طبقه‌بندی ریحان بر اساس سطح کود اوره با استفاده از تحلیل LDA و ماشین بویایی

فرانه خدامرادی[۱]، اسماعیل میرزایی قلعه[*۲]، محمد جعفر دالوند[۳]، روح الله شریفی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران(F.khodamoradi2017@gmail.com)
۲- استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (e.mirzaee@razi.ac.ir)
۳- دانش آموخته مقطع دکتری در رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم(Dalvand@ut.ac.ir)
۴- استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران(r.sharifi@razi.ac.ir)

چکیده

ریحان گیاهی است معطر که دارای خواص دارویی بسیار زیادی می‌باشد. در پرورش این گیاه از کود اوره استفاده می‌شود که تأثیر بسیار زیادی بر عملکرد دارد. با افزایش درصد کود اوره استفاده‌شده در زمین، رایحه ریحان تغییر خواهد کرد. در این تحقیق از یک سامانه ماشین بویایی برای تشخیص و طبقه‌بندی ۳ برداشت در ۴سطح کود اوره مصرفی در کشت ریحان استفاده شد. اوره در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) مورد آزمایش قرار گرفت. تحلیل تفکیک خطی (LDA) به‌منظور طبقه‌بندی و تحلیل ویژگی‌های استخراج از سیگنال‌های بینی‌الکترونیک استفاده شد. بر اساس نتایج دقت طبق بندی برای چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۹۵/۵۶، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۹۵/۵۶ درصد بود.

کلمات کلیدی: *ریحان، کود اوره، طبقه‌بندی، بینی‌الکترونیک*

[*]نویسنده مسئول: e.mirzaee@razi.ac.ir

طبقه‌بندی ریحان بر اساس سطح کود اوره با استفاده از تحلیل LDA و ماشین بویایی

مقدمه

ریحان (*Ocimum basilicum L.*) یکی از گیاهان مهم خانواده نعناعیان (*Lamiaceae*) است که به‌عنوان گیاهی دارویی، ادویه‌ای و همچنین سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱]. در طی انقلاب سبز محققان به این نتیجه رسیده‌اند که استفاده از کود اوره باعث افزایش عملکرد سبزیجات خواهد شد اما میزان استفاده شده کود اوره در هکتار باید با توجه به مقدار نیترات موجود در خاک باشد که اسانس گیاه نیز حفظ شود[۲]. این مسئله باعث افزایش تمایل استفاده از کود اوره در بین کشاورزان شده است[۳]. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان، ایمنی غذا از واژه‌های مهم و کاربردی است که امروزه در اسناد توسعه‌ای به آن پرداخته شده است[۴]. تشخیص سالم بودن محصولات کشاورزی با استفاده از روش‌های قدیمی و دستگاه‌های موجود بسیار سخت و هزینه‌بر می‌باشد[۵].

بینی الکترونیکی[1] ابزاری متشکل از حسگرهای شیمیایی است که در ترکیب با روش‌های تشخیص الگو برای تشخیص بوهای ساده و پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرند. سامانه بویایی الکترونیک با حسگرهای هوشمندی که دارد به نوعی کار سامانه بویایی انسان را شبیه سازی می‌کند و بدین ترتیب گازهای فراری که از مواد متصاعد می‌شوند را به اصطلاح بو می‌کند [۶]. ژانگ و همکاران ۲۰۱۱، در پژوهشی از سیستم ماشین بویایی به‌بررسی آسیب‌های مختلفی که در شرایط گلخانه‌ای به نشاء گوجه فرنگی در هنگام کشت وارد شده بود پرداختند. بر اساس نتایج تشخیص گونه سالم از بیمار با دقت ۹۴ در صد انجام شد[۷].آکسو و همکاران ۲۰۱۴، از روش ماشین بویایی برای تشخیص بیماری قارچی لکه قهوه‌ای برنج استفاده کردند [۸]. همچنین در سال۲۰۱۷، عملکرد بسیار مناسبی برای تشخیص ساقه‌ی برنج آلوده به آفات را با استفاده از ماشین بویایی به‌دست آوردند[۹]. در راستای تشخیص بیماری و آفات گندم، ایفلر و همکاران، در پژوهشی با استفاده از ماشین بویایی توانستند چهار گونه از گندم که به آفات و بیماری آلوده بودند را از گونه سالم با دقت ۸۰ درصد تشخیص دهند[۱۰]. باتاچاریا و همکاران، از این فناوری برای ارزیابی کیفیت چای و تشخیص تقلبی بودن استفاده کردند[۱۱]. نتایج حاصل از تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که سامانه ماشین بویایی توانایی این را دارد که به میزان کود اوره استفاده شده در کشت ریحان واکنش نشان دهد. لذا هدف از این تحقیق طبقه‌بندی گیاه ریحان بر اساس ۴ سطح کود اوره مصرفی و سه برداشت با استفاده از سامانه ماشین بویایی و روش LDA می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آماده کردن نمونه‌ها

کشت ریحان به‌صورت بذر است. ابتدا بستر مناسب کشت سبزیجات در گلخانه پژوهشی پردیس کشاورزی دانشگاه رازی به‌صورت ترکیب ۲:۱:۱ (به‌این‌ترتیب خاک، کود و ماسه [۱۲])آماده شد. بستر آماده‌شده به ۴ قسمت مساوی تقسیم شد به مقدارهای صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار کود اوره به خاک اضافه شد. ۴۰ تا ۵۰ روز بعد از کشت، برداشت اول انجام شد. همچنین برداشت‌های دوم و سوم در به فاصله زمانی یک ماه انجام گرفت. جهت انجام آزمایش از هر نمونه ۱۵ تکرار به وزن ۲۰ گرم در داخل محفظه آزمایش ریخته شد.

1- Electronic noise

شکل۱. تصویر کرت آزمایش، کود اوره و گیاه ریحان

سامانه بینی‌الکترونیک

اساس سامانه بینی الکترونیک بر پایه‌ی حسگرهای گازی است. این سامانه شامل قسمت‌های: سامانه تحصیل داده، حسگرها، محفظه حسگرها ، محفظه نمونه‌گیری، منبع تغذیه، اتصالات و لوازم جانبی، شیرهای برقی، پمپ هوا و فیلتر هوا است. در این سامانه بینی‌الکترونیکی از حسگرهای MOS[۲] یا حسگرهای نیمه‌هادی استفاده شده است. دلیل استفاده از این نوع حسگرها پایداری شیمیایی بالا، حساسیت بالا، ساخت آسان، و قابل‌استفاده بودن برای وسعت گسترده‌ای از محصولات کشاورزی است[۴]. آرایه حسگرهای استفاده شده در این سامانه بینی الکترونیکی شامل MQ3، MQ9، MQ135، MQ136، TGS813، TGS822، TGS2602 و TGS2620 است.

فرآیند داده‌برداری

نمونه‌های ریحان به وزن تقریبی ۲۰ گرم (ساقه و برگ) در داخل ظروف پلاستیکی در بسته قرار داده شدند. قبل از فرآیند داده برداری به منظور اشباع شدن فضای هد از رایحه نمونه، درب ظرف‌ها بسته به مدت ۳۰ دقیقه نمونه در ظرف محبوس شد. مراحل کاری بینی‌الکترونیک شامل تصحیح خط مبنا، تزریق بوی نمونه و پاک سازی حسگرها است. در مرحله تصحیح خط مبنا به منظور ایجاد یک سیگنال پایدار در حسگرها، محفظه حسگرها به مدت ۲۰۰ ثانیه در معرض هوای تمیز قرار داده شد در ادامه ۱۵۰ثانیه زمان برای اکنش حسگرها نسبت به رایحه نمونه در نظر گرفته شد که با رسیدن رایحه به حسگرها هر حسگر متناسب با میزان حساسیت واکنش نشان می‌دهد. مرحله نهایی که به مرحله پاک‌سازی معروف است، زمان ۲۵۰ ثانیه‌ای در نظر گرفته شد. پاسخ ولتاژی حسگرها در مدت ۶۰۰ ثانیه توسط سامانه تحصیل داده جمع‌آوری شد.

پردازش داده‌ها

اولین مرحله در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها پیش‌پردازش سیگنال هر حسگر است. اولین مرحله پیش‌پردازش، تصحیح پاسخ حسگرها با توجه به خط مبنا آن است که به منظور جبران انحراف و افزایش قدرت تشخیص حسگرها به‌کار می‌رود[۱۳]. در

2- Metal Oxide Semiconductor (MOS)

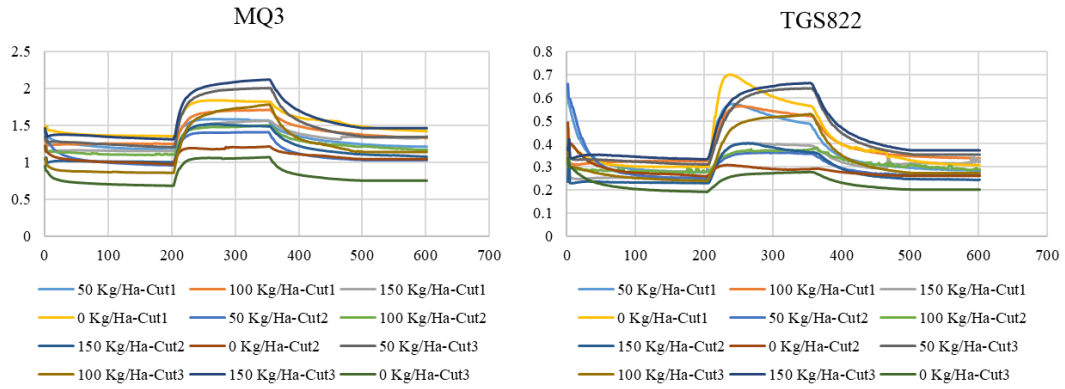
این پژوهش از روش کسری برای نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شده است (رابطه ۱). در این روش، خط مبنا ($x_s(0)$) از پاسخ حسگر ($x_s(t)$) کم می‌شود و سپس نتیجه بر پاسخ حسگر تقسیم خواهد شد[۱۴]:

$$y_s(t) = \frac{x_s(t) - x_s(0)}{x_s(0)} \quad (۱)$$

بعد از نرمال‌سازی، داده‌ها به روش تحلیل تفکیک خطی LDA[3] توسط نرم‌افزار Unscrambler X 10.4 مورد تحلیل قرار گرفت. تحلیل تفکیک خطی (LDA) یک روش آماری برای تشخیص الگو و یادگیری ماشین جهت پیدا کردن ترکیب خطی از ویژگی‌های موردنظر که به دو یا چند طبقه جدا شده‌اند، می‌باشند[۱۵].

نتایج و بحث

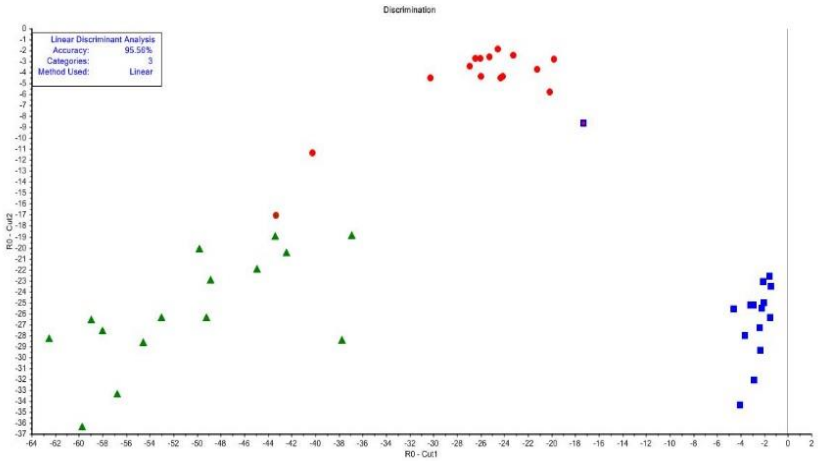
در شکل۲ فرآیند پاسخ حسگرها برای TGS822 و MQ3 را در سه مرحله نشان می‌دهد.



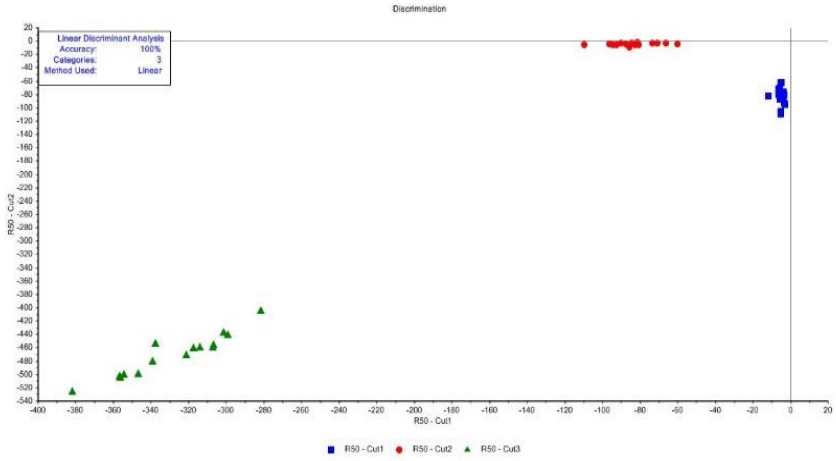
شکل۲. پاسخ حسگرهای TGS822 و MQ3 به رایحه

تحلیل تفکیک خطی درجه یک LDA از روش‌های متداول آماری است که برای کاهش ابعاد بوده و بطور گسترده در پژوهش‌های مختلف به‌کار برده شده است. در این روش داده‌ها به کلاس‌هایی تفکیک می‌شوند که توزیع نرمال و پراکندگی یکسانی وجود دارد. در LDA نتیجه مطلوب در دستیابی به حداکثر تفکیک بین گروه‌های مختلف با به حداقل رساندن واریانس درون کلاس و به حداکثر رساندن واریانس بین طبقه‌های مختلف به‌طور هم‌زمان به دست می‌آید[۱۶]. نمودار تحلیل LDA برای سطح های مختلف کود اوره استفاده شده در کشت ریحان برای سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به ترتیب در شکلهای ۳، ۴، ۵ و ۶ آورده شده است.

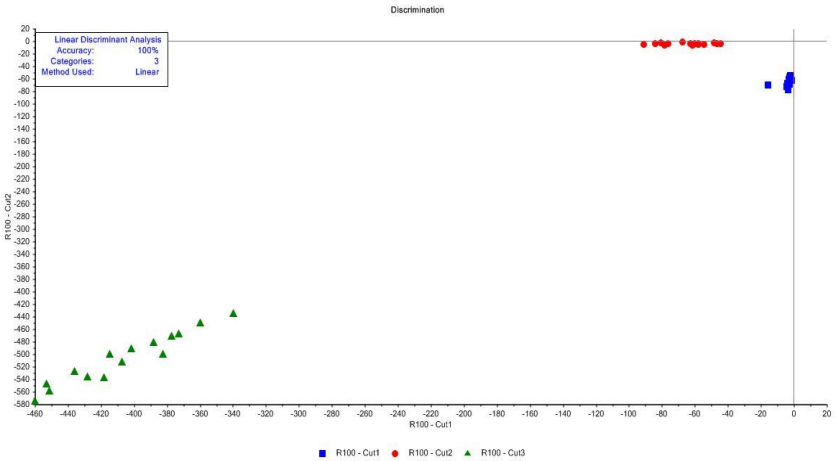
3 - Linear Discriminant Analysis



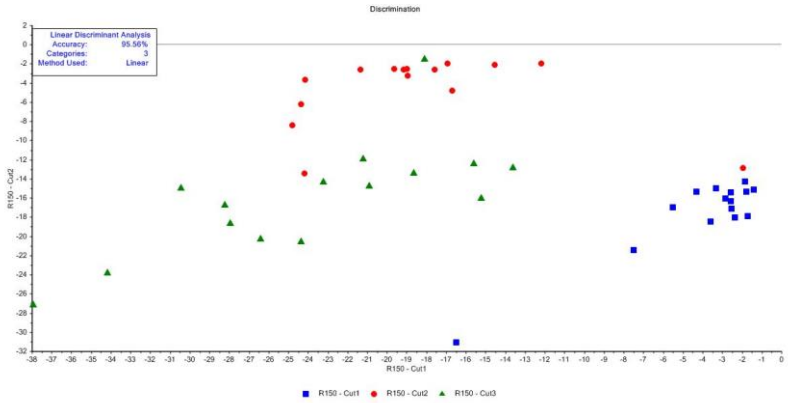
شکل۳. طبقه‌بندی در سه برداشت ریحان (صفر کیلو گرم اوره در هکتار)



شکل۴. طبقه‌بندی در سه برداشت ریحان (۵۰ کیلو گرم اوره در هکتار)



شکل۵. طبقه‌بندی در سه برداشت ریحان (۱۰۰کیلو گرم اوره در هکتار)



شکل۶. طبقه‌بندی در سه برداشت ریحان (۱۵۰ کیلو گرم اوره در هکتار)

ماتریس اغتشاش تحلیل LDA طبق بندی گیاه ریحان بر اساس ۴ سطح کود اوره مورد استفاده در بردات های مختلف در جدول ۱ آورده شده است. بر اساس نتایج دقت طبق بندی برای چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۹۵/۵۶، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۹۵/۵۶ درصد بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این پژوهش یک سامانه بینی‌الکترونیک بر پایه حسگرهای نیمه‌هادی اکسید فلزی به‌منظور طبقه‌بندی محصول ریحان بر اساس میزان کود اوره مصرفی مورد استفاده قرار گرفت. نمودار تحلیل تفکیک خطی LDA برای ۴ سطح کود اوره استفاده شده رسم گردید. بر اساس نتایج، طبقه‌بندی سطح صفر کیلوگرم اوره در هکتار با دقت ۹۵/۵۶ درصد، سطح ۵۰کیلوگرم اوره در هکتار با دقت ۱۰۰درصد، سطح ۱۰۰کیلو گرم اوره در هکتار با دقت ۱۰۰ درصد و سطح ۱۵۰ کیلوگرم اوره استفاده شده با دقت۹۵/۵۶ درصد تفکیک و طبقه‌بندی صورت گرفت. نتایج بدست آمده از تحقیق نشان داد که از این سامانه میتوان در زمینه سالم بودن گیاه دارویی ریحان استفاده کرد.

جدول۱. ماتریس اغتشاش سطوح مختلف کود اوره برای گیاه ریحان

	LDA		
	Harvest1	Harvest2	Harvest3
R0 - Harvest1	14	0	0
R0 - Harvest2	1	14	0
R0 - Harvest3	0	1	15
R50 - Harvest1	15	0	0
R50 - Harvest2	0	15	0
R50 - Harvest3	0	0	15
R100 - Harvest1	15	0	0
R100 - Harvest2	0	15	0
R100 - Harvest3	0	0	15
R150 - Harvest1	15	1	0
R150 - Harvest2	0	14	1
R150 - Harvest3	0	0	14

منابع

1. Falowo, A. B., Mukumbo, F. E., Idamokoro, E. M., Afolayan, A. J., Muchenje, V. 2019. Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity of Sweet Basil (Ocimum basilicum L.) Essential Oil on Ground Beef from Boran and Nguni Cattle. International Journal of Food Science. Volume 2019, Article ID 2628747, 8 pages.
2. Al-mansour, B., Kalaivanan, D., A Suryanarayana, M., Umesha, K., K Nair, A .2018. Influence of organic and inorganic fertilizers on yield and quality of sweet basil (Ocimumbasilicum L.). Journal of Spices and Aromatic Crops Vol. 27 (1): 38-44.

۳. عامریان، م.، علی محمدیان، ل.، ملک حسینی، ا. ۱۳۹۴. ارزیابی دلایل بی‌توجهی و غفلت کشاورزان از عوارض سوء مصرف کودهای شیمیایی (به‌ویژه کود ازته) به‌روش بحث متمرکز گروهی. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره نوزدهم. شماره ۴. زمستان ۹۶ .

4. Ayari, F., Mirzaee- Ghaleh, E., Rabbani, H., Heidarbeigi, K. 2018. Using an E-nose machine for detection the adulteration of margarine in cow ghee. Journal of Food Process Engineering. NO. 1-8.
5. Zohora, S. E., Khan, A. M., Srivastava, A. K., Hundewale, N. 2013. Electronic noses application to food analysis using metal oxide sensors: a review. International Journal of Sof Computing and Engineering,vol, (3): 199
6. Nath, N. S., Bhattacharya, I., Tuck, A. G., Schlipalius, D. I., Ebert, P. R. 2011. Mechanisms of Phosphine Toxicity. Journal of Toxicology. 2011; 2011: 1-9.
7. Zhang, F., Iliescu, D. D., Hines, E. L., Leeson, M. S. 2011. Tomato plant health monitoring: An electronic nose approach. In Intelligent Systems for Machine Olfaction: Tools and Methodologies (pp. 231-248). IGI Global.

8. Xu, S., Zhou, Z., Lu, H., Luo, X., Lan, Y., Zhang, Y.,Li, Y .2014. Estimation of the age and amount of brown rice plant hoppers based on bionic electronic nose use. Sensors 2014, (14): 18114- 18130.
9. Cheng, S. M., Wang, J., Wang, Y. W., Wei, Z. B. 2017. Discrimination of Different Types Damage of Tomato Seedling by Electronic Nose. In ITM Web of Conferences (Vol. 11, p. 01019). EDP Sciences.
10. Eifler, J., Martinelli, E., Santonico, M., Capuano, R, Schild, D., et al. 2011. Differential Detection of Potentially Hazardous Fusarium Species in Wheat Grains by an Electronic Nose. PLoS ONE 6(6): e21026.
11. Bhattacharyya N., Bandyopadhyay R., Bhuyan M., Tudu B., Ghosh D. & Jana A. 2008. Electronic Nose for Black Tea Classification and Correlation of Measurements with "Tea Taster" Marks. IEEE Transaction on instrumentation and measurement, 57(7), 1313-1321.
۱۲. خوشخوی، م.، روحانی، ا.، شیبانی، ب.، تفضلی، ع. ۱۳۸۳. اصول نوین باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز، شابک ۹-۱۸۵-۴۶۲-۶۹۴ .
13. Ghasemi-Varnamkhasti, M., Mohtasebi, S. S., M.Siadat, J., Lozano, H., Ahmadi, S. H., Razavi., A. Dicko. 2011. Aging fingerprimt characterization of beer using electronic nose. Sensors and Actuators B: Chemical 159: 51- 59.
14. Arshak, K., Moore, E., Lyons, G. M., Harris, J., Clifford, S. 2004. A review of gas sensors employed in electronic nose applications. Sensor Review. 24 (2): 181–198.
15. Mclachlan, G. 2004. Discriminant Analysis and statistical pattern recognition. Wiley Intersciennce. 2004: 552 page.
16. Rutolo, M.F., Iliescu, D., Clarkson, G.P. & Covington, J.A. 2016. Early identification of potato storage disease using an array of metaloxide based gas sensors. Postharvest Biology and Technology, 116, 50-58.

Classification of Basil based on consumed urea fertilizer using LDA and e-nose system

Faraneh Khodamoradi [1], Esmaeil Mirzaee- Ghaleh*[2], Mohammad Jafar Dalvand [3], Rouhallah Sharifi[4]

1- Ms. C Student, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran (F.khodamoradi2017@gmial.com)
2- *Assistant Professor, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah, Iran (e.mirzaee@razi.ac.ir)
3- Ph.D of Mechanical Engineering of Biosystems (Dalvand@ut.ac.ir)
4- Assistant Professor, Plant Protection Department, Razi University, Kermanshah, Iran (r.sharifi@razi.ac.ir)

Abstract

One of the plants of the mint family is basil. Aromatic herb with many medicinal properties. Urea fertilizer is used in cultivation of this plant which has a great impact on its yield. However, with increasing the percentage of urea fertilizer in the field, basil aroma is associated with changes. In this study, for classification of 3 harvests in 4 different consumed urea fertilizer, an e- nose system was used. Urea was tested at four levels (0, 50, 100 and 150 kg / ha). Linear discriminant analysis (LDA) was used to classify and analyze the extraction properties of binary electronic signals. Based on the results, correction classification rate for 0, 50, 100 and 150 kg/ha of urea were 95.56, 100, 100 and 95.56%, respectively.

Key words: Basil, Urea Fertilizer, Classification, E- Nose system

*Corresponding author
E-mail: e.mirzaee@razi.ac.ir