

## طراحی، ساخت و کاربرد دستگاه بینی الکترونیکی در تشخیص سریع فساد گوشت چرخ شده شتر در بسته بندی هوا، خلاء و اتمسفر اصلاح شده

محمد جواد وریدی<sup>۱\*</sup>، مهدی وریدی<sup>۱</sup>، میثم وجدی<sup>۲</sup>، اعظم شریف پور<sup>۲</sup>

۱- دانشیار و عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۹/۰۸/۹۵ تاریخ پذیرش: ۰۳/۰۴/۹۶)

### چکیده

حفظ تازگی گوشت شتر و افزایش پذیرش از سوی مصرف کنندگان و سپس ایجاد روش موثر ارزیابی که دغدغه اصلی متخصصین امنیت غذایی می باشد هدف این پژوهش بود. دستگاه بینی الکترونیکی<sup>۱</sup> به عنوان روش سریع دسته بندی تازگی نمونه های گوشت چرخ شده شتر طی ۲۰ روز نگهداری برودتی و در شرایط بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده<sup>۲</sup> به کار برده شد. همزمان آنالیز گاز فضای فوقانی و شمارش کلی میکروبی به عنوان شاخص فساد انجام گرفت. نمونه برداری بر حسب روش فضای فوقانی دینامیک بود. ترکیبات فرار موجود در فضای فوقانی بسته های گوشت به محفظه سنسور فرستاده شد و سیگنال های پاسخ هفت سنسور تجاری گاز تاگوچی<sup>۳</sup> بر پایه نیمه رساناهای دی اکسید قلع به صورت تابعی از زمان و نوع بسته بندی دریافت شد. برای دریافت داده از سیستم ویژه بلادرنگ بر پایه میکروکنترلر و لپ تاپ استفاده گردید. پنج پارامتر استاتیک و دینامیک انتخاب شده از پاسخ رسانائی گذرای هر سنسور به عنوان ورودی موتور تشخیص الگو در نظر گرفته شد. جهت پردازش داده با اجرای روش غیرنظارتی تحلیل مولفه اصلی<sup>۴</sup> بر روی پاسخ های آرایه سنسور، مشخص شد که نمونه های گوشت به دو دسته تازه و فاسد بر حسب افزایش تعداد روزهای نگهداری برودتی و شرایط بسته بندی قابل دسته بندی است. نمونه های روز اول همه بسته ها، روز پنجم اکسیژن، دی اکسیدکربن و نیتروژن و روز دهم و پانزدهم فقط دی اکسیدکربن تازه بودند. این نتایج با آزمون های گاز فضای فوقانی و شمارش کلی میکروبی مطابقت نشان دادند. طبق نتایج، بسته بندی در شرایط دی اکسیدکربن بهترین بود.

کلید واژگان: بسته بندی اتمسفر اصلاح شده، بینی الکترونیکی، تشخیص الگو، دریافت داده بلادرنگ.

\*مسئول مکاتبات: mjvaridi@um.ac.ir

1. Electronic Nose (EN)
2. Modified atmosphere package (MAP)
3. Taguchi gas sensor (TGS)
4. Principle Component Analysis (PCA)

## ۱- مقدمه

افزایش جمعیت و کاهش تولید سرانه مواد غذایی یکی از چالش‌های فراروی کشورهای در حال توسعه می‌باشد [۱]. توجه به گسترش سیستم‌های مناسب تولید دام، به ویژه شتر، از راهکارهای رفع این چالش محسوب می‌شود [۲]. باور عمومی بر سفتی بافت و پایین‌تر بودن کیفیت گوشت شتر نسبت به گوشت گاو باعث شده‌است تا مصرف آن محدود گردد [۳، ۴، ۵]. اما چنانچه گوشت شتر به صورت چرخ شده و در بسته‌بندی مناسب به صورت تازه ارائه شود قابلیت پذیرش آن از سوی مصرف کنندگان افزایش می‌یابد [۶]. حفظ تازگی مواد غذایی بدون افزودنی تا حداکثر زمان ممکن، چالشی مهم در صنعت غذا محسوب می‌شود. نگهداری فرآورده‌های غذایی در بسته‌بندی به روش اصلاح اتمسفر، شامل حذف و یا جایگزینی گازهای فضای اطراف محصول قبل از دربندی با پوشش‌های مناسب می‌باشد که از طریق جلوگیری از اکسیداسیون و رشد میکروبی، فساد به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد [۷، ۸، ۹]. اندازه‌گیری متابولیت‌های حاصل از واکنش‌های شیمیایی، شمارش باکتری‌های مولد فساد و پایش تغییرات فیزیکی، از روش‌های تشخیص و پایش تازگی گوشت می‌باشند. اما عمدتاً مخرب، پرهزینه، پیچیده یا دارای تکرارپذیری ضعیف هستند. مزه و بوی فرآورده‌های غذایی فاکتورهای حیاتی در این صنعت هستند. محققان به دنبال روشی می‌باشند که این موارد را اندازه‌گیری نمایند [۱۰، ۱۱، ۱۲]. تکنولوژی زیست تقلید به نام دستگاه بینی الکترونیکی<sup>۵</sup> (سیستم سنسورهای هوشمند گاز<sup>۶</sup>- ماشین بویایی) برگرفته از مکانیسم بویایی طبیعی است. سیستم بینی الکترونیکی هیچ اطلاعاتی درباره ماهیت و غلظت تک تک ترکیبات سازنده بو نمی‌دهند. اما به کمک روش‌های قوی ریاضی، بینی الکترونیکی قادر به تشخیص مواد فرار یک نمونه غذایی و فرق‌گذاری آن از سایر نمونه‌ها است [۱۳]. بخش‌های بینی الکترونیکی شامل سیستم نمونه‌برداری و سنسورها، پیش پردازشگر داده و سیستم تشخیص الگو می‌باشند [۱۴، ۱۵]. سیستم حسگر آرایه‌ای از سنسورهای الکتریکی غیرانتخابی و با حساسیت متقابل

(همپوشانی) به یک بوی پیچیده می‌باشد و موجب می‌شود اثر انگشت یا الگوی خاصی را جهت سنجش کیفی ایجاد کند [۱۶]. هر سنسور به طیفی از ترکیبات بو اما با حساسیت متفاوت پاسخ می‌دهد. غیرانتخابی بودن سنسورها تضمین می‌کند که الگوی (پاسخ) کاملی، حاوی اطلاعات کیفی بو به دست آید که مربوط به غلظت کل مواد فرار است. این الگو مشخصه منحصر به فرد فقط همان بوی معین است. دسته‌بندی نیز بر همین اساس می‌باشد. پردازش داده و تشخیص الگو، بخش اساسی هر سیستم آرایه سنسور است. سیستم تشخیص الگو متشکل از مرحله انتخاب پارامتر جهت کسب اطلاعات مفید از پاسخ‌های سنسور و الگوریتم تشخیص الگو است. روش‌های تشخیص الگو نظارتی و غیرنظارتی متعددی در تحلیل داده سنسورها استفاده می‌شوند. فعالیت‌های میکروارگانیزم‌ها متابولیت‌های فرار ایجاد می‌نماید. نوع و غلظت این ترکیبات فرار بسته به زمان، شرایط بسته‌بندی و فساد گوشت تغییر می‌کند. ترکیب فضای فوقانی محفظه گوشت، منبع اطلاعات درباره درجه تازگی نمونه است. روش پایش تازگی گوشت با استفاده از بینی الکترونیکی بر اساس نمونه‌برداری غیرمخرب فضای فوقانی است که مستلزم تزریق فاز فرار بالای گوشت به درون محفظه‌ای حاوی آرایه سنسور است. گوشت، بوی فساد خاصی دارد به همین دلیل الگوی فساد خاصی از دستگاه انتظار می‌رود. در هر مرحله از فرایند فساد این الگو تغییر می‌کند. روش مفید برای نمایش تغییرات شیمیایی در بوی گوشت طی نگهداری در نظر گرفتن تغییر الگوی شیمیایی آن است [۱۷، ۱۸]. فرستادن بوی تعداد بسیاری نمونه‌های گوشت با زمان‌های نگهداری و شرایط بسته‌بندی متفاوت به محفظه سنسورها باعث می‌شود پایگاه (بانک) داده‌ای از الگوها بوجود آید. این بانک داده با سیستم تشخیص الگو همچون تحلیل مولفه اصلی بر حسب میزان شباهت دسته‌بندی می‌شود. سپس وضعیت هر نمونه گوشت ناشناس به طور منحصر به فرد و خودکار بر اساس تطابق و مقایسه با بانک داده تشخیص داده می‌شود. لوبت و همکاران (۲۰۰۹) از سیستم بینی الکترونیکی با ۴ سنسور اکسید فلز، برای بررسی تازگی نمونه‌های ماهی ساردین به مدت ۱ هفته در برودت ۴ استفاده کردند. اجرای روش آنالیز مولفه اصلی روی پاسخ سنسورها نشان داد که می‌توان نمونه‌های ساردین را

5. Electronic Nose (EN)

6. Gas intelligent sensors system (GISS)

اندازه‌گیری‌ها ادامه یافت. برای هر اندازه‌گیری، گاز حامل (نیتروژن خالص) با دبی ثابت ۱ لیتر بر دقیقه به مدت ۵۰ دقیقه در محفظه سنسور جریان یافت تا سنسورها به رسانایی خط مینا برسند. همزمان یک نمونه از یخچال خارج و بدون بسته در محفظه نمونه‌برداری شیشه‌ای استاندارد ۱ لیتری عایق با درب تیغه‌ای در  $25 \pm 2$  درجه سانتیگراد (دمای اتاق) به مدت ۴۵ دقیقه نگاه‌داشته شد تا ترکیب پایدار و یکنواختی از فضای فوقانی ایجاد گردید. سپس پاسخ سنسورها وقتی نیتروژن گازهای فرار را از فضای فوقانی دینامیک نمونه گوشت از طریق شیر و اتصالات عایق به محفظه سنسور رساند به مدت ۳۰ دقیقه دریافت شد. بلافاصله بعد از آن، بازیابی سیستم با گاز نیتروژن و ایجاد مجدد رسانایی خط مینای سنسورها جهت اندازه‌گیری جدید با نمونه گوشت دیگر انجام شد. پاسخ سنسورها هر ۱ ثانیه جمع‌آوری و ذخیره شد.

## ۲-۲- بین‌الکترونیکی (سامانه سنسورهای

### هوشمند گاز)

#### ۲-۲-۱- ساخت دستگاه

دستگاه بین‌الکترونیکی از سه بخش اصلی شامل سیستم نمونه‌برداری، محفظه سنسورها و سیستم دریافت داده تشکیل گردید. شماتیک کلی در شکل ۱ نشان داده شده است. سیستم نمونه‌برداری از فضای فوقانی دینامیک بود. آرایه سنسور از ۷ سنسور گاز تاگوچی بر پایه دی اکسید قلع (از شرکت فیگارو، ژاپن) تقویت شده با کاتالیست‌های پالادیوم و طلا با کد فنی ۸۱۳ (گازهای احتراق‌پذیر)، ۸۲۲ (الکل‌ها، گزین و تولوئن)، ۸۲۵ (سولفید هیدروژن)، ۸۲۶ (آمونیاک)، ۸۳۱ (کلروفلوروکربن‌ها)، ۸۳۲ (هالوکربن‌ها) و ۸۸۰ (بخار آب) تشکیل شد [۱۹، ۲۰]. دو سنسور تجاری برای پایش رطوبت نسبی (فیلیپس ۱H) و دما (نشال سمیکنداکتور DZ۳۵LM) در محفظه سنسور قرار داده شد تا این پارامترهای مهم طی اندازه‌گیری‌ها پایش شوند. محفظه سنسور از سیلندر پلاستیکی عایق و مدار چاپی مدور که سنسورها و تقویت‌الکترونیکی سنسور بر روی آن تعبیه گردید تشکیل شد. این محفظه به طور ویژه طراحی گردید تا شرایط آزمایشی مشابهی (دبی یکسان گاز بدون جریان چرخشی، دما و رطوبت) را برای همه سنسورها فراهم آورد.

برحسب تازگی، به سه گروه دسته‌بندی کرد. بلاسوپرامانیان و همکاران (۲۰۰۹) از سیستم حسگر مصنوعی بر پایه اکسید فلز برای آنالیز گازهای فضای فوقانی ماهیچه گوساله در ۴ و ۱۰ استفاده کردند. مدل‌های ساخته شده، نمونه‌ها را براساس جمعیت میکروبی به دو گروه دسته‌بندی کردند. پنیگراهی و همکاران (۲۰۰۶) سیستم بین‌الکترونیکی متشکل از ۹ سنسور را طراحی و برای آنالیز گازهای فضای فوقانی ماهیچه گوساله در ۴ و ۱۰ به کار بردند. در این پژوهش از دستگاه بین‌الکترونیکی برای بدست آوردن الگوی بوی گوشت چرخ شده شتر در پنج شرایط بسته‌بندی مختلف طی ۲۰ روز نگهداری در برودت ۴ درجه سانتیگراد جهت تعیین سریع فساد بر حسب مدت زمان نگهداری و شرایط بسته‌بندی استفاده گردید. از روش تحلیل مولفه اصلی جهت تشخیص الگو و دسته‌بندی بانک داده از لحاظ درجه فساد استفاده شد. آزمون‌های گاز فضای فوقانی بسته و شمارش کلی میکروبی به طور همزمان جهت تایید صحت پاسخ دستگاه انجام گردیدند.

## ۲. مواد و روش

### ۲-۱- آماده‌سازی نمونه

گوشت شتر مورد استفاده در این پژوهش ۲۴ ساعت پس از کشتار تهیه و چرخ شد. نمونه‌ها (وزن  $30 \pm 1$  گرم) بلافاصله توسط دستگاه بسته‌بندی و تزریق گاز هنکلن آلمان مجهز به سیستم خلاء در بسته شفاف نفوذناپذیر سه لایه از جنس پلی اتیلن - پلی آمید - پلی اتیلن در پنج شرایط مختلف شامل اتمسفر اصلاح شده با اکسیژن بالا (۷۰ درصد  $O_2 + 30$  درصد  $CO_2$ )، دی اکسیدکربن بالا (۳۰ درصد  $O_2 + 70$  درصد  $CO_2$ )، نیتروژن بالا (۴۰ درصد  $CO_2 + 60$  درصد  $N_2$ )، هوا (۲۰ درصد  $O_2 + 80$  درصد  $N_2$ ) و خلاء بسته‌بندی گردیدند و در دمای ثابت  $4 \pm 1$  درجه سانتیگراد نگهداری شدند. از هر تیمار دو تکرار در روزهای ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ نگهداری برودتی (مجموعاً ۵ روز نمونه‌برداری) آزمایش شدند. ده نمونه در هر روز و در کل ۵۰ نمونه گوشت مورد آزمون قرار گرفتند. در هر روز، ولتاژ ۱۰ ولت مدار و ۵ ولت گرمکن سنسور ۵۰ دقیقه قبل از اولین اندازه‌گیری جهت پایداری لایه‌های حسگر و بهبود تکثیرپذیری اعمال شد و برای همه



**Fig 1** Schematic of electronic nose instrument made of carrier gas (1), flow meter (2), valve (3), odor sampling vessel (4), sensors chamber (5), data conditioning & acquisition interface (6), data acquisition and analysis soft wares (7).

### ۲-۲-۲- پیش پردازش داده

جهت تصحیح خط مبنا رسانایی  $G_{0i}(t)$  از  $G_{STi}(t)$  کسر شد و  $G_i(t)$  یا رسانایی خالص سنسورها ناشی از فقط گازهای فضای فوقانی گوشت به دست آمد (رابطه ۲).

$$G_i(t) = G_{STi}(t) - G_{0i}(t) \quad (i=1, \dots, 7) \quad (2)$$

جهت بهره‌برداری بهتر از اطلاعات به دست آمده از هر آزمایش، از پارامترهایی استفاده شد که بهتر سنسور را توصیف کنند. بنابراین برای آنالیز پاسخ بینی الکترونیکی در هر اندازه‌گیری، ۵ پارامتر از رسانایی گذرای هر سنسور  $G_i(t)$  به شرح ذیل استخراج شد (شکل ۲)

$I_{G0}(0-15)$  متوسط مقدار رسانایی اندازه‌گیری شده در بازه زمانی ۰ تا ۱۵ دقیقه.

$I_{G2}(25-30 \text{ min})$  رسانایی ثابت محاسبه شده از متوسط مقادیر رسانایی طی ۵ دقیقه آخر.

$I\left(\frac{dG}{dt}\right)_{2-25 \text{ min}}$  شیب رسانایی دینامیک محاسبه شده از منحنی رسانایی طی ۵ تا ۲۵ دقیقه.

$I(\text{Trapeze area conductance})_{2-30 \text{ min}}$  مساحت زیر منحنی رسانایی بین دقایق ۵ و ۳۰ که با روش تراپز<sup>۸</sup> به طور خودکار در نرم افزار متلب<sup>۹</sup> محاسبه شد.

با قرار گرفتن سنسور نیمه رسانای اکسید فلز در معرض بوی گوشت، تغییر زیادی در رسانایی الکتریکی آن ایجاد شد. ارتباط بین مقاومت سنسور و ولتاژ با رابطه ۱ بیان گردید.

$$R_S = R_L \left( \frac{V_C}{V_{RL}} - 1 \right) \quad (1)$$

$R_S$  مقاومت سنسور،  $R_L$  مقاومت اتصال سری،  $V_C$  ولتاژ مدار و  $V_{RL}$  ولتاژ در مقاومت اتصال سری بود. تغییرات رسانایی سنسورها دریافت و تقویت گردید. سپس با استفاده از بورد دریافت داده دیجیتال شد. کنترل فرایند دریافت داده با استفاده از نرم افزار لب‌ویو<sup>۷</sup> (نسخه ۲۰۱۳، نشنال اینسترومنت) انجام گردید. دریافت داده از طریق لپ‌تاپ کنترل شد و سیگنال هر سنسور به صورت تابعی از زمان و شرایط بسته‌بندی ضبط گردید. رسانایی خط مبنا سنسورهای گاز یا  $G_{0i}(t)$  (یا شماره سنسور) رسانایی حالت پایدار حین جریان نیتروژن خالص در محفظه سنسور بود. سیگنال هر سنسور یا  $G_{STi}(t)$  رسانایی هر سنسور  $i$  حین نمونه‌برداری از گاز فضای فوقانی گوشت، تا وقتی که همه سنسورها به حالت ثابت رسیدند ضبط شد [۲۱]. پاسخ سنسورها هر ۱ ثانیه به مدت ۳۰ دقیقه دریافت و ذخیره گردید.

8. Trapeze  
9. MATLAB

7. Lab VIEW

**۱.۴.۱. تفاوت رسانائی اولیه و انتهائی.**

مولفه‌های اصلی حاوی بیشترین واریانس داده می‌باشد. به دلیل غیرنظارتی بودن، روش PCA نمونه‌ها را بر حسب شباهت‌ها (تفاوت‌ها) در داده‌ورودی دسته‌بندی می‌کند. روش غیرنظارتی خطی جهت دسته‌بندی داده مرتبط با روزهای نگهداری پرودتی و شرایط بسته‌بندی، استفاده شد.

با توجه به ۵ پارامتر استخراج شده از پاسخ هر سنسور و اینکه ۷ سنسور در آرایه وجود دارد، هر اندازه‌گیری با ۳۵ پارامتر توصیف شد. بر این اساس ماتریس داده اولیه ۵۰ ردیف (اندازه‌گیری) و ۳۵ ستون (متغیر) داشت. ماتریس داده با نرمال سازی پیش پردازش شد تا در محدوده (۱-۰) قرار گیرد (رابطه ۳).

$$S_i = \frac{S_i - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} \quad (i = 1, \dots, N) \quad (3)$$

### ۲-۳- بررسی محتوی گاز بسته‌ها

محتوی گاز بسته‌ها از نظر میزان اکسیژن و دی اکسیدکربن توسط دستگاه آنالیزکننده گازها اندازه گیری گردید (اکسی ویت - آلمان).

### ۲-۴- شمارش کلی میکروبی<sup>۱۱</sup>

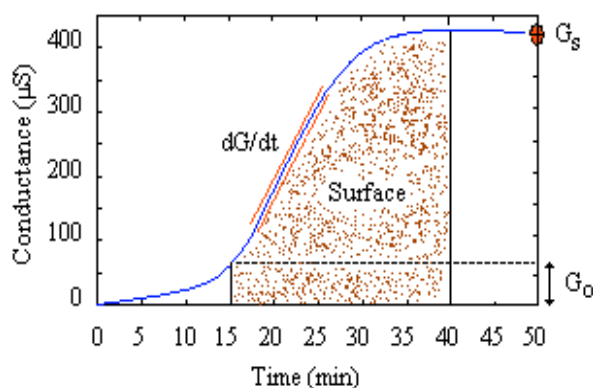
آزمون میکروبی به منظور بررسی اثر شرایط بسته‌بندی بر بار میکروبی گوشت در طول مدت نگهداری مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره های ۵۲۷۲ و ۲۳۹۴ انجام پذیرفت [۲۲]. شمارش کلی میکروارگانسیم‌های زنده، مزوفیل و هوازی در روزهای ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ نگهداری پرودتی انجام گردید. در روز آزمایش، ۱۰ بسته (۵ تیمار بسته‌بندی در دو تکرار) گوشت برای انجام آزمون از یخچال خارج گردید.

$S_{max}$  و  $S_{min}$  به ترتیب مقادیر حداقل و حداکثر آن پارامتر در ستون ماتریس و  $S_i$  مقدار نرمال شده  $S_i$  را نشان می‌دهند و  $N=50$  تعداد نمونه‌ها را بیان می‌نماید. همه موارد مذکور از طریق فرایند خودکار با برنامه‌نویسی در نرم‌افزار متلب (نسخه ۲۰۱۳b، شرکت متورک<sup>۱</sup>) انجام گرفت. بعد از پیش پردازش، داده‌ها توسط روش تشخیص الگو تحلیل مولفه اصلی پردازش شد تا عملکرد دستگاه در طبقه‌بندی نمونه‌های گوشت شتر ارزیابی شود.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- آنالیز گاز فضای فوقانی بسته

اثر نوع تیمار گازی، زمان نگهداری و اثر متقابل آنها بر تغییر ترکیب گاز فضای فوقانی بسته‌های گوشت در طی نگهداری در اتمسفر اصلاح شده معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). این امر نشان می‌دهد محیط گازی درون بسته‌های اتمسفر اصلاح شده استاتیک (پایدار) نیست و این امر احتمالا به دلیل رشد میکروبی و یا جذب گاز توسط فازهای آبی و چربی ماده غذایی می‌باشد. در بسته‌بندی با اکسیژن بالا، درصد اکسیژن از روز اول تا پنجم تقریبا ثابت بود (شکل ۳). سپس از روز دهم تا بیستم به شدت کاهش یافت. از طرفی درصد دی اکسیدکربن نیز تا روز پنجم ثابت ماند سپس از روز دهم تا بیستم به شدت افزایش یافت که احیانا ناشی از رشد سریع میکروارگانسیم‌های هوازی از روز پنجم به بعد و مصرف بالای



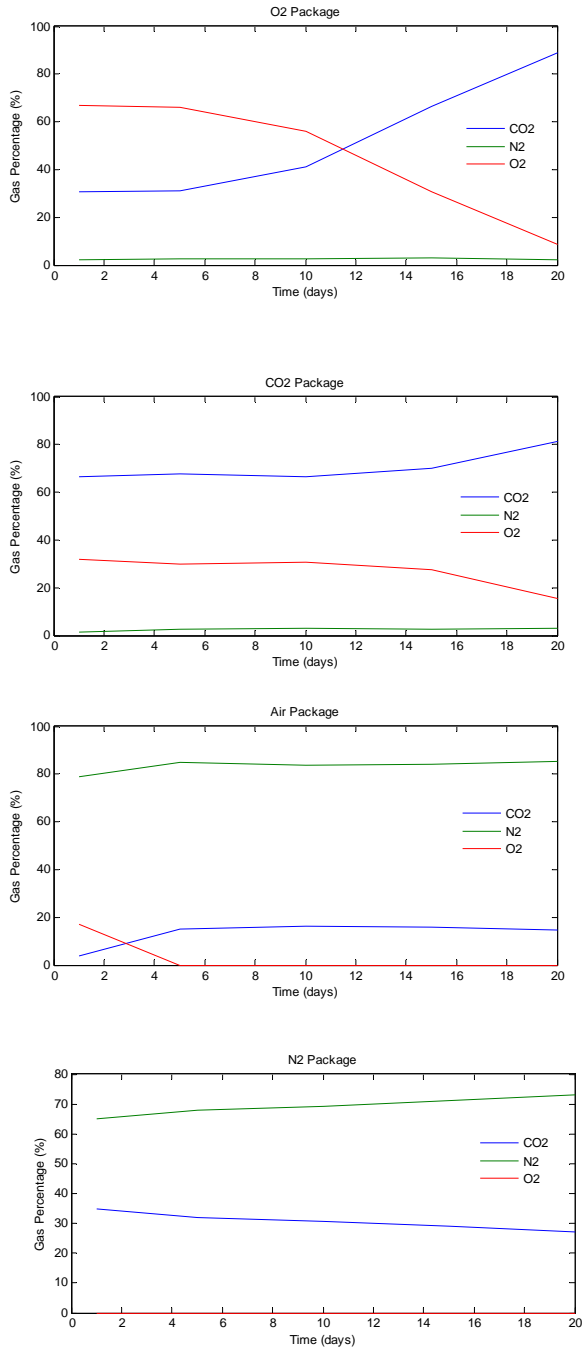
**Fig 2** Gas semi conductive sensor transient conductance and selected parameters

### ۲-۳-۲- پردازش

سنسورهای دی اکسید فلز همپوشانی زیادی در حساسیت به بو نشان می‌دهند و داده اضافی و نویز ایجاد می‌نمایند. PCA به عنوان روش قوی کاهش ابعاد، بردارهای پارامتر با فضای بزرگ را به فضایی با ابعاد کمتر تبدیل می‌نماید. اولین

11. Total Viable Count (TVC)

10. Mathwork



**Fig 3** Gas percentage changes of atmosphere in packages during 20 days at 4 degree centigrade

### ۳-۲- شمارش کلی میکروبی

بر اساس نتایج آنالیز واریانس، اثر زمان و شرایط بسته‌بندی و اثر متقابل آنها بر شمارش کلی میکروارگانیزم‌های هوازی مزوفیل معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). شمار اولیه هوازی‌های

اکسیژن و تولید دی‌اکسیدکربن طی فرایندهای متابولیک بود. در بسته‌بندی دی‌اکسیدکربن بالا، میزان اکسیژن تا روز پانزدهم فقط با شیب ملایمی از ۳۰ تا ۲۷/۳۵ درصد کاهش یافت و در روز بیستم به ۱۵/۵۵ درصد رسید. نرخ این کاهش نسبت به بسته‌بندی اکسیژن بالا کمتر بود. این پدیده احتمالاً ناشی از رشد کندتر باکتری‌های هوازی و نیز کاهش اکسیداسیون و مصرف اکسیژن در این بسته‌ها است [۲۳، ۲۴]. درصد دی‌اکسیدکربن نیز به علت انحلال در فاز آبی و چربی، با شیب ملایمی ابتدا کاهش سپس از روز پانزدهم تا بیستم افزایش یافت. طبق نظر جرمیه، (۲۰۰۱) بسته‌بندی دی‌اکسیدکربن بالا از رشد میکروارگانیزم‌های هوازی بیماری‌زای عامل فساد و کپک‌ها جلوگیری می‌نماید درحالی‌که باکتری‌های گرم مثبت بی‌هوازی همانند باکتری‌های اسیدلاکتیک که ویژگی نگه‌دارندگی دارند قادر به رشد می‌باشند [۲۵]. در بسته‌بندی نیتروژن بالا طی ۲۰ روز دی‌اکسیدکربن به علت حلالیت در فاز آبی گوشت کاهش و در نتیجه میزان نیتروژن افزایش یافت چون میزان گاز بر حسب درصد در فضای فوقانی بسته بیان می‌شود. طبق نظر سورهم، (۱۹۹۷) نیتروژن اثر ضد میکروبی ندارد اما از آنجایی که توسط ماده غذایی جذب نمی‌شود از چروکیدگی بسته‌بندی جلوگیری می‌نماید [۲۶]. جوکی و خزاعی، (۲۰۱۲) گزارش دادند نمونه‌های نگهداری شده تحت نیتروژن بالا نسبت به هوا و خلاء ماندگاری بیشتری داشتند [۲۷ و ۲۸]. در بسته‌بندی هوا به دلیل کمبود دی‌اکسیدکربن و فقدان توان ضد میکروبی و نگه‌دارندگی کافی، کاهش درصد اکسیژن بسیار شدید بود و در روز پنجم به صفر رسید. دی‌اکسیدکربن از کمتر از ۲ درصد در روز اول به ۱۴/۷۵ درصد در روز بیستم رسید. طبق نظر هاجکیس (۱۹۹۸)، بسته‌بندی هوا در مقایسه با اتمسفر اصلاح شده قادر به افزایش مدت ماندگاری گوشت تازه نمی‌باشد [۲۹]. تغییرات نسبی در اتمسفر گازی ناشی از رشد میکروبی در بسته اکسیژن بالا و هوا از بسته دی‌اکسیدکربن و نیتروژن بیشتر بود. به نظر می‌رسد که می‌توان نوعی دسته‌بندی بر حسب شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری برای نمونه‌های گوشت قائل شد.

افزایش داد [۳۵]. دی اکسیدکربن خاصیت ضد میکروبی دارد و منجر به طولانی شدن فاز تاخیری و زمان تولید مثل در فاز لگاریتمی می‌شود [۳۶]. به همین ترتیب در سایر بسته‌ها با در نظر گرفتن مقدار  $\text{cfu/g}$  می‌توان به میزان تازگی نمونه در روزهای مختلف پی برد. در بسته بندی خلاء افزایش شدید از روز پنجم مشاهده گردید. طبق نظر جرمیه، (۲۰۰۱) افت خونابه در چروکیدگی بسته‌بندی خلاء، به رشد باکتریایی بسیار آسیب پذیرتر است. ارکولینی و همکاران، (۲۰۰۶) گزارش دادند که بسته‌بندی خلاء به دلیل فقدان دی اکسیدکربن، در مقایسه با دی اکسیدکربن بالا قادر به جلوگیری از رشد پاتوژن‌های غذایی نمی‌باشد [۳۷]. کاپیتا و همکاران، (۲۰۰۶) گزارش دادند که میزان رشد میکروبی در بسته‌های هوا و خلاء از نیتروژن بالا بیشتر بود [۳۸].

مزوفیل در گوشت شتر  $4/7 \text{ cfu/g}$  گزارش شده‌است [۳۰ و ۳۱]. حداکثر شمارش کلی مجاز در مواد غذایی  $10^7 \text{ cfu/g}$  می‌باشد [۳۲ و ۳۳]. بر این اساس نمونه‌های بسته  $\text{O}_2$  تنها تا روز پنجم نگهداری به لحاظ میکروبی قابل قبول بودند (جدول ۱). طبق نظر جرمیه، (۲۰۰۱) در بسته‌بندی  $\text{O}_2$  تندشدگی اکسیداتیو قابل ملاحظه‌ای در روز ششم نگهداری مشاهده گردید اما از خلاء و هوا مناسب‌تر بود. در بسته‌های با  $\text{CO}_2$  بالا تقریباً طی تمام مدت نگهداری، نمونه‌ها شمارش کمتر از حد آستانه فساد داشتند (جدول ۱). گاز  $\text{CO}_2$  با نفوذ به غشای باکتریایی و تغییر  $\text{pH}$  درون سلولی از رشد طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها جلوگیری نمود [۳۴]. طبق نظر فرناندز، (۲۰۰۸) و جوکی، (۲۰۱۲) بسته‌بندی  $\text{CO}_2$  عمر نگهداری سرد گوشت شتر را حداقل به مدت ۳ هفته در دمای ۴ درجه سانتیگراد بدون اثرات نامطلوب بر پذیرش حسی

**Table 1** Log  $\text{cfu/g}$  for different packages during storage

Storage Days	Packaging condition				
	High Oxygen	High Dioxide carbon	High Nitrogen	Air	Vacuum
1	5±0.09 <sup>a</sup>	5.05±0.12 <sup>a</sup>	5.03±0.13 <sup>a</sup>	5.1±0.09 <sup>a</sup>	5.12±0.04 <sup>a</sup>
5	6.22±0.05 <sup>b</sup>	5.87±0.00 <sup>b</sup>	5.67±0.02 <sup>b</sup>	5.55±0.04 <sup>b</sup>	5.68±0.00 <sup>b</sup>
10	7.32±0.00 <sup>c</sup>	6.33±0.00 <sup>c</sup>	6.89±0.02 <sup>c</sup>	6.2±0.00 <sup>c</sup>	6.95±0.02 <sup>c</sup>
15	7.96±0.00 <sup>d</sup>	6.93±0.01 <sup>d</sup>	7.16±0.01 <sup>d</sup>	7.3±0.04 <sup>d</sup>	7.07±0.02 <sup>d</sup>
20	7.32±0.01 <sup>e</sup>	7.03±0.10 <sup>e</sup>	6.86±0.01 <sup>e</sup>	6.83±0.02 <sup>e</sup>	6.67±0.00 <sup>e</sup>

نشان داد که در روز اول اندازه این پارامتر در همه بسته‌ها تقریباً یکسان بود و نمونه‌های گوشت در تمام بسته‌ها وضعیت مشابهی داشتند. تفاوت وضعیت نمونه‌ها در شرایط بسته‌بندی از روز پنجم خود را نشان داد. میزان این پارامتر در بسته‌های اکسیژن، دی اکسید کربن و نیتروژن با بسته‌های هوا و خلاء متفاوت بود. در روز دهم و پانزدهم تفاوت اثر بسته‌ها در نگهداری نمونه‌های گوشت به وضوح دیده‌شد. بسته‌بندی دی اکسیدکربن با سایر بسته‌ها تفاوت معنی‌داری داشت. کلیه ۳۵ پارامتر در بسته‌بندی دی اکسیدکربن کمترین مقدار را طی زمان نگهداری نشان دادند که ناشی از آن بود که فساد در این اتمسفر حداقل بوده‌است و بهترین نوع بسته‌بندی محسوب گردید. لونو و همکاران، (۲۰۰۰) گزارش داد که وجود دی اکسیدکربن در بسته‌بندی به دلیل جلوگیری چشمگیر از رشد

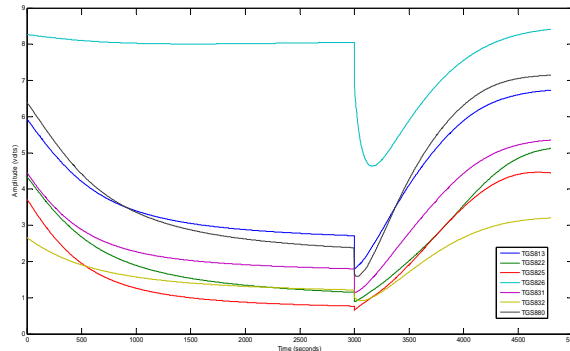
### ۳-۳- اثر زمان نگهداری و شرایط بسته‌بندی بر

#### پاسخ دستگاه بینی الکترونیکی

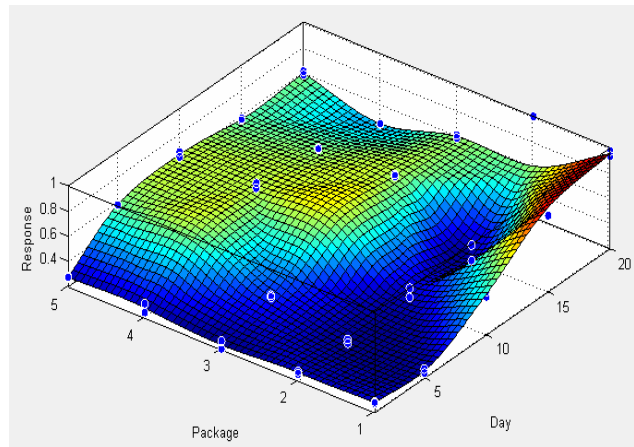
آزمون واریانس نشان داد که اثر شرایط بسته‌بندی و زمان نگهداری بر پارامترها بسیار معنی‌دار بود ( $p < 0.01$ ). شدت رسانائی سنسورها در هر آزمون طی ۲۵ دقیقه اول به صورت سیگموئیدی و به طور چشمگیری زیاد و سپس مسطح و تثبیت شد (شکل ۴). با افزایش تعداد روزهای نگهداری، غلظت گازهای فرار حاصل از فساد گوشت همچون آلدهیدها، کتون‌ها، آمین‌ها و سولفیدها افزایش یافت و گازهای جدید در فضای فوقانی محفظه ایجاد گردید. شکل ۵ مربوط به پارامتر سوم سنسور ششم با معنادارترین اثر متقابل زمان و بسته‌بندی،

معناداری داشت. درحالی که این تفاوت در بسته حاوی اکسیژن طی همین مدت معنادار نبود. کاهش پذیرش بوی نمونه خلاء به طور معناداری از همه کمتر بود.

میکروبی، تغییر بو را به تاخیر انداخت [۳۹]. مورالس و همکاران، (۲۰۰۹) گزارش دادند پذیرش بوی نمونه بسته‌های هوا از سوی داور در روز پنجم نسبت به روز اول کاهش



**Fig 4** Response of seven sensors on day 10 for an oxygen packed sample. Within 3000 seconds baseline conductance and up to 4800 seconds steady state response was acquired.



**Fig 5** The effect of storage time and packaging conditions on third parameter of TGS 832

کارامدی سیستم بینی الکترونیکی در شناسایی نمونه‌های ناشناخته استفاده می‌شود. با آزمایش یک نمونه گوشت ناشناخته، بر حسب محل قرارگیری و از طریق تطابق با بانک داده، وضعیت آن نمونه تعیین می‌گردد. در شکل ۶ هر نمونه با یک عدد نامگذاری شد که رقم سمت چپ نوع بسته، رقم دوم تکرار و رقم (های) بعدی روز را نشان داد. رقم های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب معرف بسته‌بندی اکسیژن، دی اکسیدکربن، نیتروژن، هوا و خلاء بودند. اساسا با افزایش مولفه اصلی اول ( $F_1$ ) میزان فساد افزایش یافت.  $F_1$  نشان داد نمونه‌های تازه در ناحیه کمتر از صفر و نمونه‌های فاسد در ناحیه بزرگتر از صفر قرار گرفتند. طبق شکل ۶ نمونه‌ها در هر کدام از بسته‌بندی‌ها بر حسب افزایش زمان نگهداری در جهت مثبت محور مولفه

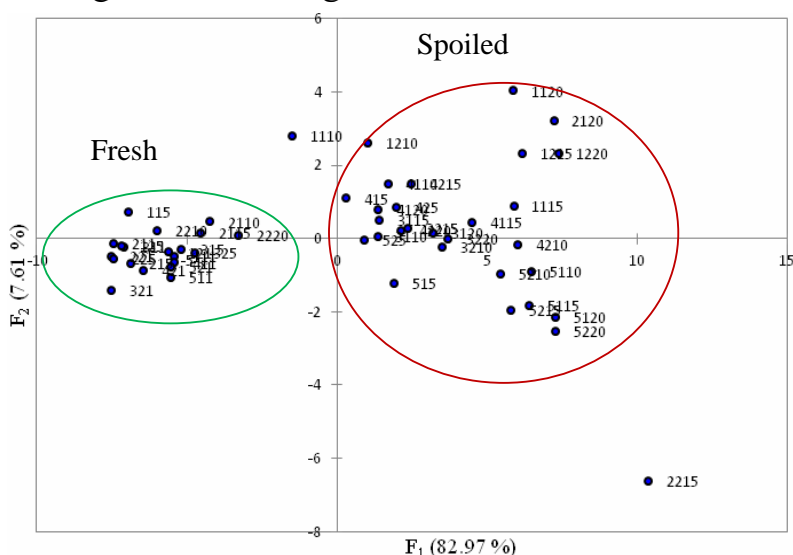
### ۳-۴- تحلیل مولفه اصلی

در آزمون PCA مولفه‌های اصلی بیشترین اطلاعات داده را در بر دارند. شکل ۶ نتایج آزمایش تصویر شده در صفحه دو بعدی با دو مولفه اصلی اول را نشان می‌دهد. دو مولفه اصلی اول ۹۰/۵۸ درصد واریانس داده را شامل شدند که حاوی مناسب‌ترین اطلاعات برای طبقه‌بندی بود. ۸۲/۹۷ درصد واریانس داده توسط محور افقی (اولین مولفه اصلی) و ۷/۶۱ درصد با محور عمودی (دومین مولفه اصلی) توصیف شد. شکل ۷ این دسته‌بندی را در فضای سه بعدی با سه مولفه اصلی اول نشان می‌دهد. نمونه‌ها در دو دسته مختلف گروه‌بندی شدند که مربوط به گروه‌های تازه و فاسد بود. این دو گروه برای ساخت مدل طبقه‌بندی به منظور نشان دادن

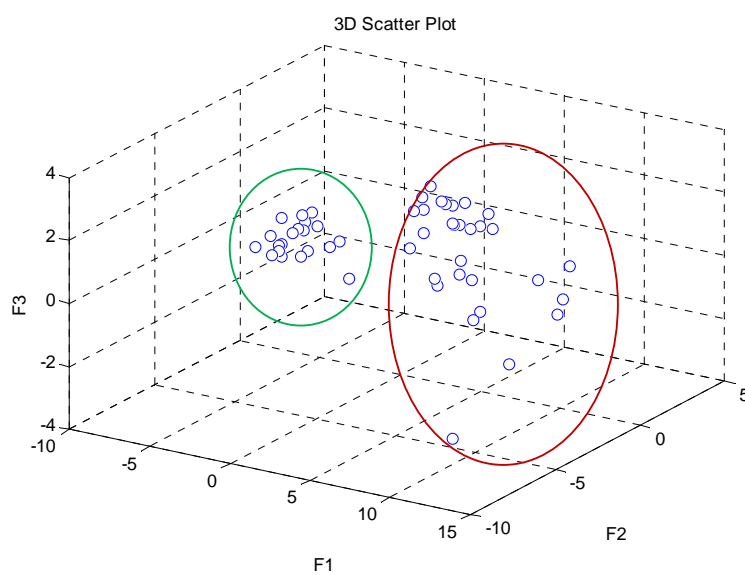


۲۱۲۰ طی بیست روز تازه بودند. از طرفی نمونه‌های روزهای دهم، پانزدهم و بیستم بسته‌بندی اکسیژن و نیتروژن و روزهای پنجم، دهم، پانزدهم و بیستم بسته‌بندی هوا و خلاء در دسته فاسد قرار گرفتند. نمونه‌های گوشت در بسته‌بندی‌های هوا و خلاء حتی در روز پنجم نگهداری فاسد بودند که احتمالاً ناشی از شدت فساد هوازی و بی‌هوازی بود (نمونه‌های گوشت ۴۱۵، ۴۲۵، ۵۱۵ و ۵۲۵). این نتایج با نتایج آزمون‌های گاز فضای فوقانی و شمارش کلی میکروبی مطابقت داشت. طبق نتایج دی‌اکسیدکربن بهترین نوع بسته‌بندی بود.

اصلی اول ردیف شده‌اند. این حاکی از آن است که دستگاه بینی الکترونیکی بدرستی اثر زمان بر فساد را نشان داده‌است. همچنین با افزایش فساد، نمونه‌ها در راستای محور مولفه اصلی دوم گسترش یافتند که به دلیل افزایش غلظت و یا ورود ترکیبات فرار جدید ناشی از فساد بود. نمونه‌های فقط روز اول بسته‌بندی هوا و خلاء، روزهای اول و پنجم بسته‌بندی اکسیژن و نیتروژن و همه روزهای اول، پنجم، دهم، پانزدهم و بیستم بسته‌بندی دی‌اکسیدکربن در دسته تازه قرار گرفتند. همه نمونه‌های بسته‌بندی دی‌اکسیدکربن بجز دو نمونه ۲۲۱۵ و



**Fig 6** PCA Score plot of camel meat data. Samples are clustered in to fresh (green circle) and spoiled (red circle) based on storage time and packaging conditions.



**Fig 7** Fresh (green circle) and Spoiled (red circle) samples are separated by first three principle components

carcass weights in Saudi Arabian Najdi male camels. *Arab Gulf Journal of Science Research*, 4:733-743.

- [6] Mansour, M. E., & Ahmed, S. M. 2000. Advanced technology in camel meat processing. *The Camel Newsletter*, 17: 27-29.
- [7] McMillin, K. W. 2008. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science*, 80: 43-65.
- [8] Phillips, C. A. 1996. Review: modified atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *International Journal of Food Science & Technology*, 31:463-79.
- [9] Abouheif, M. A., Basmaeil, S. M., & Bakkar, M. N. 1986. Estimation of body and carcass weights in Saudi Arabian Najdi male camels. *Arab Gulf Journal of Science Research*, 4:733-743.
- [10] Stussi, E., Cella, S., Serra, G., & Venier, G. S. 1996. Fabrication of conducting polymer patterns for gas sensing by a dry technique. *Materials Science and Engineering C*, 4(1): 27-33.
- [11] Singh, R.A., Yoon, E.S., Jackson, R.L. 2009. Biomimetics: the science of imitating nature. *Tribology and Lubrication Technology*, 65 (2): 40-47.
- [12] Han, Li-Qun. 2003. Modeling and digitizing of sense mechanism Chinese. *Journal Medicine Imaging Technology*, 19: 63-66.
- [13] Srivastava, A.K. 2003. Detection of volatile organic compounds (VOCs) using SnO<sub>2</sub> gas-sensor array and artificial neural network. *Sens Actuators B*, 96: 24-37.
- [14] Gardner JW, Bartlett PN. 1992. Pattern recognition in odour sensing. In: Gardner JW, Bartlett PN, editors. *Sensors and sensory systems for an electronic nose*. Netherlands: Kluwer Academic, NATO ASI Series. 161-180.
- [15] Goepel, W., & Schierbaun, D. 1995. SnO<sub>2</sub> sensors: current status and future prospects. *Sensors and Actuators B*, 26: 1-12.
- [16] Kilinc, B., and Cakli, S. 2004. Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen fillets of sardine (*Sardinapilchardus*) during marination. *Food Chem*, 88: 275-280.
- [17] Hammond, J., Marquis, B., Michaels, R., Oickle, B., Segee, B., Vetelino, J., Bushway, A., Camire, M.E., and Dentici, K.D. 2002. A semiconducting metal-oxide array for monitoring fish freshness. *Sensors Actuators B*, 84: 113-122.
- [18] Haugen J.E., Chanie, E., Westad, F. et al.

## ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش قابلیت دستگاه بینی الکترونیکی بر اساس آرایه‌ای از سنسورهای نیمه رسانای گاز در تشخیص بوی نامطلوب از گوشت چرخ شده شتر طی نگهداری برودتی و در پنج شرایط بسته بندی نشان داده شد. طبق نتایج آنالیز گاز فضای فوقانی و شمارش کلی، وضعیت تازگی نمونه‌ها مشخص گردید. روش نمونه‌برداری دینامیک فضای فوقانی به همراه آرایه‌ای از سنسورهای اکسید فلز تجاری بکار گرفته گردید. آرایه سنسور با استخراج پارامتر و روش تشخیص الگو آموزش داده شد تا نمونه‌های گوشت را بر حسب تعداد روزهای نگهداری برودتی و شرایط بسته‌بندی طبقه‌بندی کند. به طور ویژه، نتایج PCA نشان داد که نمونه‌ها به دو گروه تازه و فاسد طبقه‌بندی شدند. دستگاه بینی الکترونیکی و مدل هوشمند ایجاد شده می‌تواند به طور موثر در طبقه‌بندی آنالیز تازگی و کنترل فرایند فساد گوشت بکار رود.

## ۵- سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد برای تامین هزینه‌های این طرح در قالب اعتبار پژوهشی شماره ۳۳۵۱۷ تشکر می‌گردد.

## ۶- منابع

- [1] Premalatha M., Abbasi T., Abbasi T., and Abbasi S.A. 2011. Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15: 4357-4360.
- [2] El-Agamy E.-S.I. 2006. *Camel Milk*. In: *Handbook of milk of non-bovine mammals*. Y.W. Park, and G.F.W. Haenlein, (Eds.), John Wiley, 297-299.
- [3] Morton R.H. 1984. Camels for Meat and Milk Production in Sub-Sahara Africa. *Journal of Dairy Science*, 67: 1548-1553.
- [4] Kadim, I. T., Mahgoub, O., Al-Marzooqi, W., Al-Zadgali, S., Annamali, K., and Mansour, M. H. 2006. Effects of age on composition and quality of muscle Longissimus thoracis of the Omani Arabian camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*, 73:619-625.
- [5] Abouheif, M. A., Basmaeil, S. M., & Bakkar, M. N. 1986. Estimation of body and

- [29] Hotchkiss, J.H. 1988. Experimental approaches to determining the safety of food packaged in modified atmospheres. *Food Technology* 42: 60-64.
- [30] Berruga, M.I., Vergara, H., and Gallego, L. 2005. Influence of packaging conditions on microbial and lipid oxidation in lamb meat, *Small Ruminant Research*, 57:257-264.
- [31] Al-Bachir, M. and Zeinou, R. 2009. Effect of gamma irradiation on microbial load and quality characteristics of minced camel meat. *Meat science*, 82(1): 119-124.
- [32] Jouki, M., and Khazaei, N. 2011. Effects of storage time on some characteristics of packed camel meat in low temperature. *Int J Anim Vet Adv*, 3(6): 460-464.
- [33] Insausti, K., Beriain, M.J., Purroy, A., Alberti, P., Gorraiz, C., and Alzueta, M.J. 2001. Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Science*, 57: 273-281.
- [34] Morales-delaNuez, A., Moreno-Indias, I., Falcón, A., Argüello, A., Sánchez-Macias, D., Capote, and Castro, N. 2009. Effects of Various Packaging Systems on the Quality Characteristic of Goat Meat, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22 (3): 428 - 432.
- [35] Fernández-Lo´pez, J., Sayas-Barbera´, E., Muñoz, T., and Sendra, E. 2008. Effect of packaging conditions on shelf-life of ostrich steaks. *Meat Science*, 78: 143-152.
- [36] Fraqueza, M.J., Ferreira, M.C., Barreto A.S. 2008. Spoilage of light (PSE-like) and dark turkey meat under aerobic or modified atmosphere package: Microbial indicators and their relationship with total volatile basic nitrogen. *British Poultry Science*, 49: 12-20.
- [37] Ercolini, D., Russo, F., Torrieri, E., Masi, P., & Villani, F. 2006. Changes in the spoilage-related microbiota of beef during refrigerated storage under different packaging conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(7), 4663-4671.
- [38] Capita, R., Di´az-Rodríguez, N., Prieto, M., & Alonso-Calleja, C. 2006. Effects of temperature, oxygen exclusion, and storage on the microbial loads and pH of packed ostrich steaks. *Meat Science*, 73, 498-502.
- [39] Luño, M., Roncalés, P., Djenane, D., Beltrán, J.A. 2000. Beef shelf life in low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmospheres containing different low CO concentrations. *Meat Science*. 55 (4), 413-419.
2006. Rapid control of smoked Atlantic salmon (*Salmosalar*) quality by electronic nose: Correlation with classical evaluation methods. *Sensors and Actuators B*, 116: 72-77.
- [19] O’Connell, M., Valdora, G., Peltzer, G., and Negri, R.M. 2001. A practical approach for fish freshness determinations using a portable electronic nose. *Sensors Actuators B*, 80: 149-154.
- [20] Amari, A., El Barbri, N., Llobet, E., El Bari, N., Correig, X., and Bouchikhi, B. 2006. Monitoring the freshness of Moroccan sardines with a neural-network based electronic nose. *Sensors*, 6: 1209-1223.
- [21] El Barbri, N., Amari, A., Vinaixa, M., Bouchikhi, B., Correig, X., and Llobet, E. 2007. Building of a metal oxide gas sensor-based electronic nose to assess the freshness of sardines under cold storage. *Sens Actuators*, 128: 235-244.
- [22] Sharifpour, A. 1394. Effect of Modified Atmosphere Packaging (MAP) and Vacuum on Protein, Lipid and Color Oxidation of Ground Camel Meat. Master of Science Thesis, Ferdowsi University of Mashhad.
- [23] Esmer, O. K., Irkin, R., Degirmencioglu, N., and Degirmencioglu, A. 2011. The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat, *Meat Science* 88: 221-226.
- [24] Leygonie, C., Britz, T. J., and Hoffman, L. C. 2011. Protein and lipid oxidative stability of fresh ostrich *M. Iiofibularis* packaged under different modified atmospheric packaging conditions, *Food Chemistry*. 127: 1659-1667.
- [25] Jeremiah, L.E. 2001. Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or longterm distribution. *Food Research International*, 34:749-772.
- [26] SØRHEIM, O., AUNE, T. and NESBAKKEN, T. 1997. Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified atmosphere packaging of meat – a review. *Trends Food Sci. Tech.* 8, 307-312.
- [27] Jouki, M., and Khazaei, N. 2012a. Appearance and Texture Changes of Camel Meat Treated by Modified Atmosphere Packaging during Storage at 4 °C. *J Anim Sci Adv*, 2:9 722-726.
- [28] Jouki, M., and Khazaei, N. 2012b. Lipid Oxidation and Color Changes of Fresh Camel Meat Stored Under Different Atmosphere Packaging Systems. *J Food Process Technol*, 3:11.

## Design, development and application of electronic nose instrument to rapidly detect spoilage of air, vacuum and modified atmosphere packaged camel minced meat

Varidi, M. J. <sup>1\*</sup>, Varidi, M. <sup>1</sup>, Vajdi, M. <sup>2</sup>, Sharifpour, A. <sup>2</sup>

1. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. M.Sc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 2016/11/09 Accepted: 2017/06/24)

Maintaining the fresh quality of camel meat and increasing acceptability by consumers then devising an effective way of validating this which are major concerns to food safety and defense experts was the goal of this project. Electronic nose system was used as a rapid technique to classify the freshness of camel minced meat samples during 20 cold storage days in different modified atmosphere packaging. Headspace gas analysis and Microbiological measurements were performed simultaneously as spoilages indices. Sample delivery was based on the dynamic headspace method. The volatile compounds in the headspace of meat samples were introduced into a sensor chamber and the response signals of seven tin dioxide based Taguchi gas sensors (TGS) were recorded as a function of time and packaging type. A dedicated real-time data acquisition system based on a microcontroller and laptop have been used. Five static and dynamic features selected from the conductance transient response of each sensor were input to the pattern recognition engine. By implementing unsupervised principle component analysis (PCA) technique on sensor array response, we found that meat samples could be grouped into fresh and aged categories based on cold storage days and type of packages. Samples of all packages on the first day, those of the fifth day at oxygen, dioxide carbon and nitrogen and Samples of days ten and fifteen only at dioxide carbon were fresh. These results were align with head space gas and total viable count analyses. In conclusion dioxide carbon could be considered as the best package.

**Keywords:** Modified Atmosphere Packaging, Electronic Nose, Pattern Recognition, Real Time Data Acquisition.

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: mjvaridi@um.ac.ir