# บทที่ ๒

## ทฤษฎีที่นำมาใช้ ในการพิจารณาเพื่อการศึกษา

### ๒.๑ การดูดน้ำของพืช

น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทั่วไป สำหรับพืชนั้นจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง ๘๐% โดยน้ำหนัก และเป็นส่วนสำคัญของขบวนการต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืชกล่าวคือ

(๑) เป็นวัตถุดิบที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง

(๒) เป็นตัวละลายธาตุอาหาร และเป็นตัวลำเลียงธาตุอาหาร

(๓) ทำให้เซลล์ของพืชเปล่งปลั่ง ( Turgidity ) ทำให้ต้นไม้คงรูปอยู่ได้

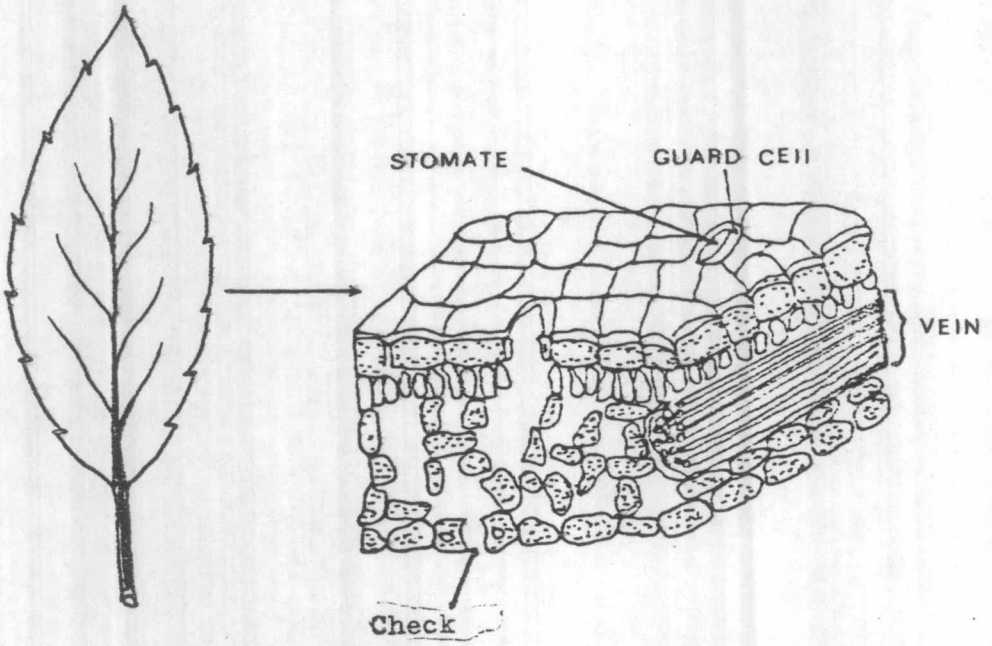
โดยทั่วไปแล้วพืชจะมีรากทำหน้าที่ดูดสารละลายธาตุอาหารที่อยู่ใกล้กับปลายรากของพืช รากที่ดูดน้ำ เรียกว่ารากขน ( Root hair ) ดูรูปที่ ๒.๒ รากขนนี้ทำหน้าที่ดูดน้ำและอาหารที่หุ้มอยู่รอบ ๆ เม็ดดินด้วยแรงออสโมติค ( Osmotic pressure ) โดยธรรมชาติแล้วรากของพืชจะได้น้ำจากดินสองทาง คือ

(๑) น้ำมีอยู่เสมอที่บริเวณรากของพืช หรือดินมีความชื้นพอตลอดฤดูกาล

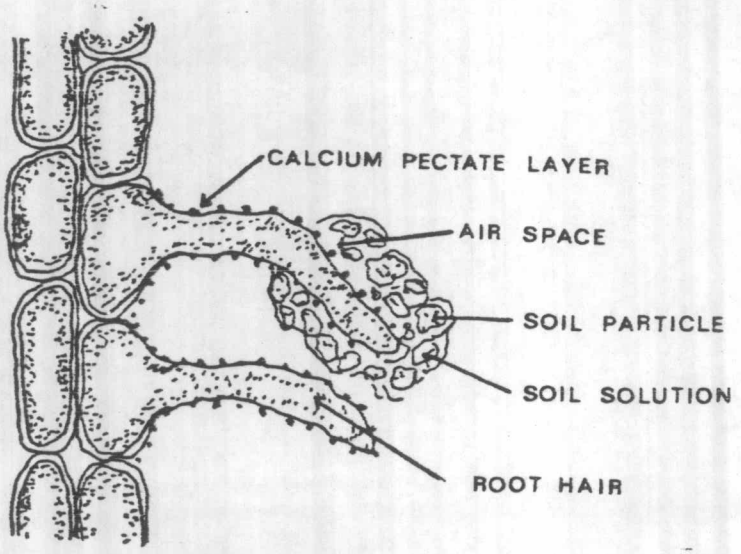
(๒) รากของพืชเจริญเติบโตออกไปสู่บริเวณที่มีความชื้นมากกว่า

ในขณะที่พืชดูดน้ำจากดิน ความชื้นบริเวณรอบ ๆ รากของพืชจะแห้ง และจะมีแรงดึงดูดความชื้นเพิ่มขึ้น น้ำบริเวณถัดไปก็จะไหลเข้ามาแทนที่ ถ้าดินบริเวณรากของพืชอ่อนนุ่มรากของพืชก็สามารถแผ่หรือขยายยาวออกไปสู่บริเวณที่มีความชื้นมากกว่า แต่ถ้าดินแห้งและแข็งมาก รากไม่สามารถจะงอกต่อไป ความชื้นมีโอกาสซึมเข้ามาได้น้อยพืชก็จะเฉาตาย การไหลซึมของน้ำไปหารากพืช จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความสามารถในการซึมได้ของดิน

ถ้ารากของพืชมีการเจริญเติบโต และงอกอย่างรวดเร็วพืชจะมีน้ำใช้อย่างเพียงพอ โดยไม่ต้องอาศัยแรงดูดซึม ( Capillary Force) มากนัก รากของพืชจะไม่งอกลงสู่ระดับต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน เพราะรากพืชต้องการออกซิเจน




รูปที่ ๒.๑ เซลของใบแสดงรูของปากใบ (Stomate )




รูปที่ ๒.๒ เซลที่ผิวของราก แสดงรากขน

สำหรับหายใจด้วย ถ้ามีความชื้นพอเหมาะรากพืชจะแผ่กระจายอยู่อย่างหนาแน่นในตอนบนของเขตรากพืชใกล้กับโคนต้น พืชจะดูดน้ำได้อย่างรวดเร็วบริเวณนี้ และดินเองยังสูญเสียน้ำโดยการระเหยอีกด้วย ขณะที่ความชื้นลดลง แรงดึงดูดความชื้นจะเพิ่มขึ้น ในที่สุดพืชจะไม่สามารถดูดน้ำจากดินบริเวณนี้ได้ เมื่อปริมาณน้ำที่ไหลซึมสู่รากน้อยกว่าปริมาณน้ำที่พืชคายออกทางใบ พืชก็จะเหี่ยวเฉาตายไป

๒.๒ การใช้น้ำของพืช ( Consumptive Use of water )

ปริมาณการใช้น้ำของพืช ภาษาอังกฤษเรียกว่า Consumptive use หรือ Evapotranspiration มาจากคำ " Transpiration " (การคายน้ำ) หมายถึงจำนวนน้ำที่ผ่านเข้าไปในรากพืช แล้วผ่านออกไปทางปากใบสู่บรรยากาศ และอีกคำหนึ่งคือ Evaporation (การระเหย) ได้แก่น้ำที่ระเหยจากบริเวณรอบ ๆ ต้นพืช เมื่อนำมารวมกันแล้วหมายถึงปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ปริมาณดังกล่าวเกิดจากสาเหตุใหญ่ ดังนี้

(๑) การคายน้ำ ปริมาณน้ำที่พืชดูดเข้าไปทางรากนำไปสร้างเซลและเนื้อเยื่อที่เหลือก็จะคายสู่บรรยากาศ

(๒) การระเหย ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินรอบ ๆ ต้นพืชจากผิวน้ำบริเวณต้นพืช

๒.๒.๑ การคายน้ำ ( Transpiration )

การคายน้ำเป็นขบวนการที่น้ำซึ่งพืชดูดผ่านทางรากไหลผ่านลำต้นไปยังปากใบออกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ โดยใช้ความร้อนแฝงของการระเหยเป็นไอ

การคายน้ำของพืช จะผ่านปากใบประมาณ ๘๐ – ๙๗% ของน้ำที่คายออกทั้งหมด โดยแท้จริงแล้วการคายน้ำเป็นการระเหย ( Evaporation) ของน้ำในช่องอากาศระหว่างเซลของใบ และแพร่กระจาย ( Diffuse) ออกจากรูใบสู่บรรยากาศ ในช่องอวกาศในใบนั้น จะมีไอน้ำอยู่เกือบอิ่มตัว การคายน้ำของพืช จึงขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของไอน้ำในใบ กับบริเวณรอบ ๆ

ใบ ดังนั้นอากาศยิ่งแห้งมีความชื้นสัมพันธ์ต่ำมากเท่าใด พืชยิ่งมีการคายน้ำมากขึ้นเท่านั้น

ในเวลากลางวัน ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ทำให้ใบของพืชมีอุณภูมิสูงกว่าบรรยากาศรอบ ๆ ความแตกต่างอุณภูมิอาจถึง ๕°c ได้ เมื่ออุณภูมิของใบสูงขึ้นจะมีความชื้นอิ่มตัวมากขึ้น และจะมีความเข้มข้นของไอน้ำในช่องอากาศในใบมากกว่าบริเวณรอบ ๆ ทำให้การแพร่กระจายของไอน้ำจากรูใบสูงขึ้นนั้นคือพืชคายน้ำเพิ่มขึ้น

๒.๒.๒ การระเหย ( **Evaporation** )

การระเหยเป็นการแพร่กระจาย (**Diffusion**)ของน้ำในรูปของไอน้ำจากผิวน้ำสู่บรรยากาศ อัตราการระเหยหมายถึงจำนวนน้ำซึ่งหายไปโดยการระเหยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ อัตราการระเหยนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวที่มีการระเหย ความแตกต่างระหว่างความดันไอน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับอุณภูมิ ลม และความดันของบรรยากาศ การระเหยในความหมายของการใช้น้ำของพืช หมายถึงการระเหยจากผิวน้ำ ผิวดิน รวมทั้งการระเหยของน้ำที่เกาะอยู่ตามใบและลำต้น การระเหยขึ้นอยู่กับวิธีการให้น้ำ วิธีการเพาะปลูก ชนิดของดิน การระเหยจากผิวดินจะมีมากถ้าดินชั้นบนยังเปียกมากอยู่ และจะมีอัตราการระเหยเท่ากับการระเหยจากผิวน้ำโดยตรง และจะลดลงตามลำดับ ถ้าระดับน้ำใต้ผิวดินลดลง

ถ้าดินมีที่ดูดซึม ( **Capillary Movement** ) สูงก็จะมีการระเหยจากผิวดินมากด้วย การให้น้ำโดยวิธีฝนโปรย ( **Sprinkler** ) เป็นวิธีให้น้ำที่ทำให้เกิดการระเหยมากที่สุด

๒.๓ การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช

๒.๓.๑ การคำนวนหาปริมาณการใช้น้ำของพืช จากข้อมูลภูมิอากาศ

ความต้องการน้ำของพืช เป็นผลรวมของจำนวนน้ำที่พืชคายออกกับการระเหย จากพื้นดิน หรือพื้นน้ำรอบ ๆ ต้นพืช ปริมาณน้ำดังกล่าวจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ ความเร็วลม แสงแดด และอื่น ๆ ซึ่งบางอย่างกำหนดให้เป็นค่าคงที่ได้ เช่น ดิน ความชื้นในดิน ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของพืชจึงขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และลักษณะของภูมิอากาศ ได้มีผู้คิดค้นสูตรสำเร็จเพื่อคำนวนหาปริมาณการใช้น้ำของพืชไว้หลายวิธีด้วยกัน มีตั้งแต่สูตรอย่างง่ายซึ่งต้องการข้อมูลภูมิอากาศเพียงอย่างเดียวหรือสองอย่าง จนกระทั่งถึงสูตรที่ยุ่งยากต้องการข้อมูลหลายอย่าง วิธีการคำนวนที่จะกล่าวถึงก็มี

๑. วิธีของ Thornthwaite

๒. วิธีของ Blaney - Criddle

๓. วิธีของ Penman

๔. วิธีของ Makkink

วิธีของ Thornthwaite

C.W. Thornthwaite (๑๙๔๘) ได้แสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือนกับการใช้น้ำของพืช เมื่อดินมีความชื้นเพียงพอปริมาณการใช้น้ำเรียกว่า Potential Evapotnanspiration และเขียนเป็นสูตรสำเร็จได้ดังนี้

$$E_T = 1.6\ L_d \left(\frac{10T}{I}\right)^a$$

โดย $E_T$ = Potential evapotranspiration ที่เกิดขึ้นในระยะเวลา ๓๐ วัน เป็นเซนติเมตร

Ld = ความยาวของชั่วโมงกลางวัน ซึ่งบอกเป็นจำนวนเท่าของ ๑๒ ชั่วโมงในเดือนต่าง ๆ คิดว่ามี ๓๐ วัน

T = อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือนเป็นองศาเซลเซียส

I = Heat index ซึ่งเท่ากับผลรวมของ Heat index ประจำเดือนตลอดปี

$$I = \sum_{j=1}^{12} ij$$

$$i = \left(\frac{I}{5}\right)^{1.514}$$

$$a = 0.000,000,675\ I^3 - 0.000,077.1I^2 + 0.017,92\ I + 0.49239$$

วิธีของ Blaney - Criddle

Blaney และ Morin (๑๙๔๒) ได้เสนอสูตรที่มีความสัมพันธ์ของ ความชื้นสัมพันธ์ อุณหภูมิ และความยาวของกลางวันเป็นชั่วโมง แต่ในสมัยนั้นยังไม่มีการวัดความชื้นสัมพันธ์กันแพร่หลาย ต่อมาในปี ค.ศ. ๑๙๕๐ Blaney และ Criddle ได้ดัดแปลงสูตรโดยเอาค่าความชื้นสัมพันธ์ออกจากสูตรเดิมซึ่งรู้จักกันทั่วไปว่าสูตรของ Blaney และ Criddle คือ

$$U = k.p\ \frac{(45.7t + 83)}{100}$$

U = ปริมาณการใช้น้ำของพืช ประจำเดือน

t = อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือนเป็นองศา

p = เปอร์เซนต์ของชั่วโมงกลางวันของเดือนนั้นในระยะเวลา ๑ ปี

K = Crop coefficient ซึ่งขึ้นอยู่กับพืชและความยาวของฤดูกาล

$$K = k_t + k_c$$

$$K_t = 0.0311\ t + 0.24$$

วิธีของ Penman

Penman (๑๙๔๘) ได้นำเอาความสัมพันธ์ของพลังงานทำให้เกิดการระเหย ได้แก่พลังงานที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ และพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของลมดังนี้

$$E_t = \frac{Q_n + E_a}{\Delta + \gamma}$$

โดย $E_t$ = Potential evapotranspiration มม/วัน

$\Delta$ = ความลาดเทของกราฟของความดันไออิ่มตัว ( Saturated vapor pressuve ) กับอุณหภูมิ ที่จุดซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิเฉลี่ย

$\gamma$ = Psychrometric Constant

= ๐.๔๙ (อุณหภูมิเป็น °c และความดันเป็น มม ของปรอท)

$Q_n$ = รังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ ( Net solar radiation ) ซึ่งแปลงเป็นความลึกของน้ำที่ระเหยไปเป็น มม/วัน

ค่ารังสีสุทธิจากดวงอาทิตย์ประมาณได้จากสูตร

$$Q_n = Q_A \times (1-r)\ (0.18 + 0.55n/_N) - \sigma T^4\ (0;56 - 0.0797\ c_d) \times (0.10 + 0.90\ n/_N)$$

$Q_A$ = Angot's Value รังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลก เมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่ แปลงให้เป็นความลึกของน้ำ เป็น มม/วัน

r = สัมประสิทธิของการสะท้อน ( Reflection Coefficient ) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างรังสีอาทิตย์ที่ถูกสะท้อนออกไปต่อรังสีอาทิตย์ที่ตกลงบนผิวของวัตถุนั้น

Penman ใช้ค่า r = ๐.๐๕ (ผิวน้ำ)

r = ๐.๐๑ (ดินเปียก)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$n$ = ระยะเวลาที่ได้รับแสงอาทิตย์จริง

$N$ = ระยะเวลาที่แสงแดดนานที่สุดที่จะเกิดขึ้นได้ในช่วงเวลานั้น

$\sigma T^4$ = รังสีสะท้อนจากวัตถุที่มีผิวดำสนิท แปลงให้เป็นความลึกของน้ำ มม/วัน

$Ea$ = ปริมาณการระเหยของน้ำเนื่องจากการเคลื่อนไหวของลมเป็น มม/วัน

$Ea = ๐.๒๖๒ ( e_a - e_d) ( 1 + 0.016\ u_2)$

$e_a$ = ความกันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศมีหน่วยเป็น

$e_d$ = ความกันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิของจุดน้ำค้าง

$U_2$ = ความเร็วเฉลี่ยของลมที่ระดับเหนือจากพื้นดิน ๒ เมตร มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อวัน

วิธีของ Makkink

Makkink ได้นำเอาค่ารังสีของดวงอาทิตย์ ( Solar radiation ) เข้ามาใช้ สูตรนี้คิดขึ้นจากการวัด Potential evapotranspiration ของหญ้าใน Lysimeter ที่ประเทศเนเธอร์แลนด์

$$E_T = ๐.๖๑ Q \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} - ๐.๑๒$$

$E_T$ = Potential evapotranspiration เป็น มม/วัน

$Q$ = รังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งแปลงให้เป็นปริมาณน้ำระเหยไปเป็น มม/วัน ถ้าหากไม่มีการวัดไว้อาจจะใช้สูตร

$$Q = Q_A (๐.๑๘ + ๐๕๕\ n/N)$$

$Q_A$ = Angot's value หรือเป็นรังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลก เมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุมอยู่ แปลงให้เป็นความลึกของน้ำ มม/วัน

n = ระยะเวลาที่ได้รับแสงแดดจริง

N = ระยะเวลาที่แสงแดดนานที่สุดที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น

๒.๓.๒ การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช จากถาดวัดการระเหย

สภาพทางภูมิอากาศทุกอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพันธ์ การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ฯลฯ ต่างมีอิทธิพลต่อการระเหยของน้ำโดยตรงเช่นเดียวกับการคายน้ำของพืช

การระเหยจากผิวน้ำและการคายน้ำจากพืช ถึงแม้จะไม่เหมือนกัน แต่ขบวนการคล้ายกันมาก กล่าวคือ เป็นการแพร่กระจายของไอน้ำสู่บรรยากาศ จะแตกต่างกันที่การคายน้ำจะถูกควบคุมโดยการปิดเปิดของรูใบ การระเหยจากผิวน้ำไม่มีการควบคุม

เครื่องมือวัดการระเหย เป็นถาดบรรจุน้ำที่เรียกว่าถาดวัดการระเหย ( Evaporation pan ) ซึ่งยอมให้น้ำระเหยจากผิวน้ำโดยตรง

อัตราการระเหย หมายถึงจำนวนน้ำที่หายไปโดยการแพร่กระจายของไอน้ำต่อหนึ่งหน่วยของพื้นที่ผิวน้ำ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ถาดวัดการระเหยที่นิยมใช้ทั่วไป คือ ถาด U.S. Weather Bureau Class A เรียกว่า Class - A pan ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑.๒๐ เมตร ถาดลึก ๒๕ เซนติเมตร ทำด้วยเหล็กเคลือบสังกะสี

๒.๓.๒.๑ การติดตั้งถาดวัดการระเหย

รอบ ๆ ถาดวัดการระเหยจะมีความชื้นสัมพันธ์ค่อนข้างสูง เพื่อควบคุม

บรรยากาศรอบ ๆ ควรมีพืชอยู่บริเวณเหนือลม

การเติมน้ำในถาดวัดการระเหย ควรจะอยู่ห่างจากขอบบนของถาดประมาณ ๕ ซม. เมื่อต่ำกว่าขอบบนของถาดประมาณ ๗ ซม. ต้องเติมน้ำให้ได้ระดับที่กำหนดไว้ เนื่องจากระดับน้ำในถาดมีผลต่อการระเหย ถาดที่มีระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าขอบถาดมากจะมีการระเหยมากกว่าถาดขนาดเดียวกัน แต่มีระดับน้ำสูงกว่า

หมั่นเปลี่ยนน้ำในถาดให้สะอาดอยู่เสมอ เพราะผงตะกอนหรือฝ้าจะทำให้อัตราการระเหยลดลง

๒.๓.๒.๒ การใช้น้ำของพืชกับการระเหยจากถาดวัดการระเหย

การใช้น้ำของพืชรวมการระเหย มีค่าสัมพันธ์อยู่กับสภาพอากาศ ปริมาณน้ำที่กล่าวยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และระยะการเจริญเติบโต ( Growth stages ) ช่วงการเจริญเติบโตของพืชแบ่งได้ ๓ ช่วงคือ

(๑) ช่วงตั้งแต่ระยะงอกจนถึงเติบโตทางใบ( Vegetative Stage )

(๒) ช่วงออกดอก ( Flowering Stage )

(๓) ช่วงออกผลตั้งแต่ผลเมล็ดสดอยู่จนถึงเมล็ดแห้ง ( Fruiting Stage )

การใช้น้ำของพืช จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะของการเจริญเติบโตดังกล่าว ขณะที่พืชยังเล็กอยู่การใช้น้ำค่อนข้างน้อย อัตราส่วนการระเหยจากถาดวัดการระเหยกับปริมาณการใช้น้ำของพืช อยู่ระหว่าง ๐.๒ ถึง ๐.๕ ประมาณการสูญเสียน้ำส่วนใหญ่เนื่องจากการระเหยจากผิวดินรอบ ๆ ต้นพืช เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่คือในช่วง Flowering Stage พืชจะใช้น้ำเพิ่มขึ้นจากอัตราส่วน ๐.๗๕ ถึง ๑.๐ หรืออาจจะมากกว่า ๑.๐ เล็กน้อย และในช่วง Fruiting Stage การใช้น้ำของพืช จะลดลง กล่าวคือ จะลดจากระยะที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่ประมาณ ๑๐ ถึง ๒๐ เปอร์เซนต์ และจะลดลงมาก เมื่อพืชอยู่ในระยะผลแห้ง

อัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช กับการระเหยจากอ่างบางครั้ง

เรียกว่า Pan Coefficient ซึ่งค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ฤดูกาลเพาะปลูก อายุของพืช และพอจะกำหนดได้เป็นสูตรดังนี้

$K_p = E_T / E_{pan}$

$K_p$ = pan coefficient

$E_T$ = Potential evapotranspiration

Epan = ปริมาณการระเหยจากอ่าง

๒.๓.๓ การวัดการใช้น้ำจากแปลงทดลอง

การตรวจวัดการใช้น้ำแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ ตรวจวัดด้วยถังโลซิมมิเตอร ( Lysimeter ) และ ประเภทที่วัดจากแปลงเพาะปลูกโดยตรง

๒.๓.๓.๑ การวัดจากถัง ( Lysimeter )

การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยตรงนั้น อาจจะใช้ถังฝังลงไปในดิน แล้วปลูกต้นพืชที่ต้องการวัดปริมาณการใช้น้ำในถังนั้นโดยให้สภาพแวดล้อมภายในถังคล้ายคลึงกับสภาพภายในพื้นที่เพาะปลูกภายนอกถังมากที่สุด เครื่องมือวัดดังกล่าวเรียกว่า Lysimeter และการใช้เครื่องมือนี้ ถ้าจะให้มีประสิทธิภาพจะต้องขึ้นอยู่กับ

(๑) มีขนาดใหญ่และลึกเพื่อให้รากของต้นพืชได้แผ่ขยายไปได้ตามธรรมชาติ สำหรับพืชเล็ก ๆ ขนาดของ Lysimeter ไม่ควรจะเล็กกว่า ๑ ลูกบาศก์เมตร

(๒) สภาพแวดล้อมภายใน Lysimeter ควรจะคล้ายคลึงภายนอกมากที่สุด เช่น ชนิดของดิน ความแน่นของดิน ระดับน้ำใต้ดิน ความชื้นของดินในถัง รวมทั้งอุณหภูมิภายในถัง

(๓) พืชภายในถัง Lysimeter จะต้องปลูกพร้อมกับพืชภายนอกถัง Lysimeter แบ่งได้ ๓ แบบคือ

(๑) Non - Weight Lysimeterเป็นการวัดปริมาณน้ำที่หายไปจากถัง

แล้วเทียบมาเป็นปริมาณน้ำที่พืชใช้ ใช้ได้ดีในบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงและคงที่

(๒) **Weighing Lysimeter** เป็นการวัดการใช้น้ำของพืช โดยการสังเกตน้ำหนัก หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก เช่น ความดัน ( **pressure**) หรือความเข้มที่เปลี่ยนไป เป็นต้น

๒.๓.๓.๒ การศึกษาจากแปลงทดลอง

การวัดจากแปลงทดลองโดยตรงนั้น สามารถทำได้แต่สภาพแวดล้อมของแปลงทดลองจะต้องเหมาะสม เช่นระดับน้ำใต้ดินต้องอยู่ลึกมาก พืชไม่สามารถจะดูดน้ำใต้ดินมาใช้ได้ พืชจะใช้แต่น้ำฝนหรือน้ำชลประทานซึ่งสามารถวัดปริมาณได้ การวัดปริมาณน้ำกระทำได้โดย ทำการทดลองให้น้ำแก่พืชในปริมาณต่าง ๆ กัน แล้ววัดผลผลิตที่ได้ **Dr. John A. Widtsoe** (๑๙๐๒) ได้ทำการทดลอง โดยมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกถึง ๗๕ ฟุต ผลปรากฏว่า พืชเกือบทุกชนิดที่ทำการทดลองจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อให้น้ำมากขึ้น จนกระทั่งถึงระดับหนึ่ง เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำที่ให้แล้วจะทำให้ผลผลิตลดลง และสรุปว่าปริมาณการใช้น้ำของพืช คือค่าปริมาณน้ำที่จุดซึ่งเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตลดลง

สำหรับการวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิคนั้นทำได้โดยวัดปริมาณน้ำที่ส่งไปให้แก่ต้นพืช และวัดปริมาณน้ำที่ผ่านออกจากระบบการปลูกในช่วงระยะเวลาหนึ่ง น้ำที่หายไปจากระบบคือ น้ำที่พืชดูดเข้าไปทางรากและคายออกทางปากใบรวมการระเหยรอบ ๆ ต้นพืชที่ปลูก ค่าที่ได้เป็นปริมาณน้ำที่พืชใช้อย่างแท้จริง แต่การทดลองการวัดปริมาณน้ำจากแปลงพืชโดยตรงต้องใช้เวลาและแรงงานมาก

๒.๔ การให้น้ำแก่พืชที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค

การให้น้ำแก่พืชที่ปลูกโดยวิธีนี้ คือการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืช สารละลายธาตุอาหารมีส่วนผสมน้ำสารประกอบของเกลือปุ๋ย ( ดูตัวอย่างสูตรธาตุอาหารตามตารางภาคผนวกที่ ค. ๑ ) การให้สารละลายจะต้องให้ที่รากของพืชโดยตรง เครื่องมือที่ส่งสารละลายนั้นมีตั้งแต่เครื่องมือหาได้ง่าย ๆ เช่น ใช้บัวรดน้ำหรือสายยาง ถ้า

เป็นการปลูกแบบเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ จะใช้เครื่องปั๊มฉีดพ่นผ่านท่อเข้าไปในเครื่องปลูก

๒.๔.๑ ปริมาณน้ำ

จำนวนน้ำที่ส่งให้พืชต่อวัน จำนวนน้อยที่สุด คือจำนวนน้ำที่ส่งไปยังเครื่องปลูก ซึมเข้าไปในวัสดุที่นำมาทำเป็นเครื่องปลูกเพื่อให้อิ่มตัว และมีความชื้นพอที่รากของพืชจะดูดเข้าไปเลี้ยงลำต้นให้เพียงพอต่อวัน ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำรวมการระเหยรอบ ๆ แปลงเพาะปลูก และคายออกทางปากใบ

การให้น้ำผสมธาตุอาหารไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนว่าควรจะให้บ่อยครั้งแค่ไหน จำเป็นจะต้องสังเกตเอาเองอย่างใกล้ชิด ว่าควรจะให้เมื่อไร แต่ควรจะคำนึงถึงวัสดุปลูกจะต้องชุ่มอยู่เสมอ ไม่ควรปล่อยให้แห้งทุก ๒ – ๓ วัน ควรเปิดก๊อก ที่ปิดน้ำก้นกะบะหรือรางปลูก เพื่อปล่อยให้สารละลายออกทิ้งเป็นครั้งคราว จะช่วยให้รากของพืชได้รับอากาศอย่างเพียงพอ และเพื่อป้องกันการสะสมของธาตุอาหารที่เหลือเกินความต้องการตกค้างอยู่ตามเครื่องปลูกทุก ๆ ๗ – ๑๐ วัน ควรจะใช้น้ำสะอาดล้างเครื่องปลูกเพื่อจะได้ทำความสะอาดเครื่องปลูก และล้างแร่ธาตุที่เกินความต้องการให้หมดไป