

## Prediction of performance and emissions of diesel engine fueled with various biodiesel using by neural networks

Elnaz Alizadeh Haghighi<sup>1\*</sup>, Samad Jafarmadar<sup>2</sup>, Omid Karimi Sadaghiyani<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> PhD Candidate, Department of Mechanical Engineering, Urmia University

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Urmia University

<sup>3</sup> PhD Candidate, Department of Mechanical Engineering, Urmia University of Technology

Elnaz\_ah.me20@yahoo.com

s.jafarmadar@urmia.ac.ir

St\_o.sadaghiyani@urmia.ac.ir

### Abstract

The purpose of this paper is to develop two artificial neural network(ANN) models, back propagation and generalized regression neural networks, for estimating exhaust emissions and engine performance of a diesel engine operated with various blends of three different biodiesels with diesel fuel under a variety of operation conditions. Experimental data, which obtained from a semi-heavy duty, turbocharged, four cylinder, direct injection diesel engine, has been used for designing both generalized regression (GRNN) and back propagation (BPNN) neural networks. Predictive abilities of these two neural networks are compared. The predicted results show that the coefficient of determination ( $R^2$ ) values of developed BPNN model are 0.9456, 0.9961, 0.9960, 0.9912, 0.9838, 0.8952 and 0.9901 for, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM, power, and exhaust temperature respectively. However, these values for developed GRNN model are equal to 0.9812, 0.9935, 0.9861, 0.9878, 0.9879, 0.9096 and 0.9880, respectively. Also, the relative root mean square error (R-rmse) values for the BPNN and GRNN are 0.0435 and 0.0496, respectively. The comparison of predicted results indicate that while generalized regression neural networks are better than the traditional back propagation neural networks in terms of speed and simplicity, back propagation neural network can predict more accurately than generalized regression network at a well-trained condition. Thus, BPNN is a robust virtual sensing tool for prediction and modeling of performance and emissions of diesel engine fueled with diverse biodiesels and their diesel blends.

**Keywords:** biodiesel, generalized regression function, back propagation neural network, performance, emission

## پیش بینی عملکرد و آلاینده‌گی موتور دیزل با سوخت های مختلف بایو دیزل به کمک شبکه عصبی

الناز علیزاده حقیقی<sup>۱\*</sup>، صمد جعفرمدار<sup>۲</sup>، امید کریمی صدقیانی<sup>۳</sup>

Elnaz\_ah.me20@yahoo.com

s.jafarmadar@urmia.ac.ir

St\_o.sadaghiyani@urmia.ac.ir

<sup>۱\*</sup> دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه ارومیه

<sup>۲</sup> عضو هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه ارومیه

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی ارومیه

### چکیده

هدف این مقاله ایجاد دو مدل شبکه ی عصبی مصنوعی پس انتشار خطا و رگرسیون تعمیم یافته برای تخمین آلاینده های خروجی و عملکرد موتور دیزل است که با استفاده از ترکیبات متنوع سه نوع بیودیزل مختلف تحت شرایط عملکرد متفاوت عمل میکند. داده های تجربی بدست آمده از موتور دیزل نیمه سنگین توربوشارژ چهار سیلندر تزریق مستقیم برای طراحی هر دو شبکه ی عصبی رگرسیون تعمیم یافته (GRNN) و پس انتشار خطا (BPNN) استفاده شده است، سپس توانایی پیشبینی این دو شبکه ی عصبی مقایسه شده است. نتایج پیش بینی نشان میدهد مقادیر ضریب تحسین ( $R^2$ ) برای مدل BPNN ایجاد شده به ترتیب برابر با ۰.۹۴۵۶، ۰.۹۹۶۱، ۰.۹۹۶۰، ۰.۹۹۱۲، ۰.۹۸۳۸، ۰.۸۹۵۲ و ۰.۹۹۰۱ برای CO<sub>2</sub>، CO، NO<sub>x</sub>، PM، O<sub>2</sub>، توان و دمای خروجی بدست آمده اند. این مقادیر برای مدل GRNN به ترتیب برابر با ۰.۹۸۷۸، ۰.۹۸۶۱، ۰.۹۹۳۵، ۰.۹۸۱۲، ۰.۹۸۱۲، ۰.۹۸۱۲ و ۰.۹۸۱۲، بدست آمده اند. همچنین مقادیر ریشه ی میانگین مربعات خطای نسبی (R-rmse) برای BPNN و GRNN به ترتیب برابر با ۰.۰۴۳۵ و ۰.۰۴۹۶ هستند. مقایسه ی نتایج پیشبینی شده نشانگر این ست که اگرچه شبکه عصبی رگرسیون تعمیم یافته از جهت سرعت و سادگی بهتر از شبکه های عصبی مرسوم پس انتشار خطا میباشد، شبکه های پس انتشار خطا در حالتی که خوب آموزش دیده باشند قادر به پیشبینی دقیق تر هستند. بنابراین BPNN یک ابزار قوی برای پیشبینی و مدلسازی عملکرد و آلاینده های موتور دیزل سوخت رسانی شده با بیودیزل متنوع و ترکیبات آن ها میباشد.

**کلیدواژه‌ها:** بایو دیزل، تابع رگرسیون تعمیم یافته، شبکه عصبی پس انتشار خطا، عملکرد صدوری (یا آلاینده)