

Chương 2:

QUAN HỆ GIỮA ĐẤT – NƯỚC VÀ CÂY TRỒNG

--- oOo ---

2.1 CẤU TRÚC VÀ PHÂN LOẠI ĐẤT

Đất là khối vật chất có cấu trúc là các hạt khoáng, sản phẩm của một quá trình phong hoá đá và phân huỷ các chất hữu cơ như xác bã thực và động vật và dưới các tác động của nhiều yếu tố tự nhiên như thời tiết (nhiệt độ, bức xạ mặt trời, mưa, gió, ...) và sự kiến tạo địa chất. Trong đất có chứa các hạt khoáng, các chất dinh dưỡng và nước cung cấp cho cây trồng sống và phát triển. Mỗi loại đất có các tính chất cơ lý và thành phần hạt khác nhau, tính giữ nước khác nhau, có thể phù hợp cho một số loại cây trồng. Tùy theo kích thước đường kính hạt đất được phân loại theo bảng 2.1. Hiểu được tính chất của đất, ta có thể chọn phương pháp tưới và tiêu thích hợp.

Bảng 2.1: Phân loại đất theo kích thước đường kính trong bình hạt
(Nguồn: USAD, Mỹ)

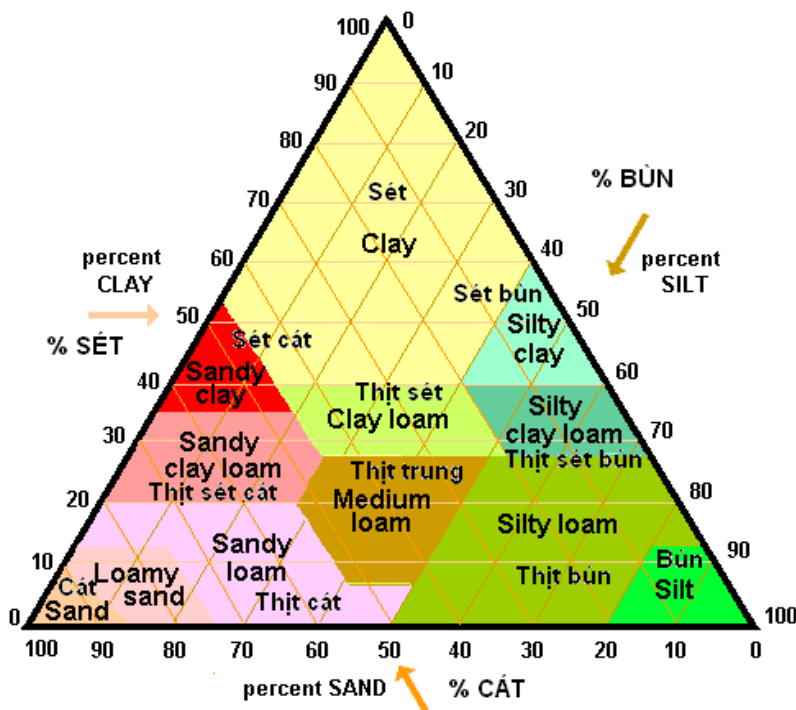
Loại đất	Tên tiếng Anh	Đường kính trung bình của hạt
Sỏi	Gravel	> 2 mm
Cát rất thô	Very coarse sand	2,0 - 1,0 mm
Cát thô	Coarse sand	1,0 - 0,5 mm
Cát trung bình	Medium sand	0,5 – 0,25 mm
Cát mịn	Fine sand	0,25 – 0,10 mm
Cát rất mịn	Very fine sand	0,10 – 0,05 mm
Bùn	Silt	0,05 – 0,002 mm
Sét	Clay	< 0,002 mm

Thực tế, đất trồng trọt thường pha lẫn nhiều kích thước hạt khác nhau. Trong thổ nhưỡng, người ta phân loại đất theo tỉ lệ phần trăm (%) thành phần hạt có trong đất như cát, bùn và sét hiện diện trong mẫu đất. Bằng cách khoan lấy mẫu đất, bỏ vào một ống trụ tròn bằng thủy tinh và lất kỹ, sau đó để yên cho các hạt trong đất tự lắng đọng. Theo nguyên tắc vật lý, các hạt đất có kích thước đường kính lớn sẽ lắng nhanh trước, các hạt có kích thước hạt nhỏ hơn sẽ lắng chậm hơn. Cát thường lắng dưới đáy bình khoảng sau vài phút, bùn sẽ lắng sau 2-3 giờ, sét sẽ lắng chậm hơn, tụ lại trên bùn sau 18-24 giờ. Một số keo sét ở trạng thái lơ lửng và gần như không thể lắng được. Cuối cùng, ta xác định tỉ lệ phần trăm các hạt cát, bùn và sét có trong mẫu đất. Đất có thể được phân loại dựa theo bảng 1.2.

Bảng 2.2: Phân loại đất theo tỉ lệ % thành phần hạt
(Nguồn: USAD, Mỹ)

Loại đất	Tỉ lệ % thành phần hạt		
	Cát (Sand)	Bùn (Silt)	Sét (Clay)
Cát (Sand)	80 - 100	0 - 20	0 - 20
Thịt pha cát (Loamy sand)	50 - 80	0 - 50	0 - 20
Thịt (Loam)	30 - 50	30 - 50	0 - 20
Thịt bùn (Silty loam)	0 - 50	50 - 100	0 - 20
Thịt sét (Clay loam)	20 - 50	20 - 50	20 - 30
Sét pha cát (Sandy clay)	50 - 70	0 - 20	30 - 50
Sét bùn (Silty clay)	0 - 20	50 - 70	30 - 50
Sét (Clay)	0 - 50	0 - 50	50 - 100

Cơ quan nông nghiệp Hoa kỳ có cách phân loại đất dựa theo biểu đồ hình tam giác như ở hình 2.1. Sự pha trộn giữa đất cát, đất bùn và đất sét theo một tỉ lệ nào đó sẽ hình thành đất thịt, đất thịt có thể là thịt cát, thịt bùn thịt sét hoặc các dạng thịt cát sét, thịt sét bùn, ... tùy theo mức độ pha trộn. Đất cát được xem là đất nhẹ, tương đối dễ cày bừa nhưng khả năng giữ nước kém. Đất thịt hay đất trung bình, có tỉ lệ cát và sét xấp xỉ nhau, mức độ cày bừa cũng như giữ nước vừa phải. Đất sét là đất nặng, cày bừa khó hơn và có khả năng giữ nước nhiều hơn (Bảng 2.3).



Hình 2.1: Biểu đồ tam giác phân loại đất theo tỉ lệ % thành phần hạt
(Nguồn: USAD, Mỹ)

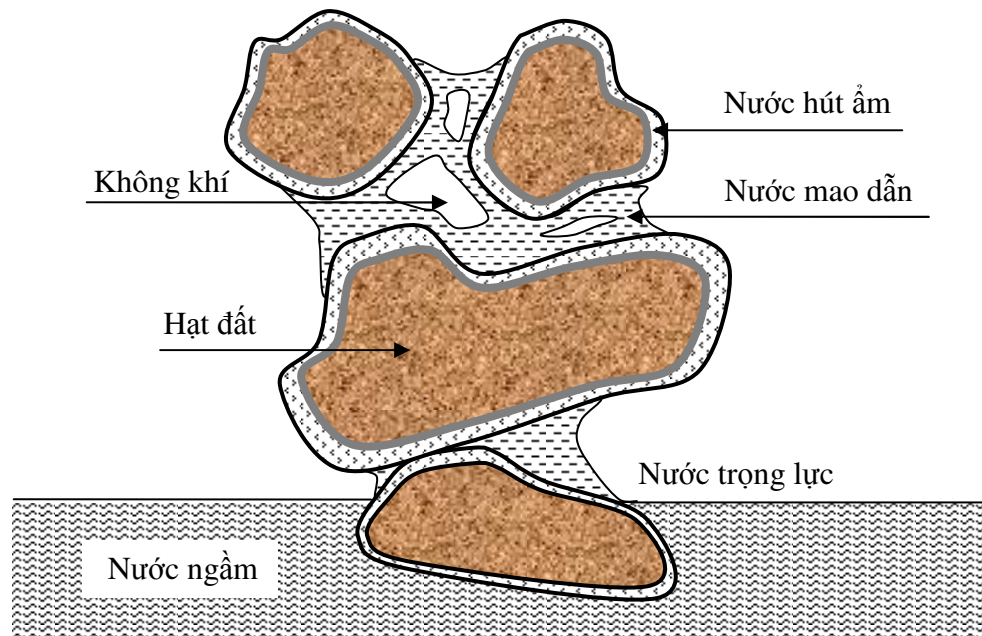
Bảng 2.3: Tính chất của các loại đất

Tên gọi loại đất	Nhận diện bằng tay	Khả năng giữ nước	Khả năng làm đất cho canh tác	Độ thoáng khí
Đất cát thô (đất nhẹ)	Các hạt rời rạc, thô ráp	Kém	Dễ	Cao
Đất thịt (đất trung bình)	Có thể vò viên, nhưng dễ vỡ vụn	Trung bình	Vừa	Trung bình
Đất sét (đất nặng)	Đẽ chảy, dẻo và dính khi có nước	Cao	Khó	Thấp

Trong 3 loại đất sét, đất thịt và đất sét thì đất thịt là thích hợp nhất cho cây trồng vì nó có khả năng giữ nước vừa phải, khả năng tiêu nước và độ thoáng khí tốt, việc chuẩn bị đất (cày, bừa) tương đối dễ dàng, đất có khả năng giữ nhiều chất dinh dưỡng cao.

2.2 PHÂN LOẠI NƯỚC TRONG ĐẤT

Nước trong đất được phân thành 3 loại: nước hút ẩm, nước mao dẫn và nước trọng lực (Hình 2.2). Ngoài ra, khi nghiên cứu quan hệ giữa nước trong đất với cây trồng, người ta còn chia ra 2 loại nước: nước có thể sử dụng cho cây trồng và nước không thể sử dụng cho cây trồng.



Hình 2.2: Các dạng nước trong đất

2.2.1 Nước hút ẩm (*Hygroscopic water*)

Nước hút ẩm là nước bao quanh bề mặt của hạt đất tạo thành một màng mỏng cố định và gần như không di chuyển được. Tùy thuộc diện tích bề mặt hạt đất và độ ẩm không khí, nước hút ẩm tạo nên một liên kết hoá học bền vững giữa nước và đất với một áp lực lớn, tối thiểu là 31 atm (atmosphere), tối đa có thể lên đến 10.000 atmosphere. Với áp lực lớn như vậy, rễ cây không thể “hút” được loại nước này. Trong điều kiện đất chỉ còn nước hút ẩm, cây có thể bị chết vì khô héo.

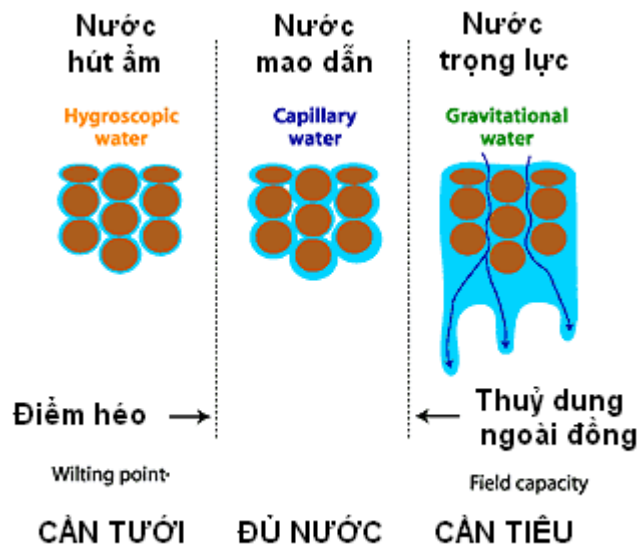
2.2.2 Nước mao dẫn (*Capillary water*)

Nước mao dẫn tồn tại trong không gian các khe rỗng giữa những hạt đất nằm bên trên mực nước ngầm. Hiện tượng sức căng mặt ngoài tạo nên lực mao dẫn làm nước ngầm từ bên dưới “leo” lên cao, vượt qua trọng lực. Nước mao dẫn có tính lưu động cao nên rễ cây hút được. Ranh giới giữa trạng thái nước hút ẩm và nước mao dẫn gọi là điểm héo (*Wilting point*), là điểm giới hạn mà cây trồng bắt đầu bị khô héo do thiếu nước (Hình 2.3).

2.2.3 Nước trọng lực (*Gravitational water*)

Nước trọng lực chuyển động trong các lỗ rỗng của đất dưới tác dụng của sức hút trọng trường. Nước trọng lực ở dưới mực nước ngầm, nhưng khi có mưa lớn hoặc lượng nước tưới vào đất cao thì nước trọng lực có thể duy trì một thời gian ngắn ở phía trên mực nước ngầm. Rễ cây dễ dàng hấp thụ nước trọng lực. Điểm trung gian giữa trạng thái nước mao dẫn và nước trọng lực gọi là

thủy dung ngoài đồng (*Field capacity*). Ở trạng thái nước trọng lực, đất bị dư nước, có thể phải tiêu đi để cây trồng không bị úng ngập.



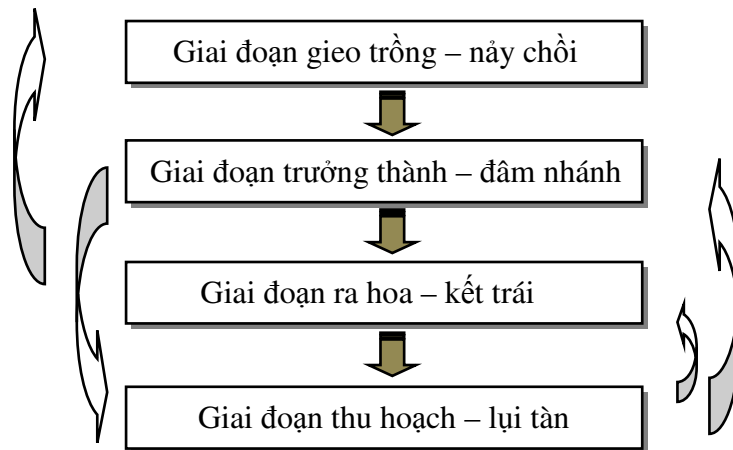
Hình 2.3: Ba loại nước trong đất và nhu cầu tưới – tiêu

2.3 SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÂY TRỒNG

Cây trồng là thành phần chủ yếu của hệ sinh thái nông nghiệp. Cây trồng cần đất, nước, không khí và ánh sáng mặt trời, thậm chí cả vi sinh vật và một số côn trùng cho sự phát triển. Thông thường, cây trồng có những giai đoạn phát triển khác nhau, bao gồm:

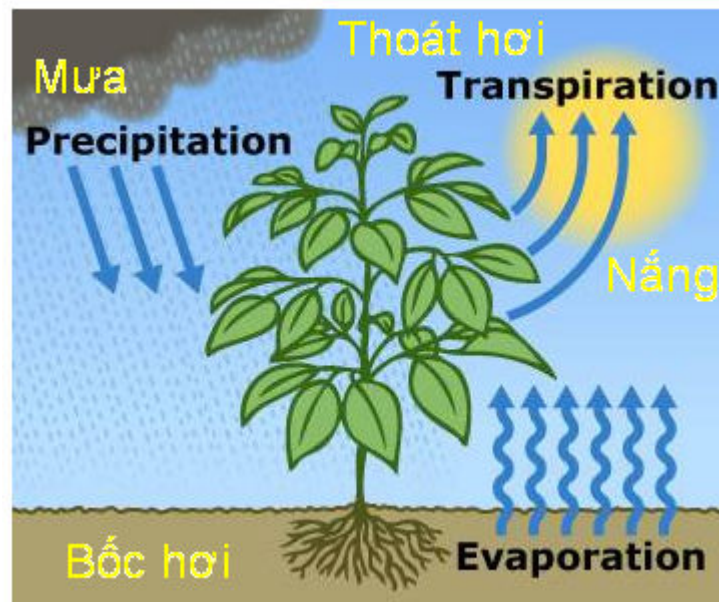
- **Giai đoạn gieo trồng – nảy chồi:** Giai đoạn này nhiệt độ cho cây trồng chừng 25 – 28°C là tốt, độ ẩm không khí cần cho cây trồng chỉ cần chừng 50 – 70% là vừa đủ.
- **Giai đoạn trưởng thành – đâm nhánh:** đây là giai đoạn tích lũy sinh khối cho cây, lúc này bộ rễ phát triển mạnh, cây đâm tược và ra nhiều lá. Nhu cầu nước cho cây trồng gia tăng theo khối lượng của cây. Thích hợp nhất là ở nhiệt độ 20 - 28°C và độ ẩm không khí là 70 – 80%;
- **Giai đoạn ra hoa – kết trái:** giai đoạn này, cây gần như ngừng phát triển chiều cao để chuyển qua giai đoạn phát dục và tích lũy chất hữu cơ. Nhu cầu nước tăng cao hơn, nhiệt độ thích hợp vào khoảng 20 - 28°C và độ ẩm tối hảo ở mức 75 – 85%;
- **Giai đoạn thu hoạch – lụi tàn:** Giai đoạn này nhu cầu nước cho cây trồng giảm dần và đôi lúc không cần tưới nữa.

Tuy nhiên, các giai đoạn này chỉ mang tính tương đối, nhiều loại cây sau giai đoạn thu hoạch lại quay về (Hình 2.3) quá trình đâm nhánh và ra hoa cho kỳ sau như các loại cây ăn trái, cây rừng, cây kiểng lưu niên.



Hình 2.3: Các giai đoạn phát triển của cây trồng

Nhiều yếu tố khí hậu như nhiệt độ, độ ẩm, mưa, bức xạ mặt trời, gió, ... đóng vai trò quan trọng đối với sự phát triển của cây trồng. Cây trồng phát triển tốt trong những điều kiện khí hậu thích hợp nhất định. Tùy theo giai đoạn sinh trưởng và giống cây trồng mà các thông số khí hậu tối ưu sẽ khác nhau. Hình 2.4 cho thấy một số yếu tố khí hậu tác động lên cây trồng.



Hình 2.4: Một số yếu tố khí hậu tác động lên cây trồng

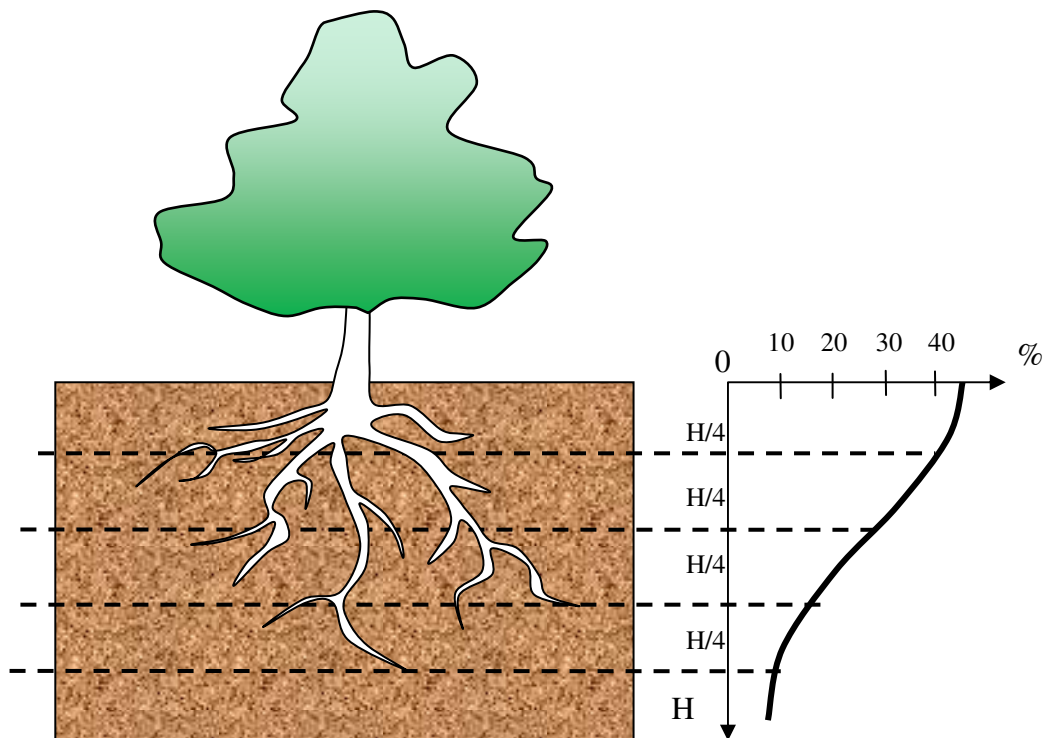
2.4 VAI TRÒ CỦA NƯỚC ĐỐI VỚI CÂY TRỒNG

Cây trồng sống và phát triển được nhờ chất dinh dưỡng trong đất và được nước hoà tan và đưa lên cây qua hệ thống rễ. Nước giúp cho cây trồng thực hiện các quá trình vận chuyển các khoáng chất trong đất giúp điều kiện quang hợp, hình thành sinh khối tạo nên sự sinh trưởng của cây trồng. Trong bản thân cây trồng, nước chiếm một tỷ lệ lớn, từ 60% đến 90% trọng lượng. Tuy nhiên, tổng lượng nước mà cây trồng hút lên hàng ngày chủ yếu là để thoát ra ngoài ở dạng thoát

hơi qua lá, nước chỉ giữ lại cho bản thân cấu trúc của cây trồng chỉ chừng 0,5 – 1,0% mà thôi. Có 4 nguyên nhân khiến cây trồng phải hút nhiều nước để cân bằng cho lượng thoát hơi từ lá và thân:

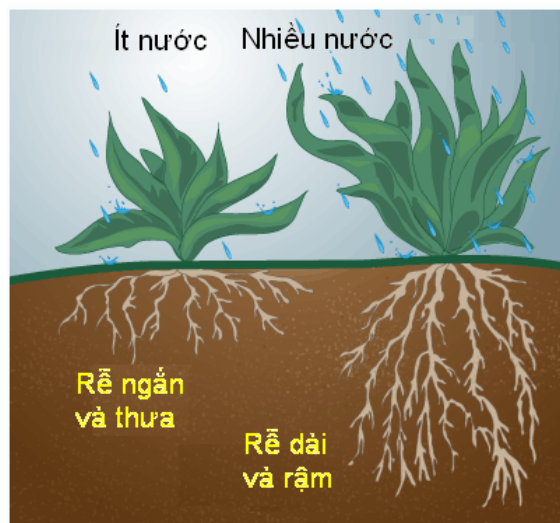
- Trên bề mặt lá cây có nhiều khí khổng giúp cho sự thoát hơi nước. Diện tích khí khổng càng lớn thì sự hấp thụ CO_2 trong không khí vào lá càng dễ dàng, giúp cây trồng quang hợp được từ ánh sáng mặt trời được.
- Sự thoát hơi nước là động lực đòi hỏi cây trồng hút nhiều nước từ đất. Nhờ hiện tượng mao dẫn mà nước từ đất có thể vào thân cây qua hệ thống rễ và len lỏi lên cao, đôi khi hàng chục mét.
- Sự thoát hơi nước giúp cho sự cân bằng nhiệt ở chung quanh lá và thân. Dưới tác động của ánh sáng mặt trời, lá có thể hấp thụ năng lượng phục vụ cho quá trình quang hợp, một phần năng lượng chuyển thành nhiệt năng làm cho nhiệt độ cây trồng tăng lên đòi hỏi phải có sự thoát hơi nước để giảm nhiệt độ bề mặt.
- Sự thoát hơi nước tạo động lực cho sự vận chuyển dưỡng chất trong đất qua sự di chuyển đi lên của nước trong bản thân cây trồng. Sự thoát hơi nước lớn thì cây trồng hấp thụ dưỡng chất càng lớn.

Rễ cây là bộ phận hút nước cho cây trồng. Bộ rễ hình thành ở nhiều dạng khác nhau, tùy theo loại cây trồng, điều kiện đất đai, khí hậu và chiều sâu mực nước ngầm. Thông thường, rễ cây hút nhiều nước nhất (chiếm khoảng 40 - 50%) ở độ sâu $\frac{1}{4}$ chiều dài của rễ tính từ mặt đất, càng xuống sâu thì tỉ lệ hút nước càng giảm (Hình 2.5).



Hình 2.5: Khả năng hút nước của rễ cây theo độ sâu

Thực tế, cây trồng trong điều kiện được cung cấp nước đầy đủ sẽ có bộ rễ dài và sâu, vươn ra theo các chiều trong đất. Ngược lại, nếu thiếu nước, bộ rễ của cây sẽ ngắn và thưa (Hình 2.6).



Hình 2.6: Lượng nước tưới cho cây trồng ảnh hưởng đến sự phát triển của bộ rễ

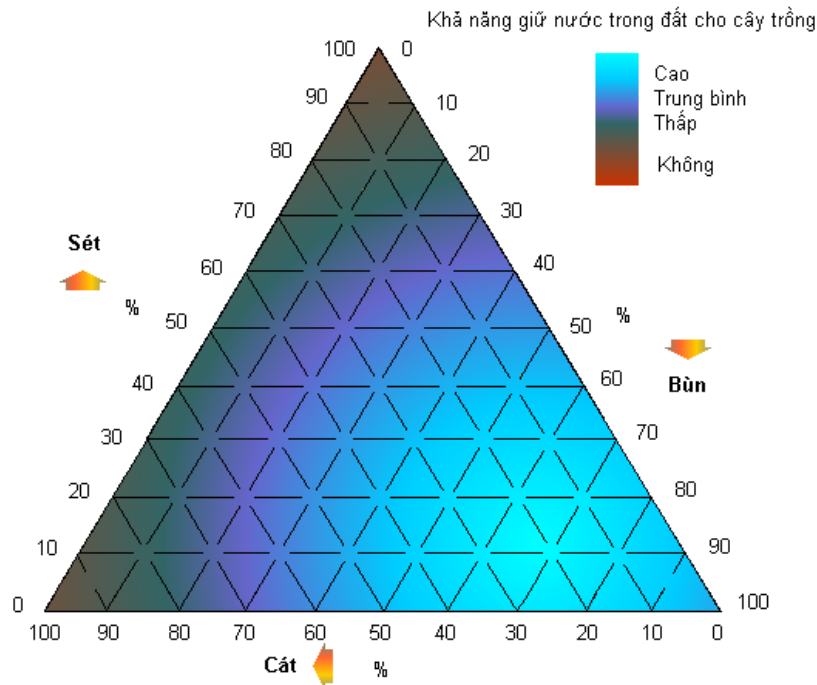
Trong điều kiện đất và nước đầy đủ, rễ từng loại cây trồng sẽ phát triển triển tới đa để tăng trưởng. Chiều sâu tối đa của hệ thống rễ cây trồng cũng chính là chiều sâu lớp đất cần tưới. Một hệ thống tưới hiệu quả là khi hệ thống đó có thể cung cấp nước đầy vừa đủ thấm hết bộ rễ của cây trồng. Bảng 2.1 cho chiều sâu tối đa của hệ thống rễ của một số loài cây rau, cây kiểng và cây công nghiệp.

Bảng 2.4: Chiều sâu bộ rễ tối đa của một loại cây trồng khi được cung cấp nước đầy đủ

60 cm	90 cm	120 cm	150 cm	180 cm
Rau cải	Cà rốt	Cà chua	Mía	Chanh
Các loại khoai	Lúa	Bắp	Cà phê, trà	Táo
Cây hoa kiểng ngắn ngày	Cây công nghiệp ngắn ngày	Bông vải	Đay	Cỏ vertiver
Cây lá màu trồng trong nhà	Các cây kiểng dạng bụi nhỏ	Dây leo trang trí ngoài nhà	Cau kiểng	Cây ăn trái phổ biến
Xương rồng	Dứa các loại	Chuối	Mai, đào	Cây rừng phòng hộ, đước

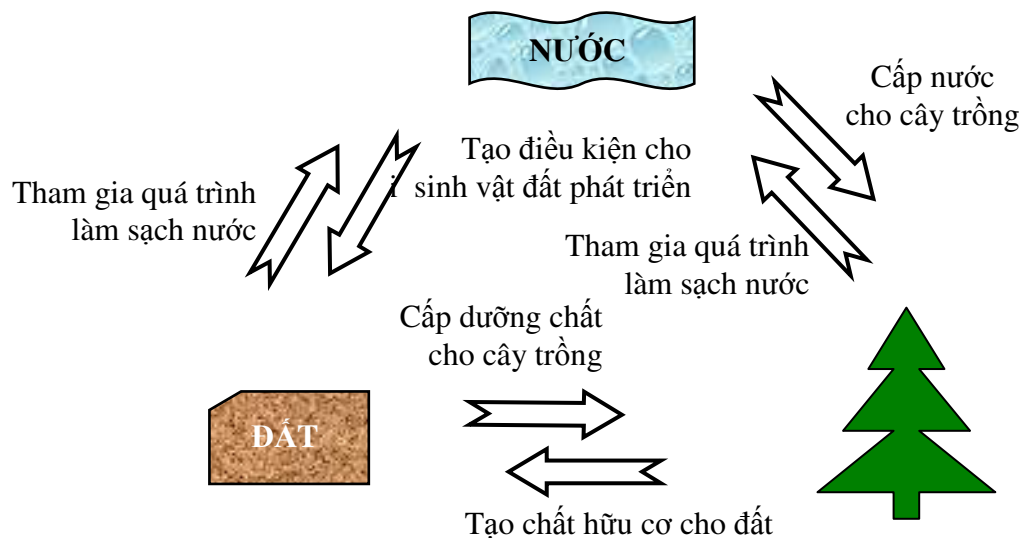
2.4 QUAN HỆ GIỮA ĐẤT - NƯỚC VÀ CÂY TRỒNG

Trong các thành phần đất, nước và cây trồng của hệ sinh thái nông nghiệp, đất là thành phần khó thay đổi nhất, nước là thành phần có thể thay đổi một phần và cây trồng thì con người có thể thay đổi dễ dàng. Sự lưu giữ nước trong đất cho cây trồng tùy thuộc vào thành phần hạt đất, đất có độ rỗng càng cao thì khả năng trữ nước càng kém do dễ dàng bị tiêu thoát như trường hợp đất cát. Đất sét thường giữ nước tốt nhưng tiêu thoát kém. Đất thịt là loại đất pha trộn giữa đất bùn và đất cát tỏ ra thích hợp cho nhiều loại cây trồng nhờ khả năng cung cấp nước thuận lợi (Hình 2.7).



Hình 2.7: Tam giác thể hiện khả năng giữ nước trong các loại đất cho cây trồng (Nguồn: USAD, Mỹ)

Mối quan hệ giữa đất, nước và cây trồng có thể minh họa bằng hình 2.8. Nước tạo sinh vật đất phát triển, duy trì độ ẩm trong đất, hòa tan và cung cấp dưỡng chất cho cây trồng. Đất và cây trồng đều tạo quá trình làm sạch nước, điều tiết nguồn nước.

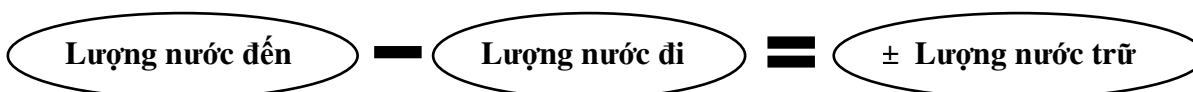


Hình 2.8: Quan hệ tương tác giữa đất – nước và cây trồng

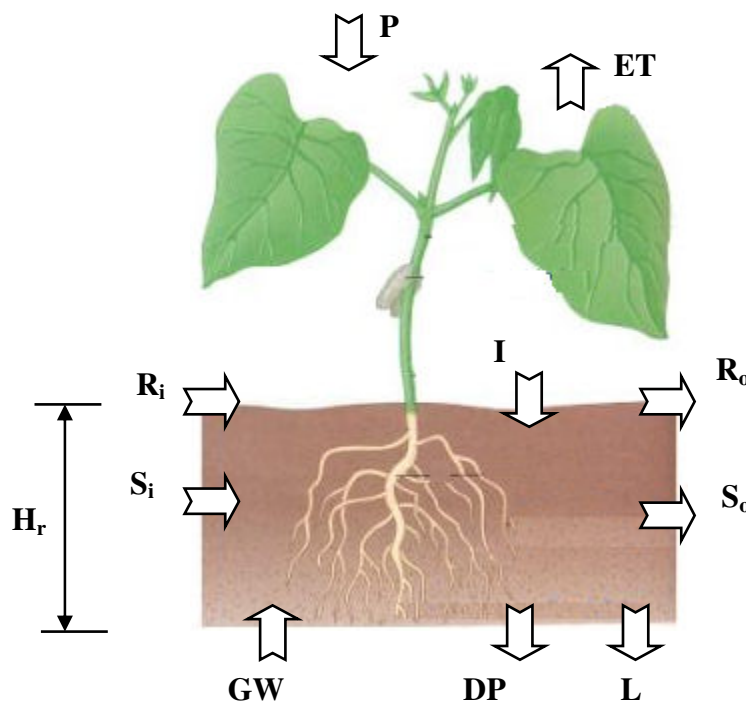
2.5 PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG NƯỚC CHO MỘT KHU ĐẤT CÓ CÂY TRỒNG

Phương trình cân bằng nước là một phương trình rất căn bản có thể áp dụng cho mọi trường hợp tính toán thủy văn. Nguyên lý cơ bản của phương trình cân bằng nước là dạng cân bằng về khối lượng nước đi vào và đi ra khỏi khối đất đang xem xét. Một cách tổng quát, phương trình cân bằng nước, xuất phát từ định luật bảo toàn khối lượng, có thể phát biểu ngắn gọn sau: **“Hiệu số giữa tổng lượng nước đi vào và đi ra của một khối đất đang xem xét nào đó trong một thời đoạn nhất định bằng sự thay đổi lượng nước trữ trong khối đất đó”**.

Phát biểu trên có thể rút ngắn như hình 2.9 và chi tiết hóa ở hình 2.10.



Hình 2.9: Minh họa tóm tắt phương trình cân bằng nước đơn giản



Hình 2.10: Các thông số trong phương trình cân bằng nước vùng rễ cây

Giả sử có một khối đất hình trụ bao quanh một vùng rễ như hình 2.10. Xét một thời điểm nào đó:

$$\Delta S = H_r (\theta_2 - \theta_1) = W_i - W_o \quad (2-1)$$

- trong đó:
- ΔS - sự thay đổi lượng nước trữ trong thời đoạn xem xét, (cm);
 - H_r - chiều sâu lớp đất quanh vùng rễ đang xem xét, (cm);
 - θ_2, θ_1 - độ ẩm của đất ở thời điểm cuối và thời điểm đầu trong thời đoạn (%);
 - W_i, W_o - tổng lượng nước đi vào (i) và đi ra (o) khỏi vùng rễ xem xét, (cm).

Chi tiết hóa các thông số của tổng lượng nước đi vào và đi ra vùng rễ:

$$W_i = P + I + R_i + S_i + GW \quad (2-2)$$

$$W_o = ET + R_o + S_o + DP + L \quad (2-3)$$

trong đó:

- P - lượng nước mưa (*precipitation*), (cm);
- I - lượng nước tưới (*irrigation*), (cm);
- R_i, R_o - lượng nước chảy tràn mặt (*runoff*) đi vào (i) và đi ra (o) vùng rễ, (cm);
- S_i, S_o - lượng nước thấm ngang (*seepage*) đi vào (i) và đi ra (o) vùng rễ, (cm);
- GW - lượng nước thấm do mao dẫn từ nước ngầm (*groundwater*), (cm);
- DP - lượng nước thấm sâu xuống ra khỏi vùng rễ (*deep percolation*), (cm);
- L - lượng nước rò rỉ ra khỏi vùng rễ (*leakage*), (cm).

Thay (2-2) và (2-3) vào (2-1), ta được:

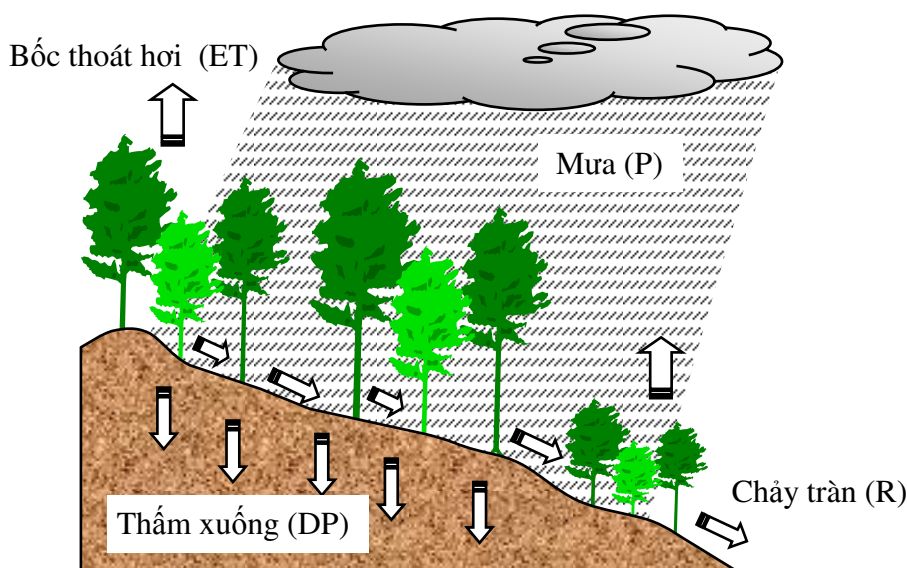
$$H_r (\theta_2 - \theta_1) = (P + I + R_i + S_i + GW) - (ET + R_o + S_o + DP + L) \quad (2-4)$$

Suy ra lượng nước tưới cho cây trồng sẽ là:

$$I = (ET + R_o + S_o + DP + L) - (P + R_i + S_i + GW) + H_r (\theta_2 - \theta_1) \quad (2-5)$$

Trong phương trình trên, có thể có một số thông số bằng zero (0) do trong thời đoạn xem xét, các thông số này không có. Thực tế, hai nguồn nước chính cung cấp cho cây trồng là nước mưa (P) và nước tưới (I). Khi nước mưa đã đủ cho cây trồng thì không cần phải tưới nữa. Tuy nhiên, không phải tất cả lượng mưa đều được cây trồng sử dụng, mà nó còn bị thất thoát do một phần chảy tràn (R) trên sườn dốc của mặt đất, một phần thấm sâu xuống đất (DP) và một phần bốc thoát hơi trở lại lên không trung (ET) như ở hình 2.11. Lượng nước mưa sau khi bị trừ đi các tổn thất gọi là lượng mưa hiệu quả (P_e).

$$P_e = P - R - DP - ET \quad (2-6)$$



Hình 2.11: Mưa và sự hình thành dòng chảy từ mưa