بررسی و تحلیل توانایی سامانه بینی الکترونیکی در طبقه‌بندی و تشخیص کیفیت بیودیزل تولیدی

مریم سلیمی[۱]، لیلا ندرلو [*۲]، حسین جوادی‌کیا[۳]، مجید محدثی[۴]، میثم طباطبایی[۵]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه; maryam1993.razi@gmail.com
۲. استادیار مهندسی مکانیک بیوسیستم،دانشگاه رازی، کرمانشاه; lnaderloo@gmail.com
۳. دانشیار مهندسی مکانیک بیوسیستم،دانشگاه رازی، کرمانشاه; pjavadikia@gmail.com
۴. استادیار مهندسی شیمی دانشکده انرژی دانشگاه صنعتی; m.mohadesi@kut.ac.ir
۵. استادیار بیوتکنولوژی کشاورزی ایران ; meisam_tabatabaei@abrii.ac.ir

چکیده

انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین عوامل تولید ، دارای اثرات قابل‌توجهی است. با توجه به این‌که منابع سوخت های فسیلی رو به اتمام است، پژوهشگران به دنبال جایگزین کردن سوخت بیودیزل که یک سوخت زیستی قابل‌تجدید و دارای خواصی نزدیک به گازوئیل است، می‌باشند. برای بررسی کیفیت بیودیزل تولیدی نیاز به دستگاه GC می‌باشد. استفاده از دستگاه GC ، به دلیل هزینه بسیار بالای آن در همه‌جا امکان‌پذیر نیست لذا در این تحقیق تلاش می‌شود کیفیت بیودیزل تولیدی را با استفاده از بینی الکتریکی موردبحث و بررسی قرار دهیم. روغن انتخابی در این تحقیق روغن پسماند به همراه روغن گیاه رزماری به‌عنوان پایدارکننده می‌باشد. تحقیق حاضر به دنبال تولید بیودیزل از روغن پسماند خوراکی و روغن گیاه رزماری به‌وسیله واکنش ترانس‌استریفیکاسیون و بررسی و تحلیل توانایی سامانه بینی الکترونیکی در طبقه‌بندی و تشخیص کیفیت بیودیزل تولیدی است. پس از انجام آزمایش و داده‌برداری با سامانه بینی الکترونیکی، نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده توانایی ۸ حسگر به‌کاربرده شده در تفکیک مراحل سه‌گانه بودند. نتایج به‌خوبی حساسیت حسگرهای موجود در سامانه بینی الکترونیکی را نسبت به سوخت تولیدی بیودیزل نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: *بیودیزل، روغن پسماند، بینی الکترونیکی*

نویسنده مسئول: lnaderloo@gmsil.com

بررسی و تحلیل توانایی سامانه بینی الکترونیکی در طبقه‌بندی و تشخیص کیفیت بیودیزل تولیدی

مقدمه

انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید ازنظر اقتصادی و محیط زیستی دارای اثرات قابل‌توجهی است و به‌عنوان یکی از اصلی-ترین ارکان توسعه کشورها محسوب می‌شود. کاهش شدید منابع سوخت‌های فسیلی، صنعتی شدن بیش‌تر کشورها، وابستگی آن‌ها به انرژی و درنتیجه افزایش قیمت جهانی سوخت ازیک‌طرف موجب بحران انرژی شده و از طرف دیگر افزایش مصرف سوخت و عدم دقت در شیوه مصرف آن باعث ایجاد بحران زیست‌محیطی در سطح جهان شده است . این امر سبب شده که پژوهشگران برای رهایی از این دو بحران، همواره به دنبال منابع انرژی جایگزین باشند [۹] .

امروزه کلیه صنایع مختلف به سمت کاهش هزینه‌ها در عین بهبود کمیت و کیفیت محصولات خود هستند. با توجه به تقاضای فزاینده‌ی مصرف سوخت صنعت بیودیزل نیز به این سمت سوق پیداکرده است. تحقیقات بر روی تولید بیودیزل در سال‌های اخیر به سمت تولید بیودیزل از روغن‌های پسماند رفته است [۱۰].

از این قبیل منابع انرژی‌های جایگزین انرژی زمین‌گرمایی و تولید انرژی از ضایعات جامد صنعتی و بیودیزل است که در اینجا ما به بیودیزل که دارای خواصی نزدیک به دیزل است و می‌تواند در طی واکنش روغن با الکل تولید شود می‌پردازیم [۱۰].

با توجه به مزایای ذکرشده در مورد بیودیزل، هزینه‌ی پایین تولید آن حائز است لذا در این تحقیق نیز از روغن پسماند خوراکی برای تولید بیودیزل استفاده می‌کنیم، روغن پسماند خوراکی از غذاخوری دانشگاه رازی کرمانشاه با کمترین هزینه تهیه و خصوصیات مهم بیودیزل تولیدشده، اندازه‌گیری می‌شود[۲].

ترانس استریفیکاسیون از معمول روش‌هایی است که برای تولید بیودیزل (از روغن‌های گیاهی ، حیوانی و پسماند) و کاهش ویسکوزیته‌ی روغن استفاده می‌کند . متانول، اتانول، پروپانول و بوتاانول از الکل‌های مناسب زنجیر کوتاه ، برای انجام واکنش ترانس-استریفیکاسیون می‌باشند که قیمت متانول از همه مناسب‌تر بوده و به‌صورت تجاری مورداستفاده قرار می‌گیرد . بیودیزل یک منبع تجدید پذیر بوده که نقش مهم و مثبتی در تقویت امنیت انرژی ملی ، اثرات اجتماعی ، اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی دارد[۴و۷و۱۱و۱۲].

ماشین بویایی به‌عنوان ابزار تحلیلی برای طبقه‌بندی ارقام مختلف میوه‌ها، گیاهان دارویی و مواد غذایی به کار می‌روند که این طبقه‌بندی به کمک حسگرهای به‌کاررفته در آن انجام می‌شود. هم‌چنین از آن برای بررسی کیفیت مواد غذایی هم استفاده می‌شود[۱].

حاجی نژاد و همکاران به تشخیص تقلب در نمونه‌ی عسل کنار با استفاده از یک سامانه‌ی ماشین بویایی پرداختند. آن‌ها نمونه‌های مختلف عسل کنار را با درصدهای مختلف تقلب مورد آزمایش قراردادند. PCA، LDA وANN روش‌هایی بودند که برای طبقه‌بندی و تحلیل ویژگی‌های استخراجی از سیگنال‌های ماشین بویایی در این آزمایش استفاده شدند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد سامانه‌ی ماشین بویایی ارائه‌شده یک وسیله‌ی مناسب و مطمئن برای تشخیص تقلب در عسل است[۳].

در تحقیقی به بررسی عملکرد یک سیستم بینی الکتریکی در طبقه‌بندی اسانس گل محمدی به کمک شبکه‌ی عصبی پرداختند. که در این مطالعه نتایج نشان می‌دهد که بینی الکتریکی ابزاری آسان، دقیق و قابل اعتماد برای طبقه‌بندی کیفی اساس گل‌محمدی و ژنوتیپ‌های آن است[۵].

مواد و روش

این تحقیق در فصل بهار در سال ۱۳۹۸ در آزمایشگاه خواص فیزیکی دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی انجام شد.شرایط انجام آزمایش برای تمامی داده‌ها یکسان و ایزوله بود و تنها داده‌برداری توسط سامانه بویایی انجام گرفت.

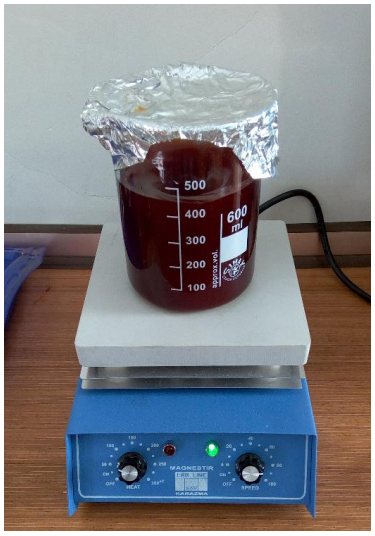
در ابتدا از روغن پسماند خوراکی و روغن گیاه رزماری با استفاده از واکنش ترانس استریفیکاسیون و متانول ، بیودیزل تولید می‌شود. روغن پسماند خوراکی از آشپزخانه‌ها جمع‌آوری‌شده و پس از فیلتر شدن ، ناخالصی‌های آن گرفته می‌شود و روغن گیاه رزماری به آن افزوده می‌شود . برای تولید بیودیزل پارامترهایی ازجمله مدت زمان همزنی(دقیقه)، مقدار متانول مصرفی ، سرعت همزنی(دور بر دقیقه)و دما(درجه) و مقدار روغن رزماری مصرف شده پس از تولید بیودیزل، متغیر و پارامترهایی از جمله نوع کاتالیزور و نوع الکل ثابت در نظر گرفته می‌شوند. الکل مورداستفاده در آزمایش حاضر متانول و کاتالیزگر KOH می‌باشد. جدول سطوح پارامترهای متغیر و طرح آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱. سطوح پارامترهای متغیر و طرح آزمایش

ردیف	متغیر مستقل	سطوح متغیرها			
		-۱	۰	۱
۱	نسبت مولی	۴	۶	۸
۲	مدت زمان همزنی(دقیقه)	۳۰	۶۰	۹۰
۳	سرعت همزنی (دور بر دقیقه)	۶۰	۸۰	۱۰۰
۴	دما (درجه)	۴۰	۶۰	۸۰

پرهیز از اشتباه و به حداقل رساندن خطا در اندازه‌گیری‌ها مبنای محاسبات جرم در نظر گرفته می‌شود و با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، مواد وزن خواهند شد.

پس از تولید بیودیزل ، ۲۹ نمونه بیودیزل تولیدشده از روغن پسماند خوراکی و روغن گیاه رزماری را در محفظه نمونه ماشین بویایی (بینی الکترونیکی) قرار می‌دهیم ، محفظه از بوی بیودیزل تولیدشده اشباع‌شده و داده‌برداری انجام می‌شود. نمونه‌ای از بیودیزل تولیدشده به روش ترانس استریفیکاسیون با همزن مغناطیسی در شکل ۱ آورده شده است.



شکل۱. نمونه‌ای از بیودیزل تولیدشده با همزن مغناطیسی

با توجه به بازه‌ی زمانی در نظر گرفته‌شده برای هر واکنش، واکنش‌ها تکمیل‌شده و دو فاز متیل استر و گلیسیرین به وجود می‌آید. این دو فاز به دلیل چگالی بیشتر گلیسیرین به‌راحتی قابل‌تفکیک از هم می‌باشند. برای تفکیک گلیسیرین و بیودیزل تولیدشده، هر دو را داخل دکانتور ریخته و پس از گذشت حدود یک ساعت، گلیسیرین در داخل دکانتور ته‌نشین می‌شود. شکل۲

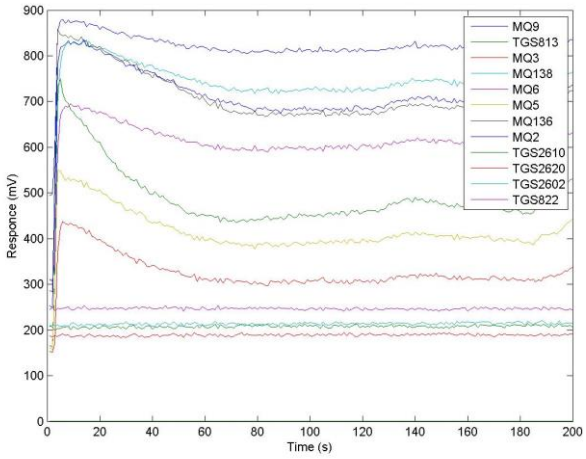
شکل۲. ته‌نشین شدن گلیسیرین از بیودیزل

نتیجه‌گیری

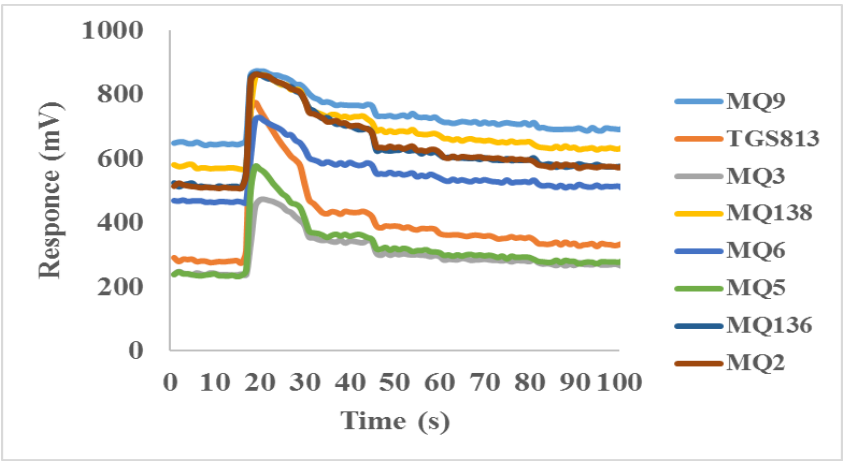
در این پژوهش پس از تهیه و تولید بیودیزل با استفاده از روش ترانس استریفیکاسیون، نمونه‌های سوختی مختلف را برای انتقال به ظرف مخصوص سامانه بینی الکترونیکی آماده کردیم.مدت زمان نگهداری نمونه‌ها در ظرف مخصوص سامانه برای عمل مکش و انتقال بوی سوخت به محفظه سنسورها ده دقیقه در نظر گرفته شد. آزمایش انجام‌شده برای نمونه‌های سوختی تولیدشده توسط سامانه بینی الکترونیکی شامل سه مرحله داده‌برداری یا تزریق هوای تمیز، تزریق بوی نمونه و پاک‌سازی محفظه حسگرها می‌باشد. پس از انجام آزمایش و داده‌برداری با سامانه بینی الکترونیکی، نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده توانایی ۸ حسگر به‌کاربرده شده در تفکیک مراحل سه‌گانه بودند.

پاسخ تعدادی از حسگرهای به‌کاربرده شده در سامانه بینی الکترونیکی در شکل ۳ آورده شده است. شکل ۳ نمودارهای مربوط به پاسخ ۸ حسگر اصلی از ۱۱ حسگر به‌کاربرده شده به یک نمونه سوخت تولیدی در مرحله تزریق بوی نمونه، در سامانه الکترونیکی را نشان می‌دهد. در شکل ۲ قسمت الف نمودارهای مربوط به پاسخ حسگرهای بینی الکترونیکی به‌وضوح از هم تفکیک نشده‌اند. ازآنجایی‌که نمودارهای مربوط به داده‌های نرمال نشده به‌راحتی قابل‌تفکیک از هم نیستند و خط مبنای

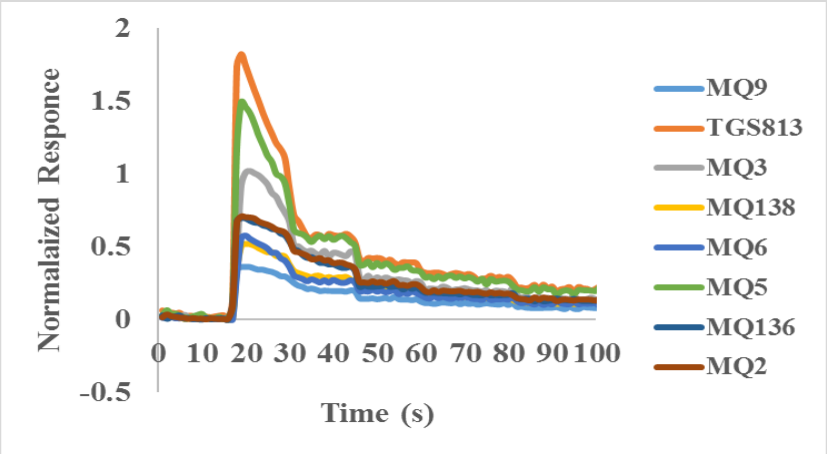
حسگرها برای نمونه‌های مختلف سوختی متفاوت می‌باشد. نمودارهای آورده شده پاسخ حسگرهای اصلی در مرحله تزریق بوی نمونه می‌باشند. داده‌های موجود به روش کسری، نرمال شد و نمودارهای آن در قسمت ب شکل ۳ آورده شد، و خط مبنای همه حسگرها برای نمونه‌های مختلف یکی شد. همان‌طور که در شکل پیداست حساسیت حسگرهای مختلف به ترکیب‌های مختلف یک نمونه سوخت تولیدشده با وضوح بیشتری قابل‌مشاهده است. به‌طورکلی نرمال کردن داده‌ها و مشتق‌گیری هردو جز روش‌های پیش‌پردازش داده‌ها محسوب می‌شود.



الف



ب



ج

شکل ۳ پاسخ برخی از حسگرهای بینی الکترونیکی نسبت به یک نمونه سوخت برای داده‌های نرمال نشده در دو نرم‌افزار الف)MATLAB ب) EXCELL ج) پاسخ برخی از حسگرهای بینی الکترونیکی نسبت به یک نمونه سوخت برای داده‌های نرمال شده

نتایج به‌خوبی حساسیت حسگرهای موجود در سامانه بینی الکترونیکی را نسبت به سوخت تولیدی بیودیزل نشان می‌دهد. طبق تحقیقات محمودی و همکاران (۱۳۹۸) حسگرهای موجود در سامانه الکترونیکی در مقابل سوخت بیودیزل دارای حساسیت بیشتری نسبت به سوخت گازوئیل می‌باشند. از طرفی حساسیت حسگرها نسبت به بیودیزل تولیدی از اتانول یا اتیل استرها بیشتر از بیودیزل تولیدی ازمتانول یا متیل استرها می‌باشد، ازاین‌رو چنین بیان کردند که ممکن است دقت کمتری برای تفکیک نمودارهای آن داشته باشند. نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات ما نیز با نتایج بالا همخوانی دارد[۶].

ایاری و همکاران (۱۳۹۷) نشان دادند که با توجه به توانایی فناوری بینی الکترونیک می‌توان از آن درزمینه کیفیت و سلامت و حتی تشخیص تقلب در مواد غذایی و به‌طورکلی تر در صنایع غذایی و کشاورزی استفاده کرد. که نتایج تحقیقات ایشان مصداق کاملی برای تحقیق انجام‌شده می‌باشد[۸].

منابع:

۱. ثنایی فر ، ع .، محتسبی ، س .، قاسمی ورنامخواستی ، م .، ۱۳۹۳ ، ارزیابی سامانه ماشین بویایی (بینی الکترونیکی) بر پایه‌ی حسگرهای نیمه‌هادی اکسید فلزی (MOS) در آشکارسازی تغییرات رد اثر نگه‌داری موز . فصلنامه علوم و فناوری‌های نوین غذایی ، سال اول ، شماره ۳ ، صفحه ۳۱-۳۰

۲. زنوزی ، ع .، قبادیان ، ب .، توکلی هشجین ، ت .، فیض اله نژاد ، م .، باقرپور ، ح .، ۱۳۸۷ ، تاثیر ترکیب سوخت های دیزل و بیودیزل حاصل از پسماند روغن‌های خوراکی در عملکرد موتورهای اشتعال تراکمی (CI) .نشریه علمی-پژوهشی سوخت و احتراق ، سال اول ، شماره اول

۳. حاجی نژاد ، م .، محتسبی ، س .، قاسمی ورنامخواستی ، م .، آغباشلو ، م .، ۱۳۹۶ ، تشخیص تقلب در نمونه عسل " کنار " با استفاده از یک سامانه ماشین بویایی . نشریه ماشین‌های کشاورزی ، جلد ۷ ، شماره ۲ ، صفحه ۴۴۰ .

۴. حسین زاده سامانی ، ب .، فیاضی ، ا .، قبادیان ، ب .، رستمی ، س .، ۱۳۹۵ ، بررسی و بهینه‌سازی تولید بیودیزل از روغن بنه به کمک امواج فراصوت توسط روش منحنی سطح پاسخ ، نشریه‌ی ماشین‌های کشاورزی ، جلد ۶ ، شماره ۲ ، صفحه ۴۴۰-۴۴۱.

۵. گرجی چاک سپاری ، ع .، نیکبخت ، ع. م .، سفید کن ، ف .، قاسمی ورنامخواستی ، م .، ۱۳۹۶ ، بررسی عملکرد یک سیستم بینی الکترونیکی در طبقه‌بندی کیفی اسانس گل محمدی (Rosa damascene Mill.) به کمک شبکه عصبی مصنوعی .دوماهنامه علمی – پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ، جلد ۳۳ ، شماره ۳ ، صفحه ۳۴۰ و ۳۴۳

۶. محمودی سیابیدی، ک. ۱۳۹۸. شناسایی و طبقه‌بندی مخلوط‌های بیودیزل – گازوئیل توسط هوش مصنوعی با استفاده از سامانه بینی الکترونیکی ،پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی کرمانشاه.

۷. یزدانی ، آ.، ادیبی ، م.، ۱۳۹۴، چالش‌های تولید و استفاده بیودیزل به‌عنوان جایگزینی برای سوخت های فسیلی . فصلنامه تخصصی علمی ترویجی ، شماره ۵۱ ، صفحه ۵-۶ و ۱۰.

8. Ayari, F., E. Mirzaee- Ghaleh, and H. Rabbani. K. Heidarbeigi. 2018. Using an E-nose machine for detection the adulteration of margarine in cow ghee 1-8
9. Ghobadian, B., Najafi, G., Rahimi, H., Yusaf, T.F. 2009. Future of renewable energies in Iran. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (3):689-695.
10. Maddikeri, G. L., Gogate, P. R., & Pandit, A. B. 2014. Intensified synthesis of biodiesel using hydrodynamic cavitation reactors based on the interesterification of waste cooking oil. Fuel, 137: 285-292.
11. Ramadhas A.S., Jayaraj S., Muraleedharan C.2005. Biodiesel production from high FFA rubber Seed oil, Fuel, Vol. 84, pp. 335–340.
12. Zhang P.D., Yang Y.L., Shi J., Zheng Y.H., Wang L.S., Li X.R., 2009. Opportunities and Challenges for renewable energy policy in China, Renew. Sustain. Energy Rev., Vol.13, pp. 439–449.

Analysis of the ability of the electronic nose system to classify and diagnose the quality of manufactured biodiesel

Maryam Salimi[1], Leila Naderloo[2*], Hossein Javadikia[3], Majid Mohadesi[4], Meisam Tabatabei[5]

1. M.Sc. Student of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran.
Maryam1993.razi@gmail.com
2. Assistant professor of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran.
lnaderloo@gmail.com
3. Associate professor of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran.
pjavadikia@gmail.com
4. Assistant professor of Chemical Engineering Faculty of Energy, University of Technology, Kermanshah, Iran.
m.mohadesi@kut.ac.ir
5. Assistant professor of Agricultural Biotechnology Research Institute, Iran.
meisam_tabatabaei@abrii.ac.ir

Abstract
Energy, as one of the most important and indispensable factors in production, has significant effects. As fossil fuel sources are running out, Researchers are looking to replace biodiesel, a renewable biofuel with properties close to diesel. Because of its high cost, it is not possible to use a GC device, so this study attempts to discuss the quality of biodiesel produced using an electric nose. The oil of choice in this study is residual oil along with rosemary vegetable oil as stabilizer. The present study seeks to produce biodiesel from edible residual oil and rosemary oil by transesterification reaction and analyzing the ability of the electronic nose system to classify and detect the quality of biodiesel produced.

Key words: Biodiesel, Edible waste oil, E-Nose

*Corresponding author
E-mail: lnaderloo@gmail.com