

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM XÂY DỰNG ĐƯỜNG ĐẶC TRƯNG ẨM CỦA ĐẤT (pF) PHỤC VỤ XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ TƯỚI HỢP LÝ CHO CÂY TRỒNG CẠN TẠI VÙNG KHÔ HẠN NAM TRUNG BỘ

ThS. Trần Thái Hùng, PGS.TS Võ Khắc Trí, GS.TS Lê Sâm
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Nghiên cứu thực nghiệm xây dựng đường đặc trưng ẩm của đất (pF) tại vùng khô hạn Nam Trung Bộ cho kết quả tương quan khá chặt chẽ (R^2 từ 0,96÷0,99). Kết quả tính toán khả năng trữ nước của đất cho thấy, tỷ lệ giữa lượng trữ nước tích lũy hữu dụng so với lượng trữ nước tích lũy ở điểm thủy dung trong đất tương đối cao, từ 56,91% (tầng đất 0÷10cm) đến 64,64% (tầng đất 0÷60cm); lượng nước dễ hữu dụng của một số cây trồng cạn, trong đó ba loại cây với bộ rễ hoạt động 0÷40cm thì cây nho có lượng nước dễ hữu dụng thấp nhất, lần lượt kế đến là thanh long và mía, cây táo với bộ rễ hoạt động 0÷60cm có lượng nước dễ hữu dụng ở mức trung bình, riêng hành, tỏi và các loại rau với bộ rễ hoạt động 0÷20 hoặc 30cm có lượng nước dễ hữu dụng khá thấp. Các kết quả thực nghiệm và tính toán này rất quan trọng, để ứng dụng xác định động thái ẩm của đất phục vụ thiết lập chế độ tưới hợp lý cho các loại cây trồng cạn phổ biến tại vùng khô hạn Nam Trung Bộ.

Từ khóa: Cây trồng cạn, đường đặc trưng ẩm (pF), lượng nước hữu dụng, lượng nước dễ hữu dụng, vùng khô hạn.

Summary: The correlation result of the experimental research on establishment of the soil water retention curves (pF) at the droughty region of the South Central Vietnam has been closely (R^2 from 0,96÷0,99). The calculated results of soil water capacity show that the rate of total available soil water compared with field capacity is fairly high, from 56,91% (layer 0÷10cm) to 64,64% (layer 0÷60cm); Readily available soil water (RAW) of some dry crops are as follows: with active roots from 0÷40cm, RAW of vine is the smallest, the next are in turn dragon and sugar-cane, RAW of jujubetree with active roots from 0÷60cm is medium, RAW of onion, garlic and vegetables with active roots from 0÷20 or 30cm are fairly small. These calculated and experimental results are very important in order to apply in determining soil moisture process for establishment of suitable irrigation schedule for popular dry crops at the droughty region of the South Central Vietnam.

Keywords: Available soil water, Droughty region, Dry crops, Readily available soil water, Soil water retention curves (pF).

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đường đặc trưng ẩm (pF - Retention curve) là một đặc tính cơ bản và quan trọng của tính chất đất – nước, sử dụng đường đặc trưng ẩm

đã tăng độ chính xác trong việc chuẩn đoán nhu cầu nước, vừa tiết kiệm nước tưới, vừa nâng cao năng suất cây trồng, vì trong quá trình canh tác sẽ xác định được mức tưới ứng với độ ẩm đất hợp lý, đồng thời có thể xác định được lượng nước tổn thất do truyền ẩm xuống tầng đất sâu trong trường hợp độ ẩm đất vượt quá độ ẩm tối đa đồng ruộng. Vì vậy, các

Ngày nhận bài: 07/2/2017

Ngày thông qua phản biện: 13/2/2017

Ngày duyệt đăng: 28/2/2017

nghiên cứu có liên quan đến tính chất của nước trong đất đều ứng dụng nó [1], [2], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [12], [13], [16].

Trong điều kiện đất ở trạng thái chưa bão hòa, tại cùng một giá trị độ ẩm, các loại đất khác nhau thì áp lực ẩm của chúng cũng khác nhau. Do đó, đường đặc trưng ẩm của mỗi loại đất được xây dựng để biểu thị mối liên quan giữa độ ẩm và áp lực ẩm của loại đất đó. Cho đến nay, có 3 phương pháp để xây dựng đường đặc trưng ẩm: phương pháp lý thuyết [9], [12], [16], phương pháp thực nghiệm [1], [2], [5], [6], [7] và phương pháp bán thực nghiệm [8], [10], [13].

Vùng khô hạn thuộc hai tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận có diện tích đất canh tác khá lớn với đặc trưng thổ nhưỡng tương đối giống nhau (đất cát mịn) (Ninh Thuận khoảng 10.807ha, Bình Thuận khoảng 117.487ha). Hiện nay, người dân đang canh tác nho, táo, thanh long, mía, rau (măng tây, cà tím, cà chua, hành, tỏi, ớt, đậu phộng)... tại các vùng đất này, việc tưới nước cho các loại cây trồng chủ yếu bằng phương pháp tưới truyền thống rất lãng phí nước. Ngay cả trong trường hợp khu vực canh tác được lắp đặt hệ thống tưới tiết kiệm nước (tưới nhỏ giọt, tưới phun mưa) thì cũng vẫn xảy ra tình trạng lãng phí nước tưới [15] do người dân chưa có thông tin về chế độ tưới (chu kỳ, lượng nước và thời gian tưới) đối với từng loại cây trồng, đặc biệt là lượng nước dễ hữu dụng trong đất để cây trồng có thể sử dụng được. Vì vậy, việc nghiên cứu thực nghiệm xác định đường đặc trưng ẩm (pF) và lượng nước dễ hữu dụng của đất là rất cần thiết, giúp phục vụ nghiên cứu chế độ tưới tiết kiệm nước hợp lý cho cây trồng cạn và nâng cao hiệu quả sử dụng nước, đặc biệt là đối với vùng khô hạn.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT, MỤC TIÊU, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Cơ sở lý thuyết

a) Đường đặc trưng ẩm của đất (pF)

Theo tác giả Brook & Corey (1966) [9], áp lực hút ẩm thực tế, ψ , như sau:

$$\psi = \left(\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \right)^{-2/\lambda} \tag{1}$$

Trong đó: ψ : Áp lực khe rỗng;

λ : Chỉ số phân bố kích thước lỗ rỗng

Độ bão hòa nước hữu ích, Se , được xác định như sau:

$$Se = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \tag{2}$$

Trong đó:

θ_s : Độ rỗng;

θ_r : Độ ẩm dư;

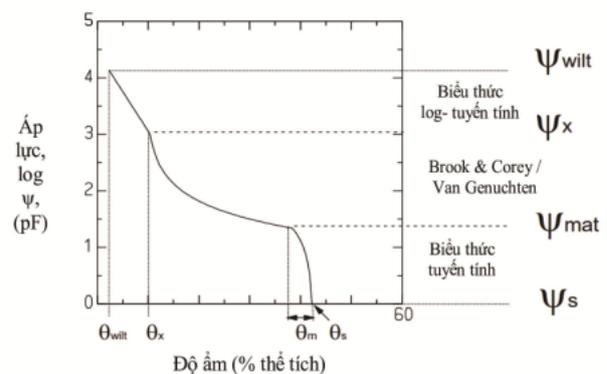
θ : độ ẩm thực tế

Theo tác giả Van Genuchten (1980) [16], hàm số đặc trưng hút ẩm như sau:

$$Se = \left[1 + (\alpha \psi)^n \right]^{-m} \tag{3}$$

Trong đó: α , gn và gm : các hệ số thực nghiệm;

Phương trình (1) và (3) được làm phù hợp chỉ với các dữ liệu tương ứng những áp lực ở phía dưới giá trị điểm ngưỡng ψ_x (minh họa trong hình 1).



Hình 1. Biểu thị 3 biểu thức khác nhau của đường đặc trưng ẩm dùng trong các phạm vi khác nhau của đất cát. Giá trị pF tương đương với logarit của áp lực hút nước, biểu thị bằng cm

Quan hệ giữa độ ẩm và áp lực phía trên điểm ngưỡng này được giả định là logarit.

$$\frac{\log\left(\frac{\theta}{\theta_{wilt}}\right)}{\log\left(\frac{\theta_x}{\theta_{mat}}\right)} = \frac{\psi_x - \psi}{\psi_{mat} - \psi}$$

$$\psi_x < \psi < \psi_{wilt} \quad (4)$$

Trong đó: θ_x : độ ẩm tại điểm áp lực ngưỡng vào ψ_x ;

θ_{wilt} : độ ẩm tại điểm cây héo, giá trị áp lực 15.848cm cột nước, ψ_{wilt} ;

Ở đoạn gần tới bão hòa, từ θ_s tới θ_m , một biểu thức tuyến tính được dùng mô tả sự tương quan giữa độ ẩm (θ) và áp lực nước (ψ).

$$\psi = \psi_{mat} - \frac{(\psi - \psi_s + \psi_{mat})}{\theta_m} (\theta - \theta_s) \quad \psi_s < \psi < \psi_{mat} \quad (5)$$

Trong đó: ψ_{mat} : áp lực tương ứng độ ẩm $\theta_s - \theta_m$;

b) Trữ lượng nước hữu dụng của đất và lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng

Theo FAO [11], khả năng trữ nước hữu dụng trong đất được tính toán giữa hàm lượng nước trữ ở điều kiện thủy dung ngoài đồng (Field capacity) và tại điểm héo (Wilting point). Như vậy, trữ lượng nước hữu dụng AW (Available Soil Water) trong tầng đất ở độ sâu dz như sau:

$$AW = 1000(\theta_{fc} - \theta_{wilt}) \cdot dz = 1000\theta_{mat} \cdot dz \quad (6)$$

Trong đó: AW: Trữ lượng nước hữu dụng trong đất ở độ sâu dz (mm).

θ_{asw} : Hàm lượng nước (ẩm độ) hữu dụng (m^3/m^3 hay cm^3/cm^3).

θ_{fc} : Hàm lượng nước (ẩm độ) tại điểm thủy dung (m^3/m^3 hay cm^3/cm^3).

θ_{wp} : Hàm lượng nước (ẩm độ) tại điểm héo (m^3/m^3 hay cm^3/cm^3).

dz: Độ dày của tầng đất nghiên cứu (m).

Tổng trữ lượng nước hữu dụng của các tầng đất được tính toán như sau:

$$TAW = \sum_{i=1}^n AW_i = 1000 \sum_{i=1}^n \theta_{mat} \cdot dz_i \quad (7)$$

Trong đó: $i = 1 \rightarrow n$: số gia của độ sâu tầng đất.

TAW (Total Available Soil Water): Tổng trữ lượng nước hữu dụng của đất ở độ sâu dz (mm).

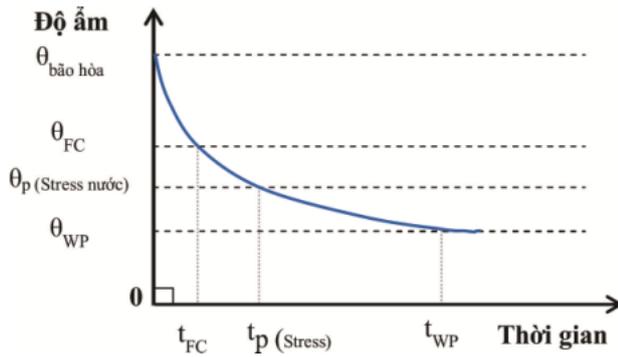
Về mặt lý thuyết, rễ cây có thể hút nước từ khi đất được tưới tới khi độ ẩm đất giảm xuống điểm héo của cây, tuy nhiên khi hàm lượng nước trong đất giảm, các lực hút nước của đất tăng lên sẽ làm cho rễ cây khó hút được nước trong đất. Tới 1 điểm ngưỡng, mặc dù chịu một lực hút của các rễ cây nhưng nước trong đất vẫn khó vận chuyển đủ nhanh về phía gốc cây (khu vực bộ rễ hoạt động) để đáp ứng nhu cầu nước phục vụ quang hợp của cây. Có thể gọi điểm ngưỡng này là điểm stress nước của cây (hay điểm thấp nhất của giới hạn độ ẩm tối ưu cho cây trồng), khi độ ẩm đất giảm xuống dưới giá trị điểm này (θ_{Stress}) sẽ gây tác động lớn tới sự tăng trưởng và phát triển cây trồng, làm giảm năng suất và chất lượng sản phẩm.

Áp dụng hệ số p phản ánh hiện tượng bốc thoát hơi nước thực tế (ETa) không nhỏ hơn bốc thoát hơi nước cực đại (ETm) để tính lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng RAW (Readily Available Soil Water). Hệ số p càng cao thì lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng càng lớn (gọi độ ẩm tại điểm p tương ứng là θ_p hay θ_{Stress}). Giá trị p tùy thuộc vào loại cây trồng, các giai đoạn phát triển khác nhau của cây trồng, độ lớn của sự bốc thoát hơi nước tối đa và sa cấu đất.

$$RAW = p \cdot TAW \quad (8)$$

Trong đó: RAW: Lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng ở độ sâu dz (mm).

p: Hệ số bình quân của tổng lượng nước hữu dụng trong đất giúp cây có thể hút dễ dàng.



Hình 2: Biểu đồ diễn biến độ ẩm của đất

Ghi chú:

- t_{FC} : Thời gian để giá trị độ ẩm đất giảm từ điểm bão hòa xuống điểm thủy dụng;

- t_{WP} : Thời gian để giá trị độ ẩm đất giảm từ điểm bão hòa xuống điểm héo;

2.2 Mục tiêu nghiên cứu

Xây dựng đường đặc trưng ẩm (pF) và xác định độ ẩm dễ hữu dụng của đất giúp phục vụ nghiên cứu chế độ tưới tiết kiệm nước hợp lý cho cây trồng cạn và nâng cao hiệu quả sử dụng nước, đặc biệt là đối với vùng khan hiếm nước (vùng khô hạn).

2.3 Nội dung nghiên cứu

Mô tả phẫu diện đất;

Lấy mẫu đất hiện trường và thí nghiệm các chỉ tiêu cơ, lý và hóa tính của đất trong phòng;

Thí nghiệm nén ép mẫu trong thiết bị đo áp lực hút nước của đất;

Xây dựng đường đặc trưng ẩm (pF), xác định trữ lượng nước hữu dụng tích lũy của đất và lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng;

2.4 Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Tiếp cận lý thuyết và thực tiễn một cách toàn diện, kế thừa chọn lọc các nghiên cứu liên quan;

Thí nghiệm trên đồng ruộng và trong phòng, phân tích các chỉ tiêu cơ lý đất theo TCVN và chất lượng đất theo phương pháp phân tích đất của Lê Văn Khoa [4];

Phương pháp tương quan để xác định mối quan hệ giữa độ ẩm đất và áp lực ẩm, bằng cách lấy mẫu đất hiện trường sử dụng bình hút chân không với các áp lực hút khác nhau để xác định các điểm của đường cong đặc trưng ẩm thực nghiệm;

Tổng hợp, xử lý và phân tích kết quả thực nghiệm. Thiết lập đường đặc trưng ẩm của đất phục vụ xây dựng chế độ tưới thích hợp cho cây trồng làm cơ sở nhân rộng phạm vi ứng dụng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô tả phẫu diện đất và kiểm tra các đặc tính lý - hóa của đất

a) Mô tả phẫu diện đất

Đào phẫu diện và mô tả các tầng đất tại 2 khu vực: trồng cây và không trồng cây với độ sâu phẫu diện từ 0-60cm.

Bảng 1: Mô tả phẫu diện đất từ 0 ÷ 60cm

T	Tên tầng	Khu vực không trồng cây		Khu vực trồng cây	
		Độ sâu (cm)	Đặc điểm tầng đất	Độ sâu (cm)	Đặc điểm tầng đất
1	Tầng 1	0 ÷ 1,5	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có lẫn một ít mùn cỏ, toi xốp.	0 ÷ 2,0	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có lẫn một ít mùn cỏ và cây nho, phân bò khô đã toi rã, đất toi xốp.
2	Tầng 2	1,5 ÷ 20	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có rễ cỏ cây, toi xốp giảm so với tầng đất mặt.	2 ÷ 20	Đất cát mịn có màu xám nâu, trong đất có rễ cỏ và cây nho lá, toi xốp giảm so với tầng đất mặt.

T T	Tên tầng	Khu vực không trồng cây		Khu vực trồng cây	
		Độ sâu (cm)	Đặc điểm tầng đất	Độ sâu (cm)	Đặc điểm tầng đất
3	Tầng 3	20 ÷ 40	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất không lẫn rễ cỏ cây, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷20cm.	20 ÷ 40	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất có rễ cây nhỏ lá ăn sâu, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷20cm.
4	Tầng 4	40 ÷ 60	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất không lẫn rễ cỏ cây, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷40cm.	40 ÷ 60	Đất cát mịn có màu xám vàng, trong đất không lẫn rễ cây, đất chặt hơn so với tầng đất 0÷40 cm.



Hình 3: Phân diện đất khu vực không trồng cây và trồng cây

b) Các đặc tính lý - hóa của đất

Theo chú dẫn bản đồ đất tỉnh Bình Thuận [3], đất khu vực thực nghiệm là loại đất cát biển đã sử dụng, có tính chua (Dystri Haplic Arenosols÷ARh.d theo phân loại của FAO/UNESCO). Các chỉ tiêu Vật lý đất được phân tích trong phòng thí nghiệm bao gồm: dung trọng sử dụng ống lấy mẫu hình trụ (ring), sa cấu đất được phân tích theo phương pháp ống hút Robinson và được phân cấp theo USDA/Soil Taxonomy [14]. Kết quả phân tích các chỉ tiêu cơ lý của đất cho thấy sa cấu đất là cát mịn, tơi xốp, giúp rễ cây hút nước và ôxy dễ dàng. Các chỉ tiêu hóa tính của đất như sau: tầng đất mặt (0÷10cm) bị chua nặng, 2 tầng có độ sâu 20÷40cm và

40÷60cm thuộc nhóm đất rất chua; hàm lượng chất hữu cơ (hàm lượng mùn) tầng 0÷10cm ở cấp độ nghèo, 2 tầng còn lại ở cấp độ rất nghèo; các yếu tố đạm tổng số và dễ tiêu, lân và kali tổng số trong cả 3 tầng đất thuộc cấp độ rất nghèo, lượng lân và kali dễ tiêu ở mức trung bình, trong tầng đất mặt (0÷20cm) cao hơn 2 tầng đất phía dưới [4]. Hàm lượng các chất N, P, K trong tầng đất 0÷20cm cao hơn 2 tầng phía dưới được xác định do phân bón cho cây trồng còn tồn dư. Song song với chế độ tưới để duy trì độ ẩm thường xuyên, cần bón bổ sung vôi, phân hữu cơ và thúc bằng phân N-P-K hợp lý nhằm cải tạo đất và cung cấp chất dinh dưỡng cho cây, đảm bảo ổn định và tăng năng suất cây trồng.

Bảng 2: Kết quả phân tích lý tính của mẫu đất

Lớp đất (cm)	Phân tích thành phần hạt							Đặc tính vật lý					
	Cát (%)				Bụi (%)		Sét (%)	Dung trọng		Tỷ trọng	Độ bão hòa	Độ rỗng	Chỉ số rỗng
	Trung bình		Mịn		Thô	Mịn		Ướt	Khô				
	2,0 ÷ 0,85	0,85 ÷ 0,425	0,425 ÷ 0,25	0,25 ÷ 0,106	0,106 ÷ 0,075	0,075 ÷ 0,01	0,01 ÷ 0,005	< 0,005	gw (g/cm ³)	gd (g/cm ³)	D	S (%)	n (%)
0÷20	4,30	47,60	41,50	1,70	0,40	0,50	4,00	1,60	1,56	2,65	8,86	40,99	0,69
20÷40	3,50	47,40	36,10	6,40	0,50	0,50	5,60	1,56	1,51	2,63	13,30	42,70	0,75
40÷60	3,80	48,20	35,20	6,10	0,46	0,50	5,74	1,68	1,62	2,64	15,70	38,66	0,63

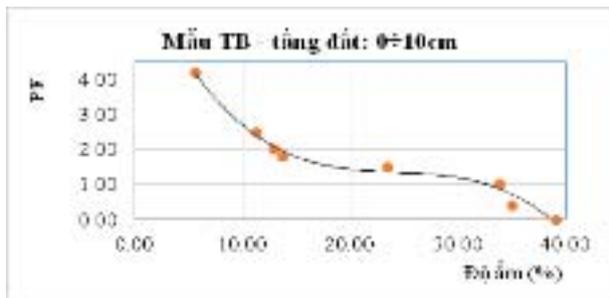
Bảng 3: Kết quả phân tích hóa tính của mẫu đất

Lớp đất (cm)	pHH ₂ O (1:5)	pHKCl (1:5)	TSMT	Cl-	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	FeTS	K ₂ O dt	N dt	P ₂ O ₅ dt	Al ³⁺ ++ H ⁺	NTS	P ₂ O ₅ ts	K ₂ O ts	Mùn											
																	mg/100g							meq/100g	%		
0÷20	4,88	4,15	61,0	8,6	23,6	13,2	4,3	14,2	12,1	0,94	29,6	5,7	0,06	0,05	0,32	1,04											
20÷40	4,15	3,75	17,5	2,1	4,5	3,2	2,9	8,9	7,5	0,86	7,5	6,9	0,03	0,02	0,18	0,63											
40÷60	4,02	3,58	16,2	2,0	4,3	3,0	2,6	8,2	6,1	0,78	6,4	7,0	0,02	0,01	0,12	0,47											

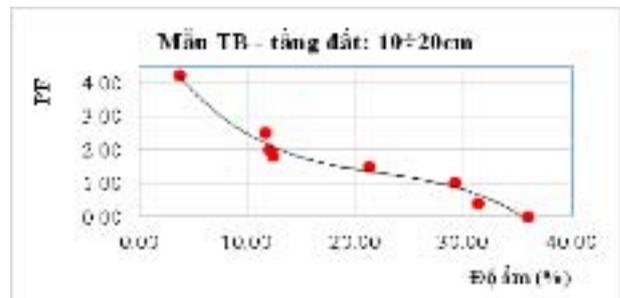
3.2 Đường cong đặc trưng ẩm (đường đặc tính nước của đất - pF)

Ứng dụng mô hình của Van Genuchten (1980) [16] thiết lập đường đặc trưng ẩm (đường cong pF) của phẫu diện đất canh tác để ứng dụng trong việc xác định động thái ẩm đất theo không gian và thời gian. Kết quả đường cong được biểu

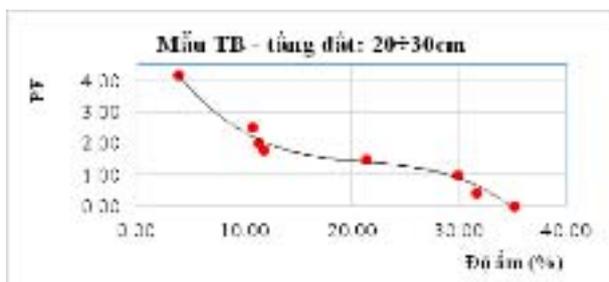
diễn theo tỉ lệ logarit giữa thủy lực h (kPa) và hàm lượng nước thể tích (cm³/cm³), sự tương quan là khá chặt chẽ (hệ số tương quan R² từ 0,96÷0,99). Đường đặc trưng ẩm (pF) của 6 tầng đất được xác định là điển hình cho loại đất có sa cấu cát mịn với hình dáng của các đường cong khá đồng nhất và có độ dốc ngang.



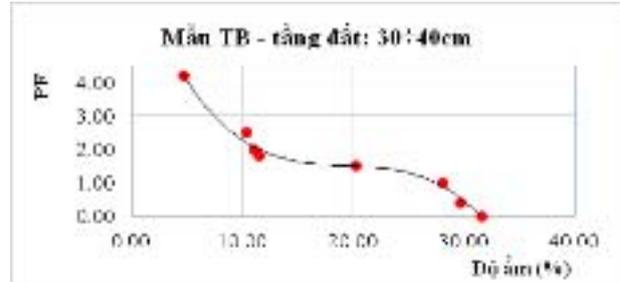
$H = -0,0004w^3 + 0,0284w^2 - 0,7069w + 7,3072 \quad R^2 = 0,9835$



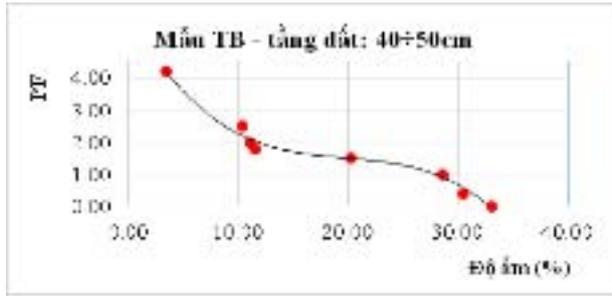
$H = -0,0003w^3 + 0,0206w^2 - 0,5106w + 5,8261 \quad R^2 = 0,9747$



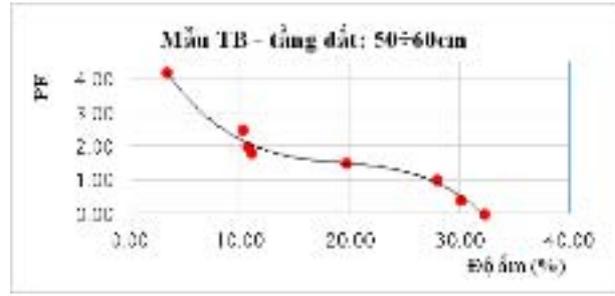
$H = -0,0004w^3 + 0,0271w^2 - 0,6098w + 6,1498 \quad R^2 = 0,9794$



$H = -0,0008w^3 + 0,045w^2 - 0,8891w + 7,4391 \quad R^2 = 0,9861$



$$H = -0,0005w^3 + 0,0301w^2 - 0,6266w + 6,0099 \quad R^2 = 0,9838$$



$$H = -0,0005w^3 + 0,0316w^2 - 0,6382w + 5,962 \quad R^2 = 0,9828$$

Hình 4: Biểu đồ đường đặc trưng ẩm theo các tầng đất

3.3. Hàm lượng nước trong đất ở điểm bão hòa, điểm thủy dung và điểm héo

Khả năng trữ nước của đất chịu ảnh hưởng bởi trạng thái tự nhiên của khối đất, sa cấu, cấu trúc và chất hữu cơ trong đất. Tầng đất mặt (0÷10cm) có hàm lượng nước thể tích cao nhất ở giá trị pF0 đến giá trị pF2, hàm lượng nước của các tầng đất bên dưới tầng mặt giảm dần, thấp nhất là tầng đất ở độ sâu từ 50÷60cm, điều này được lý giải rằng do hàm lượng chất hữu cơ ở tầng mặt cao hơn các tầng đất bên dưới và đất càng nằm dưới sâu càng bị nén chặt.

Tầng đất 0÷10cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 37,8÷40,8%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,7÷15,2%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 4,29÷6,26%TT;

Tầng đất 10÷20cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 33,2÷38,6%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,8÷13,3%TT, độ ẩm cây héo tại

pF4,2 từ 3,48÷4,28%TT;

Tầng đất 20÷30cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 33,4÷36,3%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,7÷15,2%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 4,29÷6,26%TT;

Tầng đất 30÷40cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 30,6÷33,6%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,3÷11,8%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 3,14÷5,38%TT;

Tầng đất 40÷50cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 30,9÷34,9%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,7÷11,4%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 3,26÷3,56%TT;

Tầng đất 50÷60cm: độ ẩm bão hòa tại pF0 từ 30,3÷33,5%TT, độ ẩm thủy dung ngoài đồng tại pF2 từ 10,4÷10,9%TT, độ ẩm cây héo tại pF4,2 từ 3,19÷3,29%TT;

Bảng 4: Kết quả đo (trung bình các mẫu đất) đường cong lực giữ nước trong đất (pF)

STT	Lực	Âm độ thể tích (%) tại							
	h (pF)	0,0	0,4	1,0	1,5	1,8	2,0	2,5	4,2
	h (cm)	0,0	2,5	10,0	31,6	63,1	100,0	316,2	15848,9
	h (bar)	0,0	0,002	0,010	0,031	0,062	0,098	0,310	15,543
	Độ sâu (cm)	Đo trên hộp cát (Sand Box)						Đo trên pF Box	
1	0÷10	39,10	35,00	33,90	23,40	13,70	12,93	11,30	5,57
2	10÷20	35,93	31,33	29,23	21,33	12,40	12,10	11,67	3,76
3	20÷30	35,10	31,57	29,80	21,33	11,77	11,30	10,70	3,82
4	30÷40	31,60	29,57	28,07	20,23	11,43	11,00	10,27	4,61
5	40÷50	33,00	30,43	28,57	20,20	11,43	10,97	10,30	3,39
6	50÷60	32,23	30,03	27,87	19,63	10,97	10,63	10,20	3,23



Hình 5: Thí nghiệm xác định áp lực hút nước của đất

3.4 Khả năng trữ nước hữu dụng của đất và lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng

a) Lượng trữ nước hữu dụng của đất

Kết quả tính toán cho thấy khả năng trữ nước hữu dụng của đất cao nhất ở tầng đất 10÷20cm là 8,34mm và thấp nhất ở tầng đất 30÷40cm là 6,39mm, tầng đất mặt 0÷10cm là 7,36mm, các tầng đất 20÷30cm và 40÷60cm ở mức trung bình. Như vậy, tỷ lệ lượng nước cây trồng không sử dụng được của các tầng đất từ 30÷45% lượng trữ nước ở điểm thủy dung.

Đối với tầng đất 0÷20cm (cho những cây trồng có bộ rễ hoạt động ngắn), tổng lượng nước tích lũy ở điểm thủy dung là 25,03mm, tổng lượng nước hữu dụng 15,70mm (chiếm 62,73% lượng trữ nước ở điểm thủy dung). Đối với tầng đất 0÷40cm, tổng lượng nước tích lũy ở điểm thủy dung là 47,33mm, tổng lượng nước hữu dụng 29,58mm (chiếm 62,49% lượng trữ nước ở điểm thủy dung). Trong cả tầng đất thực nghiệm 0÷60cm, tổng lượng nước tích lũy ở điểm thủy dung là 68,93mm, tổng lượng nước hữu dụng là 44,56mm (chiếm 64,64% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung).

Bảng 5: Trữ lượng nước hữu dụng của đất

Tầng đất	Độ sâu (cm)	dz (mm)	θ_{fc} (cm^3/cm^3)	W _{fc} (mm nước)	TW _{fc} (mm nước)	θ_{wp} (cm^3/cm^3)	W _{wp} (mm nước)	TW _{wp} (mm nước)	θ_{asw} (cm^3/cm^3)	AW (mm nước)	TAW (mm nước)	$\theta_{70\%FC}$ (cm^3/cm^3)	W _{70\%FC} (mm nước)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	0 ÷ 10	100	0,1293	12,93	12,93	0,0557	5,6	5,57	0,0736	7,36	7,36	0,0905	9,05
2	10 ÷ 20	100	0,1210	12,10	25,03	0,0376	3,8	9,33	0,0834	8,34	15,70	0,0847	8,47
3	20 ÷ 30	100	0,1130	11,30	36,33	0,0382	3,8	13,15	0,0748	7,48	23,19	0,0791	7,91
4	30 ÷ 40	100	0,1100	11,00	47,33	0,0461	4,6	17,76	0,0639	6,39	29,58	0,0770	7,70
5	40 ÷ 50	100	0,1097	10,97	58,30	0,0339	3,4	21,14	0,0758	7,58	37,16	0,0768	7,68
6	50 ÷ 60	100	0,1063	10,63	68,93	0,0323	3,2	24,37	0,0740	7,40	44,56	0,0744	7,44

Ghi chú:

- W_{fc} : Lượng nước trong đất ở điểm thủy dung

- TW_{fc} : Tổng lượng nước tích lũy trong đất ở điểm thủy dung

- W_{wp} : Lượng nước trong đất ở điểm héo

- TW_{wp} : Tổng lượng nước tích lũy trong đất ở điểm héo

- $\theta_{70\%FC}$: Ẩm độ của đất ở điểm 70 % FC

- $W_{70\%FC}$: Lượng nước trong đất ở điểm 70 % FC

b) Lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng cạn

Vùng khan hiếm nước (vùng khô hạn) hai tỉnh

Bình Thuận và Ninh Thuận với đặc điểm khí tượng bốc thoát hơi nước ET_c khá lớn, thổ nhưỡng có sa cấu chủ yếu là đất cát. Các loại cây trồng cạn chủ yếu gồm: nho, thanh long, táo, rau màu (măng tây, cà tím, cà chua, hành, tỏi, ớt, đậu phộng, sắn, ngô)... Lựa chọn hệ số p tương ứng với một số cây trồng cạn có giá trị kinh tế cao hoặc được trồng phổ biến trong vùng [11] để tính toán lượng nước dễ hữu dụng cho cây, hệ số p của các cây: Nho: 0,35; thanh long: 0,6 (là cây thuộc họ xương rồng chịu hạn tốt); táo: 0,5 (giống chiết cành có bộ rễ hoạt động nông từ 50-60cm); mía: 0,65; các loại rau: 0,4; hành, tỏi: 0,3.

Bảng 6: Lượng nước dễ hữu dụng của đất cho một số cây trồng chính vùng khô hạn

Loại cây trồng	Độ sâu (cm)	θ_{asw} (cm^3/cm^3)	AW (mm nước)	Hệ số P	θ_{RAW} (cm^3/cm^3)	RAW (mm nước)	TRAW (mm nước)	So sánh TRAW/ TW_{fc} (%)	θ_p (cm^3/cm^3)	Wp (mm nước)	TWp (mm nước)	So sánh θ_p/θ_{fc} (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cây nho	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,35	0,0258	2,58	2,58	19,92	0,1036	10,36	10,36	80,08
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,35	0,0292	2,92	5,50	21,96	0,0918	9,18	19,54	75,87
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,35	0,0262	2,62	8,12	22,34	0,0868	8,68	28,22	76,82
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,35	0,0224	2,24	10,35	21,87	0,0876	8,76	36,98	79,67
Cây Thanh Long	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,60	0,0442	4,42	4,42	34,14	0,0852	8,52	8,52	65,86
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,60	0,0501	5,01	9,42	37,64	0,0709	7,09	15,61	58,63
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,60	0,0449	4,49	13,91	38,29	0,0681	6,81	22,42	60,27
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,60	0,0383	3,83	17,75	37,49	0,0717	7,17	29,59	65,15
Táo (giống chiết cành)	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,50	0,0368	3,68	3,68	28,45	0,0925	9,25	9,25	71,55
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,50	0,0417	4,17	7,85	31,36	0,0793	7,93	17,18	65,52
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,50	0,0374	3,74	11,59	31,91	0,0756	7,56	24,74	66,89
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,50	0,0320	3,20	14,79	31,24	0,0781	7,81	32,55	70,95
	40 ÷ 50	0,0758	7,58	0,50	0,0379	3,79	18,58	31,87	0,0718	7,18	39,72	65,44
	50 ÷ 60	0,0740	7,40	0,50	0,0370	3,70	22,28	32,32	0,0693	6,93	46,65	65,19
Mía	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,65	0,0478	4,78	4,78	36,99	0,0815	8,15	8,15	63,01
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,65	0,0542	5,42	10,21	40,77	0,0668	6,68	14,83	55,18
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,65	0,0486	4,86	15,07	41,48	0,0644	6,44	21,26	56,95
	30 ÷ 40	0,0639	6,39	0,65	0,0415	4,15	19,22	40,62	0,0685	6,85	28,11	62,24
Rau (măng tây, cà tím, cà chua...)	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,40	0,0294	2,94	2,94	22,76	0,0999	9,99	9,99	77,24
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,40	0,0334	3,34	6,28	25,09	0,0876	8,76	18,75	72,42
	20 ÷ 30	0,0748	7,48	0,40	0,0299	2,99	9,27	25,53	0,0831	8,31	27,06	73,51
Hành, tỏi	0 ÷ 10	0,0736	7,36	0,30	0,0221	2,21	2,21	17,07	0,1073	10,73	10,73	82,93
	10 ÷ 20	0,0834	8,34	0,30	0,0250	2,50	4,71	18,82	0,0960	9,60	20,32	79,31

Ghi chú:

- θ_{RAW} : Ẩm độ dễ hữu dụng cho cây trồng

- θ_p : Ẩm độ của đất ở điểm Stress nước

- RAW: Lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng

- TRAW: Tổng lượng nước dễ hữu dụng cho cây trồng

- Wp: Lượng nước trong đất ở điểm Stress nước

- TWp: Tổng lượng nước tích lũy ở điểm Stress nước

Kết quả tính toán cho thấy: Đối với cây nho, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷40cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 10,35mm (chiếm 35,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 21,87% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước $0,0876 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ hay 8,76%TT; cây thanh long, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷40cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 17,75mm (chiếm 60,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 37,49% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước $0,0717 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ hay 7,17%TT; cây táo, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷60cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 22,28mm (chiếm 50,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 32,32% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước $0,0693 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ hay 6,93%TT; cây mía, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷40cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 19,22mm (chiếm 65,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 40,62% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước $0,0685 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ hay 6,85%TT; cây rau (các loại), ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷30cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 9,27mm (chiếm 40,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 25,53% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước $0,0831 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ hay 8,31%TT; cây hành tỏi, ở tầng đất chứa bộ rễ hoạt động 0÷20cm, tổng lượng nước dễ hữu dụng 4,71mm (chiếm 30,0% tổng lượng trữ nước hữu dụng và 18,82% tổng lượng trữ nước ở điểm thủy dung), độ ẩm đất tại điểm Stress nước từ $0,096 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ hay 9,6%TT.

4. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích các chỉ tiêu cơ lý của đất cho thấy sa cấu đất là cát mịn, toi xốp, giúp rễ cây hút nước và oxy dễ dàng. Đất thuộc nhóm đất rất chua và nghèo chất dinh dưỡng. Cần duy trì độ ẩm thường xuyên, bón bổ sung vôi, phân hữu cơ và thúc bằng phân N-P-K hợp lý nhằm cải tạo đất và cung cấp chất dinh dưỡng cho cây, đảm bảo ổn định và tăng năng suất cây trồng.

Kết quả nghiên cứu thiết lập đường đặc trưng ẩm (đường cong pF) của phẫu diện đất canh tác vùng khan hiếm nước (vùng khô hạn) tỉnh Bình Thuận có sự tương quan khá chặt chẽ (hệ số tương quan R2 từ 0,96÷0,99), hình dáng của các đường cong khá đồng nhất điển hình cho loại đất có sa cấu cát mịn, khả năng trữ nước của đất thấp, tuy nhiên lượng trữ nước hữu dụng trong đất so với lượng trữ nước ở điểm thủy dung cao, từ 56,91% (tầng đất 0÷10cm) đến 64,64% (tầng đất 50÷60cm).

Kết quả tính toán lượng nước dễ hữu dụng chỉ ra rằng, trong ba loại cây (cây nho, thanh long và mía) có bộ rễ hoạt động 0÷40cm thì cây nho có lượng nước dễ hữu dụng thấp nhất, kế đến lần lượt là thanh long và mía. Cây táo, bộ rễ hoạt động 0÷60cm, có lượng nước dễ hữu dụng ở mức trung bình, riêng hành tỏi và các loại rau có bộ rễ hoạt động không sâu (từ 20÷30cm), lượng nước dễ hữu dụng khá thấp, nên rất dễ xảy ra tình trạng cây trồng bị thiếu nước nếu không được tưới thường xuyên.

Như vậy, đối với mỗi loại cây trồng tại vùng đất này, khi độ ẩm đất giảm tới điểm ngưỡng P (điểm stress nước của cây trồng), cần tưới ngay nước cho cây để đảm bảo cây phát triển tốt và cho năng suất cao. Trong điều kiện nguồn nước khô hạn, có thể để độ ẩm đất giảm xuống mức 65÷70% độ ẩm thủy dung, nhưng không nên kéo dài thời gian mà cần tưới nước ngay để tránh cho cây bị suy kiệt và khó hồi phục về trạng thái ban đầu.

Các kết quả thực nghiệm và tính toán này rất quan trọng, giúp xây dựng luận cứ xác định chế độ tưới hợp lý cho cây trồng, nâng cao hiệu quả sử dụng nước và giúp cây trồng phát triển tốt đảm bảo hiệu quả và chất lượng sản phẩm theo yêu cầu sản xuất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Tất Cảnh. (1999). Nghiên cứu mô hình mô phỏng động thái ẩm đất và chuẩn đoán nhu cầu tưới cho ngô và đậu tương trên đất bạc màu Đông Anh và phù sa sông Hồng Gia Lâm. Luận án tiến sỹ Nông nghiệp.
- [2] Nguyễn Văn Dung. (1999). Nghiên cứu lượng nước cần và nhu cầu nước tưới cho cây trồng thuộc hệ thống tưới La Khê – Hà Tây vùng đồng bằng sông Hồng. Luận án tiến sỹ Nông nghiệp.
- [3] Phạm Quang Khánh và cs. (2003). Báo cáo chủ dẫn bản đồ đất tỉnh Bình Thuận. Chương trình “Điều tra bổ sung, chỉnh lý, xây dựng bản đồ đất phục vụ công tác quy hoạch Nông - Lâm nghiệp và thủy lợi cấp tỉnh Vùng Đông Nam bộ. Dự án cấp tỉnh.
- [4] Lê Văn Khoa, Nguyễn Xuân Cự, Lê Đức, Trần Khắc Hiệp, Cái Văn Tranh (1996). Phương pháp phân tích đất, nước, phân bón và cây trồng. Nhà xuất bản Giáo Dục.
- [5] Trần Việt Ôn. (2002). Đường đặc trưng ẩm của một số loại đất chính của Việt Nam và ứng dụng của nó. Luận án tiến sỹ kỹ thuật.
- [6] Trần Kông Tấu. (1971). Những lực hút nước của đất, sự chuyển vận của độ ẩm đất và mức độ hữu hiệu của chúng đối với cây trồng. Luận án PTS Sinh vật học, Chuyên ngành Thổ nhưỡng.
- [7] Võ Khắc Trí (2002). Nghiên cứu sự chuyển vận của nước và chất hòa tan trong đất phèn Đồng Tháp Mười. Luận án tiến sỹ kỹ thuật.
- [8] Arya L.M. and Paris J.F. (1981). A Physic Empirical Model to Predict the Soil Moisture Characteristics from Particle Size Distribution and Bulk Density Data. *Journal of Soil Sci. Soc. Am.*, Vol 45, p1023-1030.
- [9] Brooks, R.H.; Corey, A.T. (1966). Properties of porous media affecting fluid flow. *J. Irrig. Drainage Div.* 72(IR2), 61–88.
- [10] De Jong R., Campbell C.A., and Nicolaichuk W. (1983). Water retention equations and their relationship to soil organic matter and particle size distribution por disturbed samples. *Canadian Journal of Soil Sci.*, Vol 63, p291-302.
- [11] FAO/UNESCO/ISRIC. (1991). Revised Legend.
- [12] Haverkamp R. and Parlange J.Y. (1986). Prediction the water-retetion curve from particle-size distribution: sandy soil without organic matter. *The Journal on Soil and Soil Plant Problems*, Vol 142 (6).
- [13] Rawls W.J., and Brakensiek D.L. (1998). Estimating soil water characteristics from soil properties. *Journal of Irrigation and Drainage Div.*, ASCE, Vol 108 (IR2), p166-171.
- [14] Soil survey staff. (1998). Keys to soil taxonomy. Eight edition. United State Department of Agriculture and Natural Resources Conservation service. USA.
- [15] Thai Hung Tran , Khac Tri Vo , Sam Le. (2016). Research on Infiltration Spread in Soil of Drip Irrigation Technique for Grape Leaves at the Water Scarce Region of Vietnam. *International Journal of Agricultural Science and Technology (IJAST)*. DEStech Publications, Inc. USA. Vol 4, No. 2 – August 2016, pp. 45-54.
- [16] Van Genuchten, M.T. (1980). A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44, 892–898.