

การสำรวจสภาพการระบายน้ำใต้ดิน ในพื้นที่โครงการชลประทาน

จรินทร์ ชูกร

นายช่างโท

กรมชลประทาน

1. ความหมายของงานระบายน้ำและจุดประสงค์โดยทั่วไป

งานระบายน้ำเพื่อการเกษตรนั้น หมายถึงการระบายน้ำส่วนที่มากเกินไปเกินความต้องการของพืช ซึ่งรวมทั้งน้ำที่ขังอยู่บนผิวดินและน้ำภายในดินออกไปจากบริเวณเขตรากพืช เพื่อให้พืชมีสภาพแวดล้อมเหมาะแก่การเจริญงอกงามและให้ผลผลิตสูงตามต้องการ งานระบายน้ำสำหรับนาข้าวนี้ ก็เพื่อบังคับน้ำในนาให้ได้ระดับตามต้องการ และรักษาระดับความเค็มของดินให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม และยังช่วยเพิ่มความสะดวกต่าง ๆ ในการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว ตลอดจนใช้เครื่องจักรเครื่องมือด้วย สำหรับการระบายน้ำแก่พืชไร่ นั้น หมายถึงการระบายน้ำฝนหรือน้ำชลประทานที่มากเกินไปเกินความต้องการของพืชออกไปจากพื้นที่เพาะปลูก และยังจะต้องระบายน้ำใต้ดินให้อยู่ในเกณฑ์ความลึกพอเหมาะแก่การปลูกพืชไร่ อีกทั้งยังช่วยระบายเกลือในดินออกไปอีกด้วย

2. ขอบเขตของงานสำรวจ

งานสำรวจสภาพการระบายน้ำที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นการสำรวจเบื้องต้นเฉพาะพื้นที่เหมาะสมแก่การปลูกพืชไร่เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อต้องการจะศึกษาคูณสมบัติของดินในด้านการระบายน้ำ (Sub-Surface Drainage Investigations) และศึกษาระดับความต้องการการระบายน้ำของดินชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่โครงการ ในการสำรวจนี้ไม่รวมถึงพื้นที่ที่เหมาะสม

แก่การทำนาและการสำรวจสภาพการระบายน้ำบนผิวดิน (Surface Drainage Investigations)

3. องค์ประกอบของงานสำรวจ

องค์ประกอบที่จะต้องใช้พิจารณาในงานสำรวจสภาพการระบายน้ำก็คือ สภาพภูมิประเทศ น้ำใต้ดิน แหล่งน้ำที่ทำให้เกิดปัญหา ดินและแผนที่จำแนกประเภทที่ดิน สมฟ้าอากาศและอุทกวิทยา ในการสำรวจสภาพการระบายน้ำนั้นควรจะหาคำตอบของปัญหาเหล่านั้น

คือ

- (1) น้ำส่วนที่จะต้องระบายออกนั้นมีหรือไม่ ?
- (2) มีทางระบายสำหรับน้ำส่วนที่เกินนี้เพียงพอไหม ?
- (3) แหล่งน้ำต้นเหตุเกิดจากอะไร ?
- (4) ดินมีความสามารถระบายน้ำได้ดีหรือไม่ ?
- (5) จะต้องระบายน้ำออกมากน้อยเท่าไร ? และ
- (6) จะใช้ระบบการระบายน้ำแบบไหนถึงจะได้ผลดีที่สุด ?

น้ำที่เหลือใช้ทำให้เกิดปัญหาค้นหาการระบายน้ำนั้น ปกติอาจมาจากแหล่งดังต่อไปนี้

- (1) จากฝน
- (2) จากการให้น้ำชลประทาน
- (3) ซึมจากแหล่งน้ำขังบนผิวดิน
- (4) จากแรงดันน้ำของชั้นดินอุ้มน้ำที่มีแรงดันสูง

แหล่งน้ำทั้งหลายที่ทำให้เกิดอันตรายนั้น เราจำเป็นต้องรู้เพื่อจะได้หาวิธีป้องกันเหมาะสมและได้ผลดี ถ้าหาน้ำมาจากฝน วิธีการแก้ก็เพียงหาทางระบายน้ำบนผิวดินให้พอเพียง ถ้าหาน้ำมาจากการให้น้ำชลประทานที่มากเกินไป วิธีการแก้ก็ต้องใช้ความรู้เรื่องการ

ใช้น้ำของพืชประกอบกับการหาทางระบายน้ำ (แต่ควรระวังไว้ว่า ในทางปฏิบัตินั้นดินใน
เขตแห้งแล้งต้องใช้น้ำชลประทานมากกว่าน้ำที่พืชใช้จริง ๆ เพื่อป้องกันดินเค็ม) ถ้าหาก
จากการร่วมน้ำจากแหล่งน้ำขังบนผิวดิน วิธีการแก้ อาจต้องใช้วิธีตากคลอง แต่ถ้าน้ำนั้น
มาจากแรงดันน้ำในชั้นดิน อุดน้ำที่มีแรงดันสูง การแก้ อาจต้องขุดบ่อลึกถึงชั้นดินนั้น แล้ว
สูบน้ำออกเพื่อลดแรงดันลงบนผิวดิน

4. การตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้ว และการสำรวจเบื้องต้นในสนาม

งานขั้นแรก ในการสำรวจสภาพการระบายน้ำก็คือ การรวบรวมตรวจสอบและ
วิเคราะห์รายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเท่าที่มีอยู่ รายละเอียดเกี่ยวกับธรณีวิทยา ดิน สภาพ
ภูมิประเทศ รูปที่ดินของบ่อน้ำที่ขุด ระดับและการขึ้นลงสูงต่ำของน้ำใต้ดิน ผืนและน้ำท่า
เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เกี่ยวข้องกับงานดังนี้

ส่วนการสำรวจเบื้องต้นในสนาม เป็นก้าวสำคัญอันแรกในการสำรวจรายละเอียด
ซึ่งมีประโยชน์ในการวางแผนสำรวจเพิ่มเติม ถ้าเป็นไปได้การสำรวจเบื้องต้นในสนามนั้น
ผู้สำรวจควรจะหาคนที่คุ้นเคยกับพื้นที่ที่ศึกษาไปด้วย และการสำรวจควรสำรวจให้ละเอียด
พอที่จะให้ผู้สำรวจคุ้นเคยกับรายการต่อไปนี้คือ

- (1) ที่ตั้งและความจุของลำน้ำธรรมชาติ
- (2) ที่ตั้งและสภาพของที่ระบายน้ำทาง
- (3) ที่ตั้งและคุณสมบัติของคลอง คลองขอย บ่อบาคาล น้ำพุธรรมชาติ สระน้ำ
อ่างเก็บน้ำหรือแหล่งน้ำอื่นที่จะทำให้เกิดน้ำใต้ดิน
- (4) วิธีการชลประทานในบริเวณนั้น เช่นวิธีให้น้ำชลประทาน ประสิทธิภาพ
ของการชลประทาน การปราบระดับพื้นที่ เป็นต้น
- (5) ระดับน้ำใต้ดินปัจจุบันโดยประมาณและรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการขึ้นลง
ของระดับน้ำใต้ดิน และทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน

(6) วิธีการปลูกพืชในปัจจุบันและสภาพการปลูกพืช ตลอดจนข้อสังเกตเกี่ยวกับ
สถานที่สภาพการเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต.

(7) ชนิด ที่ตั้ง ความลึก ระยะห่างและผลของท่อระบายในบริเวณนั้นหรือพื้นที่
ข้างเคียง รายการอื่นนั้นว่าสำคัญอันหนึ่งในการสำรวจ เพราะว่าท่อระบายน้ำที่ทำงานในพื้น
ที่ที่คล้ายคลึงกันจะใช้เป็นหลักปฏิบัติได้อย่างดี ที่จะหาสภาพการระบายน้ำที่ต้องการเพิ่มเติม
ในพื้นที่นั้น หรือสภาพการระบายน้ำที่ต้องการของพื้นที่ที่มีลักษณะเหมือนกันนั้น

(8) ระดับน้ำสูงสุด หรือรายละเอียดอย่างอื่นซึ่งอาจใช้ประมาณหาค่าได้

(9) ลักษณะภูมิประเทศที่เห็นได้ชัดว่า จะกระทบกระเทือนถึงที่ตั้งของคลองหรือ
ท่อระบายน้ำ

(10) สภาพการต่าง ๆ ที่ชี้ให้เห็นว่าดินเป็นกรดหรือด่าง

(11) การสอบถามหรือคุยกับชาวบ้านโดยเฉพาะในพื้นที่เพาะปลูก หรือพื้นที่ที่มี
การชลประทานอาจเป็นประโยชน์ได้มาก ซึ่งอาจหารายละเอียดต่าง ๆ ได้ เช่น ชนิดของพืช
ที่ปลูกผลผลิตวิธีการชลประทาน สภาพและระดับของน้ำท่วมในที่นั้น ๆ

5. การสำรวจสภาพการต่าง ๆ ได้ผิวดิน

รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับสภาพการได้ผิวดินนั้น ใช้เป็นหลักในการสำรวจสภาพ
การระบายน้ำ รายละเอียดที่ต้องการมี

ก. คุณสมบัติของดินเกี่ยวกับการไหลของน้ำในดิน ลักษณะเนื้อดิน และโครง
สร้างของดิน

ข. ความหนาและตำแหน่งของชั้นดินชั้นต่าง ๆ ขอบเขตของที่ชั้นดินต่าง ๆ นั้นคือ
เนื้อดิน

เมื่อมีรายละเอียดน้อยมาก ก็เป็นการจำเป็นที่จะต้องติดตั้งบ่อสังเกตน้ำใต้ดินใน

พื้นที่ จำนวนและระยะห่างของบ่อน้ำขึ้นอยู่กับขอบเขตของงานสำรวจ ขนาดและรูปร่าง
ของพื้นที่สำรวจและอื่น ๆ ทั้งนี้ ระยะห่างอาจจะเปลี่ยนแปลงไป เช่นในพื้นที่ผืนเล็กอาจจะ
ห่างกันไม่เกินสิบเมตร สำหรับในพื้นที่สำรวจเพื่อการก่อสร้างอาจจะห่างกันไม่น้อย แต่ใน
พื้นที่ทำการสำรวจเบื้องต้นอาจจะห่างกันหลายกิโลเมตร

การวิเคราะห์ที่ได้จากการคำนวณต่าง ๆ ของสภาพการที่ดิน เพื่อหาการไหลของ
น้ำธรรมชาติ การระบายน้ำกัก หรือตำแหน่งที่ระบายน้ำ ต้องการค่าความลึกถึงชั้นดิน
ไม่ซึมน้ำ (Barriers) หรือต้องการรู้ค่าความลึกของชั้นดินที่ไม่ซึมน้ำมากพอ อันจะไม่กระ
ทบกระเทือนถึงผลของการคำนวณ ในพื้นที่ที่มีบ่อน้ำบาดาลของชาวบ้านหรือบ่อน้ำอื่น ๆ รายละเอียดต่าง ๆ อาจได้จากการตรวจสอบรูปตัดของบ่อน้ำ แต่ถ้าไม่มีบ่อในบริเวณนั้น ก็
ต้องขุดบ่อสังเกตน้ำใต้ดินให้มากพอที่จะได้รายละเอียดที่ต้องการ

ชั้นดินที่บ่อน้ำลึกมาก ๆ นั้น ความลึกที่ใช้คำนวณหาระยะห่างระหว่างที่ระบาย
น้ำควรจะจำกัดด้วยความลึกมากที่สุดเพียง $1/4$ ของระยะห่างระหว่างที่ ปลูกที่ระบายน้ำ
มักจะฝังลึกประมาณ 10 ฟุตหรือ 3 เมตร ดังนั้นหลุมลึกต่าง ๆ ที่ขุดขึ้นเพื่อศึกษาการระบาย
น้ำของสภาพการที่ดิน อย่างน้อยที่สุดควรขุดให้ลึกเท่านี้ เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการสำรวจ
สภาพการที่ดินในพื้นที่ซึ่งมีรายละเอียดอยู่เพียงเล็กน้อย แผนงานการขุดหลุมลึกความถี่ของ
มี 1 ใน 10 ของจำนวนหลุมขุดลึกถึง Barriers 3 ใน 10 ของจำนวนหลุมขุดลึกถึง 8-12
เมตร และ 6 ใน 10 ของจำนวนหลุมขุดลึกถึง 3 เมตร ส่วนรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับ
คุณสมบัติของดินที่ควรบันทึกไว้มี

- (1) ความลึกของชั้นดิน
- (2) ลักษณะเนื้อดิน (ได้จากการสัมผัสด้วยมือ)
- (3) สีของดิน
- (4) จุดประในดิน (Mottling)
- (5) โครงสร้างดิน (Structures)
- (6) รายละเอียดอื่น ๆ เช่น รากพืช ความลึกของน้ำใต้ดิน Consistence และ
ลักษณะการใช้พื้นที่เพาะปลูก ฯลฯ เป็นต้น

ส่วนการพิจารณาหาชั้นดินกั้นน้ำ (Barrier Zone) นั้น USBR ให้คำจำกัดความ
ว่า Barrier Zone หมายถึงชั้นดินซึ่งค่า Permeability เทียบกับ Weighted

Permeability ของชั้นดินชั้นข้างบนได้ค่าเท่ากับ $1/5$ หรือน้อยกว่านั้น ถึงแม้ว่าค่านี้จะ เป็นมาตรฐานที่ไม่เป็นกฎตายตัวก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติก็รู้สึกว่าได้ผลดีและยังคงใช้ได้อยู่ก็ จนกว่าจะได้มีการศึกษาให้รู้แน่ถึงเรื่องการไหลของน้ำใต้ดินในชั้นดินซึ่งมีดินหลายชั้นรวมกันอยู่

ถ้า Weighted Permeability ของชั้นดินนั้น ได้มาจากสูตร

$$K_w = \frac{t_1 k_1 + \dots + t_n k_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

ในเมื่อ - $t_1 + t_2 + \dots + t_n$

t = ความหนาของชั้นดินแต่ละชั้น

k = ค่า Permeability ของชั้นดินแต่ละชั้นทั่วทั้งดินในสนาม

6. การทดลองต่าง ๆ

ก. การทดลองหาค่า Permeability หรือ Hydraulic Conductivity

รายละเอียดที่จำเป็นต้องทราบ เพื่อใช้พิจารณาปัญหาการระบายน้ำ นั่นคือ การ หาค่าคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ซึ่งเรียกว่า Permeability หรือ Hydraulic Conductivity การหาค่า Permeability อาจจะทำให้หลายทาง แต่วิธีที่หาจากสนามตรงบริเวณที่จะทำการ ระบายน้ำ นับว่าถูกต้องและเชื่อถือได้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ

ถ้า Permeability ที่หาจากห้องทดลองจาก Disturbed หรือ Undisturbed Samples จะให้ค่าซึ่งสามารถใช้เปรียบเทียบกับดิน หรือพื้นที่ที่มีปัญหาการระบายน้ำคล้าย กัน อย่างไรก็ดี แม้จะเป็นผลการทดลองที่ดีที่สุด ก็ยังไม่ดีเท่ากับการหาค่า Permeability จากสนามจริง ๆ ดังนั้นในพื้นที่อันกว้างใหญ่เพื่อประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ก็มักจะหาค่า Permeability จากห้องทดลอง แล้วจึงนำค่าที่ได้ไปสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากสนามสัก 2-3 แห่ง แต่หาพื้นที่ที่จะทำการระบายไม่ใหญ่โตมากนัก ก็จะใช้ค่าจากสนามโดยตรง

การหาค่า Permeability จากในสนาม กระทำกัน 4 วิธี ดังนี้ -

(1) Auger-Hole Test method หรือ Shallow Well Pump-out

Method ใช้หาค่า Permeability ของดินที่มีระดับต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน โดยจะวัดค่า เฉลี่ยทางแนวราบจากระดับน้ำใต้ดินไปถึงก้นหลุม ในเมื่อชั้นดินที่น้ำอยู่ต่ำกว่าก้นหลุมหรือใกล้ กับก้นหลุม

(2) Piezometer Method ใช้หาค่า Permeability ของดินชั้นบาง ๆ ทางแนวราบในระดับที่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน โดยจะนำไปใช้พิจารณาชั้นดินที่ถือว่าเป็น Barrier ซึ่งจะอยู่ลึกกว่าระดับทางระบาย

(3) Shallow well Pump-in Test Method ใช้วัดปริมาณของน้ำที่ไหลออกจากแนวราบ จากหลุมที่รักษาระดับน้ำให้อยู่ในระดับเดิมตลอดเวลา โดยสกลลอยของ Carburetor ใช้หาค่า Permeability ของดินที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน

(4) Permeameter Method เป็นวิธีหาค่า Permeability ของดินในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นวิธีพิเศษนอกเหนือไปจาก 3 วิธีดังกล่าวแล้ว วิธีนี้จะปล่อยให้น้ำซึมลงไปใ้ดินตามแนวตั้งภายในถังกันเบ็ค โดยจะรักษาความสูงของระดับน้ำภายในถังด้วยสกลลอยของ Carburetor

การหาค่า Permeability ของดินทั้ง 4 วิธี Auger-Hole Test Method และ Shallow well Pump-in Test Method เป็นวิธีที่สะดวก เหมาะแก่การทดลองในสนามอย่างยิ่ง ดังนั้นจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของทั้ง 2 วิธีดังต่อไปนี้

Auger-Hole Test Method

ใช้หาค่า Permeability ของ Profile ของดิน จากระดับน้ำใต้ดินไปจนถึงชั้นหลุม เมื่อชั้นดินที่บดอยู่ที่ชั้นหลุมพอดี หรือลึกไปจากชั้นหลุม 2-3 นิ้ว เมื่อชั้นดินที่บดอยู่น้อยกว่าชั้นหลุมมาก ๆ

เครื่องมือที่จะใช้หาค่า Permeability ประกอบด้วย

(1) Hand Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4" หรือ 10 ซม. มีท่อต่อยาวท่อนละ 90 ซม. จำนวน 10 ท่อน

(2) แผ่นไม้มีรูกรอกและร่อง สำหรับสรวมกับขากล้องระดับ พร้อมสกลลอย (Float) และเทปกระดาษบันทึก

(3) ขากล้องชนิด 3 ขา

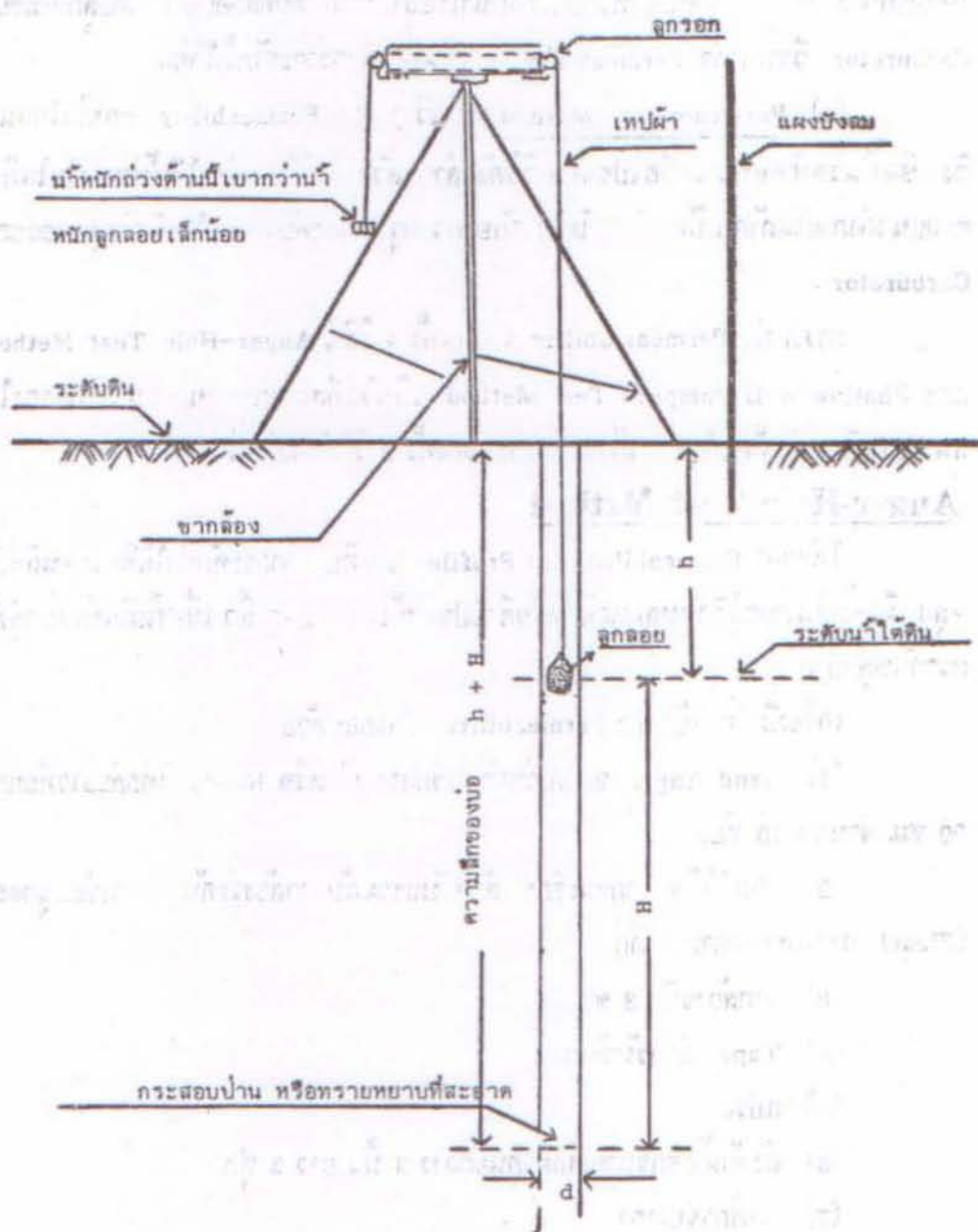
(4) Tape สำหรับวัดระยะ

(5) แปรง

(6) ดั้งตักนำออกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 3 ฟุต

(7) นาฬิกาจับเวลา

- Shallow - Well Pump - Out - Test Metod



วิธีทดลอง

เจาะดินด้วย Hand Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. ลึก 4, 7, 10 ฟุต ตามต้องการ ให้อยู่ในแนวตั้งให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความลึกของหลุมอาจจำกัด เนื่องจากความลึกของระดับน้ำใต้ดินหรือความลึกของชั้นดินที่บด ถ้าหากดินใน Profile เหมือนกันโดยตลอด อาจทดลองครั้งเดียวให้ลึกตามที่ต้องการ แต่ถ้าชั้นดินเปลี่ยนไป อาจต้องทดลองหลายครั้งตามความลึกของชั้นดินที่เปลี่ยน

ถ้าหากระดับน้ำใต้ดินอยู่ในดินโปร่งตลอดความลึก ก็อาจจะชกหลุมให้ลึกกว่าระดับน้ำใต้ดินประมาณ 60-100 ซม. เพื่อว่าจะได้ใช้ Bailer ตักน้ำใต้ดินเกือบถึงก้นหลุม เมื่อเจาะดินเสร็จแล้ว แ่งปากหลุมด้วยแปรงไฟเรียบรื้อน หย่อนผ้าปิดก้นหลุมลงไป กระทุ้งให้แน่นแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำใต้ดินซึมเข้ามาในหลุมจนมีระดับคงที่

ก่อนจะเริ่มทดลอง ชักชาลลิ่งแล้วติดแผ่นไม้วัดกับชาลลิ่งให้อยู่ในแนวราบ ติดเทปกระดาษบนแผ่นไม้วัดผ่านรูกรอก แล้วผูกเชือกติดกับลูกล้อย่าง 2 ข้าง หย่อนลูกล้อยลงตรงศูนย์กลางของหลุมที่เจาะ วัดระยะจากระดับน้ำใต้ดินถึงปากหลุม ความลึกของหลุมดินที่เจาะและความลึกจากระดับน้ำใต้ดินถึงก้นหลุม เมื่อลูกล้อยและแผ่นวัดอยู่ในสภาพที่เรียบรื้อยแล้ว คือเมื่อหย่อนลูกล้อยให้ลอยอยู่บนผิวน้ำ (น้ำใต้ดินที่ซึมเข้ามาอยู่ในหลุม) ก็ใช้ดินสอขีดลงบนเทปกระดาษบันทึกเขียนเลข 0 ไว้ แล้วใช้ดัดักนำออกจากหลุมประมาณ 1-2 ครั้ง ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วรีบหย่อนลูกล้อยลงไปในหลุม บันทึกระยะลงบนเทปบันทึกที่ลูกล้อยถึงผิวน้ำที่ก้นหลุม ขณะเดียวกันก็จดเวลาไว้ด้วย ต่อจากนั้นก็นับเวลาที่การซึมของน้ำใต้ดิน โดยอาจใช้ช่วงระยะเวลา 2, 5, 10 วินาที หรือให้น้ำซึมเข้ามาอาจถึง 1 นาทีที่เท่าๆ กัน พร้อมกับขีดลงบนเทปกระดาษแต่ละช่วงเวลาเท่ากันนั้น ทดลองจนระยะทางจากจุดที่ลูกล้อยสัมผัสผิวน้ำที่ก้นหลุมถึงจุดสุดท้าย มีความยาวประมาณ 0.80 เทา ของระยะจากจุดที่ลูกล้อยสัมผัสผิวน้ำครั้งแรกถึงจุดขีด 0 ถ้าระยะที่บันทึกบนเทปกระดาษคือหนึ่งหน่วยเวลาสม่ำเสมอ ก็ให้นำผลไปคำนวณหาค่า Permeability ต่อไป

ข้อจำกัดของ Auger Hole Test Method การทดลองแบบนี้ไม่ได้ผลเมื่อ

- (1) ผลเป็นที่เชื่อถือได้ทุกสภาวะ ยกเว้นภายใต้แรงดันน้ำพุธรรมชาติ
- (2) เมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ที่หรืออยู่เหนือระดับผิวดิน
- (3) เมื่ออัตราการไหลซึมสูงมาก เช่น 25 ซม./ชม. ทำให้ตักน้ำออกไม่ทันกับ

ปริมาณน้ำที่ซึมเข้ามา

(4) เมื่อค่า Permeability มีน้อยมากตั้งแต่ 0.025-0.0025 ซม./ชม. ทำให้
อ่านค่าการเคลื่อนที่ได้อคติไป

(5) เมื่อเจาะหลุมทดลองในบริเวณที่เป็นหินหรือกรวดทราย

Shallow-well Pump-in Test Method

การหาค่า Permeability โดยวิธีนี้ จะวัดปริมาณน้ำที่ไหลออกจากหลุมที่เจาะโดย
รักษาความลึกของน้ำในหลุมให้คงที่โดยสกลอยของ Carburetor และปล่อยให้ น้ำไหลซึมออก
จากหลุมไปตามแนวราบ เมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าก้นหลุม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

(1) ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร 3 ถัง มีหลอดแก้วติดกับถังเพื่ออ่านค่าปริมาตร
ของน้ำในถัง

(2) Hand Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. หรือ 4 นิ้ว มีท่อต่อยาว
90 ซม. 10 ท่อน

(3) พลั่วขนาด 16 นิ้ว และมีดสำหรับตักดินไม้เล็ก ๆ

(4) เทปเหล็กยาว 2.50 เมตร

(5) กระดาษคำนวณ

(6) นาฬิกาจับเวลาและ Thermometer

(7) แปรง

(8) Perforated Casing เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1.00 เมตร

(9) Carburetor ของรถยนต์ มีสกลอยพร้อม

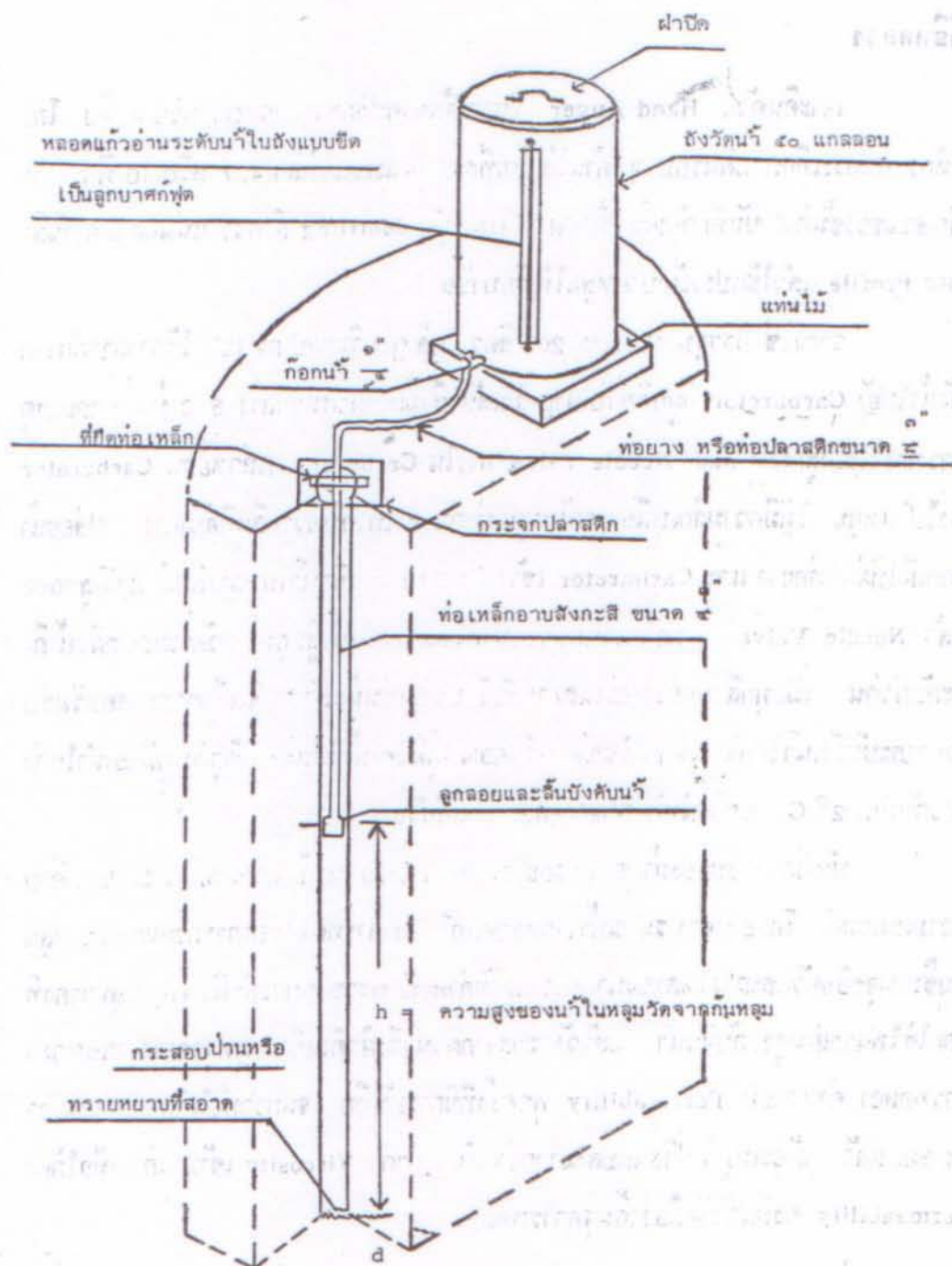
(10) สายยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว ยาว 6 เมตร

(11) เหล็กเส้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8 นิ้ว ยาว 1.50, 2.50 และ 3.00 เมตร
ไว้สำหรับยึด

(12) ฝาปิดก้นหลุม

(13) ถังใส่น้ำขนาดจุได้ 1 ลูกบาศก์เมตร

(14) ไฟฉาย



แสดงการประกอบเครื่องมือที่ใช้ทดลองแบบ Shallow Well Pump-In

วิธีทดลอง

เจาะดินด้วย Hand Auger ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. หรือ 4 นิ้ว โดยให้กระทบกระเทือนต่อดินรอบ ๆ ด้านให้น้อยที่สุด และเจาะให้ลึก 4, 7 หรือ 10 ฟุต ตามลักษณะของชั้นดิน บันทึกลักษณะเนื้อดิน โครงสร้าง Mottling สี ความแน่นตลอดความลึกของ Profile แล้วใช้แปรงปัดปากหลุมให้เรียบร้อย

วางถังซึ่งบรรจุน้ำประมาณ 200 ลิตร ใกล้ ๆ บริเวณปากหลุม ใช้สายยางต่อจากถังน้ำไปยัง Carburetor ที่ผูกติดกับเสาเหล็กเส้น ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{3}{8}$ นิ้ว ทดลองการทำงานของลูกลอย และ Needle Valve ภายใน Carburetor แล้วหย่อน Carburetor ลงไปในหลุม ให้มีความลึกเหนือจากก้นหลุมเท่ากับ h เท่ากับความลึกที่ต้องการ ปล่อยน้ำจากถังให้ผ่านท่ออย่าง และ Carburetor เข้าไปในหลุม เมื่อน้ำในหลุมเต็มถึงระดับลูกลอยแล้ว Needle Valve จะปิดทางเดินของน้ำที่ไหลจากถังเข้าสู่หลุม วัดระยะจากผิวน้ำถึงระดับผิวดิน เมื่อทุกสิ่งทุกอย่างอยู่ในสภาพที่เรียบร้อยเช่นนั้นแล้ว จึงเริ่มการทดลองเริ่มจับเวลาและบันทึกน้ำในถัง ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของน้ำในถัง ถ้าอุณหภูมิของน้ำในถังต่างกันเกิน 2°C จะต้องนำค่า Viscosity มาแก้ด้วย

บันทึกการซึมของน้ำทุก ๆ ระยะ 5, 10, 15, 30 นาที 1, 2, 3, 4, 6 ชม. ตามความเหมาะสม โดยอ่านค่าปริมาณน้ำจากหลอดแก้ว ทำการทดลองจนกระทั่งดินรอบ ๆ หลุมชุ่มชื้นถึงจุดอิ่มตัวและการไหลของน้ำออกจากถังมีค่าคงที่ ตรวจสอบระดับผิวน้ำในหลุมว่าคงที่โดยใช้ไฟฉายส่องระดับผิวน้ำ แล้ววัดระยะจากผิวน้ำถึงผิวดินเป็นการตรวจสอบตลอดเวลาการทดลอง คำนวณค่า Permeability ทุกครั้งที่มีการบันทึก จนกระทั่งได้ทดลองนานกว่า 24 ชม. แล้ว ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากกว่า 2°C นำค่า Viscosity เข้ามาแก้ เมื่อได้ค่า Permeability คงที่แล้วจึงถือว่าสิ้นสุดการทดลอง

ขอบเขตแห่งการทดลอง

- (1) ระยะแห่งการทดลองประมาณ 2-6 วัน
- (2) การทดลองอาจไม่ได้ผลเมื่อดินมีเนื้อหยาบมาก น้ำที่ไหลผ่านมีปริมาณน้อย

กว่าปริมาณน้ำที่ซึมออกไป อาจแก้ไขโดยใช้ดิน 2-4 ใบ และทิ้งค้างให้สูงจากผิวดินมากขึ้น

(3) น้ำที่นำมาใช้ในการทดสอบ ยากที่จะทำให้มีเกลือและโซเดียม เช่นเดียวกับน้ำชลประทาน

(4) หลุมทดลอง ต้องไม่เจาะในบริเวณที่เป็นหินหรือกรวดหยาบๆ

(5) ความลึกจากก้นหลุมถึงผิวน้ำทอร์คิมของหลุม (h/r) ต้องมีค่าเท่ากับ หรือมีค่ามากกว่า 10

ข. การทดสอบหา Infiltration Rate และ Water Holding Capacity

การหาค่า Infiltration และ Field Capacity จากในสนามนี้ มีประโยชน์ในการหาค่าการไหลซึมของน้ำผ่านผิวดิน ปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องให้กับดินประเภทต่างๆ วิธีการทำเขตกรรมชนิดต่างๆ มีผลกระทบกระเทือนต่อการใช้น้ำอย่างไร จากค่าเหล่านี้จะนำไปคำนวณชลประทานของพื้นที่โครงการขนาดอาคารที่วางแผน และขนาดคลองชลประทานต่างๆ

จากการทดสอบนี้ จะทราบถึงค่าความอุ้มน้ำของดินซึ่งจะใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาแบ่งเป็นดินชั้นต่างๆ จากค่าการอุ้มน้ำและการซึมผ่านน้ำจะนำไปพิจารณาการระบายน้ำ และการซึมผ่านน้ำจะนำไปพิจารณาการระบายน้ำของดินนั้นด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย.-

(1) ท่อเหล็ก 3 ท่อน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม. สูง 50 ซม. หรือขนาด ϕ 30 ซม. สูง 50 ซม.

(2) ฝ่อนขนาด 12 ปอนด์ 1 ใบ

(4) ผ้าใบหรือผ้าพลาสติกคลุมท่อเหล็กขนาด 100×100 ซม. 3 ผืน

(4) ฝั่ว 2 อัน

(5) ไม้บันทึกยาว 30 ซม. 3 อัน Tape เหล็กยาว 2 เมตร 1 ม้วน

(6) Graduate สำหรับตวงน้ำขนาด 500 C.C. 2 ใบ

(7) เหล็กเส้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 5 เมตร 1 ท่อน

(8) เหล็กเส้นปลายแหลม เส้นผ่าศูนย์กลาง $1/4$ นิ้ว ยาว 30 ซม. 6 ท่อน

(9) กระป๋องเก็บตัวอย่างดินชนิดดินความชื้น 36 ใบ

(10) ถังน้ำมันเปล่าๆ ขนาด 20 ลิตร 10 ใบ

(10) รถยนต์ Pick-up 1 คัน

วิธีทดลอง

นำท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 ซม. ท่อ 3 ท่อน วางเป็นรูปสามเหลี่ยม ห่างกันประมาณ 1 เมตร ใช้หม้อ 12 ปอนด์ ตีที่ขอบให้ท่อเหล็กจมดินลงไป 20 ซม. พูนดิน ล้อมรอบท่อเหล็กทั้ง 3 ให้สูงขึ้นประมาณ 15 ซม. ปักหลักเส้น 1/4 นิ้ว ตรงกึ่งกลางท่อ และ นอกท่อให้ไล่พื้นผิวดินขึ้นมาเคียง 10 ซม. เพื่อใช้วัดระดับน้ำ แล้วเติมน้ำลงไปให้มีระดับ เท่ากับปลายเหล็กเส้น นำไม้บรรทัดติดที่ผิวในขอบท่อ เพื่อใช้อ่านค่าระดับน้ำที่ลดลง เติมน้ำ รอบนอกท่อเหล็กให้มีระดับเท่ากับปลายเหล็กเส้น เพื่อให้หน้าภายในท่อเหล็กซึมลงทางดินตั้งแต่ เพียงทางเดียว

เมื่อได้เติมน้ำลงในท่อแล้วบันทึกการซึมทุกๆ 15 นาที ถ้าหากน้ำลดลงเกินกว่า 5 ซม. ใช้ Graduate เติมน้ำลงไปหลังจากอ่านค่าระดับน้ำแล้ว เมื่ออ่านทุกๆ 15 นาที จน ถึง 1 ซม. แล้ว ท่อไปจึงจะอ่านระดับชั่วโมงละครั้งต่อไปอีก 5-7 ซม. เมื่อได้เติมน้ำลงไป 25-30 ซม. แล้ว คำนวณปริมาณน้ำต่อระยะเวลา นี่ก็คือ Dry Run Infiltration

เมื่อได้เติมน้ำลงไป 25-30 ซม. แล้ว แสดงว่าดินควรจะอิ่มน้ำถึง Field Capacity ตลอดความลึก 150 ซม. แล้วจึงเริ่มทดลอง Wet Run Infiltration โดยเติมน้ำลง ไปให้สูง 10 ซม. เหนือพื้นดิน น้ำภายนอกอาจไม่จำเป็นต้องเติม น้ำฟ้าใบหรือผ้าพลาสติก กลุมปากท่อ บันทึกระดับน้ำทุกๆ 6-12 ซม. จนครบ 48 ซม. นี่ก็คือ Wet Run Infiltration

ต่อจากนี้หา Field Capacity โดยเจาะดินภายในท่อเหล็กลงไป เก็บตัวอย่าง ดินทุกๆ ระยะ 10 ซม. จนถึงความลึก 30 ซม. ท่อไปจึงเก็บทุกๆ ระยะ 15 ซม. จนถึง 150 ซม. ตัวอย่างดินเหล่านี้ต้องนำไปบรรจุในกระป๋องเก็บตัวอย่างทันที แล้วใช้เทียนไข หุ้มรอบๆ เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น ส่งตัวอย่างเหล่านี้ไปยังห้องทดลองเพื่อหา % ความ ชื้น, ความแน่น และ Field Capacity

วิธีการหากระทำดังนี้

(1) ชั่งน้ำหนักดินตัวอย่างรวมทั้งกระป๋องที่ใช้บรรจุ

- (2) นำดินตัวอย่างที่อยู่ในกระป๋องไปเข้าเตาอบ 110 ประมาณ 48 ชม.
- (3) นำดินตัวอย่างและกระป๋องออกจากเตาอบ ทั้งให้เย็นในตู้ดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักแห้ง ๆ
- (4) นำดินออก ชั่งน้ำหนักกระป๋องเปล่า ๆ
- (5) % ความชื้น
$$\frac{\text{น้ำหนักที่สูญเสียไป}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}} \times 100$$
- (6) นำตัวอย่างที่บรรจุใน Brass Cylinder มาอบ 48 ชม.
- (7) ชั่งน้ำหนักดินแห้ง และหาปริมาตรของ Brass Cylinder
- (8) Volume weight =
$$\frac{\text{น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{ปริมาตรของ Brass Cyl. - C.C.}}$$
- (9) Field Capacity จะคำนวณได้โดย

$$\text{Field Capacity} = \% \text{ ความชื้น} \times \text{Volume Weight} \times 12$$

$$= \text{inch/ft.}$$

ก. การทดลองดินในห้องทดลอง

ตัวอย่างดินที่ได้จากสนามนั้น บางตัวอย่างจะถูกส่งไปทดลองหารายละเอียดเพิ่มเติมในห้องทดลองดินเกษตร ซึ่งได้มีการวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน จุดประสงค์ก็เพื่อจะใช้ตรวจสอบกับผลที่ได้จากงานในสนาม ได้แก่ลักษณะเนื้อดินและค่า Hydraulic Conductivity นอกจากนี้แล้วยังต้องการทราบคุณสมบัติอื่น ๆ อีก เช่น ความเค็มของดิน ปริมาณไฮโดรเจน และปฏิกิริยาการเป็นกรดหรือเป็นด่างของดิน เป็นต้น

7. หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการสำรวจสภาพการระบายน้ำใต้ดิน

เพื่อเป็นหลักในการกำหนดระยะห่างของท่อระบาย โดยใช้หลักของ Transient-Flow Concept จึงต้องกำหนด Criteria ต่าง ๆ ไว้ดังนี้คือ.-

Infiltrated Precipitation หมายถึงปริมาณฝนส่วนที่ไหลซึมลงดินเป็นความชื้นอยู่ในดิน ซึ่งบางทีเรียกว่า Effective Precipitation ปริมาณฝนที่ตกครั้งละน้อยกว่า 4 มม. ถือว่าไม่ซึมลงดิน เพราะจะค้างอยู่ตามใบไม้ ใบหญ้า และจะระเหยไปในที่สุด ถ้าฝนตกน้อยกว่าวันละ 10 มม. ถือว่าฝนตกเป็นวัน ๆ ไม่ติดต่อกัน

Cropping Pattern คือปฏิทินการปลูกพืชในพื้นที่นั้นว่า ควรจะปลูกพืชหมุนเวียนอย่างไรจึงจะใช้พื้นที่ดินให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการคำนวณหาระยะห่างของท่อระบาย จึงจำต้องกำหนดปฏิทินการปลูกพืชขึ้น เช่น ปลูกข้าวโพด-ข้าวฟ่าง ถั่วเขียว-หรือถั่วเขียว-มันสำปะหลัง เป็นต้น

Root Zone เขตรากซึมปกติแล้วขึ้นอยู่กับแฟกเตอร์หลายอย่างด้วยกัน ที่สำคัญก็คือชนิดของพืช สภาพดิน และความลึกของน้ำใต้ดิน ในการกำหนดเขตรากของพืช เฉพาะพืชไร่ว่าๆ ไปนั้น ถือว่าระยะ 90 ซม. ก็เพียงพอแล้ว และใช้ค่านี้ไปกำหนดความลึกของน้ำใต้ดินที่จะต้องระบายออก

Consumptive Use การคำนวณหาอัตราการใช้น้ำของพืชไร่ อาจหาได้โดยใช้สูตร Brancy and Criddle คือ $ET = Kc \times ETp$ ซึ่ง

ET = Crop Consumptive Use

Kc = Crop Coefficient

ETp = Potential Evapotranspiration

Soil Moisture Holding Capacity คือค่าปริมาณความชื้นในดินที่ได้จากการทดลองกักแล้ว ส่วนค่า Available moisture คือปริมาณความชื้นที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ คำนวณมาจากค่า Soil moisture holding capacity กับค่า Wilting Percentage และค่า Bulk density ของดิน

Deep Percolation Loss คือปริมาณน้ำส่วนที่เกินความสามารถของดินจะกักไว้ได้ แล้วจะไหลลงสู่ชั้นดินพ่นล่างโดยแรงดึงดูดของโลก ซึ่งน้ำส่วนนี้มีผลทำให้ระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้น เมื่อระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้นๆ ถึงเขตรากพืช ก็จะต้องทำการระบายออกไป ดังนั้น การจะลด Deep Percolation Loss และปัญหาการระบายน้ำใต้ดินจึงต้องคำนึงถึงการให้น้ำชลประทานด้วย โดยให้ดินมีความชื้นถึงจุด Field Capacity และควรให้สม่ำเสมอเพื่อรักษาการสมดุลย์ของเกลือในดินเท่านั้น ค่า Deep Percolation Loss มีความสัมพันธ์กับค่า Infiltration rate เมื่อหาค่า Infiltration rate ได้ก็จะทราบค่า Deep Percolation Loss ได้จาก Curve

Irrigation Schedule ตารางการส่งน้ำชลประทาน คำนวณมาจากความชื้นใน

ดิน กล่าวคือ เมื่อความชื้นในดินลดลงถึง 70 % ของ Available Moisture ก็ให้น้ำชลประทานเท่ากับจำนวนความชื้นที่ขาดหายไป บวกกับ Deep Percolation Loss ดังนั้นเมื่อพืชใช้น้ำจน R.A.M. ลดลงเหลือศูนย์ ก็เริ่มให้น้ำตามปริมาณดังกล่าว

เมื่อได้สิ่งต่างๆ ดังกล่าวนั้นแล้ว ก็เริ่มทำการคำนวณหาระยะทางของท่อระบายน้ำต่อไป

8. ความเห็นของผู้เรียบเรียง

งานสำรวจสภาพการระบายน้ำใต้ดิน เป็นงานที่เพิ่งเริ่มทำขึ้นในโครงการชลประทานเพียง 2-3 โครงการเท่านั้น จึงนับว่าเป็นงานใหม่สำหรับบ้านเมืองเรา หลักเกณฑ์ต่างๆ ที่ใช้โดยมากยืม USBR เป็นหลัก เท่าที่ได้บรรยายมาทั้งหมดนี้เป็นเพียงการทำงานเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้นเอง ซึ่งจริงๆ แล้วยังมีงานประกอบอีกหลายอย่าง เช่น ศึกษาระดับน้ำใต้ดิน งานจำแนกประเภทที่ดิน งานสำรวจระดับพื้นที่ภูมิประเทศ เป็นต้น จึงจะนำรายละเอียดต่างๆ เหล่านี้มาทำการออกแบบระบบระบายน้ำของโครงการได้

REFERENCES

1. Designing a subsurface Drainage System in an Irrigated area through use of the Transient Flow Concept by Lee D. Dumm and Ray J. Winger, Jr.
2. In-Place Permeability Test and their use in Subsurface Drainage by R.J. Winger, Jr.
3. Land Drainage Techniques and Standards by USBR, Part 525-Drainage Investigations.
4. Validity and Use of the Transient-Flow Concept in Subsurface Drainage by Lee D. Dumm, USBR's Engineer.