บทที่ 2

พืชกับการให้น้ำ

2.1 น้ำในดินและการวัด

การเรียงตัวของเมล็ดดิน ทำให้เกิดช่องว่างที่มีขนาด และรูปร่างทรงต่างๆ กัน เมื่อฝนตกหรือให้น้ำแก่พืช น้ำก็จะแทรกเข้าไปอยู่ในช่องว่างเหล่านี้ และเกาะติดอยู่กับเมล็ดดินด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำ (Adhesive Force) และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกัน (Cohesive Force) ซึ่งรวมเรียกว่า แรงดูดซับ (Capillary Force) ถ้าหากน้ำเข้าไปแทนที่อากาศจนเต็มทุกช่องว่างเรากล่าวว่าดินนั้น อิ่มน้ำ (Saturated) และน้ำที่อยู่ในช่องว่างนั้นทั้งหมดจะเป็นปริมาตรสูงสุดที่ดินจะเก็บกักเอาไว้ได้ถ้าไม่มีแรงจากภายนอกมากระทำ แต่เนื่องจากว่าสะสารทุกอย่างที่อยู่บนผิวโลกจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งน้ำที่ขังอยู่ในช่องว่างระหว่างเมล็ดดินด้วย ในช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างน้ำที่อยู่ตรงกลางของช่องว่างกับเมล็ดดินจะน้อยกว่าในช่องว่างที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นเมื่อผลรวมของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างน้ำต่อน้ำและน้ำต่อดินน้อยกว่าแรงดึงดูดของโลก น้ำก็จะไหลลงสู่ที่ต่ำกว่า น้ำในดินที่ไหลด้วยสาเหตุดังกล่าวนี้เรียกว่า น้ำอิสระ (Gravitational Water หรือ Free Water) เมื่อฝนหยุดตกหรือหยุดให้น้ำแก่พืช น้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่จะระบายออกโดยใช้เวลา 2-3 วัน ในดินที่มีการระบายน้ำได้ดี น้ำอิสระจะถูกระบายออกไปหมดก่อนที่จะเป็นอันตรายต่อพืชและจะมีอากาศเข้ามาแทนที่ ส่วนน้ำในช่องว่างที่มีขนาดเล็กซึ่งไม่ถูกระบายออกด้วยแรงดึงดูดของโลกอาจจะยังคงมีการเคลื่อนที่อยู่ด้วยแรงดูดซับ (Capillary Force) น้ำซึ่งอยู่ในช่องว่างที่มีขนาดเล็กดังกล่าวนี้เรียกว่า น้ำซับ (Capillary Water) ซึ่งมีการเคลื่อนที่ช้ามาก ช้ากว่าน้ำอิสระและจะมีทิศทางไปทางใดก็ได้ โดยเคลื่อนที่ไปสู่จุดที่มีแรงดูดซับมากที่สุดเสมอ

การสูญเสียน้ำโดยการระเหยจากผิวดิน และจากที่พืชดูดเอาไปใช้จะทำให้ปริมาณความชื้นในดินลดลง จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งที่น้ำในดินไม่มีการเคลื่อนที่อีก ทั้งนี้เพราะว่าแรงที่น้ำหรือความชื้นจับยึดติดแน่นเป็นแผ่นบางๆ รอบเมล็ดดินจะมากจนกระทั่งพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ พืชก็จะเหี่ยวเฉา และถ้าหากไม่ให้น้ำแก่พืชในตอนนี้แล้วพืชก็จะตาย น้ำซึ่งยึดติดแน่นกับเมล็ดดินและไม่สามารถที่จะทำให้เคลื่อนที่ได้ด้วยแรงดึงดูดของโลก หรือแรงดูดซับ (Capiliary Force) นี้เรียกว่า น้ำเยื่อ (Hygroscopic Water)

บรรดาน้ำในดินทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมานี้ น้ำที่เกี่ยวข้องกับงานด้านชลประทานมากที่สุดคือ น้ำอิสระ (Gravitational Water) และ น้ำซับ (Capillary Water) ส่วนน้ำเยื่อ (Hygroscopic Water) นั้น พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้จึงไม่ค่อยมีความสำคัญนัก

2.1.1 Field Capacity

หลังจากที่น้ำอิสระได้ถูกระบายออกจากช่องว่างขนาดใหญ่หมดแล้วความชื้นในดินก็จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยลง เพราะน้ำที่เหลืออยู่มีการเคลื่อนที่ช้ามาก ปริมาณความชื้นในดินหลังจากน้ำอิสระถูกระบายออกไปหมดแล้วนี้เรียกว่าเป็นความชื้นที่ Field Capacity

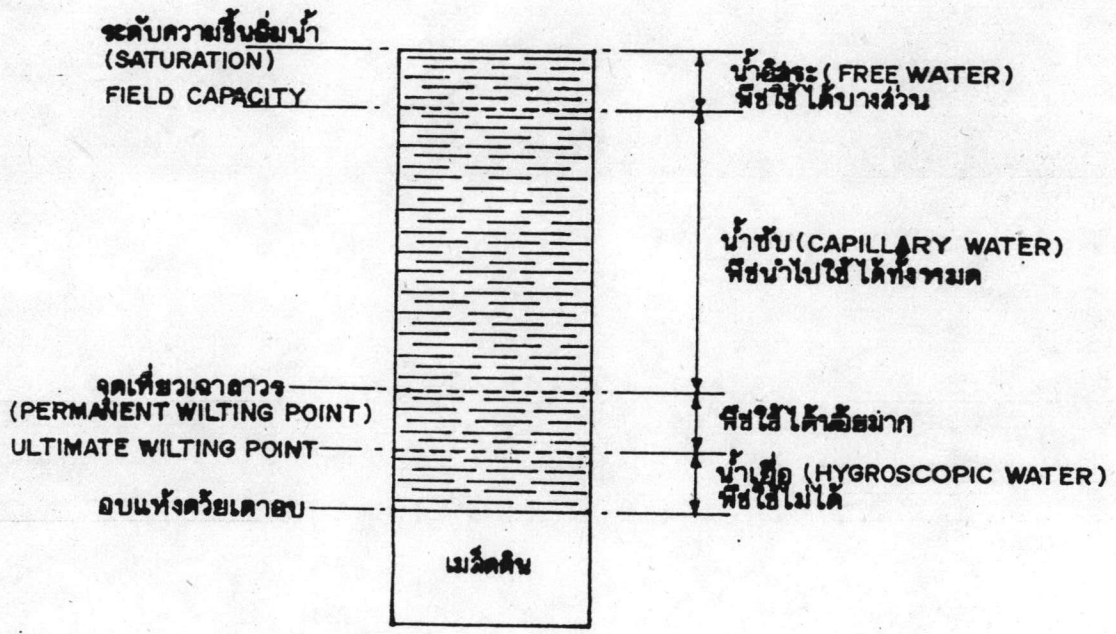
จำนวนความชื้นที่ Field Capacity นี้ไม่อาจหาเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอนได้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าจะยังคงมีการเคลื่อนที่ของน้ำซับอยู่ตลอดเวลา แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นไม่มากนัก ในทางปฏิบัติมักจะถือว่า ในดินที่มีการระบายน้ำได้ดี ปริมาณความชื้นหลังจากที่ฝนตกหนักหรือหยุดให้น้ำแล้ว 2-3 วัน เป็นความชื้นที่ Field Capacity

2.1.2 จุดเหี่ยวเฉาถาวร

ความชื้นในดินเมื่อพืชไม่สามารถดูดมาใช้ให้เพียงพอสำหรับการคายน้ำ และพืชเริ่มมีการเหี่ยวเฉาอย่างถาวรเรียกว่าเป็นความชื้นที่ จุดเหี่ยวเฉาถาวร(Permanent Wilting Point)

อาการเหี่ยวเฉาของพืชอาจเกิดขึ้นได้หลายครั้ง ก่อนที่จะถึงจุดที่พืชเหี่ยวเฉาอย่างถาวร เช่น ตอนกลางวันที่มีอากาศร้อนจัด ความชื้นของอากาศต่ำ ลมแรง และพืชมีใบกว้าง ลักษณะของอากาศและพืชเช่นที่กล่าวนี้ จะทำให้พืชมีการสูญเสียน้ำโดยการคายออกทางใบมาก และเมื่ออัตราที่พืชดูดน้ำจากดินน้อยกว่าที่คายออกทางใบ พืชก็จะมีการเหี่ยวเฉาถึงแม้ว่าขณะนั้นดินจะมีความชื้นอยู่มากก็ตาม แต่เมื่ออากาศเย็นลงพืชก็จะสดชื่นตามเดิม จะเห็นได้ว่า อาการเหี่ยวเฉาของพืช ไม่ว่าจะเป็นการเหี่ยวเฉาอย่างถาวรหรือชั่วระยะเวลาหนึ่งนั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการใช้น้ำของพืช ความลึกและการแผ่กระจายของราก จำนวนความชื้นในดิน ตลอดจนความสามารถของดินที่จะเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้ เราถือว่าพืชมีการเหี่ยวเฉาอย่างถาวรถ้าหากว่านำพืชที่เฉานั้นไปไว้ในห้องที่มีอากาศเย็นและมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศประมาณ 100 เปอร์เซนต์ ซึ่งพืชจะมีการสูญเสียน้ำน้อยมาก หรือไม่มีการสูญเสียเลยแล้วพืชนั้นยังไม่สดชื่น

หลังจากที่ความชื้นในดินลดลงจนถึงจุดเหี่ยวเฉาถาวรแล้ว พืชอาจจะยังดูดความชื้นจากดินได้อีกถึงแม้ว่าจะเป็นปริมาณไม่มากนักก็ตาม กล่าวคือความชื้นที่ได้นี้ไม่พอที่จะทำให้พืชเจริญเติบโตขึ้น แต่จะสามารถหล่อเลี้ยงชีวิตพืชให้อยู่ต่อไปได้อีกช่วงสั้นๆ ช่วงเวลาหนึ่งจนกว่าจะได้รับน้ำมาเพิ่มเติม ถ้าหากไม่ให้น้ำแก่พืชน้ำในดินก็จะเหลือแต่น้ำเยื่อ (Hygroscopic Water) ซึ่งพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้และจะตายไปในที่สุดความชื้นของดินที่มีแต่น้ำเยื่อเหลืออยู่นี้เรียกว่าเป็นความชื้นที่ Utimate Wilting point ความชื้นในดินจากจุดเหี่ยวเฉาถาวร ถึง Utimate Wilting Point เรียกว่า Wilting Range ซึ่งเป็นความชื้นที่พืชเริ่มเหี่ยวเฉาจากใบที่แก่ที่สุดจนกระทั่งเหี่ยวหมดทั้งต้นเมื่อความชื้นในดินถึง Utimate Wilting Point น้ำในดิน และระดับความชื้นของดินที่จุดต่างๆ จะดูได้จากรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 น้ำในดินและระดับความชื้นของดินที่จุดต่างๆ

2.1.3 <u>ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้</u> (Available Moisture)

น้ำในรูปของความชื้นในดินที่พืชนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตก็คือ น้ำซับ ซึ่งอยู่ระหว่าง Field Capacity กับ จุดเหี่ยวเฉาถาวร ดังนั้นผลต่างระหว่างความชื้นในดินสองค่านี้ก็คือความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ (Available Moisture)

ความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้นี้มักจะวัดเป็นเปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของดินแห้ง เปอร์เซนต์โดยปริมาตร หรือเป็นความลึกของน้ำ เช่น ดินร่วน (Loam) มีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ 1.5 มิลลิเมตรต่อความลึกของดิน 1 เซนติเมตร เป็นต้น หน่วยทั้งสามนี้สามารถเปลี่ยนจากหน่วนหนึ่งไปเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้ถ้าทราบความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน

ขนาดของเมล็ดดิน หรือเนื้อดินจะมีผลต่อปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ได้มาก กล่าวคือในดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้มากกว่าดินที่มีเนื้อหยาบ อย่างไรก็ตาม ดินทรายบางชนิดอาจมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้มากกว่าดินเหนียว ทั้งนี้เพราะดินที่มีเนื้อละเอียดมากๆ จะมีน้ำที่ยึดอยู่รอบๆ เมล็ดดินซึ่งพืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้เป็นจำนวนมากด้วย

ในดินทรายที่มีการระบายน้ำได้ดีมักจะมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะว่าที่ Field Capacity น้ำที่บรรจุอยู่ในช่องว่างระหว่างเมล็ดดินซึ่งส่วนมากมีขนาดใหญ่จะถูกระบายออกไปจนหมด จึงมีความชื้นที่เก็บไว้ได้น้อย ดินที่มีความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้มากมักจะเป็นดินที่มีเมล็ดขนาดปานกลางหรือค่อนข้างละเอียด เช่น ดินที่ประกอบขึ้นด้วยตะกอนทราย (Silt) เป็นส่วนใหญ่

2.1.4 <u>การวัดจำนวนความชื้นของดินโดยตรง</u> (Gravimetric Sampling)

การตรวจวัดความชื้นของดินโดยตรงเป็นวิธีหนึ่งที่จะหาว่าความชื้นของดินในขณะนั้นลดลงจนถึงจุดที่ต้องให้น้ำแล้วหรือยัง การตรวจวัดทำโดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่างๆ ในเขตรากและที่จุดต่างๆในพื้นที่เพาะปลูก จากนั้นก็นำมาชั่งแล้วอบให้แห้งในเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของดินนั้นไม่ลดลงอีก แล้วนำมาชั่งอีกครั้ง น้ำหนักของดินที่หายไปในการชั่งทั้งสองครั้งจะเป็นน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในดินในขณะที่เก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าวนี้อาจจะบอกเป็นเปอร์เซนต์โดยน้ำหนักของดินแห้ง หรือถ้าทราบความถ่วงจำเพาะปรากฏของดินก็อาจจะแปลงให้เป็นเปอร์เซนต์โดยปริมาตรได้ อย่างไรก็ตาม การที่จะใช้ตัวเลขที่หามาได้มากำหนดการให้น้ำนั้น จำเป็นต้องทราบค่า Field Capacity และจุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent Wilting Point) ของดินนั้นด้วย

ตามปกติแล้วเราจะยอมให้ความชื้นของดินลดลงถึงระดับหนึ่งซึ่งอาจเป็น 25, 50 หรือ 75 เปอร์เซนต์ ของความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ ค่าดังกล่าวนี้เรียกว่า ความชื้นที่ยอมให้ลดลงได้ (Allowable Soil Moisture Deficiency หรือ Allowable Depletion) ถ้าหากความชื้น

ที่พืชนำไปใช้ได้ลดต่ำกว่านี้แล้วจะเกิดการเสียหายแก่ผลผลิต หรือความชื้นที่ยังเหลืออยู่ในดินในขณะที่ความชื้นของดินลดลงถึงระดับต่ำสุดที่ยอมให้ก็คือระดับความชื้นวิกฤติ (Critical Moisture Level) หรือจุดวิกฤติ (Critical Point) นั่นเอง

ถึงแม้ว่าการวัดจำนวนความชื้นของดินโดยตรงเป็นวิธีให้ค่าถูกต้องที่สุด แต่ก็มีข้อเสียที่ทำให้ไม่สามารถใช้ได้ทั่วๆ ไปอยู่หลายอย่าง คือ

1) ต้องใช้เวลาและแรงงานมาก กล่าวคือ ต้องออกไปเก็บตัวอย่างดิน นำมาเข้าเตาอบและคอยจนดินแห้ง ซึ่งจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงจะได้คำตอบที่ต้องการ

2) ต้องการเครื่องมือหลายชิ้น เช่น สว่านเจาะเก็บตัวอย่างดิน กระป๋องเก็บตัวอย่าง เครื่องชั่งน้ำหนักและเตาอบ เครื่องมือเหล่านี้บางชิ้นมีใช้เฉพาะในห้องทดลองเท่านั้น

3) ความละเอียดถูกต้องขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการเก็บตัวอย่าง จำนวนตัวอย่างและความสม่ำเสมอของเนื้อดินในพื้นที่เพาะปลูก

ด้วยเหตุดังกล่าว การกำหนดการให้น้ำโดยการวัดจำนวนความชื้นโดยตรงจึงมีใช้กันแต่เฉพาะในงานที่ต้องการความละเอียดถูกต้องจริงๆ เช่นในงานวิจัยเท่านั้น

2.1.5 <u>การดูลักษณะและความรู้สึกสัมผัสของดิน</u> (Appearance and Feel)

การดูลักษณะและความรู้สึกสัมผัสของดินที่เจาะได้ที่ระดับความลึกต่างๆ ในเขตรากและที่จุดต่างๆ ในพื้นที่จะทำให้ทราบความชุ่มชื้นของดินได้โดยประมาณ เนื่องจากวิธีนี้ต้องการเครื่องมือเจาะดูตัวอย่างดินเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงมีประโยชน์มากเมื่อไม่มีเครื่องมือกำหนดการให้น้ำช่วย

การตรวจดูลักษณะของดินทำโดยการใช้สว่านเจาะดิน หรือใช้พลั่วขุดดินในเขตรากมาตรวจดู ซึ่งถ้าหากกสิกรมีความคุ้นเคยกับลักษณะของดินที่มีความชื้นขนาดต่างๆ กันดีพอแล้วก็สามารถบอกได้ทันทีว่า ดินในขณะนั้นแห้งพอที่จะลงมือให้น้ำได้หรือยัง ถึงแม้ว่าการประมาณความชื้นของดินโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ละเอียดถูกต้องนัก แต่ถ้าหากกสิกรมีความชำนาญก็จะสามารถกำหนดการให้น้ำได้ถูกต้องพอสมควร

2.1.6 การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์วัด

ปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์ได้ประดิษฐ์และพัฒนาเครื่องมือช่วยกำหนดการให้น้ำชนิดหลายแบบ เครื่องมือเหล่านี้ใช้วัดคุณสมบัติบางอย่างของดิน แล้วเทียบค่าที่วัดได้นั้นให้เป็นจำนวนความชื้น เครื่องมือนี้มีหลายแบบซึ่งอาจแบ่งออกตามคุณสมบัติของดินที่ทำการวัดหรือวิธีการวัด คือ

1) แบบวัดแรงดึงความชื้นของดิน โดยให้แรงดึงความชื้นของดินอยู่ในภาวะสมดุลย์กับน้ำที่บรรจุอยู่ในกระเปาะพรุน (Porous cup) เครื่องมือชนิดนี้เรียกว่าเครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดิน (Tensiometer)

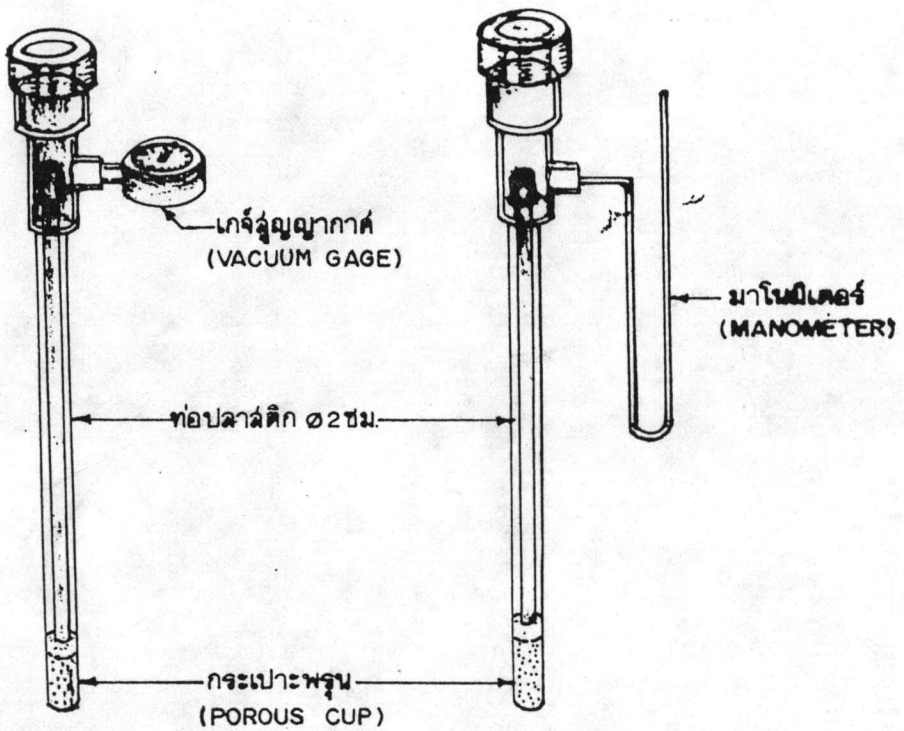
2) แบบวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุพรุน (Porous Media) ซึ่งมีความชื้นอยู่ในภาวะสมดุลย์กับดินบริเวณรอบๆ จุดที่มันฝังอยู่ คุณสมบัติทางไฟฟ้าที่วัดส่วนมากเป็นความต้านทาน ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือวัดความต้านทานประกอบด้วย อุปกรณ์ทั้งหมดรวมเรียกว่า เครื่องมือวัดความชื้นด้วยไฟฟ้า (Electrical Resistance Instruments) ส่วนตัววัสดุพรุนเรียกว่าก้อนความต้านทาน (Resistance Block) ซึ่งประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วแล้วห่อหุ้มด้วยปูนปลาสเตอร์ไนล่อนหรือไฟเบอร์กลาส

3) แบบวัดการกระจายของนิวตรอน (Neutron Scattering) ที่สารกัมมันตภาพรังสีส่งออกไปแล้วสะท้อนกลับมา นิวตรอนที่ส่งออกไปนี้เมื่อไปกระทบเข้ากับไฮโดรเยน อะตอมของน้ำซึ่งอยู่ในรูปของความชื้นในดิน จะทำให้ความเร็วของนิวตรอนที่สะท้อนกลับมาลดลง จำนวนนิวตรอนช้า (Slow Neutron) ที่สะท้อนกลับมานี้สามารถวัดและเทียบเป็นความชื้นในดินได้ เครื่องมือแบบนี้เรียกว่าความชื้นด้วยนิวตรอน (Neutron Moisture Meter)

2.1.7 เครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดิน (Tensiometer)

เครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดินประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ ท่อกลม ซึ่งส่วนมากเป็นพลาสติกใส มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร (3/4 นิ้ว) ยาวตั้งแต่ประมาณ 15 ถึง 150 เซนติเมตร แล้วแต่ความลึกของดินตรงจุดที่ต้องการวัด ที่ปลายของท่อกลมจะมีกระเปาะพรุน (Porous Cup) ขนาดเดียวกันกับท่อ ยาวประมาณ 6 เซนติเมตร และมีปลายกลมมนสวมอยู่ ปลายอีกด้านหนึ่งมีฝาเกลียวเปิดได้ก่อนที่จะถึงปลายท่อด้านมีฝาเกลียวจะมีข้อต่อเข้ากับเกจ์สูญญากาศ (Vacuum Gage) หรือหลอดแก้วรูปตัวยูบรรจุปรอท ซึ่งเรียกว่ามาโนมิเตอร์ (Manometer) เพื่อใช้วัดค่าสูญญากาศในท่อพลาสติกลักษณะโดยทั่วๆ ไปของเครื่องมือแสดงไว้ในรูปที่ 2-2

การทำงานของเครื่องวัดแรงดึงความชื้นจะเริ่มต้นเมื่อฝังลงไปในดินให้กระเปาะพรุนอยู่ในดินอยู่ตรงจุดที่ทำการวัด เติมน้ำให้เต็มแล้วปิดฝาให้แน่น ดินบริเวณรอบๆ กระเปาะพรุนซึ่งแห้งกว่าจะดูดน้ำออกไปจากบริเวณรอบๆ กระเปาะพรุนแห้งมากก็จะเกิดสูญญากาศมาก ในทางตรงกันข้าม หลังจากฝนตกหรือให้น้ำดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น แรงดึงความชื้นลดลง น้ำก็จะถูกดูดกลับเข้ามาและค่าที่อ่านได้จากเกจ์สูญญากาศก็จะลดลง



รูปที่ 2-2 เครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดิน (TENSIOMETER)

เสกลที่หน้าปัดของเกจ์สูญญากาศ จะบอกเป็นแรงดึงความชื้นของดินจาก 0 ถึง 100 เซนติบาร์ (100 เซนติบาร์ = 1 บาร์) ซึ่งมีค่าประมาณเท่ากับหนึ่งบรรยากาศ หรือ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถ้าเกจ์สูญญากาศอ่านได้ 0 เซนติบาร์ก็แสดงว่า ดินนั้นอิ่มน้ำ (Saturated) จาก 0 ถึง 5 เซนติบาร์แสดงว่าดินเปียกมากสำหรับพืชทั่วๆ ไป จาก 10 ถึง 25 เซนติบาร์ แสดงว่าดินกำลังมีความชื้นพอเหมาะโดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่ต้องการให้ดินมีความชื้นสูง เพราะว่าที่แรงดึงความชื้นขนาดนี้ดินจะมีความชื้นประมาณ Field Capacity ส่วนที่ขีดเฉาหรือ Wilting Point ดินจะมีแรงดึงความชื้นประมาณ 1000 ถึง 2000 เซนติบาร์ ซึ่งไม่สามารถ

ใช้เครื่องวัดแรงดึงความชื้นวัดได้เมื่อเกจ์สูญญากาศอ่านได้มากกว่า 25 เซนติบาร์ พืชที่มีความรู้สึกไวต่อการขาดน้ำ พืชที่มีรากลึก 50 เซนติเมตร หรือมากกว่าจะไม่กระทบกระเทือนจนกว่าแรงดึงความชื้นของดินจะถึงขนาด 40 ถึง 50 เซนติบาร์ ในดินที่มีเนื้อละเอียดปานกลางและพืชมีรากลึก 75 เซนติเมตร หรือมากกว่า พืชจะไม่กระทบกระเทือนจากการขาดน้ำ จนกว่าแรงดึงความชื้นของดินจะถึง 70 เซนติบาร์ และถ้าเป็นดินเนื้อละเอียดหรือค่อนข้างละเอียด พืชมีรากแผ่กระจายออกไปกว้างขวาง ก็อาจจะให้น้ำหลังจากที่เกจ์สูญญากาศอ่านได้ 70 เซนติบาร์เป็นเวลาหลายวันก็ได้ เมื่ออ่านได้ 80 เซนติบาร์ก็แสดงว่า ควรจะให้น้ำแก่พืชได้แล้ว ถึงแม้ว่าพืชยังไม่แสดงอาการขาดน้ำเลยก็ตามความหมายของค่าที่อ่านได้จากเกจ์สูญญากาศของเครื่องวัดแรงดึงความชื้นได้สรุปไว้ในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ความหมายของค่าที่อ่านได้จากเกจ์สูญญากาศของเครื่องวัดแรงดึงความชื้น

ค่าที่อ่านได้ - เซนติบาร์	ความหมาย
0	เปียกมาก ดินอิ่มน้ำ (Saturated)
0 - 25	ดินมีความชื้นประมาณที่ Field Capacity ความชื้นกำลังพอเหมาะสำหรับพืชที่ต้องการความชื้นสูง
มากกว่า 25	พืชที่มีความไวต่อการขาดน้ำ พืชรากตื้น พืชที่ปลูกกระถาง จะเริ่มแสดงอาการขาดน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นดินเนื้อหยาบ
40 - 50	พืชทั่วๆ ไปที่มีรากลึก 50 เซนติเมตรหรือมากกว่าจะเริ่มแสดงอาการขาดน้ำ ถ้าเป็นดินเนื้อหยาบ
70	พืชที่มีรากลึก 75 เซนติเมตรหรือมากกว่าในดินเนื้อปานกลางจะเริ่มแสดงอาการขาดน้ำ แต่ถ้าเป็นดินละเอียดหรือค่อนข้างละเอียดอาจจะคอยต่อไปได้อีก 3 -4 วันแล้วจึงให้น้ำก็ได้
80	ควรจะให้น้ำได้แล้วถึงแม้ว่าพืชยังไม่แสดงอาการขาดน้ำเลยก็ตาม

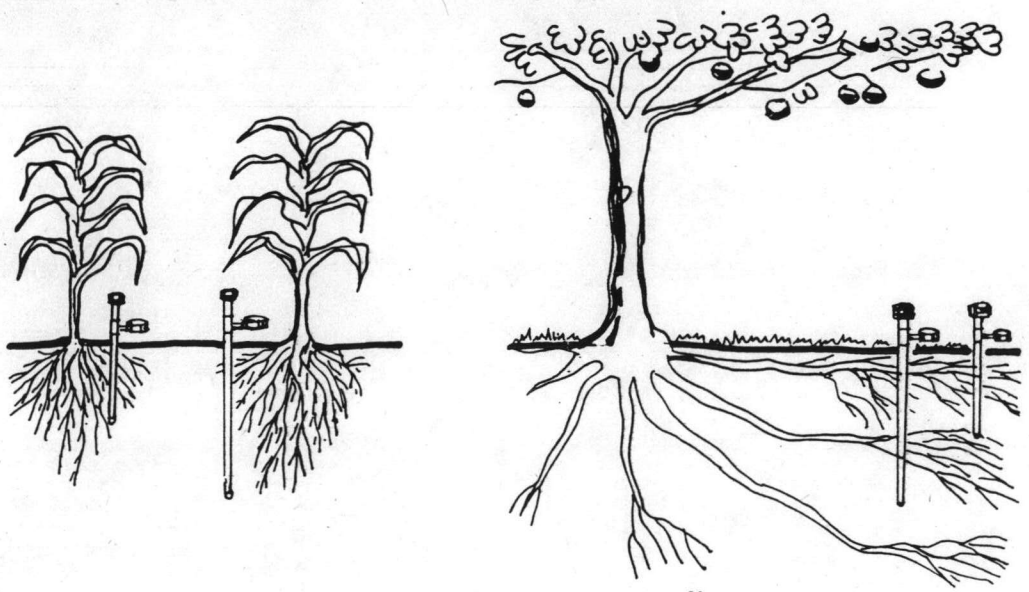
โดยทั่วๆ ไปแล้ว เครื่องวัดแรงดึงความชื้นจะทำงานได้ดีในช่วง 0 ถึงประมาณ 85 เซนติบาร์ เพราะถ้าค่าสูญญากาศมากกว่านี้อากาศจะผ่านกระเปาะพรุนเข้าไปในท่อพลาสติกและจะทำให้เกจ์สูญญากาศไม่แสดงค่าเพิ่มขึ้น ถึงแม้แรงดึงความชื้นของดินจะมีค่ามากกว่านี้ด้วย นอกจากอากาศจะซึมเข้าไปทางกระเปาะพรุน เมื่อแรงดึงความชื้นของดินมากกว่า 0.85

016403

บรรยากาศแล้วอากาศอาจจะรั่วเข้าไปตามรอยต่อต่างๆ หรือที่ฝาเกลียวซึ่งปิดไม่แน่น การรั่วตามรอยต่ออาจจะทดสอบได้ โดยการใช้ปั๊มสูญญากาศสำหรับเครื่องวัดแรงดึงความชื้นซึ่งมีเกย์ติดอยู่ด้วย ตรวจสอบหลังจากเติมน้ำทุกครั้ง ถ้าหากเกย์สูญญากาศของปั๊มอ่านค่าต่ำกว่า 0.85 บรรยากาศ แต่มีฟองอากาศเกิดขึ้นในท่อก็แสดงว่ามีการรั่วที่ใดที่หนึ่ง หรือถ้ารั่วมากเกจ์สูญญากาศจะอ่านได้ 0 เซนติบาร์ ตลอดเวลาถึงแม้ว่าดินจะแห้งมากก็ตาม ปั๊มสูญญากาศนอกจากจะใช้ตรวจสอบการรั่วแล้ว ยังใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเกจ์สูญญากาศและใช้ดูดเอาอากาศซึ่งละลายอยู่ในน้ำในท่อพลาสติกออกไป ทำให้มันทำงานได้ถูกต้องดีขึ้นด้วย

การติดตั้งเครื่องวัดแรงดึงความชื้นทำโดยการสอดท่อเข้าไปในรูที่ได้เตรียมไว้ รูดังกล่าวนี้เจาะด้วยสว่านเจาะดิน หรือท่อเก็บตัวอย่างดินซึ่งมีปลายคมและมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับท่อพลาสติก กดที่ปลายด้านฝาเกลียวเบาๆ เพื่อให้ผนังของกระเปาะพรุนสัมผัสกับดินทั่วทุกด้าน ใช้เศษดินพูนรอบๆ ท่อพลาสติกแล้วกดให้แน่นเพื่อป้องกันมิให้น้ำขัง และไหลซึมลงไปหากระเปาะพรุนได้

การติดตั้งที่ถูกต้องจะต้องให้กระเปาะพรุนอยู่ในบริเวณที่มีรากแผ่กระจายอยู่อย่างหนาแน่น และอยู่ในตำแหน่งที่น้ำที่ให้แก่พืชสามารถซึมไปถึงได้ ตำแหน่งที่มีรากอยู่อย่างหนาแน่นนี้อาจหาได้โดยการขุดดูรากของพืชในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะพบว่าอยู่ในบริเวณประมาณ 1/3 ของความลึกของราก ถ้าเป็นพืชรากตื้นอาจจะใช้เครื่องวัดแรงดึงความชื้นเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าเป็นพืชรากลึกควรจะติดตั้งที่ 2/3 ของความลึกของรากอีกอันหนึ่ง สำหรับพืชสวนตำแหน่งทั้งสองอาจจะอยู่ที่ 30 และ 60 เซนติเมตร หรือ 40 และ 80 เซนติเมตรจากผิวดิน เป็นต้น ถ้าดินเป็นชั้น กระเปาะพรุนควรจะอยู่ในชั้นดินที่หนาและมีรากแทรกอยู่อย่างหนาแน่นกว่า



รูปที่ 2-3 การติดตั้งเครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดิน

หลังจากทำการติดตั้งเครื่องวัดแรงดึงความชื้นแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง แรงดึงความชื้นของดินรอบๆ กระเปาะพรุนก็จะอยู่ในภาวะสมดุลย์กับน้ำในกระเปาะพรุน ค่าที่วัดได้ก็สามารถใช้กำหนดการให้น้ำแก่พืชครั้งหนึ่งก่อนแล้ว จึงใช้ค่าที่อ่านได้กำหนดการให้น้ำครั้งต่อไป หลังจากที่ได้ใช้เครื่องวัดแรงดึงความชื้นไปแล้วระยะหนึ่งจะพบว่าระดับน้ำในท่อลดลง ทั้งนี้เนื่องจากอากาศเข้าไปในท่อบ้าง ฟองอากาศนี้จะทำให้ความละเอียดถูกต้องในการวัดเลวลงเพราะอากาศมีการขยายตัวได้มากกว่าน้ำ ดังนั้นเมื่อพบว่าระดับน้ำในท่อพลาสติกลดลงก็จะต้องเติมน้ำให้เต็มอยู่เสมอ การเติมน้ำทุกครั้งควรจะทำหลังจากให้น้ำแก่พืชแล้วเสร็จ

การอ่านค่าแรงดึงความชื้นควรจะอ่านในตอนเช้าและอยู่ในเวลาเดียวกันทุกครั้ง ทั้งนี้เพราะในตอนกลางคืนพืชมีการใช้น้ำน้อยมาก ความชื้นในดินมีโอกาสไหลซึมเข้ามาหาจุดที่แห้งกว่าในบริเวณรากพืช เมื่อถึงตอนเช้าดินจึงมีความชื้นสม่ำเสมอกัน ค่าที่อ่านได้จึงเป็นตัวแทนดินตลอดความลึกของเขตรากได้

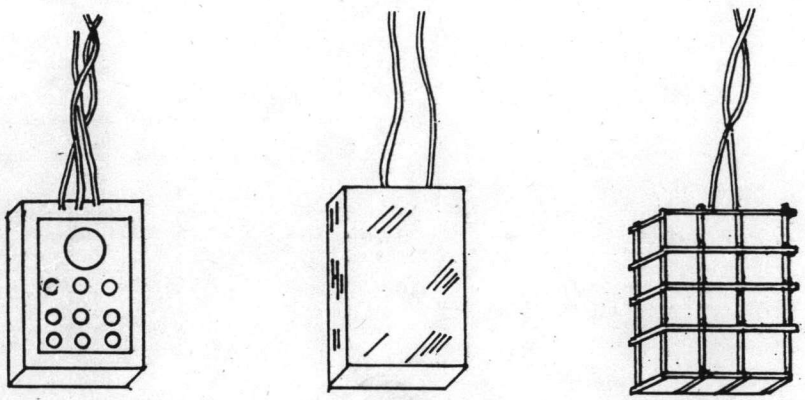
ความถี่ในการอ่านแรงดึงความชื้นเพื่อกำหนดการให้น้ำขึ้นอยู่กับอัตราการใช้น้ำของพืชและความสามารถเก็บน้ำไว้ได้ของดินในเขตราก หลังจากให้น้ำแล้วควรจะมีการอ่านอย่างน้อย 3 ครั้ง หรือให้การอ่าน 2 ครั้งติดต่อกันต่างกันไม่เกิน 15 เซนติบาร์ ถ้าหากมีการให้น้ำมากกว่าหนึ่งครั้งในหนึ่งสัปดาห์ก็ควรจะอ่านทุกวัน และถ้าหากนำค่าที่อ่านได้ทุกครั้งมาเขียนกราฟแสดงค่าที่อ่านในวันต่างๆ และหลังจากให้น้ำแล้วเสร็จก็จะช่วยให้ทราบถึงความชุ่มชื้นของดินในอดีตและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ตลอดจนทราบว่าหลังจากให้น้ำแล้วทุกครั้ง น้ำซึมลงไปถึงจุดที่กระเปาะพรุนฝังอยู่หรือไม่ ซึ่งทำให้สามารถกำหนดปริมาณและความถี่ในการให้น้ำแก่พืชได้ถูกต้องขึ้น

เครื่องวัดแรงดึงความชื้น เป็นเครื่องมือช่วยกำหนดการให้น้ำที่มีผู้นิยมใช้กันมากแบบหนึ่ง เพราะมันสามารถวัดแรงดึงความชื้นของดินได้ตลอดเวลาและถูกต้องพอสมควร หลังจากติดตั้งแล้วก็สามารถใช้ติดต่อกันไปจนกว่าจะสิ้นฤดูการเพาะปลูกโดยคอยเติมน้ำให้เต็มอยู่เสมอเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากว่ามันสามารถวัดได้ถูกต้องเฉพาะในช่วง 0 ถึง 85 เซนติบาร์ ดังนั้นมันจึงเหมาะสำหรับดินเนื้อหยาบมากกว่า เพราะว่าในดินทราบทั่วๆ ไปความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้เกือบทั้งหมดจะอยู่ในช่วงแรงดึงความชื้นไม่เกิน 1 บรรกาศหรือ 100 เซนติบาร์ ส่วนในดินเนื้อละเอียดความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ประมาณ 45 เปอร์เซนต์ เท่านั้นที่อยู่ในช่วงแรงดึงความชื้นนี้

2.1.8 เครื่องวัดความชื้นด้วยไฟฟ้า (Electrical Resistance instruments)

เครื่องมือช่วยกำหนดการให้น้ำแก่พืชแบบนี้ ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ 2 อย่างด้วยกัน คือ เครื่องมือวัดดความต้านทานไฟฟ้าที่มีขีดแบ่งบอกทั้งความต้านทานและจำนวนความชื้นที่พืชนำไปใช้

ได้ เครื่องวัดความต้านทานนี้บางครั้งเรียกว่า Soil Moisture meter อุปกรณ์อีกอย่างหนึ่งก็คือ ก้อนความต้านทานหรือ Resistance Block ที่บางครั้งเรียกว่า Soil Block หรือ BouyoucosBlock ตามชื่อของ G.J. Bouyoucos ผู้ประดิษฐ์เป็นคนแรก



รูปที่ 2-4 ก้อนความต้านทานที่ทำด้วย ไฟเบอร์กลาส (ก) ปูนปลาสเตอร์ (ข) และไนล่อน (ค)

ก้อนความต้านทานประกอบขึ้นด้วยขั้วไฟฟ้าสองขั้วแล้วห่อหุ้มด้วยวัสดุพรุน เช่น ปูนปลาสเตอร์ ไนล่อน หรือไฟเบอร์กลาส รูปร่างของก้อนความต้านทานจะขึ้นอยู่กับลักษณะของขั้วไฟฟ้าที่ใช้ ขั้วไฟฟ้าที่นิยมใช้กัน ส่วนมากเป็นแผ่นลวดตะแกรงเหล็กเสตนเลส หรือโลหะผสม 2 แผ่นวางขนานกันแล้วห่อหุ้มด้วยวัสดุพรุน ก้อนความต้านที่มีขั้วไฟฟ้าแบบนี้จะมีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยม สำหรับก้อนความต้านทานที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์ บริษัทผู้ผลิตบางรายใช้ลวดตะแกรงรูปทรงกระบอกแบบแกนโลหะซึ่งวางอยู่ตรงกลางเป็นขั้วไฟฟ้า ก้อนความต้านทานจึงมีรูปทรงกระบอกด้วย ก้อนความต้านทานไว้ในดินมันจะทำหน้าที่เสมือนส่วนหนึ่งดิน คือมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นภายในเช่นเดียวกันกับดินในบริเวณรอบๆ และเนื่องจากจำนวนความชื้นในวัสดุพรุนมีผลต่อความต้านทานระหว่างขั้วไฟฟ้าในวัสดุพรุน กล่าวคือ ถ้าวัสดุพรุนมีความชื้นมากมันจะมีความนำไฟฟ้าดีหรือมีความต้านทานไฟฟ้าน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าวัสดุพรุนแห้ง ความต้านไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าความต้านทานที่วัดได้จึงสามารถนำมาเทียบเป็นจำนวนความชื้น หรือแรงดึงความชื้นของดินได้

ความละเอียดถูกต้องของค่าที่วัดได้เพื่อนำมากำหนดการให้น้ำแก่พืช จะขึ้นอยู่กับความสามารถของวัสดุพรุนที่ปรับความชื้นในตัวของมันให้เท่ากับความชื้นของดินในบริเวณรอบๆ ที่เปลี่ยนไป วัสดุที่ทำจากไนล่อน จะให้ค่าละเอียดถูกต้องดีที่แรงดึงความชื้นไม่เกิน 2 บรรยากาศ ถ้าเป็นปูนปลาสเตอร์ ค่าดังกล่าวจะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 15 บรรยากาศ ส่วนไฟเบอร์กลาสจะใช้ได้ตลอดช่วงแรงดึงความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ แต่พบว่าก้อนความต้านทานที่ทำด้วยไนล่อนและไฟเบอร์กลาสจะมีการสัมผัสกับดินที่เปียกๆ แห้งๆ ไม่ดีนัก อย่างไรก็ตาม ในช่วงแรงดึงความชื้นต่ำกว่า 1 บรรยากาศ เครื่องวัดแรงดึงความชื้นของดิน (Transiometer) จะช่วยกำหนดการให้น้ำแก่พืชได้ละเอียดถูกต้องดีกว่าก้อนความต้านทานทุกแบบ

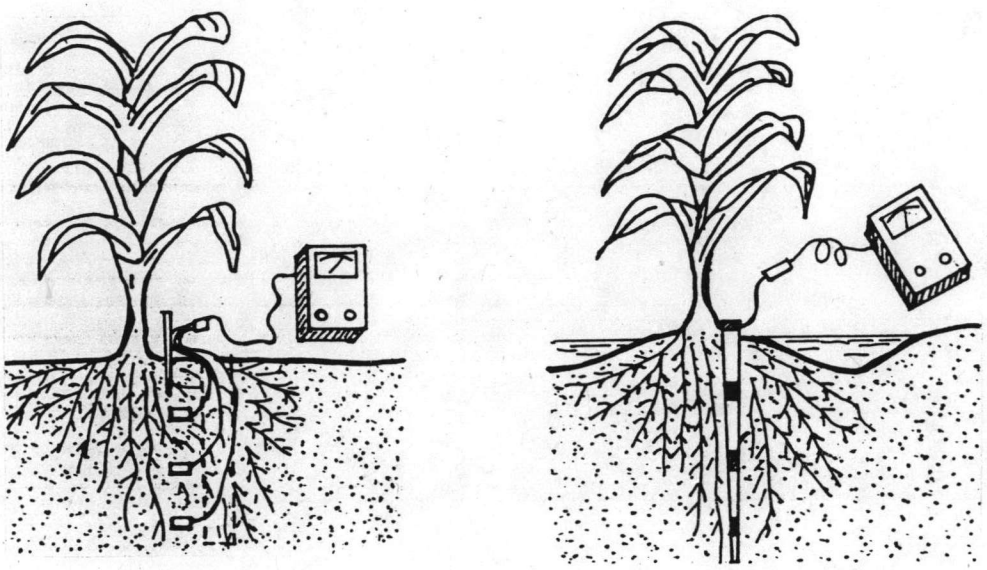
ก้อนความต้านทานที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์จะไม่ค่อยทนทานนักถ้าฝังในดินที่มีน้ำขังหรือเป็นดินเนื้อหยาบและมีการให้น้ำบ่อยครั้ง ทั้งนี้เพราะปูนปลาสเตอร์จะสลายตัวได้ง่ายในสภาวะดังกล่าว

เนื่องจากว่า ปริมาณสารละลายของเกลือที่มีอยู่ในดิน จะมีผลต่อความนำไฟฟ้าอยู่มาก กล่าวคือ ถ้าดินหรือน้ำมีเกลือมาก ก้อนความต้านทานก็จะมีความนำไฟฟ้าดี ความต้านทานที่วัดได้จึงต่ำกว่าดินชนิดเดียวกันที่มีความชื้นเท่ากันแต่มีเกลืออยู่น้อยกว่า ในกรณีนี้จำนวนความชื้นที่อ่านได้จากมิเตอร์ จะทำให้การกำหนดการให้น้ำผิดไปมาก เพราะผลที่อ่านได้จะบอกว่าดินยังมีความชื้นสูงอยู่ ทั้งๆ ที่ระดับความชื้นในดินขณะนั้นควรจะให้น้ำแก่พืชได้แล้วก็ตาม นอกจากนั้นพืชยังต้องออกแรงดึงดูดความชื้นจากดินมากกว่าปกติ เพราะสารละลายในดินมีความข้นเหนียวเนื่องจากมีเกลือละลายอยู่มากด้วย

เกลือที่มีอยู่ในดินนี้ จะกระทบกระเทือนต่อก้อนความต้านทานที่ทำด้วยไนล่อนและไฟเบอร์กลาส มากกว่าที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์ เพราะปูนปลาสเตอร์ที่ชื้นจะมีสารละลายของแคลเซี่ยมซัลเฟตอยู่ก่อนแล้ว และถ้าเกลือในดินมีความเข้มข้นน้อยกว่าในก้อนความต้านทานด้วยแล้วก็จะยิ่งมีผลต่อค่าวัดได้ไม่มากนัก

นอกจากบริมาณเกลือในดินแล้ว อุณหภูมิก็มีผลต่อค่าที่วัดได้เหมือนกัน แต่ความผิดพลาดเนื่องจากสาเหตุนี้น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับที่เกิดขึ้นจากสาเหตุอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเบี่ยงเบนของคุณสมบัติของแต่ละก้อนจากก้อนที่ได้มาตรฐาน ซึ่งทำให้การเทียบความต้านทานมาเป็นจำนวนความชื้นผิดไป ในทางปฏิบัติความผิดพลาดเนื่องจากสาเหตุนี้อาจจะหลีกเลี่ยงได้โดยการเลือกใช้ก้อนความต้านทานที่เมื่อแช่น้ำไว้แล้ว วัดความต้านทานได้ต่างกันไม่เกิน 50 โอห์ม นอกจากนั้นคุณสมบัติด้านความนำไฟฟ้าอาจเปลี่ยนไปเมื่อมีอายุการใช้งานนานขึ้น และยังมีสาเหตุที่ก่อให้เกิดความผิดพลาดเมื่อนำไปใช้งานสนามอีก เป็นต้นว่าความไม่สม่ำเสมอในการให้น้ำ ความแตกต่างใน

ปริมาณความชื้นที่พืชดูดไปจากดินที่จุดต่างๆ ความแตกต่างของเนื้อดิน การเปลี่ยนแปลงอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินเนื่องจากการแตกระแหง การอัดแน่นของดินเนื่องจากเครื่องจักรกลเกษตร เป็นต้น สิ่งเหล่านี้มีผลต่อค่าที่วัดได้ซึ่งจะนำไปใช้กำหนดการให้น้ำแก่พืชทั้งสิ้น



รูปที่ 2-5 การติดตั้งก้อนความต้านทานเพื่อวัดความชื้นของดินในเขตราก

การติดตั้งก้อนความต้านทานก็คล้ายคลึงกันกับการติดตั้งเครื่องวัดแรงดึงความชื้น (Tensiometer) กล่าวคือฝังก้อนความต้านทานให้อยู่ในบริเวณที่มีรากอยู่อย่างหนาแน่น แต่ในกรณีนี้ต้องขุดหลุมแล้วฝังก้อนความต้านทานเข้าที่ผนังของหลุมในระดับต่างๆ ที่ต้องการ โยงสายไฟจากก้อนความต้านทานไปผูกกับหลักเล็กๆ บริเวณใกล้ๆ แล้วจึงกลบดินในหลุมให้มีความหนาแน่นเท่ากับดินเดิม การที่ไม่ฝังก้อนความต้านทานในหลุมโดยตรงก็เพราะว่าถ้ากลบดินในหลุมได้ไม่เหมือนเดิมแล้ว ค่าที่วัดได้ในหลุมจะแตกต่างกับที่เป็นจริงมาก

ก้อนความต้านทานนี้บางบริษัททำเป็นชุดโดยการหล่อติดกับหลักซึ่งมีรูปร่างเรียวเป็นระยะๆ เวลาใช้ก็เสียบหลักนี้ลงในหลุมที่เจาะด้วยสว่านซึ่งออกแบบไว้โดยเฉพาะ ทำให้ก้อนความ

ต้านทานทุกอันมีการสัมผัสกับดินดีกว่าแบบเป็นก้อนเดี่ยวๆ การติดตั้งก็สะดวกกว่ากันมาก

ก่อนที่นำก้อนความต้านทานไปใช้ควรจะแช่ให้อิ่มน้ำเสียก่อน การติดตั้งควรจะทำหลังจากที่ให้น้ำแก่พืชแล้วหรือขณะที่ดินยังมีความชื้นสูงอยู่ หลังจากติดตั้งไปแล้ว 24 ชั่วโมงก็สามารถใช้ค่าที่อ่านได้มากำหนดการให้น้ำแก่พืชได้

เครื่องมือวัดความต้านทานที่มีผู้ผลิตที่มีผู้ผลิตขายในปัจจุบันใช้ระบบทรานซิสเตอร์ ทำให้มีขนาดเล็กและสะดวกต่อการนำไปใช้ในสนามมาก ขีดแบ่งที่หน้าปัดของเครื่องวัดจะบอกความต้านทานเป็นโอห์มและจำนวนความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้เป็นเปอร์เซนต์ เมื่อมิเตอร์อ่านได้ 100 เปอร์เซนต์ก็แสดงว่าขณะนั้นดินมีความชื้นที่ Field Capacity และเมื่ออ่านได้ 0 เปอร์เซนต์ ก็แสดงว่าดินมีความชื้นที่จุดเฉา (Wilting Point) การอ่านมิเตอร์ควรจะอ่านตอนเช้าและในเวลาเดียวกันทุกๆ 2 ถึง 3 วัน และถ้าหากนำค่าที่อ่านได้ในวันต่างๆ มาเขียนกราฟในทำนองเดียวกันกับที่ได้อธิบายไว้ในเรื่องเครื่องวัดแรงดึงความชื้นก็จะช่วยให้การกำหนดการให้น้ำทำได้ถูกต้องดีขึ้น

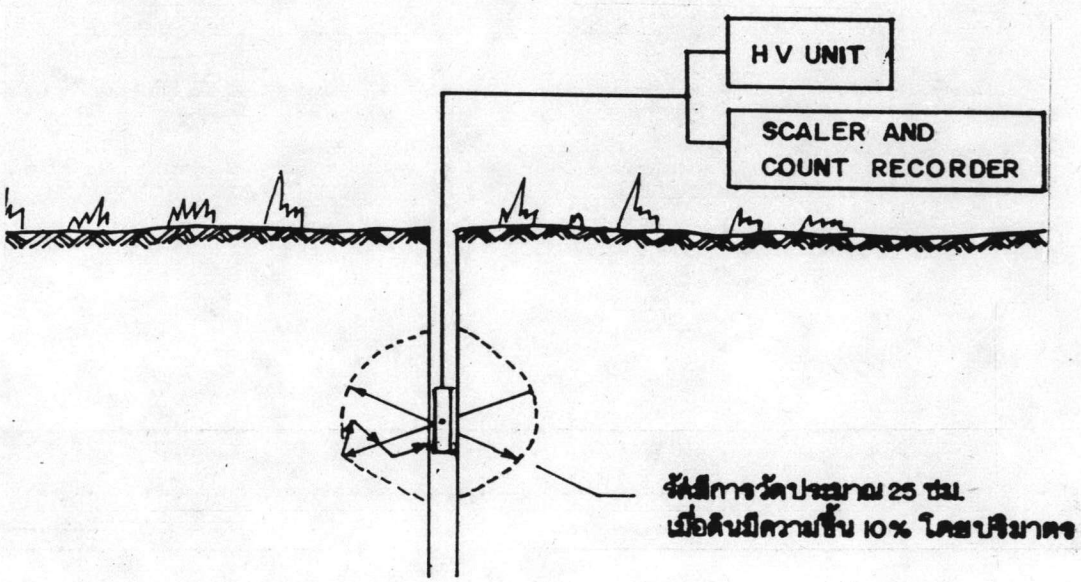
ถึงแม้ว่าเครื่องวัดความชื้นด้วยไฟฟ้าจะเป็นเครื่องมือช่วยกำหนดการให้น้ำ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีเหมือนกับเครื่องวัดแรงดึงความชื้นแต่ก็ได้รับความนิยมน้อยกว่า เพราะพืชส่วนใหญ่จะให้น้ำเมื่อแรงดึงความชื้นของดินไม่เกิน 0.85 บรรยากาศ ในช่วงความชื้นขนาดนี้เครื่องวัดแรงดึงความชื้นจะให้ค่าละเอียดถูกต้องดีกว่า ส่วนก้อนความต้านทานนั้นพบว่า ความต้านทานที่วัดได้ไม่ค่อยสัมพันธ์กันกับจำนวนความชื้นในดินนัก นอกจากนั้น ความละเอียดถูกต้องยังขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุและอายุการใช้งานของมันด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งก้อนความต้านทานที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์ ส่วนดีของก้อนความต้านทานก็คือมีราคาถูก และไม่ต้องการดูแลรักษาเหมือนกับเครื่องวัดแรงดึงความชื้น อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ดินเป็นเนื้อละเอียดซึ่งยังมีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้อีกมากอยู่ที่แรงดึงความชื้นสูงกว่า 0.85 บรรยากาศ ซึ่งไม่สามารถใช้เครื่องวัดแรงดึงความชื้นวัดได้ ก็อาจจะใช้เครื่องวัดความชื้นด้วยไฟฟ้าร่วมกับเครื่องวัดแรงดึงความชื้นกำหนดการให้น้ำได้เป็นอย่างดี

2.1.9 เครื่องวัดความชื้นด้วยนิวตรอน (Neutron Moisture Meter)

เครื่องมือช่วยกำหนดการให้น้ำแก่พืชแบบนี้ เป็นการใช้การกระจัดกระจายของนิวตรอนเทียบหาจำนวนความชื้นของดินโดยตรง โดยมีหลักอยู่ว่า นิวตรอนจากสารกัมมันตภาพรังสี เช่น Radium - Berryllium (Ra - Be) หรือ Americium - Berryllium (Am - Be) ซึ่งเป็นนิวตรอนเร็ว (Fast Neutron) จะสูญเสียพลังงานไปเมื่อกระจายไปชนกับนิวเคลียสของไฮโดรเยนอะตอมซึ่งอยู่ในรูปของความชื้นในดิน การชนกันนี้ทำให้นิวตรอนเร็วกลายเป็นนิวตรอนช้า (SlowNeutron) ชนกับนิวเคลียสของอะตอมอื่นๆ และสะท้อนอยู่ในบริเวณรอบๆสารกัมมันตภาพรังสี

จำนวนนิวตรอนช้านี้สามารถวัดได้ และเนื่องจากอัตราการกระจัดกระจายของนิวตรอนช้าขึ้นอยู่กับจำนวนความชื้นอยู่กับจำนวนความชื้นในดิน อัตราดังกล่าวนี้จึงสามารถเทียบมาเป็นจำนวนความชื้นของดินได้

เครื่องมือนี้ประกอบขึ้นด้วยสารกัมมันตภาพรังสีซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายนิวตรอนเร็ว เครื่องตรวจจับและวัดจำนวนนิวตรอนช้า สารกัมมันตภาพรังสี และเครื่องตรวจจับนิวตรอนช้าจะถูกบรรจุในแท่งกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ถึง 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร และมีสายไฟต่อจากเครื่องตรวจจับนิวตรอนไปเข้าเครื่องวัด



รูปที่ 2-6 ลักษณะการทำงานของเครื่องวัดความชื้นด้วยนิวตรอน

การใช้เครื่องมือนี้วัดความชื้นของดินในพื้นที่เพาะปลูก จะต้องใช้สว่านเจาะดินแล้วสอดท่อลงในรูที่เจาะไว้ โดยให้ปลายของท่ออยู่ลึกกว่าระดับดินที่ต้องการวัดความชื้นประมาณ 30 เซนติเมตร สว่านและท่อควรมีขนาดเดียวกันเพื่อป้องกันมิให้โครงสร้างของดินภายนอกท่อต้องเปลี่ยน

ไปจากเดิมมาก ท่อที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นท่ออลูมิเนียมมีขนาดเส้นผ้าศูนย์กลาง 5 ถึง 6 เซนติเมตร หรือขนาดใหญ่พอที่จะสอดกระบอกที่ใช้วัดความชื้นของดินลงไปได้สะดวก กระบอกนี้จะถูกหย่อนลงไปในท่อในระดับที่ต้องการวัดความชื้น อ่านค่าจำนวนนิวตรอนช้าจากเครื่องวัด ค่าที่อ่านได้ในหนึ่งหน่วยเวลานี้สามารถเทียบให้เป็นจำนวนความชื้นของดินเป็นเปอร์เซนต์โดยปริมาตรได้ โดยเทียบจากกราฟที่ผู้ผลิตได้จัดทำไว้ให้

เนื่องจากว่า นิวตรอนเร็วจากสารกัมมันตภาพรังสีจะแผ่กระจายออกไปโดยรอบและมีขอบเขตที่เครื่องนี้ทำการวัดได้ประมาณ 25 เซนติเมตร เมื่อดินมีความชื้น 10 เปอร์เซนต์ รัศมีการวัดนี้จะลดลงอีกเมื่อดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น สำหรับที่ผิวดินควรจะหย่อนกระบอกลงไปให้ต่ำกว่าผิวดินไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตรเพราะถ้ากระบอกอยู่สูงกว่านี้จะมีการสูญเสียนิวตรอนเร็วเนื่องจากกระจายออกไปในบรรยากาศ ทำให้นิวตรอนช้าที่นับได้น้อยกว่าที่ควร ดังนั้นความชื้นในบริเวณใกล้ๆ กับผิวดินจึงไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง ในกรณีที่ดินเป็นชั้นบางๆ การวัดจะต้องทำทั้งในระดับสูงและต่ำกว่าชั้นนั้น แล้วจึงนำค่าที่หาได้นั้นมาเฉลี่ยอีกทีหนึ่ง

นอกจากไฮโดรเยนอะตอมที่มีอยู่ในความชื้นในดินแล้ว แร่ธาตบางชนิด เช่น โบรอนคลอรีน ก็ทำให้นิวตรอนเร็วเป็นนิวตรอนช้าได้เหมือนกัน ดังนั้น ถ้าดินมีแร่ธาตุประเภทนี้อยู่มากก็จะมีผลต่อค่าความชื้นที่วัดได้ และควรจะทำการทดสอบเทียบ (Calibrate) หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกระจัดกระจายของนิวตรอนช้ากับจำนวนความชื้นของดินชนิดนั้นเสียใหม่

เนื่องจากว่าเครื่องวัดความชื้นชนิดนี้ใช้สารกัมมันตภาพรังสี ดังนั้นจึงมีราคาแพงมาก และอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้ได้ถ้าหากไม่ระมัดระวัง นอกจากนั้นยังต้องคอยดูแลรักษาอย่างดีด้วย เครื่องมือชนิดนี้จึงไม่เป็นที่นิยมใช้กันทั่วๆ ไปเหมือนกับเครื่องวัดแรงดึงความชื้น (Tensiometer) หรือเครื่องวัดความชื้นด้วยไฟฟ้า (Electrical Resistance Instrument) ที่มีอยู่ส่วนมากใช้ในงานวิจัย อย่างไรก็ตาม เครื่องวัดความชื้นของดินแบบนี้มีส่วนดีอยู่หลายอย่างเหมือนกัน กล่าวคือ สามารถวัดความชื้นได้รวดเร็ว การวัดแต่ละจุดใช้เวลาประมาณ 1 นาทีเท่านั้น การวัดซ้ำกันหลายๆ ครั้งค่าที่ได้ก็ไม่แตกต่างกันเหมือนวิธีอื่น โครงสร้างของดินในบริเวณรอบๆ ท่อไม่เปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลายไป การวัดจำนวนความชื้นตลอดความลึกของดิน ทำได้สะดวกกว่าวิธีอื่นๆ

2.1.10 <u>การสังเคราะห์แสง</u> (Photosynthesis)

การสังเคราะห์แสง เป็นกระบวนการสำคัญในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตจำพวกออโตโทรฟิค (Autotrophic Organisms) คือพวกพืชสีเขียว ที่สามารถสังเคราะห์อาหาร

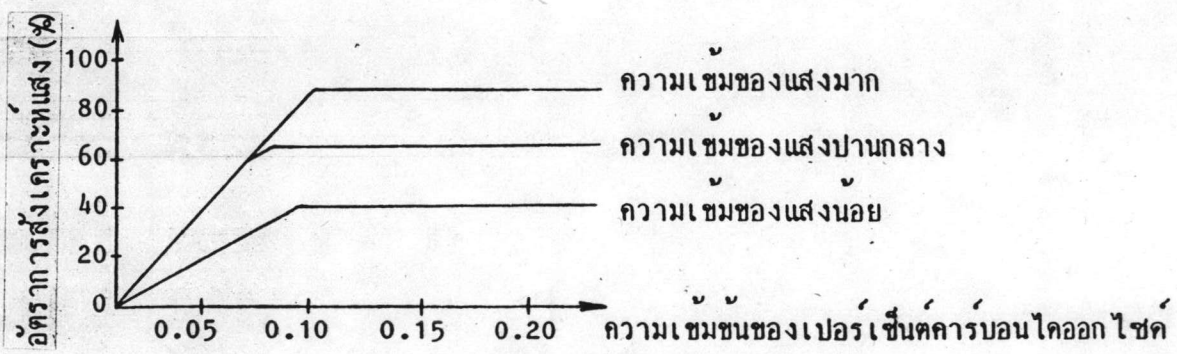
ต่างๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันได้เอง อาหารเหล่านี้เป็นอาหารสำคัญ ของสัตว์และมนุษย์อีกทีหนึ่ง นอกจากการสร้างอาหารต่างๆ แล้ว พวกพืชยังทำประโยชน์ให้อีกมากมาย โดยดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปจากอากาศ และกลับปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาแทน

สมการการสังเคราะห์แสงคือ

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O + \text{พลังงาน} \xrightarrow[\text{(เอนไซม์)}]{\text{(คลอโรฟิลล์)}} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$$

การสังเคราะห์แสง ต้องอาศัยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) ต้องมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) สำหรับดูดพลังงานแสง
2) ต้องมีแสงแดดซึ่งเป็นพลังงาน
3) ต้องมีน้ำซึ่งเป็นวัตถุดิบ
4) ต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นวัตถุดิบ
5) ต้องมีอุณหภูมิพอเหมาะ
6) เซลล์ต้องมีชีวิตอยู่เพื่อสร้างเอนไซม์ (Enzyme) สำหรับเป็นตัวคะตะไลต์

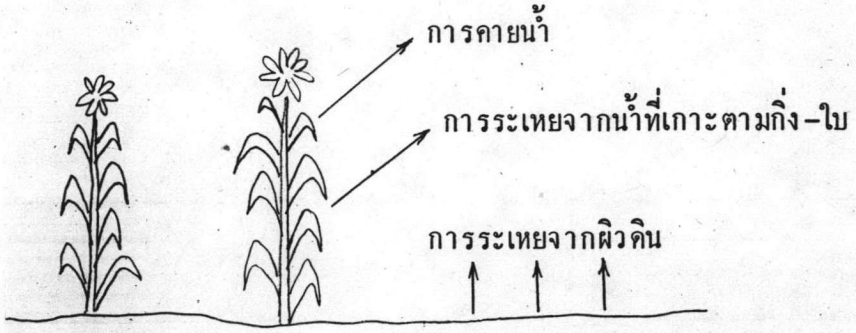


รูปที่ 2-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการสังเคราะห์แสงกับความเข้มแสง และคาร์บอนไดออกไซด์

(กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ, 2519)

2.1.11 <u>ปริมาณการใช้น้ำของพืช</u> Consumptive Use หรือ Evapotranspiration

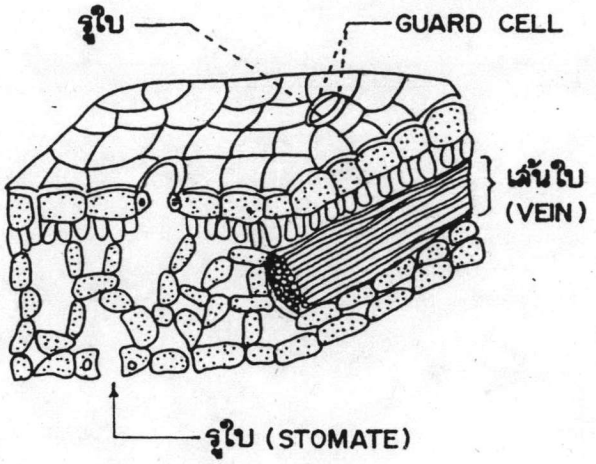
เป็นปริมาณน้ำทั้งหมด ที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูก สู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำปริมาณดังกล่าวนี้ประกอบขึ้นด้วยส่วนใหญ่ๆ สองส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2-8 คือ



รูปที่ 2-8 ปริมาณการใช้น้ำของพืชเป็นปริมาณที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำซึ่งประกอบด้วยการระเหย และการคายน้ำ

1) การคายน้ำ (Transpiration) คือขบวนการที่น้ำซึ่งพืชดูดไปจากดินไหลผ่านลำต้นไปสู่ใบ และสูญเสียไปในบรรยากาศในรูปของไอน้ำทางรูใบ (Stomates)

ถ้าพิจารณาดูเซลล์ที่ใบของพืชดังแสดงไว้ในรูปที่ 2-9 จะเห็นว่า เซลล์บางเซลล์จะติดอยู่ กับเส้นใบซึ่งเป็นท่อนำน้ำมาสู่ใบ เมื่อมีการสูญเสียน้ำจากใบ เซลล์ของใบก็จะเหี่ยว ซึ่งเป็นผลให้เซลล์มีแรงดูดน้ำจากเส้นใบมากขึ้น น้ำก็ต้องไหลจากจากลำต้นไปสู่ใบเพิ่มขึ้น และรากพืชก็จะต้องดูดน้ำจากดินเพิ่มขึ้น ดังนั้นถ้าดินมีความชื้นมากพออยู่ตลอดเวลา อัตราที่พืชดูดน้ำจากดินจะขึ้นอยู่กับอัตรา การคายน้ำ ในทางตรงกันข้าม ถ้าความชื้นในดินลดลงจนไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช อัตราการคายน้ำจะขึ้นอยู่กับอัตราที่พืชดูดได้จากดิน



รูปที่ 2-9 เซลล์ของใบ

โดยแท้จริงแล้วการคายน้ำเป็นการระเหย (Evaporation) ของน้ำในช่องอากาศระหว่างเซลล์ของใบและแพร่กระจาย (Diffuse) ออกจากรูใบสูบรรยากาศ ในช่องอากาศในใบนั้นจะมีไอน้ำอยู่เกือบอิ่มตัว การคายน้ำของพืชจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของไอน้ำในใบกับบริเวณรอบๆ ใบ ดังนั้นถ้าอากาศยิ่งแห้งหรือยิ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมากเท่าใด พืชก็ยิ่งมีการคายน้ำมากขึ้นเท่านั้น

เมื่อใบของพืชได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ จะทำให้ใบมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่อยู่รอบๆ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิทั้งสองแห่งนี้อาจจะมากถึง 3 ถึง 6 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นมันจะมีความชื้นที่จุดอิ่มตัวได้มากขึ้น ดังนั้น ใบพืชซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีความเข้มข้นของไอน้ำในช่องอากาศในใบมากกว่าบริเวณรอบๆ ซึ่งทำให้การแพร่กระจายของไอน้ำจากรูใบสูงขึ้นและพืชจะมีการคายน้ำเพิ่มขึ้น

พืชเกือบทุกชนิดจะมีการคายน้ำส่วนใหญ่ในระยะเวลาที่มีแสงแดดในตอนกลางวัน (พืชบางชนิดเช่นสับปะรด มีการคายน้ำในตอนกลางคืน) และอีกประมาณ 5 ถึง 10 เปอร์เซนต์ จะเกิดขึ้นในตอนกลางคืน อัตราการคายน้ำจะมีค่าน้อยที่สุดตอนก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น แล้วมีค่าสูงสุดตอนก่อนเที่ยงเล็กน้อย

การคายน้ำของพืชจะทำให้ไอน้ำในอากาศรอบๆ ต้นพืชมีความเข้มข้นสูงขึ้นและเป็นผลให้อัตราการคายน้ำลดลง แต่ถ้าหากมีลมมาพัดพาไอน้ำที่สะสมกันอยู่รอบๆ ต้นพืชนั้นไปเสีย อัตราการคายน้ำก็จะเพิ่มขึ้นตามเดิม

พืชจะมีการคายน้ำได้ก็ต่อเมื่อมันมีน้ำใช้อยู่ตลอดเวลา ถ้าหากความชื้นในดินลดลง หรืออัตราการคายน้ำสูงกว่าอัตราที่พืชดูดได้จากดินพืชก็จะเหี่ยว รูใบจะปิด และการคายน้ำก็จะลดลง หรือหยุดคายน้ำ ลักษณะดังกล่าวนี้เป็นการป้องกันไม่ให้พืชต้องได้รับความเสียหายมาก หรือทำให้ความเสียหายนั้นลดความรุนแรงลง อย่างไรก็ตาม การหยุดคายน้ำนี้ทำให้เกิดผลเสียแก่พืชเหมือนกัน เพราะการที่พืชไม่มีการคายน้ำ จะทำให้เซลล์เหี่ยวและลดการสังเคราะห์แสงลง เนื่องจากการถ่ายเทอากาศกับบรรยากาศลดลง ซึ่งจะเป็นผลให้การเจริญเติบโตของพืชต้องหยุดชะงักลงด้วย

ถึงแม้ว่าการคายน้ำของพืชที่มากเกินไปจนทำให้เกิดการเหี่ยวเฉาขึ้นนั้น เป็นอันตรายต่อพืชและทำให้ผลผลิตลดลง แต่เนื่องจากว่า อัตราการคายน้ำของพืชขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ เช่น แสงแดด รังสีอินฟราเรด และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น อัตราเร็วของลม และความชื้นของบรรยากาศ ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ในทางปฏิบัติแล้วความเสียหายดังกล่าวอาจป้องกันได้โดย พยายามจัดให้พืชนั้นมีน้ำใช้อย่างเพียงพอตลอดเวลา และทำให้ดินมีสมบัติที่จะทำให้รากพืชสามารถแผ่กระจายออกไปได้อย่างกว้างขวางและลึก ซึ่งจะทำให้พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ได้อย่างเพียงพออยู่เสมอ

2) การระเหย (Evaporation)

การระเหย เป็นการแพร่กระจาย (Diffusion) ของน้ำในรูปของไอน้ำจากผิวน้ำสู่ บรรยากาศ อัตราการระเหยนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวที่มีการระเหย ความแตกต่างระหว่างความดันไอน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลม และความกดดันของบรรยากาศ ในการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช การระเหยนี้จะรวมทั้งปริมาณที่ระเหยไปจากผิวดินหรือผิวน้ำโดยตรง และปริมาณที่ระเหยไปจากน้ำซึ่งเกาะอยู่ตามใบและลำต้นพืชด้วย

การระเหยของน้ำจากพื้นที่เพาะปลูกขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน เช่น วิธีการให้น้ำ ดิน พืชที่ปลูก และวิธีการเพาะปลูก เป็นต้น

การให้น้ำแก่พืชครั้งละน้อยๆ แต่ให้บ่อยครั้งจะทำให้มีการสูญเสียน้ำโดยการระเหยมากขึ้น ถ้าหากให้น้ำแก่พืชในปริมาณเท่ากันแต่ให้น้อยครั้งลงจะช่วยลดการระเหยได้มาก เพราะผิวดินมีการเปียกน้อยครั้ง และน้ำซึมลงไปเก็บไว้ในดินได้ลึกกว่าซึ่งเป็นผลให้ถูกพืชดูดไปใช้ได้มากกว่า การให้น้ำแก่พืชโดยวิธีให้น้ำท่วมผิวดิน (Flooding) จะมีน้ำเป็นปริมาณมากสูญเสียไปโดยการระเหยจากผิวดินและผิวน้ำโดยตรง นอกจากนั้นผิวดินหรือผิวน้ำที่มีการระเหยยังกว้างขวางกว่าการให้น้ำทางผิวดินอย่างอื่น เช่น แบบร่องคู (Furrow) เป็นต้น การชลประทานแบบฉีดฝอยซึ่งมีระยะเวลาการให้น้ำยาวนานจะมีการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหยมากกว่าแบบอื่น อย่างไรก็ตาม การ

ระเหยจากผิวดิน ผิวน้ำ และจากที่เกาะอยู่ตามใบและต้นพืชนั้นมิใช่ว่าจะไม่เป็นประโยชน์แก่พืชเสียเลยทีเดียว เพราะว่าการระเหยของน้ำดังกล่าวนี้จะต้องใช้พลังงานความร้อนเหมือนกัน ซึ่งถ้าหากพลังงานเหล่านี้มิได้ถูกใช้ไปในการระเหยแล้ว มันก็จะถูกใช้ไปในการทำให้พืชต้องคายน้ำออกมาในปริมาณใกล้เคียงกับที่ระเหยจากผิวดิน นอกจากว่าต้นพืชนั้นยังเล็กอยู่และมีการคายน้ำไม่มากนัก ในกรณีนี้การระเหยจากผิวดินจะมากกว่าที่พืชคายน้ำออกทางใบ ในพื้นที่ที่ปลูกพืชต้นชิดกัน เช่น พวกข้าวต่างๆ และหญ้าเลี้ยงสัตว์ การระเหยจากผิวดินจะลดลง ทั้งนี้เพราะว่า นอกจากพืชจะใช้ความชื้นในดินไปในการคายน้ำเป็นจำนวนมากแล้ว ใบของพืชยังปกคลุมมิให้แดดส่องไปถึงผิวดิน และความหนาแน่นของต้นพืชจะช่วยป้องกันมิให้ลมพัดพาเอาอากาศรอบๆ ต้นพืชซึ่งมีไอน้ำมากไปจากพื้นที่เพาะปลูกอย่างรวดเร็วอีกด้วย

การระเหยของน้ำจากผิวดินจะขึ้นอยู่กับเนื้อดินด้วย ดินที่มีการไหลซึมของความชื้น (Capillary Movement) สูงจะมีการระเหยจากผิวดินมาก ในทางตรงกันข้าม ดินที่มีเนื้อหยาบซึ่งมีการไหลซึมของความชื้นได้ช้ากว่าจะมีการระเหยจากผิวดินได้น้อย การระเหยจากผิวดินนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับเนื้อดินแล้ว ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอย่างอื่นด้วย เช่น อุณหภูมิ อัตราเร็วของลม และความชื้นของอากาศ เป็นต้น

หลังจากให้น้ำแก่พืช การระเหยจากผิวดินจะมีค่าสูงตราบเท่าที่ดินในชั้นบนยังเปียกมากอยู่ อัตราการระเหยจากผิวดินที่เปียกจะมีค่าประมาณเท่ากับที่ระเหยจากผิวน้ำโดยตรง เมื่อความชื้นของดินชั้นบนลดลง อัตราการระเหยจากผิวดินจะลดลงอย่างรวดเร็ว ดินที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง อัตราการระเหยของน้ำจากผิวดินจะมากเกือบเท่าๆ กับที่ระเหยจากผิวน้ำ แต่ถ้าระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำ อัตราการระเหยจากผิวดินเนื่องจากระดับน้ำใต้ดินจะลดลงมาก และจะเท่ากับอัตราการไหลซึมของความชื้นจากระดับน้ำใต้ดินขึ้นมาสู่ผิวดิน

การระเหยจากผิวดินระหว่างที่ไม่มีการให้น้ำจะขึ้นอยู่กับ การไถพรวนดิน การคลุมดินสภาพของดินฟ้าอากาศ ชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช วิธีการให้น้ำ และความลึกของน้ำที่ให้แต่ละครั้ง ในขณะที่พืชเจริญเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ และให้ร่มเงาแก่ดินได้มากขึ้น การระเหยจากผิวดินก็ค่อย ๆ ลดลง (วิบูลย์ บุญยโรกุล, 2526)

2.2 การให้น้ำระบบหยดแบบง่าย

2.2.1 คำจำกัดความ

การให้น้ำระบบหยดมีลักษณะดังนี้ ·

1) ให้น้ำในอัตราที่น้อย เช่น 4 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง

2) ให้น้ำแต่ละครั้งเป็นเวลานาน เช่น นาน 6 ชั่วโมง

3) ให้น้ำบ่อยหรือมากครั้ง เช่น ทุกวัน วันเว้นวัน เป็นต้น

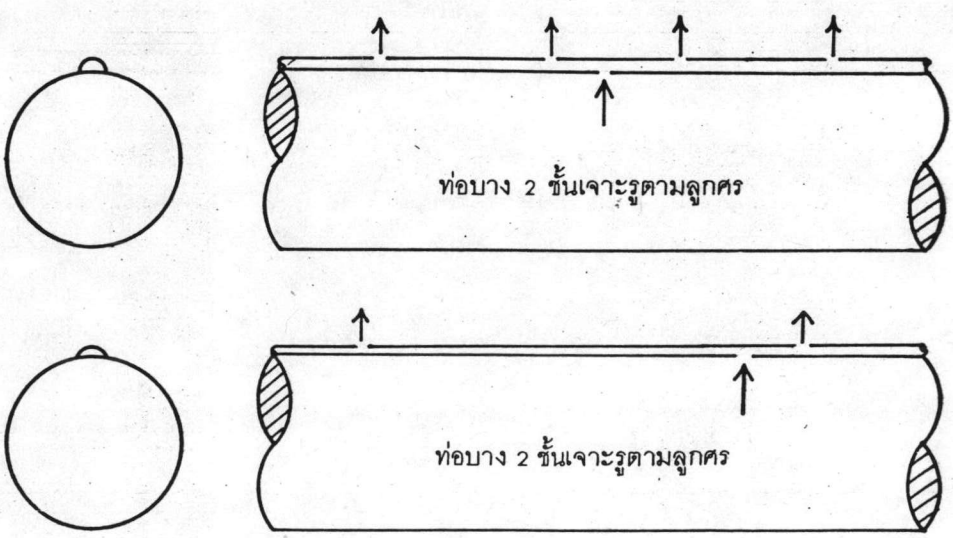
4) ให้น้ำโดยระบบที่ใช้แรงดันน้อย เช่น ตั้งแต่ประมาณ 1 ถึง 15 ปอนด์ ต่อ 1 ตารางนิ้ว

5) ให้น้ำกับส่วนรากพืชโดยตรง

2.2.2 ประเภทของวัสดุที่ใช้ในการให้น้ำระบบหยด

อาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ

1) ท่อพลาสติกแบบบาง โดยได้เจาะรูตามผนังท่อ ทำสำเร็จมาจากโรงงานผลิตเจาะรูเป็นระยะห่างต่างๆ กัน แล้วแต่ต้องการใช้กับพืชอะไร รูมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.014 นิ้ว ถึง 0.025 นิ้ว โดยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ และรูอาจห่างกันตั้งแต่ 6 นิ้วถึง 24 นิ้ว ท่อชนิดนี้มีการผลิตกันจากหลายโรงงาน เช่น ท่อ Bi-Wall ส่วนใหญ่ใช้กับพืชที่ปลูกเป็นแถว เช่น อ้อย สตรอเบอรี่ มะเขือเทศ ฝ้าย สับปะรด เป็นต้น



รูปที่ 2-10 ท่อพลาสติกแบบบาง

2) ท่อพลาสติกแบบหนา มีหัวปล่อยน้ำหยดติดเป็นระยะ อาจเป็นชนิดที่มีหัวปล่อยน้ำหยดติดเป็นระยะที่ได้กำหนด และผลิตสำเร็จจากโรงงานที่ได้กำหนดและผลิตสำเร็จจากโรงงานหรือติดหัวปล่อยน้ำหยดตามระยะที่กำหนดเองตามผู้ปลูก เป็นระบบน้ำหยดชนิดที่ใช้ในสวนผลไม้ชนิดต่างๆ รวมทั้งสวนองุ่น สวนไม้ประดับ และพืชในโรงเรียน

2.2.3 ประวัติ

การให้น้ำระบบหยด แม้ว่าได้มาจากความคิดง่ายๆ กล่าวคือ น้ำที่หยดทีละหยดต่อเนื่องกันเป็นเวลาหลายๆ ชั่วโมง ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี แต่ในสมัยแรกๆ การพัฒนาระบบน้ำหยดได้เป็นไปอย่างช้ามาก เนื่องจากขาดวัสดุที่เหมาะสมและราคาแพง ได้พยายามพัฒนากันในหลายประเทศ เช่น ในปี ค.ศ. 1934 ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย ศาสตรจารย์ โอ. อี. โรเบย์ (แห่งมหาวิทยาลัยรัฐมิชิแกน) ทำการศึกษาระบบน้ำหยดโดยใช้ท่อที่ทำด้วยผ้าใบ

เช่นเดียวกับงานในสาขาอื่นๆ กล่าวคือปรากฏว่าในปี ค.ศ. 1935 สารพลาสติกโพลีเอททีลีน ได้ถูกผลิตขึ้นโดยบังเอิญ ที่ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งในประเทศอังกฤษ การค้นพบสารพลาสติกดังกล่าวได้นำไปสู่งานการพัฒนาการให้น้ำระบบหยดอย่างรวดเร็ว

สำหรับการให้น้ำระบบหยดในแปลงปลูกพืช เพื่อการค้าได้เริ่ม ในประเทศออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา-มลรัฐแคลิฟอเนีย ตอนใต้ ประเทศแถบตะวันออก (อิสราเอล) ซึ่งบริเวณต่างๆ ดังได้กล่าวมานี้ เป็นพื้นที่ที่มีการขาดน้ำเป็นประจำ ได้มีรายงานว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มในราวปี พ.ศ. 2503 ทั้งนี้สืบเนื่องจากงานวิจัย พบว่าระบบน้ำหยด ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการให้น้ำแบบอื่นๆ เช่น การชักน้ำเข้าร่องมะเขือเทศ ซึ่งเคยผลิตได้ 27 ตันต่อเอเคอร์ เพิ่มเป็น 34 ตันต่อเอเคอร์ ต่อมาเฉพาะสตรอเบอรีพืชเดียว ใช้ระบบน้ำหยดถึง 25,000 ไร่ เป็นต้น การให้น้ำระบบหยดของต่างประเทศ ในปัจจุบันได้ใช้ในพืชผัก ในสวนไม้ผล สวนดอกไม้ ตลอดจนสวนประดับ แม้กระทั่งบริเวณอาคารและสวนในบ้าน

2.2.4 ประโยชน์ของการให้น้ำระบบหยด

1) ทำให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทั้งนี้เพราะดินมีปริมาณความชื้นอยู่ต่อเนื่องตลอดเวลาที่พืชต้องการน้ำในการสร้างความเจริญเติบโต การเจริญจึงไม่มีการหยุดชงัก เหมือนการให้โดยวิธีอื่นซึ่งมักมีช่วงการเปียกแฉะและแห้งสลับกันอยู่เป็นช่วงเวลานาน นอกจากนี้ ออกซิเจนในดินยังมีมากและสม่ำเสมอในการให้น้ำระบบหยด ทำให้เป็นปัจจัยที่รากสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

2) ทำให้เพิ่มผลผลิตตามเหตุผลดังกล่าวมา เมื่อพืชอยู่ในระยะให้ผลผลิตผลผลิตจึงเจริญเติบโตเต็มที่ เท่ากับเป็นการเพิ่มผลผลิตกว่าการให้น้ำวิธีอื่นใด

3) ขนาดของผลผลิต ทำให้เกรดหรือขนาดของผลโตเป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่าการให้น้ำด้วยวิธีอื่น

4) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นประโยชน์ต่อเนื่องกันถึงการตลาด ทำให้การดำเนินการด้านตลาดถูกต้อง เพราะสามารถแจ้งเกรด ผลผลิต (ปริมาณ) และคุณภาพที่แน่นอน เพราะมีรายงานว่าการให้น้ำระบบหยดให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีมากด้วย เพราะสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ดีนั่นเอง จึงทำให้มีผลถึงคุณภาพของผลผลิต

5) เมื่อใช้น้ำอย่างถูกต้องจึงเป็นการประหยัดน้ำเพราะเป็นให้น้ำกับระบบรากพืชเท่านั้น มิได้สูญเสียให้แก่วัชพืชเหมือนการให้น้ำด้วยวิธีอื่น ทำให้สามารถประหยัดน้ำได้มากที่สุดในดินทราย ดินร่วน ส่วนดินเหนียวประหยัดน้ำได้น้อยกว่า เพราะชนิดของดินแต่ละประเภทย่อมมีความสามารถในการอุ้มปริมาณน้ำที่แตกต่างกัน การประหยัดน้ำจึงประหยัดได้ถึงมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ในดินทราย

6) ด้วยเหตุที่ว่าเป็นการให้น้ำตามบริเวณที่รากเจริญเติบโต จึงเป็นการลดปัญหาวัชพืชและง่ายต่อการปราบวัชพืชเพราะวัชพืชจะขึ้นที่บริเวณที่มีน้ำหยดแผ่ไปถึงเท่านั้น

7) เป็นวิธีการให้น้ำที่ประหยัดแรงงานทำให้ลดค่าแรงงานได้ถึงครึ่งหนึ่งของการใช้แรงงานแบบชักน้ำเข้าร่อง จึงสามารถลดปัญหาแรงงานทั้งปกติ และแก้ปัญหาคนงานทิ้งงานและขาดงาน ซึ่งมักพบเสมอที่ทำให้ต้นพืชขาดน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ต้นพืชจึงไม่เติบโตไม่ให้ผลผลิตตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

8) ขณะที่ให้น้ำหยด ชาวสวนสามารถปฏิบัติงานอื่นๆ ในเวลาเดียวกันได้ เช่น สามารถพ่นยาปราบศัตรูพืชและแม้แต่ฆ่าวัชพืช สำหรับพืชบางอย่าง เช่น สตรอเบอรี่ ก็สามารถปฏิบัติงานการเก็บผลผลิตในขณะให้น้ำได้ นับว่าเป็นการสะดวกมาก

9) ในพืชหลายชนิดที่ไวต่อการตอบสนอง ของการที่ระดับความชื้นในดินปรวนแปรเสมอ ซึ่งจะทำให้เกิดแผลที่รากได้นับว่าเป็นโอกาสให้เชื้อรา แบคทีเรีย ในดินเข้าทำลายได้หรืออาจทำให้เป็นตำหนิจนถึงเสียรูปในส่วนรากสำหรับพืชที่ใช้รากเป็นประโยชน์ การให้น้ำระบบหยดจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

10) ประหยัดปุ๋ยและทำให้ใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเราสามารถใส่ปุ๋ยลงในดินที่มีรากเจริญเติบโตโดยตรง และอาจพัฒนาถึงขั้นละลายปุ๋ยปล่อยลงไปในระบบน้ำหยดได้ด้วย

11) เป็นระบบที่ทำให้น้ำไม่เปียกใบพืช จึงช่วยลดปัญหาทั้งทางโรคพืชและปัญหาน้ำชะล้างยาป้องกันราและยาฆ่าแมลง

12) พืชหลายชนิดที่มักเกิดใบไหม้ ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้เพราะแดดกล้า ปัญหานี้จะขจัดไปได้ด้วยการให้น้ำระบบหยดเพราะใบพืชมีปริมาณน้ำเพียงพอใบพืชจึงไม่ไหม้

13) การให้น้ำระบบหยด สามารถแก้ปัญหาในพื้นที่ๆ มีแหล่งน้ำปริมาณน้อย ซึ่งไม่สามารถให้น้ำต้นพืชด้วยระบบฝนโปรยหรือวิธีอื่นๆ ได้พอเพียงต่อความต้องการน้ำของพืช

14) การให้น้ำระบบหยดสามารถแก้ปัญหาในพื้นที่ๆ มีรูปร่างแหลมเป็นสามเหลี่ยม ซึ่งนับว่าไม่เหมาะสมกับการให้น้ำระบบฝนโปรย เป็นต้น

15) การให้น้ำระบบหยดเป็นระบบที่ทำให้พืชตอบสนองต่อการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว(ฉับพลัน) ด้วยคุณสมบัติเช่นนี้จึงทำให้สามารถบังคับต้นพืชให้ชงักการเจริญเติบโต หรือเพื่อเริ่มการเจริญเติบโต จึงทำให้เป็นประโยชน์ต่อการเริ่มการออกดอกและเริ่มให้ผลผลิตที่เร็วกว่าฤดูกาลปกติได้ เป็นผลให้ได้ผลผลิตส่งตลาดได้เร็วกว่าปกติด้วย

16) การระบายน้ำในแปลงปลูกพืชที่ใช้ระบบน้ำหยดนั้น มีโอกาสระบายน้ำได้ดีกว่าการให้น้ำด้วยระบบอื่นๆ เช่น ระบบฝนโปรย เพราะพื้นที่ดินเปียกประมาณ 40 เปอร์เซนต์ในระบบน้ำหยด แทนที่จะเปียกเกือบ 100 เปอร์เซนต์ในระบบฝนโปรย ดังนั้นเมื่อมีฝนตก การระบายน้ำจึงดีกว่าในระบบน้ำหยด ทำให้ดินในแปลงมีอากาศเป็นปริมาณสูงกว่าด้วย

17) ในระบบฝนโปรยดินมักจะเปียกแฉะมีน้ำขังในพื้นที่ ดังนั้นเมื่อมีการนำเอาเครื่องมือ เครื่องทุ่นแรง เข้าไปปฏิบัติงานสวนในพื้นที่ของสวน จึงทำให้พื้นดินเกิดการอัดแน่น สภาพดินทางฟิสิกส์เสียไป ดินขาดออกซิเจนอันเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของรากที่สมบูรณ์ แต่การให้น้ำระบบหยดไม่ทำให้พื้นที่เปียกไปทั่ว โดยเฉพาะบริเวณที่เครื่องมือ เครื่องทุ่นแรงผ่าน ดังนั้นจึงทำให้โอกาสเกิดการแน่นของดินมีน้อยกว่าอย่างมากมาย

18) การให้น้ำมีความสำคัญต่อผลผลิต ต่อคุณภาพของผล ดังนั้นจึงใคร่ขอเรียนย้ำว่า การให้น้ำระบบหยด สามารถควบคุมบริมาณน้ำในผลได้ดีกว่าการให้น้ำด้วยระบบอื่นๆ ทำให้มี

ปริมาณน้ำพอดีหรือพอเหมาะแก่ผลไม้มีเปอร์เซนต์น้ำตาลต่ำ หรือแม้แต่ในช่วงการขาดน้ำ การให้น้ำระบบหยดสามารถช่วยทำให้ผลไม่ขาดน้ำ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของเปลือกผลแตก และถึงผลร่วงได้ด้วย

19) การให้น้ำแบบฝนโปรย อาจทำให้ลำต้นเปียกน้ำแฉะ เป็นผลให้เกิดโรคกับส่วนของลำต้นได้ แต่การให้น้ำระบบหยดไม่ทำให้ส่วนของลำต้นถูกน้ำ จากการให้น้ำจากระบบนี้แต่อย่างไร ปัญหาโรคลำต้นเน่าจึงไม่เกิดขึ้นจากผลของวิธีการให้น้ำระบบหยด

20) การลงทุนในระบบหยด นับว่าถูกกว่าระบบฝนโปรย ทั้งนี้เนื่องจากระบบฝนโปรยจำเป็นต้องใช้ระบบท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าระบบน้ำหยด

21) มีรายงานว่าในระบบฝนโปรยนั้น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการป้องกันปราบศัตรูพืช มากกว่าระบบน้ำหยดถึง 30 เปอร์เซนต์

2.2.5 ข้อเสียของการให้น้ำระบบหยด

1) สิ่งสำคัญที่สุดในเรื่องข้อเสียของการให้น้ำระบบหยด คือ เรื่องการอุดตันของระบบน้ำหยดด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่ง ต้องป้องกันการอุดตันโดย

ก. ใช้เครื่องกรองน้ำที่มีคุณสมบัติกรองน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ กรองสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ปนมากับน้ำให้ได้น้ำสะอาดในระดับที่สามารถใช้ในการให้น้ำระบบหยดได้ เช่น ให้ผ้ากรองขนาด 150 mesh (รูเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 0.105 มิลลิเมตร)

ข. หมั่นดูแลให้ทุกส่วนของระบบน้ำหยดมีความสะอาดอยู่เสมออย่าละเลยเรื่องความสะอาดเด็ดขาด

2) ต้องหมั่นตรวจตราความเรียบร้อย ของทุกส่วนประกอบของระบบน้ำหยดเสมอ ต้องรีบแก้ไขปัญหาอันเกิดจากการบกพร่องของทุกส่วนของระบบฯ หรือมีการอุดตันของระบบน้ำหยดให้รีบแก้ปัญหาทันทีที่พบ เพราะหากมีการอุดตันของระบบน้ำหยด จะทำให้ต้นพืชแสดงอาการขาดน้ำได้อย่างรวดเร็ว เพราะระบบน้ำหยดเป็นระบบที่ส่งน้ำถึงรากพืชโดยตรง รากจึงตอบสนองต่อการขาดน้ำได้รวดเร็วมาก

2.2.6 หลักการในการวางท่อระบบน้ำหยด

ถือหลักว่า ท่อน้ำขนาดใหญ่ (วัดเส้นผ่าศูนย์กลาง) ย่อมเกิดแรงเสียดทานภายในท่อน้อยกว่า การใช้ท่อน้ำขนาดเล็กนั่นคือ

ท่อขนาดใหญ่ ย่อมสูญเสียแรงดันในท่อน้อย ทำให้น้ำในท่อไหลได้ปริมาณมาก และไกลกว่าท่อขนาดเล็ก แต่ข้อเสียเปรียบที่สำคัญคือ ราคาของท่อขนาดใหญ่ต้องใช้จ่ายมากกว่าท่อขนาดเล็ก

ท่อขนาดเล็ก จึงมีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับท่อขนาดใหญ่ กล่าวคือสูญเสียแรงดันในท่อมากและคนทั่วไปมักชอบในด้านเสียค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า

ในการวางท่อของระบบน้ำหยด นั้นประกอบด้วย

1) ท่อน้ำใหญ่ ทำหน้าที่เป็นท่อส่งน้ำขนาดใหญ่ที่สุดของระบบน้ำหยดอาจถือเป็นท่อแกนของระบบ มักมีขนาดตั้งแต่ 2 นิ้วขึ้นไปถึง 4 นิ้ว หรือใหญ่กว่านี้ โดยขึ้นอยู่กับความใหญ่โตของระบบหรือพื้นที่ปลูกพืช เป็นท่อที่มีข้อลดลงสู่ท่อขนาดใหญ่รองลงมา (ท่อน้ำใหญ่ขนาดรอง)

2) ท่อน้ำใหญ่ขนาดรอง คือท่อขนาดที่ใช้นำน้ำออกจากท่อน้ำขนาดใหญ่น้ำไหลจากท่อน้ำใหญ่ขนาดรองออกไปยังท่อแขนงหรือท่อเข้าแปลงปลูกพืชท่อน้ำใหญ่ขนาดรองนี้ คือ ท่อที่อยู่หน้าแถวแปลงปลูกพืชนาดของท่อย่อมลงมาจากท่อน้ำใหญ่ ท่อน้ำประเภทนี้อาจมีขนาดประมาณ 1 นิ้ว

3) ท่อเข้าแปลงพืช เป็นท่อที่นำเข้าสู่ส่วนของหัวน้ำหยด โดยปกติสามารถวางชิดโคนต้นพืชเป็นแถวเดียวตามแนวแปลง หรือตามแนวโคนต้นพืช ขนาดของท่อมักมี 2 ขนาดคือประมาณ 4 หุนและ 6 หุน

4) หัวปล่อยน้ำหยดหรือเรียกว่าหัวน้ำหยด เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบน้ำหยด มีการออกแบบเป็นรูปร่างลักษณะแตกต่างกันมากมาย โดยมีหลักการให้น้ำออกจากหัวน้ำหยดในปริมาณที่น้อย เช่น 2, 4, 6, 8 ลิตรต่อชั่วโมง น้ำที่ออกมาจากหัวน้ำหยด อาจมีลักษณะหยดช้าๆ หยดเร็วจนถึงหยดชนิดต่อเนื่องกันหรือเป็นน้ำไหลช้าๆ ก็ได้ แต่ตามปกติแล้วควรให้ปริมาณน้ำต่อชั่วโมงไม่มากนักทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดน้ำในการให้น้ำตามข้อดีของระบบน้ำหยด

5) สายฝอย เป็นสายที่ใช้นำน้ำจากท่อเข้าแปลงพืชสู่ส่วนหัวน้ำหยด สายฝอยอาจมีเส้นผ่าศูนย์กบางภายนอกขนาดเล็กประมาณ 4 มิลลิเมตร และมีรู (เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน) ขนาด 2.8 มิลลิเมตร สายฝอยควรมีความยาวไม่เกินครึ่งเมตร (50 เซนติเมตร) เพื่อหลีกเลี่ยงการอุดตันที่อาจเกิดขึ้นในสายฝอยเนื่องจากอาจมีการสะสมของตะกอน

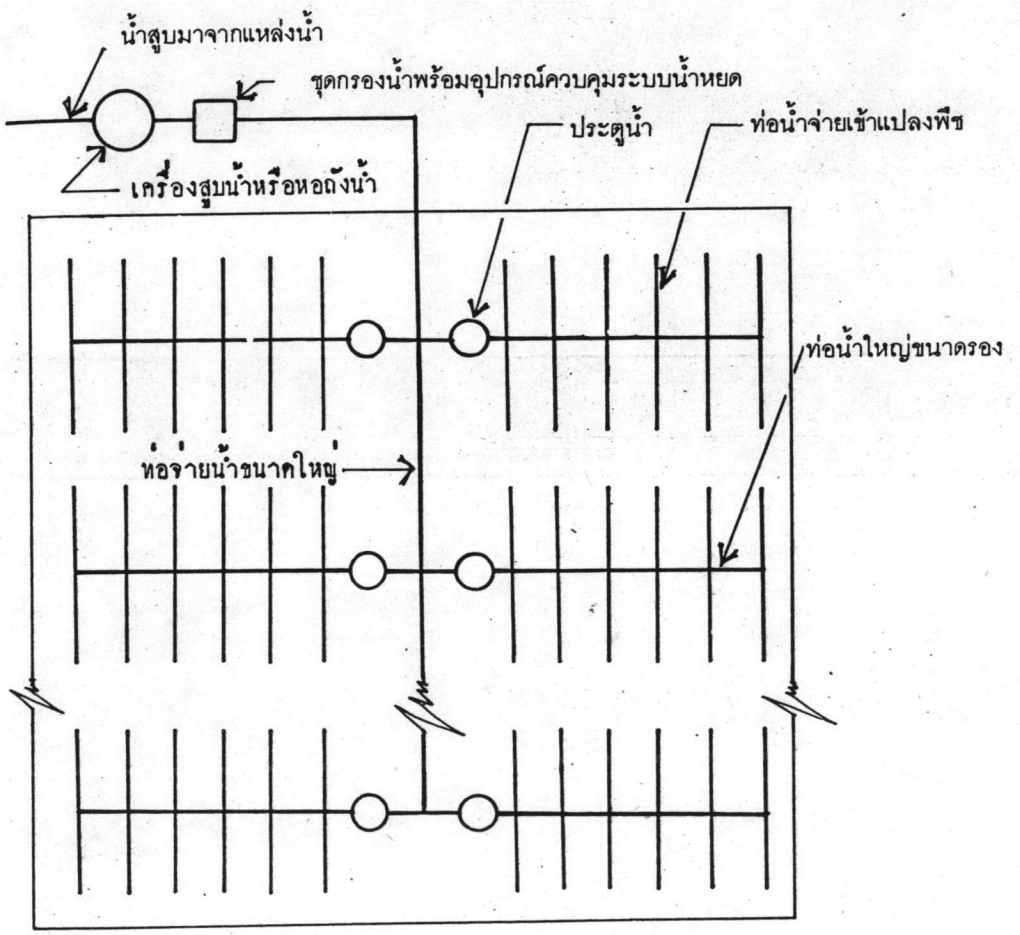
6) เครื่องกรองน้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากของระบบน้ำหยด ละเลยไม่ได้เป็นอันขาด ระบบน้ำหยดจะให้ประสิทธิภาพเต็มที่ 100 เปอร์เซนต์ หรือไม่ขึ้นอยู่ที่ระบบการกรองน้ำ

เป็นสำคัญด้วย

7) ความดันน้ำ ความดันหรือแรงดันในระบบน้ำหยด ซึ่งใช้น้อยกว่าระบบฝนโปรย โดยถือว่าเป็นระบบการให้น้ำที่ใช้แรงดันน้ำน้อย จึงสามารถใช้ท่อขนาดเล็กกว่าระบบฝนโปรย อย่างไรก็ตามบางโอกาสอาจใช้การสูบน้ำขึ้นใส่แทงค์น้ำหรือรองซิเมนต์วงกลมโบกด้วยปูนซิเมนต์เพื่อใช้เป็นถังยกระดับสามารถได้แรงดันตามธรรมชาติ ปล่อยน้ำจากถังยกระดับลงตามระบบท่อได้ อย่างไรก็ตามอาจมีข้อเสียคือ

ก. ต้องใช้ค่าก่อสร้างถังยกระดับ
ข. ต้องทำความสะอาดถังเป็นครั้งคราว
ค. ได้แรงดันจำกัด ตามความสูงของถังยกระดับ

การใช้ถังแรงดันน้ำหรือหม้อแรงดันน้ำ เพื่อประโยชน์ในการควบคุมแรงดันน้ำของระบบน้ำหยดซึ่งสามารถปรับแรงดันน้ำได้ตามต้องการ



รูปที่ 2-11 แผนการวางท่อขนาดต่างๆ

I10309639.

2.2.7 การประมาณการใช้วัสดุ

ตัวอย่างการประมาณวัสดุชนิดต่างๆ ที่ต้องใช้ต่อพื้นที่ 1 ไร่

เมื่อปลูกพืชระยะ เช่น ระหว่างต้น = 2.5 เมตร และระยะระหว่างแถว = 2.5 เมตร

จำนวนต้นต่อ 1 ไร่ = 1600 ตารางเมตร/6.25 ตารางเมตร (2.5 ม.x2.5 ม.)

= 256 ต้น

วัสดุชนิดต่างๆ มีดังนี้

I = ท่อ LDPE (ท่อพลาสติกสีดำ)

II = จำนวนหัวน้ำหยด

III = สาย 4 มิลลิเมตร ต่อเข้ากับหัวน้ำหยด

IV = จำนวนของแหวนล๊อค แหวนล๊อคใช้ต่อท่อ LDPE กับข้อต่อเอสลอน

V = จำนวน end plug (เอ็นด์พลัก) หรือส่วนระบายตะกอนในน้ำปลายท่อ

ทั้งนี้ไม่รวมอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1) เครื่อง (ชุด) กรองน้ำ

2) เครื่องมือเจาะสาย (ท่อ) LDPE

3) ข้อต่อต่างๆ ที่เป็นเอสลอน (PVC แข็ง) เช่น สามทางลดเข้าท่อ LDPE เพื่อต่อเข้าแปลงปลูกพืช

4) ท่อเอสลอน main และ submain

5) มาตรวัดความดันน้ำ

6) air releaser (แอร์ รีรีสเสอร์) หรือส่วนไล่อากาศ

7) ชุดเครื่องสูบน้ำ

8) เครื่องวัดความชื้นของดิน

ดังนั้น จึงสามารถประมาณการใช้วัสดุต่างๆ ดังรายการดังนี้

รายการ การหาจำนวนแถว : จำนวนแถว = 40 เมตร/ระยะปลูก

เช่น = 40 เมตร/2.5 = 16 แถว

I ท่อ LDPE 40 เมตร x จำนวนแถว

= 40 เมตร x 16 แถว = 640 เมตร

II จำนวนหัวน้ำหยด

= จำนวนหัวต่อต้น x จำนวนต้นต่อ 1 ไร่

ถ้าใช้ 2 หัวต่อต้น = 2 หัวต่อต้น x 256 ต้น

= 512 หัวน้ำหยด

III สาย 4 มิลลิเมตร (สายฝอย) ต่อเข้ากับหัวน้ำหยด

= จำนวนหัวน้ำหยด x ความยาวที่ใช้ต่อ 1 หัวน้ำหยด

= 512 หัวน้ำหยด x 0.50 เมตร ต่อ 1 หัวน้ำหยด

= 256 เมตร

IV จำนวนของแหวนล๊อค

= จำนวนแถว x 2 แหวนล๊อค

= 16 แถว x 2 แหวนล๊อค

= 32 แหวนล๊อค

V จำนวน end plug

= จำนวนแถว x 1 end plug (เอ็นด์พลัก)

= 16 แถว x 1 end plug

= 16 end plug

2.2.8 <u>ข้อที่ควรทราบ</u>

1) การให้น้ำระบบหยด ต้องมีการกรองน้ำเสมอ ขนาดของรูหรือความละเอียดของตาข่ายไส้กรอง ควร = 150 mesh (0.105 มิลลิเมตร) ไส้กรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 1 เมตร สามารถกรองน้ำได้ประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร/ช.ม. ถ้า 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วยส่วนกรองน้ำ 2 อัน = สามารถกรองน้ำได้ 20 ลูกบาศก์เมตรหรือ 20,000 ลิตรต่อ 1 ชั่วโมง

2) ในการวางท่อพลาสติคสีดำ (แอล ดี พี อี) ควรให้มีความยาวเหลือเผื่อไว้บ้าง อย่าวางแบบดึงจนตึงเพราะท่อพลาสติคขยายตัวเมื่ออากาศร้อนและหดตัวเมื่ออากาศเย็น ฉะนั้นเมื่อวางท่อพลาสติคจึงต้องวางให้มีความยาวเหลือเผื่อการหดตัว และควรตรวจความเรียบร้อยของท่อในตอนเช้าหรือตอนเย็นมากๆ ก่อนเอาดินกลบ (ในกรณีที่ต้องการวางท่อฝังไว้ใต้ดิน)

3) หากแหล่งน้ำที่จำเป็นต้องใช้กับระบบน้ำหยดเป็นน้ำที่มีคุณภาพไม่สะอาดนัก แม้ได้มีเครื่องกรองน้ำแล้ว (น้ำผ่านเครื่องกรองแล้ว) ก็ตาม ควรปรับการไหลของน้ำให้ออกปริมาณมากจากหัวปล่อยน้ำหยดนับว่าเป็นการปลอดภัยจากสภาพการอุดตันของหัวปล่อยน้ำหยด

4) เครื่องวัดความชื้นของดินนับว่าเป็นสิ่งจำเป็น เพราะเครื่องวัดความชื้นของดินสามารถบอกระดับความชื้นของดิน เป็นการกำหนดระยะเวลาการให้น้ำ (จำนวนชั่วโมงต่อวัน) ควรให้น้ำทุกวันหรือเว้นวันหลายวัน เป็นต้น

5) แม้ว่าการให้น้ำระบบหยด เป็นระบบการให้น้ำแก่ต้นพืชที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งทำให้ผลผลิตเพิ่มมากที่สุด แต่ท่านควรทราบว่าเมื่อใดควรให้น้ำแก่ต้นพืช เมื่อใดไม่ควรให้หรือให้ในปริมาณที่น้อยแก่ต้นพืช เพราะการให้น้ำในปริมาณที่ไม่พอเหมาะต่อช่วงการพัฒนาของพืชย่อมเสียประโยชน์ ในพืชหลายชนิด เช่น มะม่วงต้องงดการให้น้ำ ในช่วงเวลาที่ต้องการให้เกิดหรือพัฒนาตาดอก ให้น้ำปริมาณน้อยในช่วงที่ดอกบานและระยะแรกของการเจริญของผล (ติดผล) เป็นต้น

6) ในประเทศไทยช่วงฤดูฝน มักมีปัญหาวัชพืชในแปลงปลูกพืชเสมอ การกำจัดวัชพืชควรได้กระทำเป็นระยะๆ และในการปราบวัชพืชอาจทำความเสียหายให้กับส่วนต่างๆของระบบน้ำหยดได้ จึงควรระมัดระวังการปฏิบัติงานด้านการปราบวัชพืช ที่อาจมีผลกระทบต่อท่อ และส่วนต่างๆ ของระบบน้ำหยด และแม้ในฤดูฝน ควรมีการให้น้ำระบบหยดแก่ต้นพืชบ้าง เพราะจะได้ทราบว่าสภาพการใช้งานของระบบน้ำหยดนั้น ยังสมบูรณ์เป็นปกติดีหรือไม่ หากมีปัญหาจะได้ทำการแก้ไขให้ระบบน้ำหยดอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ และพร้อมทุกเวลาที่ต้องการใช้ระบบน้ำหยด

7) ในการผลิตท่อ แอล ดี พี อี เพื่อใช้ในการให้น้ำระบบหยดนั้น ได้ใส่สารเคมีเพื่อป้องกันหรือลดการเสื่อมคุณภาพของท่อ เนื่องจากรังสีอุลตราไวโอเลทจากแสงแดดแล้วด้วย แต่หากได้ทำการฝังท่อไว้ใต้ดินก็จะทำให้การเสื่อมคุณภาพน้อยลงอีก หรือใช้ได้ทนนานเพิ่มขึ้นอีกด้วย

8) ในการตรวจสอบความชื้นของดินที่บริเวณใกล้หัวน้ำหยด นับว่าเป็นที่ควรปฏิบัติเป็นอย่างยิ่งเพราะจะได้ทราบถึงสภาพความชื้นของดินที่น้ำถูกรากดูดขึ้นไปใช้ในการเจริญเติบโตของต้นพืช บริเวณที่ควรได้รับการตรวจสอบความชื้นของดินควรอยู่ในระยะห่างจากหัวน้ำหยด 12 นิ้ว ถึง 18 นิ้ว เพราะหากใกล้ไปก็จะทำให้ได้ค่าความชื้นของดินที่เปียกไป และเช่นเดียวกับค่าความชื้นของดินก็จะน้อยไปเมื่อจุดตรวจสอบห่างเกินไปกว่า 18 นิ้ว

9) จุดที่ใช้ความชื้นของดินควรเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ของต้นพืช เพราะจุดนี้เป็นจุดที่ดินมีการสูญเสียน้ำได้มากที่สุด จึงควรทราบระดับความชื้นของดินที่จุดนี้

10) ระยะเวลาของการให้น้ำหยดแต่ละครั้งแตกต่างกันตามชนิดของดิน กล่าวคือ

ดินทราย โปร่งมาก ควรให้ระยะเวลาสั้นๆ

ดินร่วน ควรให้นาน 6-10 ชั่วโมง

ดินเหนียว ควรให้นาน 10-16 ชั่วโมง เป็นต้น

11) จำนวนหัวน้ำหยดต่อต้นพืช

ก. พืชที่ปลูกเป็นแถวควรวางหัวน้ำหยดให้ห่างกัน 1.5 เท่าของรัศมีของดินที่เปียกแผ่ออกทางแนวข้าง (ที่เกิดจากหัวน้ำหยดแต่ละหัว)

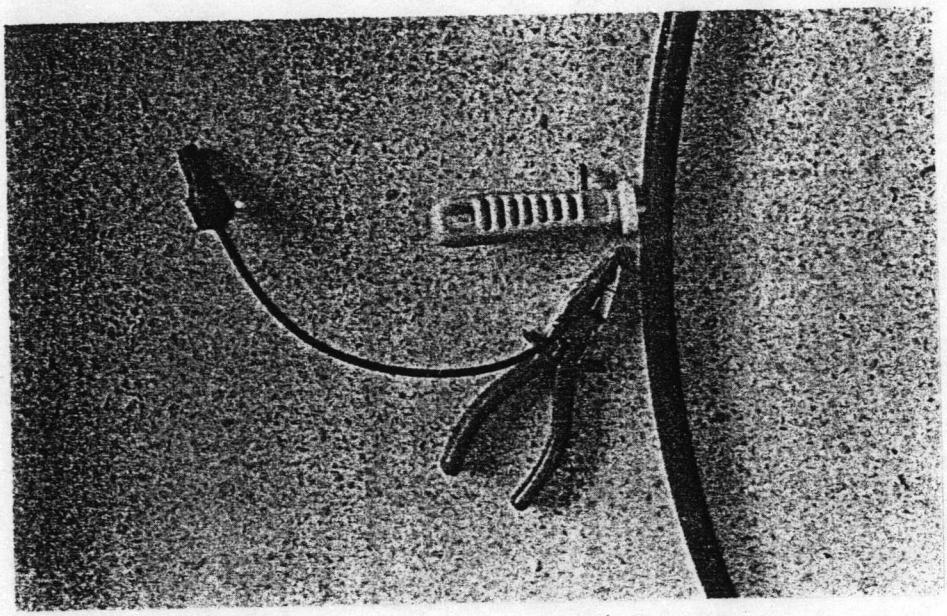
ข. ต้นอ่อนหรือพืชเล็กๆ ควรให้ 1-2 หัวน้ำหยดต่อต้น นับว่าพอเพียง

ค. ต้นไม้ผลขนาดใหญ่ ควรใช้ 4-8 หัวน้ำหยดต่อต้นนับว่าพอเพียงอาจเพิ่มจำนวนหัวน้ำหยดได้อีกในกรณีที่ต้องการให้ต้นไม้ผลต้านทานลมได้ดีขึ้น

12) ในการต่อท่อ แอล ดี พี อี สีดำเข้ากับข้อต่อของท่อเอสลอนนั้นต้องใช้แหวนล็อคจำนวน 2 อัน เพื่อให้ส่วนข้อต่อมีความแข็งแรง และกันน้ำไหลซึมออกจากแหวนล็อค

รูปที่ 2-12 แหวนล็อค

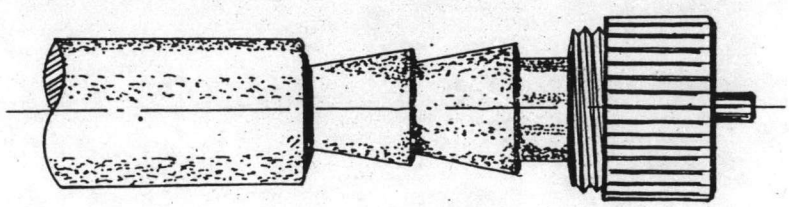
13) เมื่อใช้ที่เจาะรูแทงท่อ แอล ดี พี อี สีดำ ทะลุแล้ว ให้คงคาที่เจาะรูไว้กับท่อ แอล ดี อี พี นั้น เมื่อถอนที่เจาะรูออกให้รีบใช้สายฝอยใส่ลงในรูที่เจาะไว้โดยทันทีเพื่อเป็นการสะดวกต่อการสอดใส่สายฝอย และควรเจาะรูกับท่อ แอล ดี พี อี สีดำในช่วงเวลากลางวันเพราะอากาศร้อนทำให้ท่อ แอล ดี พี อี อ่อนตัว



รูปที่ 2-13 เครื่องเจาะท่อพลาสติก

14) สอดใส่สายฝอยให้ปลายสายฝอยลึกเข้าไปในท่อ แอล ดี พี อี ประมาณ 5 ซ.ม. (ประมาณ 2 นิ้ว) โดยตัดสายฝอยแต่ละท่อนยาวประมาณ 25 ซ.ม. ถึง 50 ซ.ม.

15) ปลายท่อ แอล ดี พี อี สีดำ อาจใช้วิธีหักพับงอท่อ แล้วใช้ลวดมัดหรือวงท่อ พี วี ซี สวมส่วนที่ได้หักพับเอาไว้ หรืออาจใช้ต่อเข้ากับข้อต่อชนิดมีเกลียวหมุนเปิดและปิดน้ำเมื่อต้องการไม่ให้น้ำไหลออกจากปลายท่อ แอล ดี พี อี สีดำ หรือใช้ end plug (เอ็นด์พลัก)



รูปที่ 2-14 เอ็นด์พลัก

16) ให้มีการเปิดปลายท่อ แอล ดี พี อี สีดำ เป็นครั้งคราว เช่น ทุก 15 วัน เพื่อตรวจดูสภาพการตกตะกอนในระบบน้ำหยด ซึ่งจะทำให้ทราบได้ว่า มีตะกอนหรือความสกปรกค้างอยู่ในระบบมากน้อยเท่าใด เป็นการแสดงว่าการกรองน้ำมีประสิทธิภาพระดับใด การเปิดปลายท่อ แอล ดี พี อี สีดำ อาจจำเป็นต้องเปิดระบายตะกอนทิ้งก่อนหรือหลังจาก 15 วัน

17) การออกแบบหัวน้ำหยด ใช้หลักของ "การหล่อน้ำ" หรือ "การจมน้ำ" กล่าวคือ ออกแบบให้ส่วนเกลียวที่ใช้ในการปรับปริมาณน้ำ ให้ไหลออกจากหัวน้ำหยดตามต้องการ (หยดช้าหยดถี่ หรือไหลริน) ถูกหล่อด้วยน้ำหรือจมน้ำตลอดเวลา เพื่อให้มีคุณสมบัติในการลดการจับตัวของตะกอน หรือสิ่งแขวนลอยต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในระบบน้ำหยด

18) ในกรณีของน้ำที่มีสารหินปูนมาก เมื่อน้ำแห้งจึงเกิดคราบหินปูนเกาะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในทุกๆ ส่วนของระบบน้ำหยดโดยเฉพาะส่วนที่สำคัญ สองส่วนคือ ส่วนไส้กรองน้ำและส่วนหัวน้ำหยด เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการเกิดหินปูนดังกล่าว จึงควรติดตั้งส่วนกรองน้ำให้น้ำแช่อยู่เสมอๆ หรือเมื่อสภาพแหล่งน้ำอำนวยควรปล่อยให้น้ำไหลช้าๆ ในช่วงเวลาที่ควรปิดระบบน้ำหยด

19) การดูแลรักษาให้ระบบน้ำหยดทั้งระบบสะอาดโดยสม่ำเสมอ ซึ่งรวมทั้งการปฏิบัติงานนับตั้งแต่การเริ่มวางท่อ ต่อท่อ และซ่อมแซมท่อของระบบฯ นับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดเพื่อความสำเร็จของการให้น้ำระบบหยดแก่ต้นพืชตลอดไป

20) ทุกครั้งที่มีการเปิดและปิดประตูน้ำของท่อน้ำใหญ่ของระบบน้ำ ต้องเปิดหรือปิดอย่างช้าๆ เพื่อป้องกันแรงกระแทกของน้ำในระบบฯ

21) หากมีการอุดตันในหัวน้ำหยด ท่านอาจบิดเกลียวหมุนออกน้ำก็จะไหลออกเป็นปริมาณมากพอสามารถแก้ปัญหาการอุดตันได้ และหากน้ำในระบบมีคุณภาพต่ำ ควรเปลี่ยนหัวน้ำหยดนำหัวน้ำหยดชุดเก่าไปล้างน้ำให้สะอาดเหมือนชุดใหม่ ฉะนั้น ท่านควรมีหัวน้ำหยดใช้ 2 ชุดสับเปลี่ยนกันใช้

22) แรงดันของหัวน้ำหยดอันแรกของระบบ ควรประมาณ 10 ถึง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แรงดันของหัวน้ำหยดอันสุดท้ายของระบบควรประมาณ 1 ถึง 3 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

23) ไม่ให้มีแสงแดดหรือแสงสว่างส่องเข้าไปในทุกๆส่วนของระบบน้ำหยดเพราะอาจทำให้เกิดตะไคร่น้ำในระบบน้ำหยดได้

24) น้ำที่มีธาตุเหล็ก แคลเซียม หรือแมงกานีส ปะปนอยู่ด้วยควรมีการล้างระบบท่อน้ำด้วยกรดเพื่อเป็นการละลายธาตุต่างๆ ที่ตกตะกอนค้างอยู่ในผนังของท่อน้ำ ซึ่งจะนำไปสู่การอุดตันของระบบน้ำหยด กรดที่ใช้มากที่สุด คือ กรดไฮโดรคลอริค โดยฉีดพ่นผสมเข้าไปในท่อด้วยอัตรา 105 ลิตรต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรที่ไหลในท่อของระบบน้ำหยดให้น้ำในท่อพลาสติคมีระดับ ph = 4 นาน 30 นาที ถึง 60 นาที แต่ต้องระวังอันตรายจากการใช้กรดฯ

25) ในกรณีของน้ำที่มีเชื้อแบคทีเรียที่ใช้สารเหล็กเป็นอาหารในการเจริญเติบโต หรือการที่มีปริมาณสารเมือกสะสมอยู่ในระบบท่อน้ำหยดควรใช้สารคลอรีนน้ำหรือสารไฮเปอร์คลอไรท์ฉีดเข้าไปในระบบท่อน้ำหยดด้วย สารละลาย (1.6 ลบ.ซม. ของสารน้ำคลอรีนที่เข้มข้นดังกล่าวด้วยปริมาณ 1 ลิตร ต่อน้ำที่ไหลในระบบท่อน้ำหยด 1 ลูกบาศก์เมตร หรือปริมาณสารคลอรีน (หลังจากทำปฏิกิริยาในระบบ) เข้มข้นประมาณ 0.5 ถึง 2.0 ส่วนต่อน้ำ 1 ล้านส่วน)

26) เมื่อเริ่มให้ระบบน้ำหยดครั้งแรก ควรให้นานอาจนานถึง 30 ชั่วโมง เป็นเวลาติดต่อกันเพื่อเป็นการสร้างขอบเขตบริเวณเปียกชื้นของดินหลังจากนั้น จึงให้น้ำเป็นปกติตามปริมาณที่ต้นพืชต้องการ

27) การไล่อากาศและสูญญากาศในระบบน้ำหยด

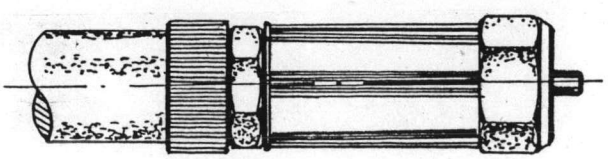
ส่วนหรือเครื่องไล่อากาศและสูญญากาศของระบบน้ำหยดนั้น ให้มีการติดตั้งในส่วนหรือตำแหน่งที่สูงของระบบฯ เช่นที่ส่วนที่สูงของท่อน้ำใหญ่ (main) โดยมีเหตุผลดังต่อไปนี้

ก) เพื่อให้อากาศที่ค้างในระบบฯได้หนีออกไปเมื่อนำน้ำเข้าสู่ระบบฯ

ข) เพื่อให้อากาศเข้าในระบบฯเมื่อต้องการระบายน้ำออกทางปลายท่อของระบบฯ

ค) เพื่อไล่อากาศที่สะสมในส่วนหรือระดับสูงของระบบฯ อันมักเกิดจากฟองอากาศที่ปะปนมากับน้ำเข้าสู่ระบบฯ

ง) เพื่อป้องกันแรงดูดย้อนกลับของส่วนท่อเข้าแปลงพืช หลังจากได้ปิดระบบน้ำหยด โดยเฉพาะส่วนที่ให้น้ำซึมไหล(น้ำหยด) ออกจากท่อเข้าแปลงพืชหรือส่วนหัวปล่อยน้ำหยดโดยอาจมีน้ำที่ไหลนองจากพื้นดินไหลย้อนกลับเข้าไปในท่อของระบบน้ำหยดได้ ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนหรือเครื่องไล่อากาศและสูญญากาศควรเป็น 1 ใน 4 ของขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อน้ำใหญ่ เช่น เครื่องไล่อากาศขนาด 1 นิ้ว ควรใช้กับท่อน้ำใหญ่ขนาด 4 นิ้ว เป็นต้น



รูปที่ 2-15 เครื่องไล่อากาศ

28) ทุกส่วนประกอบ อุปกรณ์ต่างๆ ของระบบน้ำหยด (นับตั้งแต่แหล่งน้ำหาก สามารถกระทำได้) ควรให้ทึบแสงตลอดเวลา นับว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันการเจริญเติบโต ของเชื้อแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุของการอุดตันของระบบน้ำหยด

29) ขนาดของท่อเข้าแปลงปลูกพืชที่นิยมใช้กันมากในต่างประเทศ เช่น ประเทศ อิสราแอล คือ ขนาด 5/8 นิ้ว 4/8 นิ้ว และ 6/8 นิ้ว (โดยประมาณ)

3Ø) บริเวณหรือจุดที่เป็นส่วนวางท่อน้ำขนาดใหญ่ ต้องเป็นพื้นที่สูงๆ ของแปลง เพื่อให้การสูญเสียแรงดันน้ำในท่อน้อย หรือเท่ากับเป็นการชดเชยการสูญเสียแรงดันน้ำในท่อน้อย หรือเท่ากับเป็นการชดเชยการสูญเสียแรงดันน้ำในท่อ เพื่อเป็นการให้น้ำไหลในท่อไปได้ไกลมากๆ แต่หากพื้นที่นั้นมีการลาดเอียงของพื้นที่มากๆ เช่น ตามบริเวณชายเขา วิธีให้น้ำมีแรงดันลดลงที่ตอน ช่วงปลายท่อ คือ ให้เปลี่ยนท่อให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง และ/หรือ โดยใช้ประตูน้ำควบคุม ปริมาณน้ำที่จะไหลลงมาสู่ส่วนปลายท่อให้น้อยลง ก็นับว่าเป็นวิธีที่ช่วยลดแรงดันน้ำในส่วนปลายท่อได้ นับว่าเป็นวิธีเฉลี่ยแรงดันน้ำได้โดยง่าย

31) ถึงแม้ว่าได้ใช้ไส้กรองระดับละเอียดขนาด 15Ø เมสช์แล้วก็ตามน้ำที่มีความ สกปรกมาก ทำให้ไส้กรองมีตะกอนละเอียดสะสม การล้างไส้กรองทุกวัน (แบบไม่ถอดให้กรอง) ไม่ สามารถไล่ตะกอนละเอียดดังกล่าวได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องถอดไส้กรองออกล้างตะกอนละเอียดเช่น ทุก 15 วัน เป็นต้น

2.2.9 <u>หัวปล่อยน้ำหยด</u>

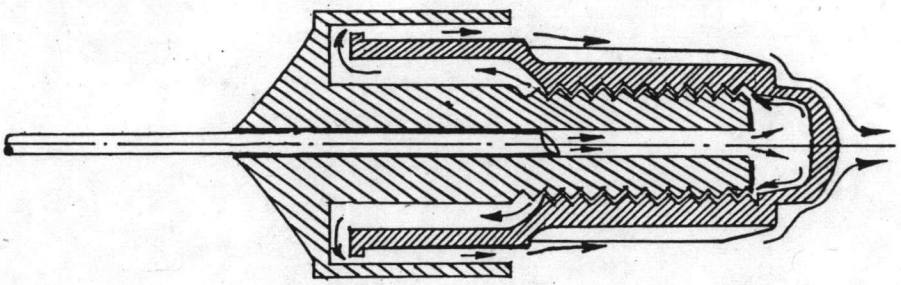
คุณสมบัติพิเศษ (นอกเหนือจากหน้าที่บังคับน้ำให้หยดมาก-น้อยตามต้องการ)

1) ลักษณะเกลียวจมน้ำในรูปถ้วยของหัวน้ำหยดเป็นลักษณะที่ทำให้เป็นการยากต่อ การสะสม หรือการรวมตัวกันของตะกอนที่ก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันของหัวน้ำหยด

2) ทำความสะอาดโดยสามารถฉีดกวนตะกอนในน้ำออกจากหัวน้ำหยดตลอดเวลา ที่มีการให้น้ำระบบหยด ทำให้ตะกอนสะสมได้ยากในหัวน้ำหยด

3) แสงแดดหรือแสงสว่างใดๆไม่สามารถส่องเข้าถึงส่วนภายในของหัวน้ำหยดได้ เลย จึงไม่เกิดตะไคร่ คราบไคล ที่อาจเป็นสาเหตุของการอุดตัน

4) การออกแบบหัวน้ำหยดสามารถป้องกันเศษหญ้าเศษดินที่อาจกระเด็นเข้าสู่ส่วนภายในของหัวน้ำหยดได้แน่นอน จึงสามารถหลีกเลี่ยงการอุดตันจากกรณีดังกล่าวได้



รูปที่ 2-16 แสดงการฉีดล้างและการไหลของน้ำภายในหัวน้ำหยด

2.2.10 <u>การกรองน้ำ</u>

วิธีกรองน้ำ เพื่อให้ได้น้ำที่มีคุณภาพดีพอ เพื่อใช้ในการให้น้ำระบบหยด นับว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากที่สุดเรื่องหนึ่งของการให้น้ำระบบหยด เพราะคุณภาพน้ำที่ไม่ดีพอ ย่อมก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันของหัวน้ำหยดเสมอๆ และทำให้ระบบน้ำหยดทั้งหมดล้มเหลว จึงควรจำเป็นต้องศึกษาเรื่องวิธีกรองให้ได้ผลดี จนเป็นที่แน่ใจว่าจะได้น้ำที่มีคุณภาพในระดับที่สะอาดมากพอจนเป็นที่แน่ใจได้จริงๆ ว่าจะแก้ปัญหาการอุดตันของหัวน้ำหยดได้

วัสดุที่ใช้ในการกรองน้ำอาจมีได้หลายชนิด เช่น ใช้กรวด ทราย วางสลับกัน และการกรองแบบใช้ตะแกรง ซึ่งอาจทำด้วยผ้าไนล่อน หรือเหล็กชนิดที่ไม่เป็นสนิม ขนาดของรูตะแกรงก็มีขนาดต่างๆ กัน โดยเรียกขนาดของรูเป็นหน่วย เมสช์ (mesh) เช่น 50 เมสช์ มีความหมายว่าความยาวของผ้าตะแกรง ยาว 1 นิ้ว มีรูอยู่ 50 รู หรือจำนวนรูต่อความยาว 1 นิ้วนั่นเอง ฉะนั้นผ้าตะแกรงชนิดใดที่มีหมายเลขเมสช์มากกว่าย่อมแสดงว่าละเอียดกว่าสามารถกรองน้ำได้สะอาดกว่านั่นเอง ในการให้น้ำระบบหยดที่ใช้กันในต่างประเทศ มักใช้ผ้าไนล่อนหรือเหล็กที่ไม่เป็นสนิม ระดับความละเอียดของการกรองตั้งแต่ 120 เมสช์ ถึง 200 เมสช์

การใช้ผ้าไนล่อนที่มีระดับความละเอียดตามที่ได้กล่าวแล้วนี้ (120-200 เมสช์) นับว่าเป็นมาตราฐานที่น่าให้ความมั่นใจด้านการกรองน้ำ ว่าควรได้น้ำที่มีคุณภาพดีกว่า การใช้ทรายและกรวดเป็นวัสดุกรอง ซึ่งมักปรากฏว่ามีความไม่แน่นอนในด้านความละเอียด หยาบ ของการกรองน้ำ จึงทำให้มักเกิดปัญหาความไม่สะอาดของน้ำที่กรองแล้วได้เสมอๆ และในที่สุดก็ก่อปัญหาเรื่องการอุดตันที่หัวน้ำหยดได้ในภายหลัง

เนื่องจากการกรองน้ำ เป็นภาระที่สำคัญดังได้กล่าวมาแล้ว จึงเห็นสมควรย้ำให้เห็นถึงความสำคัญในปัญหานี้ และจากการศึกษาปัญหาเรื่องการกรองน้ำดังกล่าวมาแล้ว จึงเห็นว่าการใช้ผ้าไนล่อนเป็นตะแกรงกรองน้ำ เป็นวิธีที่ดีที่สุดในปัจจุบันด้วย ข้อดีต่างๆ ดังนี้

1) สามารถกำหนดขนาดความละเอียดของผ้ากรองไนล่อนได้ ตามมาตรฐานที่ใช้กันในต่างประเทศ เมื่อต้องจำเป็นใช้กับระบบน้ำหยด ซึ่งปัญหาการอุดตันเป็นปัญหาใหญ่ที่สุด หรือจุดอ่อนของระบบน้ำหยดเสมอ

2) เป็นวัสดุที่ดีกว่าเหล็กชนิดที่ไม่เป็นสนิม เนื่องจากทนทานต่อสภาพน้ำที่อาจมีความเป็นกรดเป็นด่างได้ดี

3) มั่นใจได้ว่าได้น้ำที่สะอาดตามระดับที่ใช้กับระบบน้ำหยดได้ในขั้นปลอดภัยจากการอุดตันที่หัวน้ำหยด

ดังนั้น ในปัจจุบันนี้ จึงได้ทำการพัฒนาการกรองน้ำให้ได้ในระดับมาตราฐานต่างประเทศ เพื่อใช้กับระบบน้ำหยด นอกจากนี้สิ่งสำคัญมากอีกประการหนึ่งในระบบของการกรองน้ำ คือวิธีล้างวัสดุกรองน้ำเพื่อให้กลับมีสภาพใช้งานได้ใหม่ ทั้งต้องไล่สิ่งสกปรกในน้ำทิ้งออกไปจากเครื่องกรองน้ำด้วย การใช้วัสดุอื่นๆ เช่น ทราย กรวด ดังกล่าวมามักมีปัญหาเรื่องการล้างส่วนที่เราเรียกว่าวัสดุไส้กรองนี้ มักทำได้ด้วยความลำบาก เสียเวลา และมักมีผลกระทบถึงด้านคุณภาพน้ำที่กรองใหม่หลังจากล้างเครื่องกรองในแต่ละครั้งด้วย นอกจากนี้ ยังมักพบว่าในการล้างวัสดุกรองแต่ละครั้งมักใช้น้ำที่ยังไม่ผ่านเครื่องกรองใช้ล้างวัสดุกรอง จุดนี้เองที่เป็นปัญหาของการที่น้ำที่ไม่ผ่านเครื่องกรองอาจมีความสกปรกหลุดติดเข้าไปในระบบของท่อน้ำหยด แล้วถูกไหลสะสมเข้าสู่หัวน้ำหยดได้ในภายหลัง ฉะนั้น จึงอาจสรุปข้อเสียของการใช้ทราย กรวด เป็นวัสดุกรองน้ำได้ดังนี้

1) คุณภาพน้ำที่กรองได้ มีความสะอาดในระดับที่ไม่แน่นอน

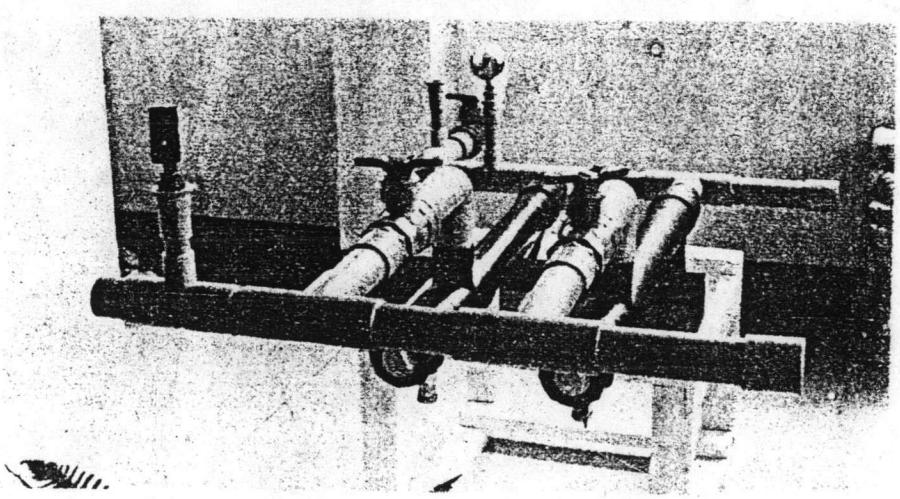
2) การล้างวัสดุกรองแต่ละครั้งทำได้ด้วยความลำบาก และมักเสียเวลานาน นับเป็นจุดอ่อนที่สำคัญของระบบการกรองน้ำ

3) โดยทั่วๆ ไปมักใช้น้ำที่ยังไม่ได้ผ่านเครื่องกรองในการล้างวัสดุเครื่องกรองน้ำแต่ละครั้ง

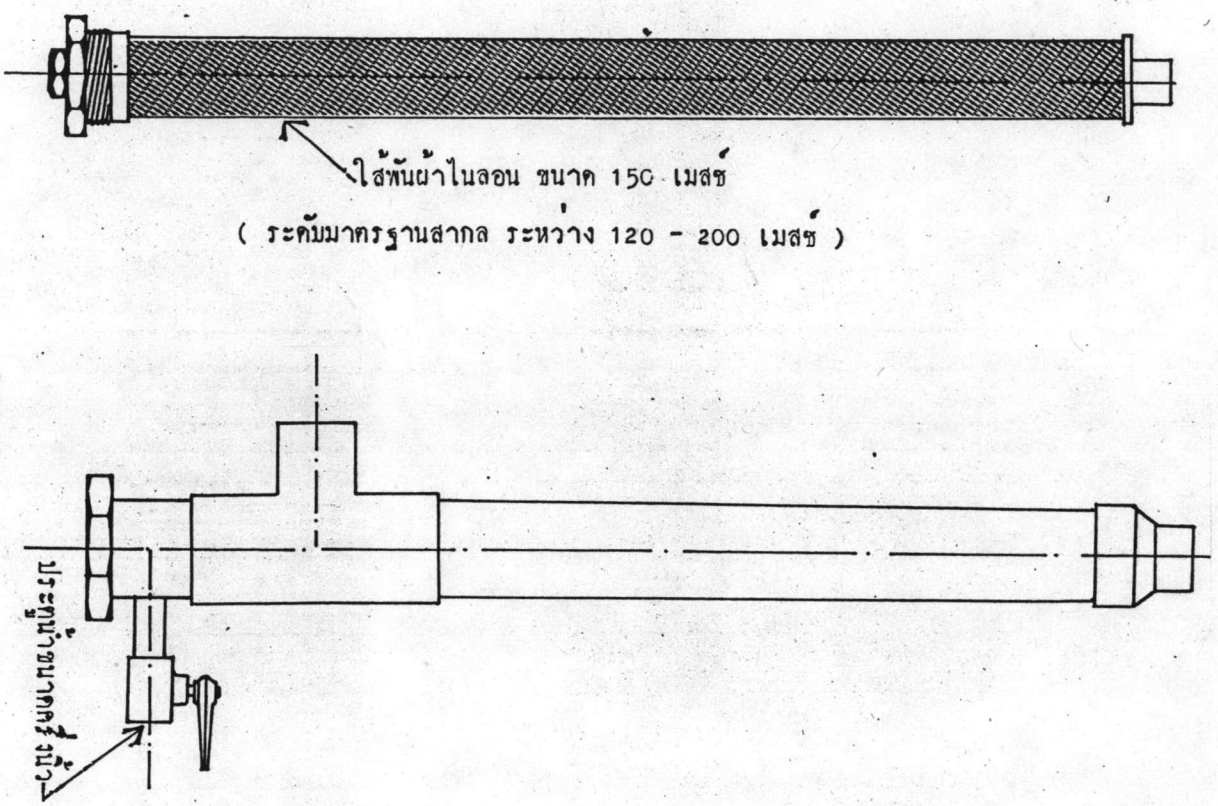
อย่างไรก็ตาม สมควรได้กล่าวถึงข้อดี หรือข้อที่เป็นประโยชน์ของการใช้ ทราย กรวด เป็นวัสดุกรอง ว่ามีประโยชน์ในกรณีใด ในการกรองน้ำในลักษณะที่ปรากฏว่าน้ำนั้นๆ มาจาก คลอง บึง หนองน้ำ ซึ่งมักจะมีส่วนของสาหร่าย ส่วนของอินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อย และน้ำที่ขุ่นจากส่วนของดินแขวนลอยในน้ำ การใช้ทราย กรวด เป็นวัสดุกรองนั้น ทำหน้าที่เก็บซับส่วนสกปรกต่างๆ นั้นได้ดีมากอันเป็นประโยชน์ของการกรองน้ำด้วย วัสดุเช่น ทราย ทั้งนี้ เนื่องจากใช้ความหนาของชั้นทรายในระดับที่สามารถ เก็บ ซับ สิ่งสกปรกดังกล่าวได้ดี และดีกว่าการใช้ผ้าไนลอนตะแกรง เพราะผ้าไนลอนตะแกรงจะสูญเสียพื้นที่การกรองไปตามจำนวนของสิ่งสกปรกที่ติดกับผ้ากรอง จึงทำให้จำเป็นต้องมีระยะเวลาการล้างบ่อยครั้งกว่าการใช้ทรายเป็นวัสดุกรอง แต่การล้างวัสดุทรายก็ควรต้องกระทำอยู่เป็นประจำเช่นกัน เพื่อป้องกันมิให้เกิดสภาพสะสมที่สกปรกในชั้นทรายมากจนอาจเป็นที่สะสมเพิ่มปริมาณเชื้อแบคทีเรียในระบบน้ำหยดได้

เพื่อให้เป็นที่มั่นใจในการกรองน้ำเข้าสู่ระบบน้ำหยด จึงจำเป็นต้องมีเครื่องกรองที่ใช้ผ้าไนล่อนเป็นวัสดุกรอง หรือแบบตะแกรงด้วยเสมอ เพื่อให้ได้สภาพน้ำที่ไม่มีความสกปรกในระดับที่ก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันของหัวน้ำหยดได้

จากเหตุผลในเรื่องการกรองน้ำ ความสะดวกในการปฏิบัติ คุณภาพของน้ำหลังจากการกรอง ตลอดจนปริมาณน้ำที่ผ่านเครื่องกรองแล้ว เพื่อให้ได้ปริมาณที่มากพอในการให้น้ำในระบบน้ำหยด จึงได้ทำการพัฒนาเครื่องกรองน้ำแบบใช้ผ้าไนลอนเป็นตะแกรงที่ระดับความละเอียดของรูเท่ากับ 150 เมสช์ หรือรูขนาดเท่ากับ 104 ไมครอน (ซึ่งโดยปกติขนาดของรูที่น้ำออกของหัวน้ำหยดเท่ากับ 508 ไมครอน) เมื่อคำนวณเปรียบเทียบพื้นที่ของ รูผ้าไนลอน/รูน้ำออกของหัวน้ำหยดเท่ากับ 1/18.74 ด้วยขนาดของรูผ้าไนลอนระดับนี้ จึงทำให้ได้น้ำที่สะอาดมากพอที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาการอุดตันในหัวน้ำหยด



รูปที่ 2-17 การติดตั้งเครื่องกรองน้ำ



รูปที่ 2-18 ไสกรองและส่วนหุ้มไส้กรองที่ประกอบกัน

การล้างไส้กรองน้ำ ที่วัสดุกรองทำด้วยผ้าไนลอนนี้ ได้พัฒนาให้ล้างได้อย่างง่ายสะดวกในการล้าง ล้างเมื่อไรก็ได้ทุกเวลาเพราะเพียงแต่หมุนประตูน้ำ ปิดเครื่องกรองน้ำที่ต้องการล้าง เปิดประตูน้ำตัวเล็กที่อยู่ส่วนล่างของเครื่องกรอง เพื่อให้น้ำสกปรกไหลออก และเป็นการตรวจสอบความสกปรกของไส้กรองได้โดยวิธีดังกล่าวนี้ได้ด้วย แต่หากต้องการล้างให้กรองดังกล่าวให้สะอาดเพิ่มขึ้น ก็ให้ปิดประตูน้ำอันที่ใช้จ่ายน้ำที่กรองแล้วเข้าระบบน้ำหยด เมื่อปิดประตูน้ำอันนี้ น้ำที่กรองแล้วทั้งหมดจะถูกบังคับให้ไหลกลับเข้ามาที่ให้กรองอันที่ต้องการล้างเท่านั้น จึงได้กำลังน้ำในการล้างได้มาก ไส้กรองก็จะสะอาดเพิ่มขึ้น และโปรดพิจารณาว่าการล้างไส้กรองน้ำดังได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด เป็นการล้างให้กรองโดย

1) ไม่ต้องถอดไส้กรองออกมาล้าง

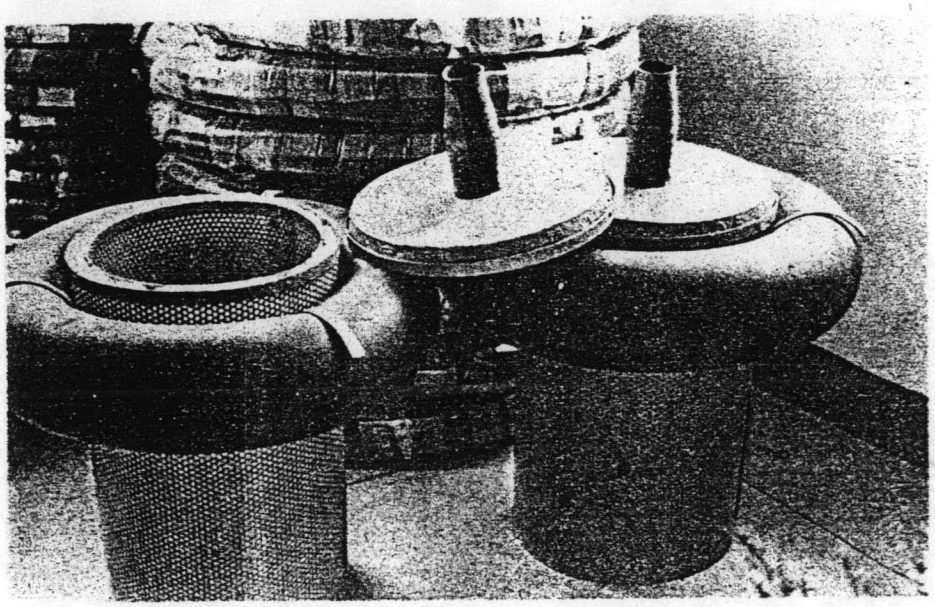
2) น้ำที่ใช้ล้างเป็นน้ำที่กรองแล้ว ดังนั้น จึงไม่มีปัญหาความสกปรกหลุดเข้าไปในระบบน้ำหยด

3) สะดวก ง่ายในการปฏิบัติเพื่อทำความสะอาดไส้กรอง

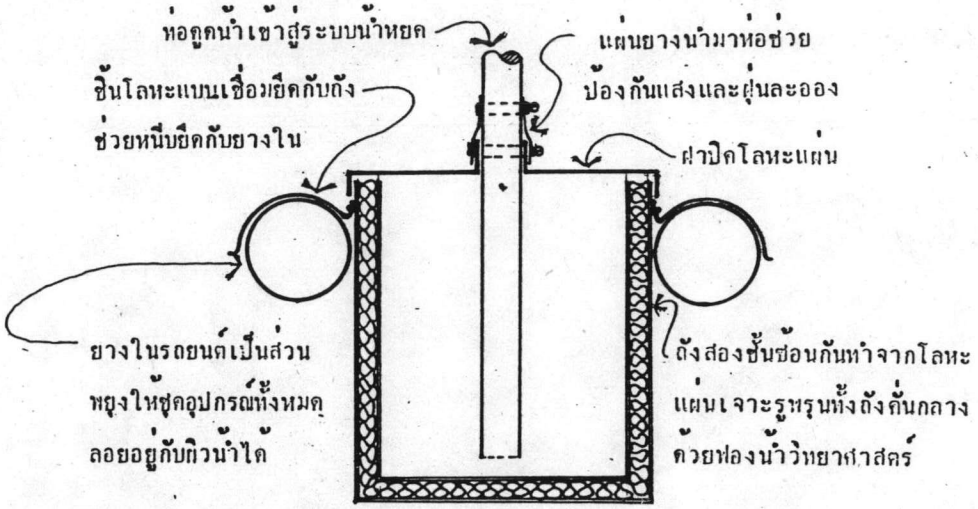
4) สามารถต่อเครื่องกรองน้ำเพิ่มจำนวนได้โดยไม่จำกัดเนื่องจากในการต่อส่วนของเครื่องกรองน้ำชนิดนี้ สามารถปล่อยส่วนของท่อทิ้งไว้เพื่อเตรียมขยายหรือเพิ่มเครื่องกรองน้ำที่ต้องการเพิ่มใหม่ได้เรื่อยๆ โดยที่ชุดเก่าก็ยังทำงานเป็นปกติเหมือนเดิม จึงไม่เกิดปัญหาว่าเครื่องกรองน้ำจะมีขีดความสามารถต่ำ กรองน้ำได้น้อยไม่พอใช้

นอกจากการพัฒนาเครื่องกรองน้ำแบบใช้ผ้าไนลอนเป็นวัศดุกรอง ดังได้กล่าวมาแล้ว ยังได้ทำชุดกรองน้ำเพื่อทดแทนการกรองน้ำแบบใช้ทรายเป็นวัสดุกรองน้ำ ด้วยได้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดกับการใช้ทรายเป็นวัสดุกรองน้ำ จึงได้ใช้ฟองน้ำวิทยาศาสตร์เป็นวัสดุแทนทราย โดยใช้หุ้มโดยรอบตะแกรง หรือวางอยู่ระหว่างชั้นของตะแกรงเหล็ก และวางไว้ที่ส่วนก้นของตะแกรงด้วย สามารถหย่อนลงในสภาพแหล่งน้ำเปิด หรือแม้แต่ในบ่อบาดาล วัตถุประสงค์ คือ ต้องการแก้ปัญหาน้ำที่มีสาหร่าย อินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อย สิ่งสกปรกต่างๆ ที่แขวนลอยมาในน้ำนับเป็นการกรองน้ำชั้นแรกก่อนถึงเครื่องกรองน้ำที่ใช้ผ้าไนลอนเป็นวัสดุกรองน้ำ

ควรออกแบบใช้ส่วนยางในรถยนต์เป็นทุ่นลอย เพื่อให้ถังกรองน้ำชนิดใช้ฟองน้ำวิทยาศาสตร์เป็นไส้กรองสามารถลอยตัวอยู่ในแหล่งน้ำได้ด้วย โปรดดูรูปที่ 2-19 (ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์, 2529)



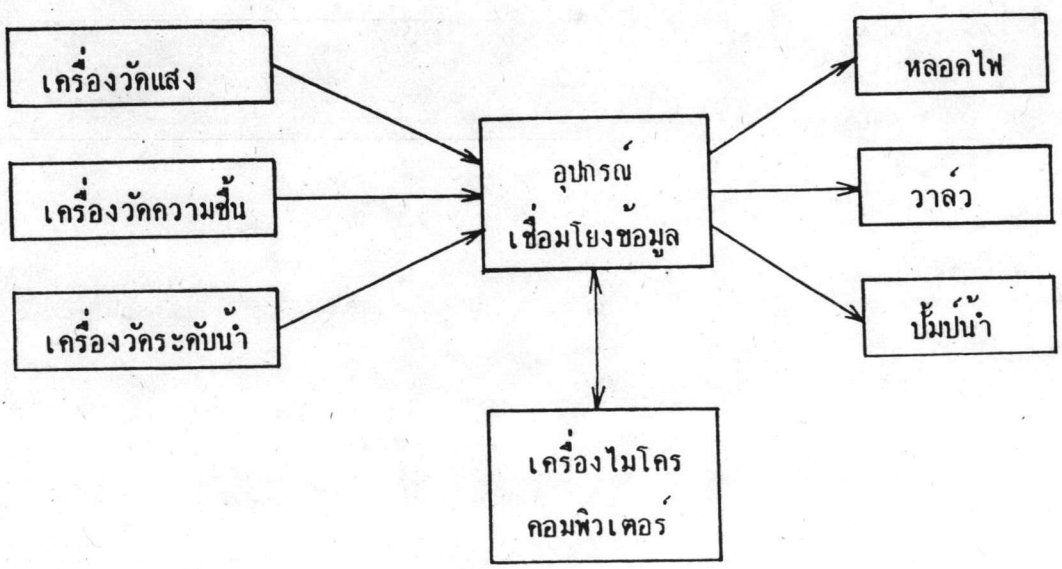
รูปที่ 2-19 ชุดกรองน้ำแบบลอยในบ่อเปิด



รูปที่ 2-20 ผ่าให้เห็นอุปกรณ์ง่าย ๆ ภายใน

2.3 การควบคุมระบบต่าง ๆ ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

โดยปรกติแล้วเราไม่สามารถจะเอาเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดค่าต่าง ๆ หรือควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอกได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องสร้างอุปกรณ์เพื่อช่วยในการติดต่อระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก โดยมีแนวความคิดตามรูปที่ 2-21



รูปที่ 2-21 แสดงการติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ

เมื่อเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ RUN โปรแกรมถึงขั้นตอนการวัดค่าต่าง ๆ ก็จะสั่งให้อุปกรณ์เชื่อมโยงข้อมูลไปอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์วัดค่าต่าง ๆ และจะเปลี่ยนข้อมูลจากเครื่องวัดต่าง ๆ เป็นข้อมูลที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะรับได้ และส่งต่อให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นำไปประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ ว่าถ้าค่าที่วัดได้มีค่าเท่านี้ จะเปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าตัวไหนจากนั้นก็จะสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานโดยผ่านทางอุปกรณ์เชื่อมโยงข้อมูลอีกทีหนึ่ง สำหรับการสร้างอุปกรณ์เพิ่มเติมนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในบทที่ 3