

A simple approach to predicting unsaturated hydraulic conductivity based on empirically scaled microscopic characteristic length

Seyed Hamid Ahmadi¹, Ali Reza Sepaskhah² and Hamid Reza Fooladmand³

¹Department of Irrigation, Faculty of Agriculture, Fasa University, Fasa, Iran
seyedhamid.ahmadi@gmail.com

²Department of Irrigation, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

³Department of Irrigation, College of Agriculture, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Received 11 March 2012; accepted 18 December 2013

Editor D. Koutsoyiannis; Associate editor A. Carsteanu

Abstract A simple and empirical scaling approach is proposed for predicting the unsaturated hydraulic conductivity (K_{us}) based on the microscopic characteristic length (λ). The approach was tested on 19 different soils. The results showed that the proposed approach was useful for a wide range of soil water content, except at relatively high soil moisture. The predicted $\lambda(\theta)$ values were overestimated by 2%, which led to 5% overestimation in prediction of $K_{us}(\theta)$ at soil matric potentials of less than -0.1 MPa. However, the predictions of $K_{us}(\theta)$ were not satisfactory at soil matric potentials of greater than -0.1 MPa. The results also revealed that the proposed approach was accurate for predicting $K_{us}(\theta)$ in the dry range of soil water content. Future models should be developed based on the empirical and physical scaling approaches to improve prediction of soil hydraulic properties at high water contents. This means that new scaling factors need to incorporate more information about the pore geometry.

Key words microscopic characteristic length; scaling; soil water content; unsaturated hydraulic conductivity

Une approche simple de la prévision de la conductivité hydraulique non saturée à partir de la longueur caractéristique microscopique empiriquement mise à l'échelle

Résumé Nous proposons une approche de mise à l'échelle simple et empirique pour prévoir la conductivité hydraulique non saturée (K_{us}) à partir de la longueur caractéristique microscopique (λ). L'approche a été testée sur 19 sols différents. Les résultats ont montré que l'approche proposée était utile pour une large gamme de teneurs en eau du sol, sauf pour les humidités du sol relativement fortes. Les valeurs de $\lambda(\theta)$ prévues étaient surestimées de 2%, ce qui conduit à une surestimation de 5% pour la prévision de $K_{us}(\theta)$ pour des potentiels matriciels du sol de moins de $-0,1$ MPa. Toutefois, les prévisions de $K_{us}(\theta)$ n'ont pas été satisfaisantes pour des potentiels matriciels du sol supérieurs à $-0,1$ MPa. Les résultats ont également révélé que l'approche proposée est précise pour prévoir $K_{us}(\theta)$ dans la gamme des teneurs en eau des sols secs. Cependant, des futurs modèles devraient être élaborés en se basant sur des approches de mise à l'échelle empiriques et physiques afin d'améliorer la prévision des propriétés hydrauliques du sol pour de fortes teneurs en eau. Cela signifie que de nouveaux facteurs d'échelle devraient inclure plus d'informations sur la géométrie des pores.

Mots clés longueur caractéristique microscopique ; mise à l'échelle ; teneur en eau du sol ; conductivité hydraulique non saturée

1 INTRODUCTION

In soil hydrology, the saturated hydraulic conductivity (K_s) and unsaturated hydraulic conductivity (K_{us}) are the essential and crucial parameters for practical

and modelling purposes. Efficient soil and water management necessitates the knowledge of soil hydraulic behaviour at small and large scales, especially the soil water content–pressure head

Dedication Seyed Hamid Ahmadi dedicates this article to Professor Ali Reza Sepaskhah in appreciation of his long-term involvement in the excellence of teaching, research and promotion of soil physics.