در دنیا که در حال حاضر به ۱۰۰ میلیارد دلار در سال رسیده و پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۵۰۰۰ میلیارد دلار برسد. توجه به مسئله طبقه بندی کیفی این گیاهان امری ضروری است و شناخت یک گونه گیاه دارویی و معطر که بتواند اسانس با کیفیت‌تری تولید کند می تواند در امر فرآوری و تولید محصولات جانبی با کیفیت بالاتر مفید واقع شود(Mohamadi,2015).

۱-۱- اندازه گیری با : GC-MS

دستگاه GC-MASS از دو قسمت GC (کروماتوگرافی) و MASS (طیف سنجی جرمی) تشکیل شده‌اند. در این دستگاه GC و MASS از هم جدا نمی‌باشند و وارد کردن نمونه به دستگاه MASS از طریق GC انجام می‌گیرد، بنابراین در این دستگاه، فقط از نمونه‌هایی می‌توانیم طیف جرمی تهیه کنیم که بتوانیم به GC تزریق نماییم. پس بطور عمده این دستگاه برای شناسایی و تعیین مقدار فراکسیون‌های موادی است که حالت فرار دارند (مانند اسانس‌های گیاهی که نقطه جوش پایینی دارند) و یا بواسطه ترکیب با برخی واکنش‌گرها و یا حلال‌های خاص، امکان فرار بودن را می‌یابند. در دستگاه GC-MS اجزای یک مخلوط به ترتیب توسط یک ستون کروماتوگرافی از هم جدا می‌شوند و پس از حذف گاز حامل وارد منبع یونش طیف سنجی جرمی می‌گردند و سپس، بواسطه تولید میدان‌های الکتریکی پرقدرت، اقدام به شناسایی کمی و کیفی اجزای مخلوط براساس نسبت بار الکتریکی به جرم آن‌ها می‌گردد.

خصوصیات های GC-MS چهار قطبی گرمادهی شده از جنس طلا یا (Heated Gold Quadrupole) : تکنولوژی انحصاری آنالایزر برخی چهار قطبی گرم شونده از جنس طلا در این دستگاه از بسیاری جهات منحصربه فرد است. چهار قطبی کوارتزی یکپارچه با شکل هایپربولیک الکترودها تنها آنالایزرجرم (Mass Filter) در دنیاست که قادر است بدون از دست دادن قدرت تفکیک یون‌ها (Resolution) یا کم شدن صحت در اندازه‌گیری جرم تا دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت ببینند. در دماهای بالاتر، این آنالیز چهار قطبی به سرعت گرم شده و اصطلاحا Bake out می‌شود، بطوریکه حتی در صورت استفاده از نمونه‌های پیچیده و دارای اجزائی با دمای جوش بالا نیز این آنالایزر تمیز باقی خواهد ماند.

این دستگاه امکان استفاده از روند عملکردی نرم‌افزار جدید مخصوص تمام دستگاه‌های طیف سنجی جرمی را دارد و نیز استفاده از روند عملکردی نرم‌افزار کلاسیک MSD (قابل استفاده تنها در GC یا GC-MSD) را دارا می‌باشد. حالت DATA Analysis آخرین محاسبات پیشرفته را ارائه داده و همچنین قابلیت‌ها و مشخصات مورد انتظار از یک دستگاه GC-MSD با قابلیت ساده‌سازی گزارش نهایی یا DRS را نیز در خود دستگاه

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

موجود است.

۲-۱- فناوری ماشین بویایی:

بینی های الکترونیکی (e-nose) ابزارهایی هستند که برای تشخیص حس بویایی در سیستم های زیستی طراحی شده اند. بینی الکترونیکی حاوی انواع مختلفی از سنسورهای گازی است که در برخورد با مولکول های بو سیگنال های الکترونیکی تولید می‌کند(Kiani et al., 2016).

بینی الکترونیکی به عنوان ابزاری ارزان، سریع، دقیق، آسان و با قابلیت کار در حالت زمان – واقعی در سال های اخیر کاربرد های فراوانی از کنترل فرایند های محیطی (Kashwan and Mhuan, 2005) تا کاربردهای پزشکی (Langkvist and loutfi, 2011) پیدا کرده است(Deshmukh et al., 2015). از سال۱۹۹۳ تاکنون بیش از ۱۲۰۰۰ تحقیق مختلف در زمینه بینی الکترونیکی انتشار یافته است که بیشترین تحقیقات (بیش از ۵۰۰۰ مقاله) در زمینه محصولات مختلف کشاورزی و غذایی از قبیل، میوه ها و شیر، گوشت، ماهی، مشروبات الکلی و چای بوده است که این موضوع بیانگر این است که محوریت کاربرد بینی الکترونیکی در زمینه صنایع غذایی بوده است(۲۰). البته بیشتر کاربردهای اصلی و صنعتی شده این سیستم در صنعت کشاورزی بوده و آن هم مربوط به صنایع غذایی (میوه ها، مواد گوشتی و فاسد شدنی، نوشیدنی ها و ....) می باشد(Peris and Escuder- Gilbert, 2009).

۲- بخش مواد و روش‌ها

تلاش برای تشـــریح عملکرد بویایی بیشـــتر بر ۳ جنبه تمرکز دارد : افزایش آرایه اندازه – تنوع مواد حســـاس و تقلید از مخاط بیولوژیکی از طریق پارتیشن بندی.

بینی الکترونیکی شامل یک اتاق نمونه برداری – پمپ – شیرهای الکتریکی – اکسیژن و سیستم ثبت داده ها و الگوریتم های تشخیص و تحلیل و تجزیه داده ها می‌باشد.

انواع مختلف سنسورها FIS (اوزاکا –ژاپن) MQ (هانوی – چین) TGS (GLENVIEW- آمریکا) و انواع مختلف دیگری نیز از شرکت‌های مختلف وجود دارد.

سیستم بویایی انسان یک سیستم واقعی است گه حاوی هزاران گیرنده است که می تواند برخی از بوها را به راحتی در تریلیون سطح تشخیص دهد(Breer, 1997; Baldovino, 2009). انواع مختلف سنسورهای گازی در دسترس هستند . اما تنها پنج فناوری رایج در این زمینه وجود دارد(Baldwin et al., 2011).

اجزای میکروسنسورهای پلیمر (CP) خصوصیات فیزیکی و الکتریکی پلیمرهای هدایت شده به وسیله یک تعامل انتخابی با بعضی از آنالیت های خاص می باشد.

سنسورهای نیمه هادی اکسید فلزی (MOS) : این ها براساس عناصر حساس نیمه رسانایی مانند اکسید قلع هستند که در بعضی از آنالیزها منجربه تغییر در مقاوت می شوتد. مزایای سنسورهای متالوکسید عبارتند از: پاسخ کم به تغییرات رطوبت – حساس بودن – طول عمر طیف وسیعی از کاربردها و پذیرش پذیری و قدرت تفکیکی پذیری خوبی دارند(Zhang et al., 2000).

سنسورهای آکوستیک موج سطحی (BAW) : این دستگاه های پیزو الکتریک براساس نوسان گیرنده های کریستال کوارتز پوشش داده شده که بطور اانتخابی چذب آنالیت ها و منجربه تغییر در فرکانس نوسان می شوند.

توانای برای اندازه گیری گونه های قطبی و غیر قطبی پایداری بالا در دمای بال حساسیت کم به تغییرات رطوبت بازتولید خوب و پوشش خوب از مزایای این سنسورهاست(King, 1964; Gaudioso, 2009).

ســنســـورهای نوری : مدولاســـیون خواص نور با ویژگی هایی مانند تغییر در جذب نور قطبیت فلورســـانس ضـــخامت لایه نوری رنگ یا طول موج (کالریمتریک) و سایر خواص اپتیک را بر عناصر گاز معلق مزایای اصلی این سنورهای گاز عبارتند از : مصرف انرژی کم- نسبت سیگنال به نویز بالا – حساسیت بسیار بالا – توانایی شناسایی مخلوط ترکیبات و توانایی تشخیص چند پارامتر می باشد(Campos et al., 2000; Baiett, 2009).

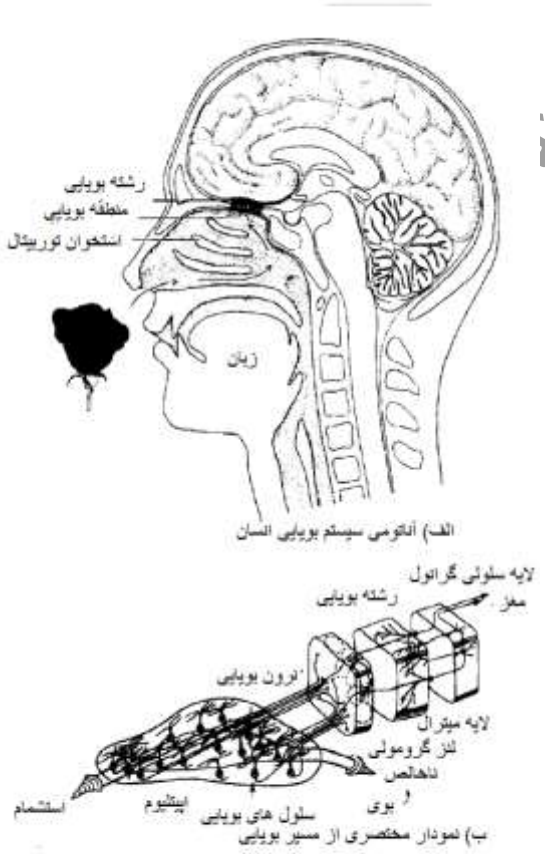
از سنسورهای فوق فقط CP, MOS اغلب در سیستم های تجاری بینی الکترونیکی استفاده می شود(Bhattacharyya et al., 2010).

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

بینی الکترونیک سه بخش اصلی دارد:

۱) محفظه اندازه گیری نمونه
۲) پیش پردازش اطلاعات
۳) طبقه بندی نمونه ها

نمونه مورد اندازه گیری در داخل محفظه اندازه گیری نمونه و آرایه حسگر و وسیله ثبت داده‌ها در محفظه اندازه گیری قرار می‌گیرد. برنامه labview و پردازش اطلاعات و الگوریتم‌های طبقه بندی به وای فای متصل به کامپیوتر برای کنترل وسیله ثبت داده، ذخیره اطلاعات، پیش پردازش اطلاعات ذخیره شده برای مشخص کردن اثر هر نمونه در الگوریتم طبقه بندی و طبقه بندی دیگر داده‌های بو است.
ولتاژ در طول تغییرات بار مقاومت یک سنسور افزایش می‌یابد که مربوط به سطح غلظت (vocs) یا گازهاست.



محصولات در داخل محفظه نمونه نگهداری می‌شوند. پانل سنسور و دستگاه ثبت اطلاعات (DAQ) در محفظه اندازه گیری هستند. نرم افزار labview نصب شده بر روی کامپیوتر بدون سیم به دستگاه تحصیل داده برای جمع آوری و پیش پردازش اطلاعات می‌باشد.
از طریق یک سوراخ هوادهی داخل محفظه اندازه گیری برای به کارگیری سنسورها و)DC کابل‌های ۵ ولت و ۱۰ ولت با یک منبع خارجی (دستگاه تحصیل داده وصل می‌شود.

۱- روش های تجزیه و تحلیل نتایج (محاسبات نرم)

روش های تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های پیچیده با استفاده از تکنیک‌های پردازش داده‌های سیگنال های الکترونیکی (E-nose) با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌هایچند متغیره مانند تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی (PCA) تجزیه و تحلیل اختیاری خطی (LDA) تجزیه و تحلیل خوشه

ای (HCA) مدل سازی کلاس آنالوگ (SIMICA) مربعات جزئی (PLS) تجزیه و تحلیل توابع تشخیص (DFA) تجزیه خوشه (CA) و تجزیه و تحلیل داوطلبانه کانتیک (CDA) .(Gardner, 1991).

برای پاسخ های غیر خطی بسیاری از تکنیک‌های تشخیص الکو براساس هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده‌های حسگر مورد بررسی قرار گرفته‌اند : نزدیکترین همسایگی (KNN) شبکه عصبی مصنوعی (ANN) ماشین بردار پشتیبانی (SVM) تابع پایه شعاعی (RBF) نقشه سازمانی (SOM) و طبقه بندی کننده ماشین مجدد (RVM) که می تواند به طور گسترده برای طبقه بندی و رگرسیون استفاده شوند(Distante et al., 2003).

در این میان تکنیک های PCA و PLS و LDA و DFA و CA براساس رویکرد خطی در حالیکه ANN و SVM و RBF به عنوان روش‌های غیرخطی شناخته می‌شوند(Zhou et al., 2006).

به عنوان مثال یک رویکرد مشترک برای طبقه بندی داده های الکترونیکی تبدیل داده‌هابه مولفه های اصلی با استفاده از PCA است که پس از آن یک الگوریتم یادگیری مدرن مانند SVM یا ANN یا RBF را تشکیل می‌دهد(Wang et al., 2009).

با توجه به نوع سیگنال‌ها و داده‌های جمع‌آوری شده از برخی از روش‌های کمومتریکس نام برده شده استفاده خواهد شد.

۳- نتایج و بحث

استفاده از ترکیب بینی الکترونیک و زبان الکترونیک در کنار آزمون پنل برای تشخیص ۳ رقم نعناع استفاده شده است(Laureti et al., 2010).

در تحقیقی سامانه بینی الکترونیکی برای ارزیابی کیفیت قهوه مورد بررسی قرار گرفت (Rodriguez et al., 2010). آن‌ها بیان کرده‌اند که از فنآوری بینی الکترونیکی می توان بعنوان یک ابزار موثر برای کنترل کیفیت و ارزیابی قهوه استفاده کرد.

دیگر محققان از سنسورهای گاز MOS ساده و قابل حمل برای طبقه بندی انواع مختلف داروها (جوانه های شاهدانه، هشیش، تنباکو، و برگ های توتون و تنباکو)استفاده کرده‌اند(Hadi et al., 2011)

یک نمونه E-nose برای کیفیت کاکائو انتخاب کردند.این سیستم شامل مجموعه‌ای از سنسورهای MOS و یک ANN به عنوان یک واحد تشخیص الگو می‌باشد، نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان از دقت ۹۵٪ این موضوع را اثبات می‌کند(Olunloyo et al., 2011).

برای تشخیص چای سبز تکنیک بینی الکترونیک استفاده شد(Chen et al., 2011).

جینسینگ قرمز یک طب سنتی چینی با ارزش و بطور گسترده‌ای استفاده می‌شود بینی الکترونیک براساس سنسورهای گاز (MOS) همرا با روش‌های شیمیایی انجام شد، که به سرعت جینسینگ قرمز و جینسینگ کره‌ای را تشخیص می‌دهد(Li et al., 2012).

اسانس اسمولن (CUMINUM CYMINUM) از هشت نمونه رشد کرده در مناطق مختلف هندوستان با تکنیک بینی الکترونیک انجام شد(Ravi et al., 2013).

در مورد زعفران نیز به دلیل هزینه بالای زعفران کاهی اوقات ممکن است تقلبی در این محصول رخ دهد . بنابراین علائم اثر انگشت زعفران با گلرنگ و موهای رنگ شده ذرت با استفاده از سنسورهای گاز MOS مورد بررسی قرار گرفت(Heidarbeigi et al., 2015).

بعضی از نمونه های تلفیق داده های بینی الکترونیکی و زبان الکترونیک برای اندازه گیری عطر و طعم ارقام چای . ویژگی های PERILLA FRUTESCENS و خصوصیات نمونه های روغن زیتون انجام شد(Apetrei et al., 2010).

امکان شناسایی بوی سیر براساس مجموعه ای از سنسورهای نیمه هادی اکسید فلزی که توسط بینی الکترونیکی توسعه داده شده است(Tomaki et al., 2008).

از بینی الکترونیک برای تمایز بین سه گونه پیاز (TRT , TRMC, TRA) از یکدیگر و از پیاز معمولی استفاده شد و کارآمدی این سیستم را اثبات کرد(Russo et al., 2013).

تنوع دانه‌های زیره سبز با استفاده از سامانه ماشین بویایی در کنار ابزارهای شیمیایی دیگر تفاوت در گونه های مختلف از نظر تفاوت در درصد آروماتیک زیره‌های بدست آمده از مناطق مختلف را نمایان ساخت(Ghasemi varnamakhasti et al., 2017).

بینی الکترونیک و زبان الکترونیکی می‌توانند در ارزیابی بو و طعم و مزه در چای استفاده شد. که هر کدام از این ویژگی‌ها مانند اثر انگشت مربوط به هر نوع از چای می‌باشد که نشان توانایی بینی الکترونیک و زبان الکترونیک در شناسایی عطر و طعم اقلام مختلف چای می‌باشد(Zhi et al., 2017). با استفاده از فناوری بینی الکترونیک هشت گیاه چینی (Bai zhu - Cang zhu –Gang ju – Ye ju hua – Ai ye – Mu xiang – Ebr shi cao – Niu bang zi) به صورت موفقیت‌آمیزی طبقه‌بندی شدند (Qin zou et al., 2015).

سنسورهای بینی الکترونیکی و زبان الکترونیکی و تجزیه و تحلیل چند متغیره شیمیایی برای تعیین ویژگی‌های هفت رقم قهوه سبز استفاده شد(Dong et al., 2017).

روش پیش‌بینی کیفیت عناب زمستانی (Zizyphus Jujubamill) با استفاده از بینی الکترونیک و رزونانس تصادفی سری لایه‌ای (DCSSR) مورد بررسی قرار گرفت، و با دقت بیش از ۹۷٫۵٪ پاسخ بدست آمد(Hui et al., 2015).

شناسایی منشائ جغرافیایی و کنترل کیفیت گل داوودی با استفاده از ماشین بویایی و دستگاه GC-MS که با توجه به عطر و بوی نمونه‌ها فناوری ماشین بویایی قادر به تشخیص منطقه شد(Luo et al., 2017).

اثر دو روش خشک کردن بر پروفیل‌های فرار قارچ دکمه‌ای (Agaricus Bisporus) با استفاده از بینی الکترونیکی و GC-MS انجام شد و به این نتیجه رسید که بینی الکترونیک در مقایسه با GC-MS هویت خوبی دارد(Pie et al., 2016).

طبقه بندی ترکیبات اسانس گل محمدی با استفاده از بینی الکترونیک انجام شد که نتایج نشان می‌دهد که بینی الکترونیک می‌تواند بعنوان یک سیستم سریع، آسان و ارزان قیمت برای ترکیبات اسانس گل محمدی استفاده شود(Gorji chakespari et al., 2016).

خصوصیات فاکتورهای فعال آروماتیک در سه نوع از گیاهان چینی (Bayberry Myrica rubra) با استفاده از ترکیب ماشین بویایی و دستگاه GC-MS انجام شد، هدف این بود که ارگانیسم‌های باربور را با عطر و طعم آن‌ها متفاوت سازند. پنجاه و پنج جز فرار از آلدئیدها، آلکل‌ها، استرها، ترپنس توسط دستگاه GC-MS و HS-SPME شناسایی شدند(Cheng et al., 2015).

با استفاده از یک سامانه حسگر به نام MOSES II و ترکیب کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) و کروماتوگرافی لایه نازک با عملکرد بالا (HPLC) دو گونه سنبل کوهی را از نظر کیفی مقایسه کردند. آنها با استفاده از روش PCA و دو مولفه اصلی اول توانستند ۹۸٪ واریانس داده ها را توجیه نمایند(Baby et al., 2005).

همبستگی بین سامانه بینی الکترونیکی و روش کروماتوگرافی گازی – طیف سنجی جرمی (GC-MS) را با استفاده از آنالیز مولفه اصلی (PCA) برای درجه بندی عصاره یک محصول بومی کشور مالزی به نام "Ali Tongkat" بدست آوردند. سامانه بینی الکترونیک لستفاده شده در این تحقیق بر پایه حسگر های شیمیایی میکروبالانس کریستال کوارتز (QCM) بوده است(Shafiqul- Islam et al., 2006).

در تحقیقی بر روی گیاهان دارویی خانواده چتریان موفق شدند که ۱۱ گونه گیاهی از این خانواده را با استفاده از بینی الکترونیک مدل FOX-4000 از یکدیگر تشخیص دهند(Fang, 2011).

برای تشخیص سریع و غیر مخرب دو گونه گیاهی جینسینگ چینی قرمز و جینسینگ کره ای از یک سامانه بینی الکترونیک (FOX- 3000) در ترکیب با روش های کمومتریکس مانند PCA و آنالیز عوامل تشخیص (DFA) استفاده کردند. آنها برای ایجاد تفاوت کیفی بین نمونه ها از میزان ماده اسید کلروژنیک درون گیاه بهره بردند(Xia et al., 2014).

همچنین تحقیقاتی در مورد استفاده از بینی الکترونیکی جهت تشخیص و کنترل زعناع و ارکیده سنبل الطیب، شیرین بیان و عناب (Guohua et al., 2015) گزارش شده است.

در تحقیقات جدید در زمینه بینی الکترونیکی این روش را با روش های دیگری همچون زبان الکترونیک و یا روش های طیف سنجی ترکیب کرده تا دقت کار افزایش یابد. همچنین در حال حاضر محققین بر روی فن آوری های پیشرفته در زمینه ساخت حسگر ها مانند نانو حسگرها در حال فعالیت هستند تا سامانه هایی دقیق تر را طراحی کنند. زمینه دیگر فعالیت های جدید در مورد بینی الکترونیکی ایجاد روش های جدید تشخیص الگو و الگوریتم های کارآمدتر و جامع تر می باشد (Asikin et al., 2015).

۴- نتیجه‌گیری

در حال حاضر برای ارزیابی کیفی گیاهان دارویی و معطر از روش های گوناگونی استفادهمی‌شود. یکی از این روشها ارزیابی حسی یا آزمون پنل (panel test) می‌باشد. این روش با اینکه ممکن است سریع باشد ولی دارای محدودیت هایی زیادی در پایداری و اندازه گیری استاندارد و قابلیت تکرار می‌باشد(Guohua et al., 2015). روش دیگر استفاده از روش های آزمایشگاهی مانند کروماتوگرافی و طیف سنجی (Gc-Ms) و یا کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) می باشد که با وجود دقیق بودن روشی پرهزینه و زمان‌بر بوده و نیاز به کارشناس خبره دارد(Xiao et al., 2014). به همین دلیل استفاده از روش های آسان و کم هزینه و دقیق مانند بینی الکترونیک در صنعت مورد نیازمی‌باشد.

۵- مراجع

A. K. M. Shafiqul Islam, Z. Ismail, B. saad, A. R. Othman, M. N. Ahmad, and A. Y. M. Shakaff, "Correlation studies between electronic nose response and headspace volatiles of Eurycoma longifolia extracts," Sensors Actuators B Chem., vol. 120, no. 1, pp. 245-251, 2006.

Apetrei C, Apetrei IM, Villanueva S, de Saja JA, Gutierrez-Rosales F,Rodriguez-Mendez ML, 2010. Combination of an e-nose, an e-tongue and ane-eye for the characterization of olive oils with different degree of bitterness.Anal. Chim. Acta 663 (1), 91–97.

Baldwin EA, Bai J, Plotto A, Dea S, 2011. Electronic noses and tongues: applicationsfor the food and pharmaceutical industries. Sensors 11, 4744–4766.

Bhattacharyya N, Bandhopadhyay R, 2010. Nondestructive Evaluation of FoodQuality; Theory and Practice Springer, Verlag Berlin Heidelberg, Germany,http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-15796-7 4, Chapter 4. Wilson AD, Baietto M, 2009. Applications and advances in electronic-nosetechnologies. Sensors 9 (7), 5099–5148.

Campos M, Bulhoes LOS, Lindino CA, 2000. Gas-sensitive characteristics ofmetal/semiconductor polymer Schottky device. Sens. Actuators A: Phys. 87,67–71. Wilson AD, Baietto M, 2009. Applications and advances in electronic-nosetechnologies. Sensors 9 (7), 5099–5148.

Chen Q, Zhaoa J, Chena Z, Lina H, Zhao De-An, 2011. Discrimination of green teaquality using the electronic nose technique and the human panel test,comparison of linear and nonlinear classification tools. Sens. Actuators B:Chem. 159, 294–300.

Cheng, H., Chen, J., Chen, S., Wu, D., Liu, D., and Ye, X., characterization of aroma-active volatiles in three chinese bayberry (Myrica Rubra) cultivars using gc-ms-olfactometry and an electronic nose combined with principal component analysis, Food Research International (2015), doi: 10.1016/J.foodres.2015.03.006.

Distante C, Ancona N, Siciliano P, 2003. Support vector machines for olfactorysignals recognition. Sens. Actuators B: Chem. 88, 30–39.

Gardner JW, 1991. Detection of vapors and odors from a multisensory array usingpattern recognition. Part 1. Principal components and cluster analyses. Sens.Actuators B: Chem. 4 (1–2), 108–116.

Ghasemi varnamakhasti m. et al.,(2017).Differrentiation of cumin seeds using a metal-oxid based gas sensor array in tandem with chemometric tools. Talanta,(talli;17820),(http:/dx.doi.org/10.1016/talanta.2017.08.24).

Gorji-Chakespari, A., et al., Classification of essential oil composition in Rosa damascena Mill. genotypes using an electronic nose. J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants (2016), http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.07.004.

H. Guohua, J. Jiaojiao, S. Deng, Y. Xiao, Z. Mengtian, W. Minmin, and Y. Danadan, "Winter jujube (Zizyphus jujube Mill .) quality forrcasting method based on electronic nose," Food Chem., vol. 170, pp.484-491, 2015.

Haddi Z, Amari A, Alami H, El Bari N, Llobetc E, Bouchikhi B, 2011. Aportableelectronic nose system for the identification of cannabis-based drugs. Sens.Actuators B 155, 456–463.

Heidarbeigi H, Mohtasebi SS, Foroughirad A, Ghasemi-Varnamkhasti M, Rafiee SH,Rezaei K, 2015. Detection of adulteration in saffron samples using electronicnose. Int. J. Food Prop. 18 (7), 1391–1401.

Hui G. et al.,(2015).winter jujube (zizyphus jujuba mill.) quality forecasting method based on electronic nose. Food chemistry 170 (2015),484-491.

K. R. Kashwan and M. Bhuyan, "Robuest electronic- nose system with tempreture and humidity drift compensation for tea and spice flavor discrimination," 2005 Asian Conf. Sensors Int. Conf. New Tech. Pharm. Biomed. Res. – Proc., Vol, 2005, pp. 154-158, 2005.

Kiani, S., Minaei, S., Ghasemi-varnamkhasti, M., 2016. Application of electronicnose systems for assessing quality of medicinal and aromatic plant products: areview. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 3, 1–9.

Laureati M, Buratti S, Bassoli A, Borgonovo G, Pagliarini E, 2010. Discrimination andcharacterisation of three cultivars of Perilla frutescens by means of sensorydescriptors and electronic nose and tongue analysis. Food Res. Int. 43, 959–964.

Li, S., Li, X.R., Wang, G.L., Nie, L.X., Yang, Y.J., Wu, H.Z., Wei, F., Zhang, J., Tian, J.G.,Lin, R.C., 2012. Rapid discrimination of Chinese red ginseng and Koreanginseng using an electronic nose coupled with chemometrics. Journal ofPharmaceutical and Biomedical Analysis 70, 605–608.

Luo D. Chen j. Gao L. Liu Y. Wu J.(2017).geographical origin identification and quality control of chinese chrysanthemum flower teas using gas charomatography- mass spectrometry and olfactometry and electronic nose combined with principal component analysis. Food science technology , doi: 1001111/iijfs.13326.

M. Langkvist and A. Loutfi, " Unsupervised feature learning for electronic nose data applied to Bacteria Identification in Blood," NIPS 2011 Work. Deep Feature. Learn unsupervised Learn., pp. 1-7, 2011.

M. Peris and L. Escuder – Gilbert, "A 21st century technique for food control: Electronic noses," Anal. Chim. Acta, vol. 637, no. 1, pp. 1-15, 2009.

Mohammadi, A., 2015. A Review of Medicinal plants ofKohgiluyeh-va-Boyerahmad province from Iran due to employment creationand permanent development. Biological Forum 7, 749–751.

Olunloyo VOS, Ibidapo TA, Dinrifo RR, 2011. Neural network-based electronic nosefor cocoa beans quality assessment. Agric. Eng. Int.: CIGR J. 13 (4), 1–17.

Pie F. et al.,(2016). Effect of two drying approaches on the volatile profils of button mushroom (agaricus bisporus) by headspace gc-ms and electronic nose. Food science and technology 72(2016).343-350.

Q. Fanf, "Discrimination of Chinese Materia Medica from umbelliferae by Electronic Nose," Chin. Med., vol. 02, no. 04, pp. 143-153, 2011.

Qin zou H. et al ., (2015). Is it possible to rapidly and nonivasively identify different plants from asteraceae using electronic nose with multiple mathematical algoritms. Journal of food and drug analysis ,23(2015). 788-794.

R. Baby, M. Cabezas, E. Castro, R. Filip, and N. E. W. De Reca, "Quality control of medicinal plants with an electronic nose," Sensors Actuators, B Chem., vol. 106, no. 1 SPEC. ISS., pp. 24-28, 2005.

Ravi R, Prakash M, Bhat KK, 2013. Characterization of aroma active compounds ofcumin (Cuminum cyminum L.) by GC–MS, E-Nose, and sensory techniques. Int.J. Food Prop. 16 (5), 1048–1058.

Rodriguez J, Duran C, Reyes A, 2010. Electronic nose for quality control ofcolombian coffee through the detection of defects in cup tests. Sensors 10,36–46.

Russo M, Sanzo R, Cefaly V, Carabetta S, Serra D, Fuda S, 2013. Non-destructiveflavor evaluation of red onion (Allium cepa L:) Ecotypes: anelectronic-nose-based approach. Food Chem. 141, 896–899.

S. Deshmukh, R. Bandoyopadhyay, N. Bhattacharyya, R. A. Panedey, and A. Jana, "Application of lectronic nose for industrial odors and daseous emissions mesurment and monitoring- An overview," Talanta, vol. 144, pp. 329-340,2015.

Tamaki K. Sonoki S. Tamali T. Ehara K. (2008).measurment of odur after in vitro or in vivo ingestion of raw or heated garlic, using electronic nose, gas chromatography and sensor analysis. Food science and technology, 84,43,130-139.

Tripathi L, Tripathi JN (2003)Role of biotechnology in medicinal plants. Tropical Journal of pharmaceutical Research 2:243-253.

Wang X, Ye M, Duanmu CJ, 2009. Classification of data from electronic nose usingrelevance vector machines. Sens. Actuators B: Chem. 140, 143–148.

Xiao, Z., Yu, D., Niu, Y., Chen, F., Song, S., Zhu, J., Zhu, G., 2014. Characterization ofaroma compounds of Chinese famous liquors by gas chromatography-massspectrometry and flash GC electronic-nose. Journal of Chromatography B:Analytical Technology of Biomedical Life Science 945–946, 92–100.

Y. Asikin, G. Maeda, H. Tamaki, M. Mizu, H. Oku, and K. Wada, 2015. "Cultivation line and fruit ripening discriminations of Shiikuwasha (Citrus depressa Hayata) peel oils using aroma compositional, electronic nose, and antioxidant analysis," Food Rse. Int. J., vol. 67, pp. 102-110.

Y. Xiong, X. Xiao, X. Yang, D. Yan, C. Zhang, H. Zou, H. Lin, L. Peng, X. Xiao, and Y. Yan, "Quality control of Lonicera japonica stored for different months by electronic nose," J. Pharm. Biomed. Anal., vol.91, pp. 68-72, 2014.

Zhang G, Liu M, 2000. Effect of particle size and dopant on properties ofSnO2-based gas sensors. Sens. Actuators B: Chem. 69, 144–152.

Zhi r.Zhao l.Zhang d.(2017).frame work for the multi-level fusion of electronic nose and electronic tongue for tea quality assessment. SENSORS.sesnsors 2017,17,1007; doi:10.3390/s1705100.

Zhou H, Homer M, Shevade A, Ryan M, 2006. Nonlinear least-squares basedmethod for identifying and quantifying single and mixed contaminants in airwith an electronic nose. Sensors 6, 1–18.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون (کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران