

بسم الله الرحمن الرحيم



مدیریت تحصیلات تکمیلی  
دانشکده آب و خاک  
گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی علوم آب-منابع آب

## پیش‌بینی میزان رطوبت خاک با استفاده از خواص حرارتی خاک از طریق تکنیک یادگیری ماشین

اساتید راهنما:  
دکتر معصومه دلبری  
دکتر حلیمه پیری

نگارش:  
مطهره ملاشاهی

مهرماه ۱۴۰۲

## چکیده

آگاهی از وضعیت رطوبتی خاک برای برنامه‌ریزی مناسب آبیاری و بهره‌گیری بیشتر از منابع آبی و نیل به کشاورزی پایدار لازم است. روش‌های مرسوم اندازه‌گیری مقدار رطوبت خاک اغلب پرزحمت، زمان‌بر و هزینه‌بر است. تحقیقات نشان داده است که خواص حرارتی خاک تأثیر قابل‌توجهی بر محتوای رطوبت خاک دارند. هدف از تحقیق حاضر پیش‌بینی میزان رطوبت خاک از روی خواص حرارتی خاک با کمک روش‌های هوش مصنوعی است. برای این منظور، خواص حرارتی خاک در حدود ۸۰ نقطه در سطح مزرعه تحقیقاتی سد سیستان در عمق سطحی (۰ تا ۲۰ سانتی‌متر) در سال ۱۴۰۱ اندازه‌گیری شده است. همچنین از نقاط اندازه‌گیری، نمونه‌های خاک برای اندازه‌گیری رطوبت و سایر خصوصیات خاک (مانند اجزای بافت و چگالی ظاهری خاک) برداشت شد. خواص حرارتی (ظرفیت گرمایی، هدایت و پخشیدگی حرارتی) با استفاده از دستگاه KD2-Pro در محل و رطوبت، چگالی ظاهری و اجزای بافت خاک در آزمایشگاه به روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. پس از تحلیل آماری و پیش‌پردازش داده‌ها، مدل‌سازی رطوبت خاک با استفاده از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی (ANN)، سیستم استنتاج فازی-تطبیقی (ANFIS) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) از طریق نرم‌افزار متلب بر اساس داده‌های ورودی انجام شد. مقایسه نتایج سه روش ذکر شده با استفاده از دو معیار خطا (MSE) و ضریب همبستگی (R) انجام شد. نتایج نشان داد شبکه عصبی بهترین عملکرد را در پیش‌بینی میزان رطوبت خاک از میان روش‌های مورد بررسی دارد. بر اساس نتایج، مقدار MSE این روش برای داده‌های آزمون، ۱۳/۷ و مقدار ضریب همبستگی، ۰/۹۴ است.

**واژه‌های کلیدی:** رطوبت خاک، هدایت حرارتی، پخشیدگی حرارتی، رگرسیون، هوش مصنوعی

## **Abstract**

Knowledge of soil moisture status is necessary for proper planning of irrigation and more use of water resources and achieving sustainable agriculture. Conventional methods of measuring soil moisture are often laborious, time-consuming and expensive. Research has shown that soil thermal properties have a significant effect on soil moisture content. The purpose of this research is to predict soil moisture from soil thermal properties with the help of artificial intelligence methods. For this purpose, the thermal properties of the soil were measured at about 80 points on the surface of the Sistan dam research farm at the surface depth (0 to 20 cm) in 1401. Also, soil samples were taken from the measuring points to measure moisture and other soil properties (such as texture components of soil and apparent density of soil). Thermal properties (heat capacity, conductivity and diffusivity) were measured using the KD2-Pro device in situation and humidity, bulk density and soil texture components were measured in the laboratory by standard methods. After statistical analysis and pre-processing of data, soil moisture modeling using artificial neural network (ANN), fuzzy-enhanced inference system (ENFIS) and support vector machine (SVM) methods was done through MATLAB software based on the input data. The comparison of the results of the three mentioned methods was done using two measures of error (MSA) and correlation coefficient (R). The results showed that the neural network has the best performance in predicting soil moisture among the investigated methods. Based on the results, the MSA value of this method for the test data is 13.7 and the correlation coefficient value is 0.94.

**Keywords:** Soil moisture, thermal conductivity, thermal diffusion, regression, artificial intelligence



zabol university

graduate school management

faculty of water and soil

water engineering department

thesis for obtaining senior ba in water resources engineering field

predicting soil moisture content using soil thermal properties through machine learning  
technique

Supervisors:

Dr Masoumeh delbari

Dr Halimeh piri

Version:

Motahareh mollashahi

Oct.2023