

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

## **BÁO CÁO HỌC THUẬT**

**“NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG  
THÍ NGHIỆM NGẮM  
TRONG ĐỐI KHÔNG BẢO HÒA  
BẰNG THIẾT BỊ MINIDISK  
TẠI VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG”**

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

**BÁO CÁO HỌC THUẬT**

**“NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG THÍ NGHIỆM NGÂM  
TRONG ĐỐI KHÔNG BẢO HÒA  
BẰNG THIẾT BỊ MINIDISK  
TẠI VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG”**

Người thực hiện: **TS. Trần Vũ Long**

Đơn vị: Bộ môn Địa chất thủy văn

**Hà Nội - 2023**

## MỤC LỤC

<b>MỤC LỤC</b> .....	<b>i</b>
<b>DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT</b> .....	<b>iii</b>
<b>DANH SÁCH CÁC BẢNG</b> .....	<b>iv</b>
<b>DANH SÁCH CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ</b> .....	<b>v</b>
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM</b> .....	<b>3</b>
1.1. Cơ sở lý thuyết .....	3
1.1.1. Phương trình tổng quát .....	3
1.1.2. Trạng thái ngấm không bão hoà của nước .....	3
1.1.3. Tốc độ ngấm không bão hoà.....	4
1.1.4. Hệ số thấm không bão hoà.....	4
1.1.5. Ước lượng tham số của quá trình ngấm không bão hoà trong đới không bão hoà ..	5
1.2. Lựa chọn vị trí thí nghiệm.....	6
1.3. Phương pháp thí nghiệm .....	6
1.3.1. Mục tiêu thí nghiệm.....	7
1.3.2. Phạm vi áp dụng .....	7
1.3.2. Nguyên tắc thí nghiệm.....	7
1.3.3. Thiết bị thí nghiệm.....	7
1.3.4. Ưu nhược điểm của thiết bị.....	9
1.3.4. Cách thức tiến hành thí nghiệm .....	10
1.3.4.1. Chuẩn bị thiết bị trước khi làm thí nghiệm: .....	10
1.3.4.2. Chuẩn bị vị trí trước khi làm thí nghiệm: .....	12
1.3.4.3. Thực hiện thí nghiệm:.....	12
<b>CHƯƠNG 2. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ NGẤM KHÔNG BÃO HOÀ CỦA NƯỚC TRONG ĐỚI KHÔNG BÃO HOÀ NƯỚC</b> .....	<b>15</b>
2.1. Khối lượng thí nghiệm đã thực hiện. ....	15
2.2. Vị trí các điểm thí nghiệm thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước. ....	16
2.2.1. Khu vực Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh .....	16

2.3. Xử lý kết quả sơ bộ .....	23
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>28</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>29</b>

## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Viết tắt	Nội dung ký hiệu và chữ viết tắt
BKHCN	Bộ Khoa học và Công nghệ
BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
BVMT	Bảo vệ môi trường
BXD	Bộ Xây dựng
BYT	Bộ Y tế
ĐCTV	Địa chất thủy văn
ĐCCT	Địa chất công trình
ĐCCTT	Độ cứng tạm thời
ĐCVV	Độ cứng vĩnh viễn
ĐPHVS	Đời phòng vệ sinh
ĐTM	Đánh giá tác động môi trường
GS	Giáo sư
KHCN	Khoa học công nghệ
KT-XH	Kinh tế xã hội
KTTV	Khí tượng thủy văn
NCKH	Nghiên cứu khoa học
NDĐ	Nước dưới đất
NĐ-CP	Nghị định - Chính phủ
NN&PTNT	Nông nghiệp và phát triển nông thôn
PGS	Phó giáo sư
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
TCCP	Tiêu chuẩn cho phép
TCN	Tầng chứa nước
TĐC	Tổng độ cứng
TNMT	Tài nguyên môi trường
TPHH	Thành phần hóa học
TS	Tiến sĩ
TSKH	Tiến sĩ khoa học
ThS	Thạc sĩ
UBND	Ủy ban nhân dân

## DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Thống kê vị trí các điểm thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đất không bão hoà nước tại Bắc Ninh.....	17
Bảng 2.4. Kết quả sơ bộ xác định tốc độ ngấm không bão hoà .....	23

## DANH SÁCH CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Thiết kế thiết bị đĩa sức căng bề mặt (MDI).....	8
Hình 1.2 thiết bị đĩa sức căng bề mặt (MDI) ngoài hiện trường .....	9
Hình 1.3. Cách thức đổ nước vào buồng Mariotte .....	10
Hình 1.4. Cách thức đổ nước vào buồng thí nghiệm.....	11
Hình 1.5. Thực hiện thí nghiệm tại hiện trường đối với đất loại sét. ....	12
Hình 1.6. Thực hiện thí nghiệm tại hiện trường đối với đất sét pha.....	13
Hình 1.7. Thực hiện thí nghiệm tại hiện trường đối với đất cát. ....	14
Hình 2.1. Vị trí khu vực thực hiện thí nghiệm tại Bắc Ninh .....	15
Hình 2.3. Vị trí các điểm thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh -p1.....	16
Hình 2.4. Vị trí các điểm thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh -p2.....	16
Hình 2.5. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh. ....	19
Hình 2.6. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh. ....	20
Hình 2.7. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh. ....	21
Hình 2.8. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh. ....	22
Hình 2.9. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh. ....	23

## MỞ ĐẦU

Ô nhiễm đất và nước ngầm đã trở thành một vấn đề toàn cầu kể từ khi công nghiệp hóa và nông nghiệp cơ giới hóa ra đời. Một số chất gây ô nhiễm như các kim loại nặng từ các nguồn ô nhiễm khác nhau như các khu công nghiệp, các bãi đổ thải, các bãi chôn lấp ở khu vực nông thôn và thành thị, chất thải sinh hoạt, phân bón,... có thể tồn tại trên mặt và dưới bề mặt đất trong nhiều thập kỷ, thậm chí là thế kỷ. Hầu hết các chất gây ô nhiễm xảy ra trong tự nhiên dưới dạng nguồn điểm hoặc nguồn phân tán. Ví dụ về ô nhiễm nguồn điểm là các bãi rác đô thị (bãi chôn lấp), chất thải công nghiệp, rò rỉ và tràn, rò rỉ từ bể chứa ngầm chứa dung môi, tràn đổ hóa chất trong quá trình vận chuyển đường bộ, đường sắt và kho dự trữ xảy ra do nước thải từ nhà vệ sinh và hố ga, rò rỉ cống rãnh và bể tự hoại,...

Để giải quyết các những vấn đề này, các nghiên cứu về việc ngấm của các chất ô nhiễm từ trên mặt đất xuống các địa tầng và nước dưới đất là cần thiết. Tốc độ ngấm của các chất hoà tan trong môi trường nước lại phụ thuộc lớn vào tốc độ ngấm của nước trong môi trường. Từ trên mặt đất xuống thì đới không bão hoà là đới đất đá gặp đầu tiên. Vì vậy việc xác định tốc độ ngấm của nước từ trên mặt đất xuống là thông số rất cần thiết cho việc tính toán các thông số dịch chuyển. Do nước ngấm trong đới không bão hoà sẽ lan truyền theo điều kiện không bão hoà và khác biệt so với tốc độ ngấm trong điều kiện bão hoà. Chính vì việc này nên cần phải thực hiện các thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà này.

*Chuyên đề này được thực hiện với mục đích trình bày thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước các lớp đất đá gần trên mặt đất phục vụ cho các tính toán về di chuyển của nước và các chất ô nhiễm tiếp theo.*

Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước được triển khai thực hiện tại 2 địa điểm:

- Làng nghề Đa Hội Phường Châu Khê - TP. Từ Sơn - Tỉnh Bắc Ninh
- Bãi rác Bình Tú - Tiến Thành - Xã Tiến Thành - TP. Phan Thiết và Bãi Rác Phước Tiến - xã Tân Phước - H. Hàm Tân - T. Bình Thuận.

Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị được thiết kế chế tạo từ trước đã được trình bày trong chuyên đề 4.2.1. phần “Thí nghiệm đổ nước sử dụng đĩa sức căng (Tension disk infiltrometer)”.



Trên cơ sở đó, các tác giả đã hoàn thành chuyên đề với các nội dung chính sau:

- Mở đầu;

- Chương 1: Cơ sở lý thuyết xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà;

- Chương 2: Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước;

- Chương 3: Tổng hợp kết quả thí nghiệm;

- Kết luận.

Chuyên đề được thực hiện bởi TS. Trần Vũ Long, ThS. Đào Đức Bằng, TS. Trần Quang Tuấn và các thành viên, nhân viên kỹ thuật viên liên quan đến môi trường nước, địa chất công trình và môi địa hóa. Qua chuyên đề, chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến các cơ quan, ban ngành Bộ Khoa học và Công nghệ, trường Đại học Mỏ - Địa chất đã luôn quan tâm, chỉ đạo sát sao. Cảm ơn sự phối hợp, cung cấp tài liệu của các cơ quan tỉnh Bắc Ninh, Bình Thuận và các đơn vị chuyên môn khác. Cảm ơn sự đóng góp, trao đổi ý kiến của các nhà chuyên môn trong lĩnh vực địa chất, địa chất thủy văn, môi trường để các tác giả hoàn thiện chuyên đề này cũng như các sản phẩm khác của đề tài. Xin chân thành cảm ơn!

# CHƯƠNG 1. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

## 1.1. Cơ sở lý thuyết

### 1.1.1. Phương trình tổng quát

Đối với các nghiên cứu ô nhiễm từ các nguồn trên mặt đất xuống nước dưới đất thì tốc độ ngấm của nước là một trong những thông số quan trọng phục vụ tính toán quá trình dịch chuyển của các chất ô nhiễm. Trong quá trình ngấm của nước qua các lớp đất đá trên mặt thì quá trình ngấm qua đới không bão hoà là chắc chắn diễn ra.

Quá trình thấm diễn ra trong đới không bão hoà tuân theo phương trình Richard (1931)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K(\theta) \left( \frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right]$$

Trong đó:

K: hệ số thấm.

h: mực nước có ảnh hưởng của mao dẫn

z: cốt cao tuyệt đối

$\theta$ : Hàm lượng nước theo thể tích (aka. độ ẩm)

t: thời gian.

Hệ số thấm  $K(\theta)$  trong phương trình là một hàm số phụ thuộc vào hàm lượng nước thể tích (độ ẩm) trong đới không bão hoà. Hệ số thấm  $K(\theta)$  có thể là tuyến tính hoặc phi tuyến. Cần xác định thông qua các thí nghiệm hiện trường.

Hệ số thấm K được xác định trong 2 điều kiện chủ chốt trong đới không bão hoà:

- Trong điều kiện bão hoà nước
- Trong điều kiện không bão hoà nước

### 1.1.2. Trạng thái ngấm không bão hoà của nước

Đối với quá trình ngấm trong trạng thái không bão hoà, nước sẽ ngấm vào trong đất đá với áp lực âm (hay sức căng bề mặt của nước). Quá trình ngấm này, áp lực âm (thấp hơn áp suất khí quyển) được tạo ra và duy trì ở bề mặt tiếp xúc của đất đá. Quá trình cho phép loại trừ các dòng chảy trong lỗ hổng lớn hơn kích thước của các lỗ hổng của đất đá không bão hoà. Và cho phép xác định hệ số thấm của ma trận đất đá độc lập

so với ảnh hưởng từ các dòng chảy chính diễn ra khi áp suất của nước ngầm cao hơn áp suất khí quyển (áp lực dương).

### **1.1.3. Tốc độ ngầm không bão hoà**

Tốc độ ngầm không bão hoà ở đây được xác định thông qua lượng nước mất đi được đo đạc bằng dụng cụ ngầm đĩa sức căng (Tension disk infiltrometer). Tốc độ này được tính toán như sau:

$$u = ((V_{bd} - V_{kt})/t)/S$$

Trong đó:

u: vận tốc ngầm không bão hoà (cm/ngày, cm/s)

$V_{bd}$ ,  $V_{kt}$ : thể tích nước trong khoang thí nghiệm khi bắt đầu và kết thúc thí nghiệm ( $cm^3$ ).

t: Thời gian thực hiện thí nghiệm (phút)

S: diện tích đĩa thấm ( $cm^2$ ).

### **1.1.4. Hệ số thấm không bão hoà**

Như đã nói ở trên, quá trình thấm trong đới không bão hoà và bão hoà là 2 quá trình khác biệt nhau. Nước thấm trong đới không bão hoà chủ yếu thông qua việc lan truyền qua các lỗ hổng trống của đất đá dưới dạng sức căng bề mặt. Richard (1931) đã giới thiệu công thức mô tả di chuyển của nước trong đới không bão hoà như sau:

$$q = -K(\theta)(\nabla h + \nabla z)$$

với

q: lưu lượng thể tích

$\theta$ : là độ ẩm thể tích

h: là mực áp suất, với giá trị âm trong đới không bão hoà

$K(h)$ : là hệ số thấm không bão hoà.

Trong đây  $K(h)$  là hàm số phụ thuộc vào độ ẩm và là đường phi tuyến. Có nhiều nhà khoa học đưa ra công thức tính toán đối với hệ số thấm không bão hoà này. Điển hình như Mualem (1976) và Van Genuchten (1980). Các công thức này đều phụ thuộc vào độ ẩm của đất để tính toán ra hệ số thấm không bão hoà.

### 1.1.5. Ước lượng tham số của quá trình ngấm không bão hoà trong đất không bão hoà

Có một số kỹ thuật được đề xuất để xác định các đặc tính của đất từ tài liệu thí nghiệm ngấm không bão hoà này. Các phương pháp này dựa trên dữ liệu dòng ổn định và không ổn định. Các phương pháp dòng ổn định được giới thiệu bởi Wooding (1968) và bao gồm cả phương pháp với tiếp cận nhiều đĩa thấm (Smetten và Clothier, 1989) hay mực nước thay đổi (Ankeny & nnk, 1991). Các phương pháp mới gần đây liên quan đến xử lý phân không ổn định của dữ liệu ngấm với tiếp cận vật lý (Smettem & nnk, 1994; Havekamp & nnk, 1994) hay bán thực nghiệm (Warrick, 1992; Zhang, 1997)

Tất cả các phương pháp nêu trên được rút ra từ các giả định về môi trường đất đẳng hướng đồng nhất và hàm lượng nước ban đầu đồng nhất. Các kỹ thuật ít hạn chế hơn được đề xuất để xác định tính chất thủy lực của đất dựa trên mô hình nghịch đảo, kết hợp giải pháp số của phương trình dòng chảy đối xứng với tối ưu hóa tham số phi tuyến tính (ví dụ: Šimunek và van Genuchten, 1996; Ramos và cộng sự, 2006). Đầu tiên, nó nhằm xác minh phương pháp của Zhang (1997) và so sánh nó với các phương pháp dựa trên vật lý của Haverkamp et al. (1994) và White và Sully (1987). Việc xác minh, dựa trên dữ liệu tổng hợp được tạo bởi mô hình đối xứng trục ba chiều, được thực hiện cho 12 loại đất có kết cấu khác nhau được lấy từ cơ sở dữ liệu ROSETTA (Schaap et al., 2001). Ngoài ra, quy trình xác minh tương tự đã được áp dụng cho hai loại đất được đặc trưng bởi giá trị thấp của tham số  $n$  trong mô hình tham số hóa của van Genuchten.

Thay phép gần đúng White và Sully (1987) của biến đổi Kirchhoff của hàm số hệ số thấm thủy lực không bão hoà vào phương trình của Wooding (1968) cung cấp một công thức đơn giản có thể được sử dụng để xác định hệ số thấm thủy lực gần bão hoà,  $K_{h0}$  (m/s), dựa trên tỷ lệ ngấm gần như ở trạng thái ổn định:

$$K_{h0} = q_{\infty} \frac{4bS^2}{\pi r_0 (\theta_{h0} - \theta_i)}$$

trong đó  $q_{\infty}$  là tốc độ ngấm biểu kiến ở trạng thái ổn định (m/s), được quan sát ở giai đoạn cuối của thí nghiệm,  $S$  là độ hấp thụ ( $m s^{-1/2}$ ),  $r_0$  là bán kính của đĩa thấm (m),  $\theta_{h0}$  là hàm lượng nước thể tích ( $m^3 m^{-3}$ ) tương ứng với cột áp đĩa áp dụng  $h_0$  (m),  $\theta_i$  là hàm lượng nước ban đầu ( $m^3 m^{-3}$ ) và  $b$  là hằng số nằm trong khoảng  $(1/2, \pi/4)$ . Giá trị của  $S$  có thể được xấp xỉ bằng độ dốc của mối quan hệ tuyến tính hóa của tốc độ ngấm tích lũy so với  $t^{1/2}$ , được đánh giá cho giai đoạn ban đầu của thí nghiệm hoặc kỹ thuật tương tự khác. Tốc độ ngấm thoáng qua được đo bằng thiết bị thí nghiệm thấm đĩa sức

căng (liên quan đến quá trình thấm ba chiều bên dưới đĩa thấm) có thể được tính gần đúng bằng hai số hạng đầu tiên trong khai triển của Philip (Philip, 1957):

$$I = C_1 t^{1/2} + C_2 t$$

trong đó  $I$  là tỷ lệ ngấm tích lũy (m),  $t$  là thời gian (s) và  $C_1$  ( $m s^{-1/2}$ ) và  $C_2$  ( $m s^{-1}$ ) là các hệ số có thể được xác định bằng cách khớp phương trình trên vào dữ liệu ngấm tích lũy đo được. Điều này có thể được thực hiện bằng cách tối ưu hóa phi tuyến trực tiếp hoặc bằng một trong các kỹ thuật điều chỉnh tuyến tính (ví dụ: Smiles and Knight, 1976; Vandervaere et al., 1997).

## 1.2. Lựa chọn vị trí thí nghiệm

Như đã trình bày trong các chuyên đề trước, tại Bắc Ninh không phủ nhận được rằng sự phát triển của làng nghề này đã góp phần quan trọng thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội. Tuy nhiên, các làng nghề có quy mô sản xuất nhỏ lẻ, dây chuyền công nghệ mang tính thủ công, lạc hậu, tiêu tốn nhiều nhiên liệu, nguyên liệu, phần chất thải thừa đổ ra môi trường nhiều, mặt khác không có hệ thống xử lý chất thải, nước thải, khí thải đồng bộ và đảm bảo vệ sinh môi trường. Các kết quả nghiên cứu về môi trường cho thấy môi trường không khí bị ô nhiễm tại nơi sản xuất và vùng lân cận; chất lượng nước mặt bị suy giảm mạnh.

Trong số 6 làng nghề sản xuất gây ô nhiễm nhất có làng nghề tái chế thép ở Đa Hội gây ô nhiễm trầm trọng cả môi trường không khí, nước và đất. Đặc biệt ô nhiễm kim loại nặng như Pb, Cu, Zn. Vì vậy, tại vùng Bắc Ninh chúng tôi lựa chọn khu vực này để tiến hành nghiên cứu sự dịch chuyển của các kim loại nặng đến nước dưới đất.

Vì vậy, thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước được tiến hành tại và xung quanh khu vực này.

## 1.3. Phương pháp thí nghiệm

Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước được thực hiện thông qua việc sử dụng thiết bị đo tốc độ ngấm đã được thiết kế trong chuyên đề 4.2.1 phần Thí nghiệm đổ nước sử dụng đĩa sức căng (Tension disk infiltrometer).

### ***1.3.1. Mục tiêu thí nghiệm***

Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước được thực hiện với mục tiêu xác định tốc độ ngấm của nước trong đới không bão hoà. Tốc độ ngấm của nước trong đới không bão hoà ảnh hưởng trực tiếp tới việc di chuyển của nước trong đới không bão hoà này, từ đó ảnh hưởng tới khả năng dịch chuyển của chất ô nhiễm từ trên mặt đất xuống sâu hơn. Vì vậy Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước là yếu tố cần thiết phải xác định để phục vụ tính toán dịch chuyển trong các công việc nghiên cứu tiếp theo.

### ***1.3.2. Phạm vi áp dụng***

Phương pháp xác định tốc độ ngấm không bão hoà của của nước trong đới không bão hoà nước bằng việc sử dụng thiết bị đĩa sức căng phù hợp với nhiều loại đất trầm tích khác nhau từ cát, cát pha tới sét. Tùy thuộc vào tốc độ ngấm mà người thực hiện thí nghiệm sẽ lựa chọn độ cao hút của buồng Mariotte để đảm bảo thí nghiệm được thực hiện và phản ánh tin cậy tốc độ ngấm của loại đất làm thí nghiệm.

### ***1.3.2. Nguyên tắc thí nghiệm***

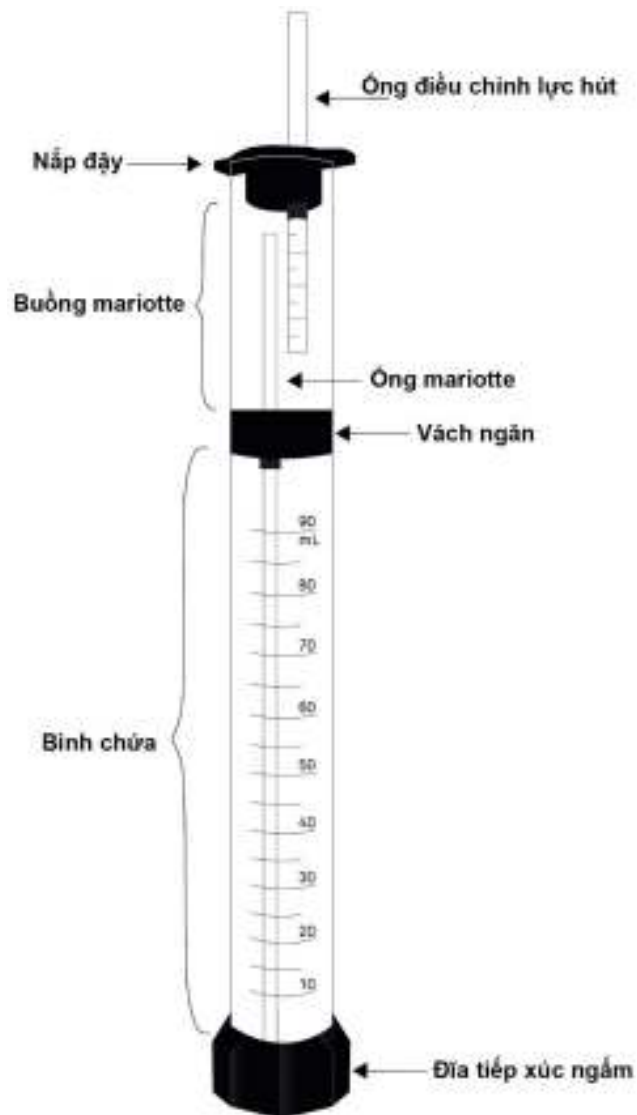
Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước sử dụng thiết bị đĩa sức căng cho phép không chế lượng nước thấm qua đĩa thấm tiếp xúc với đất đá bên dưới với một tốc độ đều theo thời gian nhờ vào không chế độ cao hút của buồng Mariotte nằm trên buồng thí nghiệm. Đối với các loại đất đá khác nhau với độ ẩm khác nhau thì sức căng ngấm cũng khác nhau. Điều này sẽ không chế tốc độ ngấm của nước qua đĩa sức căng tiếp xúc trực tiếp với đất đá. Thông thường độ cao hút sẽ được điều chỉnh trước từ 0.5cm đối với đất loại sét và 5-6cm đối với cát thô. Khả năng ngấm càng tốt thì độ cao hút càng phải được điều chỉnh lớn.

### ***1.3.3. Thiết bị thí nghiệm***

Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước sử dụng thiết bị đĩa sức căng được thiết kế như trong 4.2.1 phần Thí nghiệm đồ nước sử dụng đĩa sức căng (Tension disk infiltrometer). Thiết kế thiết bị như hình 1.1.

Thiết kế của thiết bị ngấm sử dụng đĩa sức căng bề mặt (Tension disk infiltrometer) bao gồm các phần có thông số như sau:

- Ống nhựa kích thước rỗng chiều cao 32.7cm.
- Đường kính 3.1cm.
- Đĩa thấm bằng inox với lỗ rỗng dày 3mm, đường kính 4.5cm.
- Ngăn nhựa và nút chặn 2 đầu.
- Thở tích buồng Mariotte: 40ml.
- Thở tích buồng thí nghiệm 95ml.



Hình 1.1. Thiết kế thiết bị đĩa sức căng bề mặt (MDI)



*Hình 1.2 thiết bị đĩa sức căng bề mặt (MDI) ngoài hiện trường*

#### ***1.3.4. Ưu nhược điểm của thiết bị***

Thiết bị đĩa thấm thực việc thí nghiệm đo đặc ngấm trong đới thông khí được sử dụng khá rộng rãi trên thế giới (Jury, William A., and Robert Horton. Soil physics. John Wiley & Sons, 2004). Thiết bị đã được thiết kế và thử nghiệm trong rất nhiều các nghiên cứu khác nhau. Tuy nhiên thiết bị cũng có một số ưu điểm và nhược điểm sau:

Ưu điểm:

- Thiết bị được thiết kế nhỏ gọn, dễ dàng di chuyển ngoài trời.
- Lượng nước sử dụng cho thí nghiệm khá ít, ~100mL



- Khắc vạch đo sẵn, thuận lợi cho việc theo dõi lượng nước tiêu hao.
- Bình chứa đều thiết kế theo kiểu bình Mariott nên lượng nước thoát ra khỏi bình có lưu lượng đều theo thời gian.
- Thí nghiệm thực hiện có thời gian tương đối ngắn, khoảng 30-45p đối với đất sét, và 5-10p đối với đất loại cát.

Nhược điểm

- Kích thước nhỏ nên lượng nước thí nghiệm ít.
- Diện tích đất thí nghiệm nhỏ nên cần thực hiện nhiều thí nghiệm tại 1 khu vực.

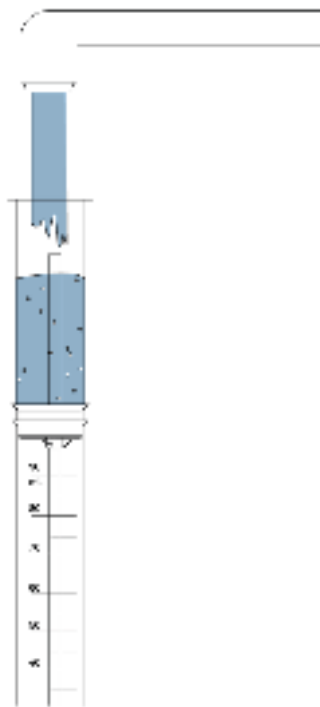
#### ***1.3.4. Cách thức tiến hành thí nghiệm***

Để tiến hành thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đất không bão hoà nước sử dụng thiết bị đĩa sức căng được thực hiện thông qua các bước tiến hành sau:

##### ***1.3.4.1. Chuẩn bị thiết bị trước khi làm thí nghiệm:***

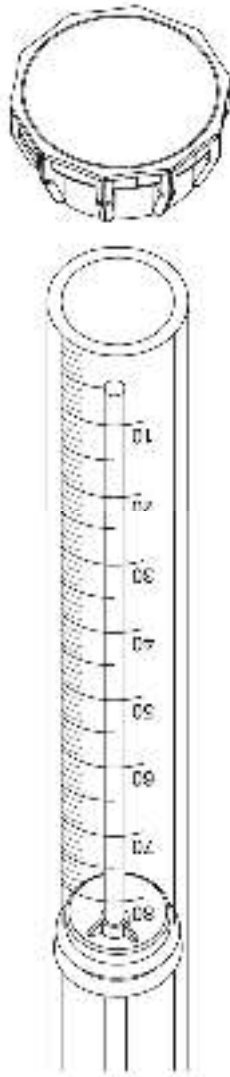
Trước khi tiến hành thí nghiệm, thiết bị đĩa sức căng phải được chuẩn bị như sau:

- Đổ nước vào buồng Mariotte:



*Hình 1.3. Cách thức đổ nước vào buồng Mariotte*

- + Mở nút chặn và ống hút trên buồng Mariotte.
- + Đổ nước vòi hoặc nước bình (không sử dụng nước cất) đầy  $\frac{3}{4}$  buồng Mariotte.
- + Đóng nút chặn và ống hút kín vào buồng Mariotte.



*Hình 1.4. Cách thức đổ nước vào buồng thí nghiệm*

- Đổ nước vào buồng thí nghiệm:
  - + Lật úp thiết bị thí nghiệm
  - + Gỡ nút chặn kèm đĩa thấm ra khỏi bình.
  - + Đổ nước đầy vào buồng thí nghiệm.
  - + Lắp lại nút chặn kèm đĩa thấm thật khít.

+ Lật thiết bị thí nghiệm lại như bình thường, nước không được thoát ra khỏi đĩa thấm hoặc rò rỉ ra ngoài là đạt yêu cầu.

#### *1.3.4.2. Chuẩn bị vị trí trước khi làm thí nghiệm:*

Vị trí làm thí nghiệm được lựa chọn và chuẩn bị điều kiện trước khi tiến hành. Các bước thực hiện việc chuẩn bị vị trí làm thí nghiệm như sau:

- Đánh giá sơ bộ đặc điểm đất đá, mức độ cố kết của vị trí làm thí nghiệm, ghi chú vào biểu thí nghiệm.

- Xác định toạ độ của vị trí làm thí nghiệm, ghi vào biểu thí nghiệm.

- Tiến hành gạt bằng đất tại vị trí thực hiện thí nghiệm bằng sử dụng cuốc nhỏ với diện tích đủ để đặt toàn bộ phần đĩa ngấm của thiết bị thí nghiệm.

#### *1.3.4.3. Thực hiện thí nghiệm:*

- Kiểm tra kỹ mức độ rò rỉ của nước từ thiết bị thí nghiệm.



*Hình 1.5. Thực hiện thí nghiệm tại hiện trường đối với đất loại sét.*

- Ghi chú thể tích nước ban đầu nằm trong buồng thí nghiệm vào biểu thí nghiệm.
- Đặt thẳng đứng thiết bị tiếp xúc với đất tại vị trí đã chuẩn bị.
- Bấm đồng hồ theo dõi lượng nước tiêu hao trong buồng thí nghiệm.
- Dừng thí nghiệm khi đã ghi chú được 10 số liệu hoặc lượng nước tiêu hao 30-40ml.



*Hình 1.6. Thực hiện thí nghiệm tại hiện trường đối với đất sét pha*



*Hình 1.7. Thực hiện thí nghiệm tại hiện trường đối với đất cát.*

## CHƯƠNG 2.

### KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ NGẤM KHÔNG BẢO HOÀ CỦA NƯỚC TRONG ĐỐI KHÔNG BẢO HOÀ NƯỚC

#### 2.1. Khối lượng thí nghiệm đã thực hiện.

Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước được tiến hành tại Bắc Ninh và Bình Thuận với khối lượng như sau:

- Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh: 40 điểm thí nghiệm.
- Bãi rác Bình Tú - Tiến Thành - Phan Thiết - Bình Thuận: 40 điểm xác định độ ẩm của đất.
- Bãi rác Tân Phước - La Gi - Hàm Tân - Bình Thuận: 20 điểm xác định độ ẩm của đất.

Tổng số điểm thực hiện thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại các vùng là 100 điểm.



*Hình 2.1. Vị trí khu vực thực hiện thí nghiệm tại Bắc Ninh*

**2.2. Vị trí các điểm thí nghiệm thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước.**

**2.2.1. Khu vực Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh**

Vị trí các điểm thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh được thống kê và đưa lên trên bản đồ vệ tinh. Vị trí các thí nghiệm được ký hiệu M1 đến M40.



*Hình 2.3. Vị trí các điểm thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh -p1.*



*Hình 2.4. Vị trí các điểm thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Làng nghề Đa Hội - Châu Khê - Bắc Ninh -p2.*

*Bảng 2.1. Thống kê vị trí các điểm thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh*

STT	Số hiệu điểm	Toạ độ		Độ sâu thí nghiệm (cm)
		X	Y	
1	M1	596409	2334980	5
2	M2	596395	2334974	5
3	M3	596396	2334949	5
4	M4	596407	2334927	5
5	M5	596404	2334981	5
6	M6	596395	2334988	5
7	M7	596397	2334990	5
8	M8	596117	2335079	5
9	M9	596111	2335095	5
10	M10	596110	2335105	5
11	M11	596097	2335098	5
12	M12	596424	2334985	5
13	M13	596408	2334985	5
14	M14	596428	2335004	5
15	M15	596444	2335001	5
16	M16	596430	2334977	5
17	M17	596417	2334971	5
18	M18	596416	2334960	5
19	M19	596404	2334959	5
20	M20	596409	2334946	5
21	M21	596404	2334936	5
22	M22	596406	2334919	5
23	M23	596396	2334924	5



24	M24	596392	2334935	5
25	M25	596128	2335101	5
26	M26	596129	2335087	5
27	M27	596139	2335101	5
28	M28	596128	2335077	5
29	M29	596120	2335068	5
30	M30	596108	2335067	5
31	M31	596113	2335056	5
32	M32	596095	2335061	5
33	M33	596135	2335101	5
34	M34	596092	2335072	5
35	M35	596104	2335076	5
36	M35	596108	2335086	5
37	M36	596098	2335088	5
38	M37	596104	2335107	5
39	M38	596089	2335087	5
40	M39	596096	2335113	5
41	M40	596087	2335108	5



*Hình 2.5. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh.*



*Hình 2.6. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh.*



*Hình 2.7. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh.*



*Hình 2.8. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh.*



Hình 2.9. Ảnh thí nghiệm xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đới không bão hoà nước tại Bắc Ninh.

### 2.3. Xử lý kết quả sơ bộ

Từ các kết quả thí nghiệm hiện trường, các tác giả đã sơ bộ chỉnh lý để xác định tốc độ ngấm ( $Q_c$ ) trong đới không bão hòa. Kết quả như sau:

Bảng 2.4. Kết quả sơ bộ xác định tốc độ ngấm không bão hòa

STT	Số hiệu điểm	Toạ độ		Tốc độ ngấm (cm/ngày)
		X	Y	
1	M1	596409	2334980	8.88
2	M2	596395	2334974	4.6
3	M3	596396	2334949	4.84
4	M4	596407	2334927	4.26
5	M5	596404	2334981	3.39
6	M6	596395	2334988	8.72

7	M7	596397	2334990	3.67
8	M8	596117	2335079	9.8
9	M9	596111	2335095	7.29
10	M10	596110	2335105	13.29
11	M11	596097	2335098	4.39
12	M12	596424	2334985	11.42
13	M13	596408	2334985	10.94
14	M14	596428	2335004	11.4
15	M15	596444	2335001	7.93
16	M16	596430	2334977	2.42
17	M17	596417	2334971	6.81
18	M18	596416	2334960	4.55
19	M19	596404	2334959	12.49
20	M20	596409	2334946	14.45
21	M21	596404	2334936	6.16
22	M22	596406	2334919	4.63
23	M23	596396	2334924	14.22
24	M24	596392	2334935	9.74
25	M25	596128	2335101	3.83
26	M26	596129	2335087	14.72
27	M27	596139	2335101	5.02
28	M28	596128	2335077	14.42
29	M29	596120	2335068	5.68
30	M30	596108	2335067	3.57
31	M31	596113	2335056	14.72
32	M32	596095	2335061	11.41

33	M33	596135	2335101	9.94
34	M34	596092	2335072	1.88
35	M35	596104	2335076	11.3
36	M35	596108	2335086	3.7
37	M36	596098	2335088	14.87
38	M37	596104	2335107	14.27
39	M38	596089	2335087	7.89
40	M39	596096	2335113	10.59
41	M40	596087	2335108	13.94
42	DA1	177685	1206943	13.92
43	DA2	177684	1206927	2.9
44	DA3	177682	1206923	14.06
45	DA4	177664	1206910	13.02
46	DA5	177646	1206879	11.51
47	DA6	177610	1206862	10.74
48	DA7	177789	1206653	11.01
49	DA8	177774	1206667	5.15
50	DA9	177401	1207087	11.73
51	DA10	177383	1207222	1.76
52	DA11	177710	1206604	8.41
53	DA12	177780	1206595	7.49
54	DA13	177702	1206831	2.53
55	DA14	177134	1206889	9.76
56	DA15	177524	1206877	10.08
57	DA16	177487	1206805	13.44
58	DA17	177408	1206727	14.52



59	DA18	177368	1206638	2.16
60	DA19	177374	1206531	6.98
61	DA20	177369	1206442	13.67
62	DA21	177441	1206368	2.88
63	DA22	177353	1206367	13.04
64	DA23	177295	1206428	14.65
65	DA24	177300	1206505	9.64
66	DA25	177295	1206609	7.26
67	DA26	177285	1206727	9.79
68	DA27	177352	1206842	12.44
69	DA28	177425	1206972	13.77
70	DA29	177592	1207046	13.93
71	DA30	177703	1207035	12.05
72	DA31	177774	1206931	7.21
73	DA32	177818	1206857	10.88
74	DA33	177847	1206798	2.29
75	DA34	177902	1206690	4.92
76	DA35	177934	1206575	7.85
77	DA36	177880	1206513	8.22
78	DA37	177809	1206439	10.56
79	DA38	177698	1206385	11.03
80	DA39	177609	1206348	5.07
81	DA40	177535	1206334	5.34
82	DA41	798020	1181416	6.16
83	DA42	798156	1181413	3.21
84	DA43	798044	1181408	7.05

85	DA44	798076	1181443	3.55
86	DA45	798124	1181457	11.54
87	DA46	798171	1181458	12.95
88	DA47	798221	1181429	9.45
89	DA48	798214	1181389	4.85
90	DA49	798192	1181362	4.98
91	DA50	798163	1181349	7.51
92	DA51	798111	1181373	8.02
93	DA52	798076	1181386	11.33
94	DA53	798071	1181500	7.6
95	DA54	798117	1181552	12
96	DA55	798178	1181539	1.71
97	DA56	798236	1181508	4.07
98	DA57	798284	1181494	11.08
99	DA58	798268	1181453	1.93
100	DA59	798063	1181555	2.07
101	DA60	798096	1181609	12.56

## KẾT LUẬN

Thí nghiệm ngoài trời xác định tốc độ ngấm không bão hoà của nước trong đất không bão hoà nước đã được thực hiện tại 2 khu vực nghiên cứu chính là Bắc Ninh và Bình Thuận. Tổng số 100 điểm thí nghiệm theo đề cương đã được thực hiện đo đạc tại các khu vực nghiên cứu. Một số nhận định sơ bộ từ kết quả thí nghiệm như sau:

Ở khu vực Bắc Ninh cho thấy vùng gần UBND xã Châu Khê trong khu vực bãi thải xỉ đất có tốc độ ngấm không bão hoà khá thấp. Trung bình chỉ khoảng 0.5-1ml/3-5p với chiều cao hút 0.5cm. Đây là nơi đất bề mặt chủ yếu là sét với hàm lượng hạt mịn lớn và được đầm chặt.

Ở khu vực ruộng về phía Tây UBND nơi vẫn có đất trồng cây cho thấy tốc độ ngấm không bão hoà có cao hơn xong không nhiều hơn. Trung bình tốc độ ngấm khoảng 0.5-1mL/1-2 phút với chiều cao hút 0.5cm. Đây là khu vực đất canh tác được cày xới và còn xốp vì vậy tốc độ ngấm không bão hoà có cao hơn so với khu vực bãi xỉ.

Ở khu vực ruộng lúa gần đường vào khu Làng nghề cho thấy tốc độ ngấm không bão hoà có cao hơn. Trung bình tốc độ ngấm vào khoảng 1ml/phút với chiều cao hút 0.5cm. Đây vẫn là ruộng lúa nên có việc được cày xới quanh năm, tuy hàm lượng sét cao nhưng đất tơi xốp nên tốc độ ngấm cũng nhanh hơn.

Đối với Bình Thuận, 2 khu vực bãi rác thực hiện thí nghiệm đều nằm trên đồi cát với thành phần cỡ hạt khá thô, chủ yếu là cát trung thô nên tốc độ ngấm không bão hoà khá lớn. Cả 2 khu vực có tốc độ ngấm trung bình khoảng 5mL/p với chiều cao hút tới 5cm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jury, William A., and Robert Horton. Soil physics. John Wiley & Sons, 2004.
2. Carsel, Robert F. and Rudolph S. Parrish. 1988. "Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics." *Water Resource Research* 24, no. 5:755–769.
3. Dane, Jacob H. and G. Clarke Topp, editors. 2002. *Methods of Soil Analysis Part 4—Physical Methods*. Madison (WI): Soil Science Society of America.
4. Dohnal, Michal, Jaromir Dusek, and Tomas Vogel. 2010. "Improving hydraulic conductivity estimates from minidisk infiltrometer measurements for soils with wide pore-size distributions." *Soil Science Society of America Journal* 74, no. 3:804–811.
5. Lichner, Lubomir, et al. 2007. "Field measurement of soil water repellency and its impact on water flow under different vegetation." *Biologia* 62, no. 5:537–541.
6. Zhang, Renduo. 1997. "Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer." *Soil Science Society of America Journal* 61, no. 4:1024–1030.
7. Wooding, R.A. 1968. Steady infiltration from a shallow circular pond. *Water Resour. Res.* 4:1259–1273.
8. Smettem, K.R.J., and B.E. Clothier. 1989. Measuring unsaturated sorptivity and hydraulic conductivity using multiple disc permeameters. *J. Soil Sci.* 40:563–568.
9. Ankeny, M.D., M. Ahmed, T.C. Kaspar, and R. Horton. 1991. Simple field method determining unsaturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:467–470.
10. Smettem, K.R.J., J.-Y. Parlange, P.J. Ross, and R. Haverkamp. 1994. Three dimensional analysis of infiltration from the disc infiltrometer: 1. A capillary based theory. *Water Resour. Res.* 30:2925–2929.
11. Haverkamp, R., P.J. Ross, K.R.J. Smettem, and J.-Y. Parlange. 1994. Three dimensional analysis of infiltration from the disc infiltrometer: 2. Physically-based infiltration equation. *Water Resour. Res.* 30:2931–2935.
12. Warrick, A.W. 1992. Models for disc infiltrometers. *Water Resour. Res.* 28:1319–1327.
13. Zhang, R. 1997. Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:1024–1030.

14. Šimunek, J., and M.Th . van Genuchten. 1996. Estimating unsaturated soil hydraulic properties from tension disc infiltrometer data by numerical inversion. *Water Resour. Res.* 32:2683–2696.
15. Ramos, T.B., M.C. Gonçalves, J.C. Martins, M.Th . van Genuchten, and F.P. Pires. 2006. Estimation of soil hydraulic properties from numerical inversion of tension disk infiltrometer data. *Vadose Zone J.* 5:684–696.
16. White, I., and M. Sully. 1987. Macroscopic and microscopic capillary length and time scales from field infiltration. *Water Resour. Res.* 23:1514–1522.
17. Schaap, M.G., and M.Th . van Genuchten. 2005. A modified Mualem–van Genuchten formulation for improved description of the hydraulic conductivity near saturation. *Vadose Zone J.* 5:27–34.
18. Philip, J.R. 1957. The theory of infiltration: 4. Sorptivity and algebraic infiltration equations. *Soil Sci.* 84:257–264.
19. Smiles, D.E., and J.H. Knight. 1976. A note on the use of the Philip infiltration equation. *Aust. J. Soil Res.* 10:143–150.
20. Vandervaere, J.-P., C. Peugeot, M. Vauclin, R. Angulo-Jaramillo, and T. Lebel. 1997. Estimating hydraulic conductivity of crusted soils using disc infiltrometers and minitensiometers. *J. Hydrol.* 188–189:203–223.
21. Richards, Lorenzo Adolph. "Capillary conduction of liquids through porous mediums." *Physics* 1.5 (1931): 318-333.