บทที่ 3

พื้นที่ศึกษาและวิธีการศึกษาทดลอง

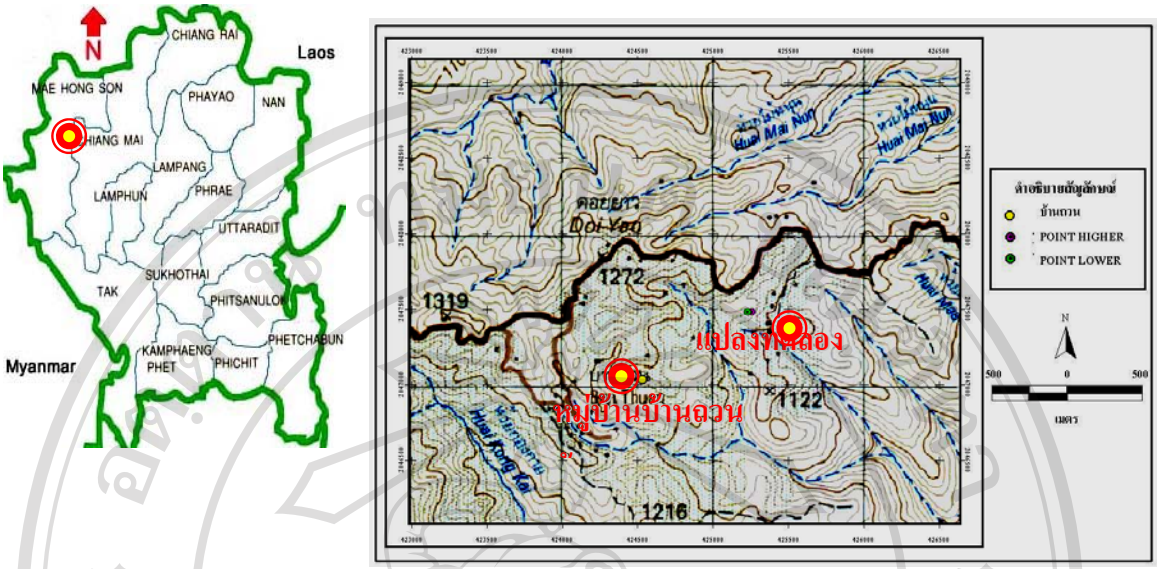
การศึกษาการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการสูญเสียดิน ในแปลงศึกษาการชะกร่อนพังทลายของดิน (Soil Erosion Plot) เพื่อทดสอบการใช้แบบจำลอง Water Erosion Prediction Project (WEPP) ในการประเมินการเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการสูญเสียดินกับข้อมูลที่วัดได้จริง นั้นได้ทำการทดลองภายใต้งานวิจัยของโครงการอนุรักษ์ดินและน้ำ เรื่องการใช้วัสดุคลุมดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชผสมที่ปลูกภายใต้สภาพน้ำฝนบนพื้นที่ลาดชันอย่างยั่งยืน (Use of Geotextile to Improve Water Use Efficiency for Sustainable Multiple Cropping on a Sloping Land) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยร่วมระหว่างประเทศ 10 ประเทศ ภายใต้การสนับสนุนของสมาคมร่วมยุโรป (EU, INCO-CT-2005-510745) โดยมีพื้นที่ศึกษาทดลองอยู่ที่หมู่บ้านบ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

3.1 สถานที่ทำการทดลอง สภาพภูมิประเทศ ธรณี และสภาพดินทั่วๆ ไป

แปลงทดลองตั้งอยู่บริเวณหมู่บ้านบ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่3.1) โดยบริเวณที่ตั้งของอำเภอแม่แจ่มตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดเชียงใหม่ และมีอาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับ อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทิศใต้ติดต่อกับอำเภอจอมทองและอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอสะเมิง อำเภอแม่วาง และอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอเมือง อำเภอขุนยวม อำเภอแม่ลาน้อยและอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สถานที่ตั้งแปลงทดลอง (รูปที่3.1) ครอบคลุมพื้นที่ประเมิน 5 ไร่ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประเมิน 1,238 เมตร มีความลาดชันประเมินร้อยละ 60 ตั้งอยู่ที่ละติจูด 18° 31′ 7″ เหนือ และลองติจูดที่ 98° 17′ 19″ ตะวันออกโดยประเมิน และมีปริมาณฝนที่ตกสะสมในปี พ.ศ. 2550 เฉลี่ยประเมิน 1,600 มิลลิเมตร ของฝนที่ตกในช่วงเดือนเมษายน-ตุลาคม อยู่ในเขตรับผิดชอบของสถานีวิจัยต้นน้ำแม่แจ่ม โดยพื้นที่แปลงทดลองหลักประกอบด้วยแปลงย่อยขนาดกว้าง 5 เมตร และยาว 30 เมตร ตามความลาดเทจำนวน 15 แปลงย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.1 แสดงที่ตั้งของแปลงทดลองบริเวณหมู่บ้านบ้านถวน ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

3.2 การวางแผนการทดลอง

แปลงที่ใช้ศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยร่วมระหว่างประเทศ ภายใต้การสนับสนุนของสมาคมร่วมยุโรป (EU) แปลงหลักดังกล่าวประกอบด้วยแปลงย่อยขนาด 5x30 ตารางเมตร จำนวน 15 แปลง แต่ละแปลงห่างกันประเมิน 0.5-1 เมตร มีความลาดเทประมาณ 120 % มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) โดยทำการปลูกพืชเหลื่อมฤดูหมุนเวียนต่อเนื่องตลอดทั้งปีภายใต้สภาพน้ำฝน คือ ข้าวโพดหวาน *(Zeamays)* ข้าว *(Oryzasativa)* และ ถั่วแปยี *(Lablab purpureus)* ตามลำดับ

ในส่วนของการศึกษาปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินและ การสูญเสียดินที่ได้จากการใช้แบบจำลอง WEPP จะเลือกเปรียบเทียบ วิธีปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ตามแนวระดับทั้งหมด 3 วิธี คือ

(i) การปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม (Conventional Contour Planting, CP)

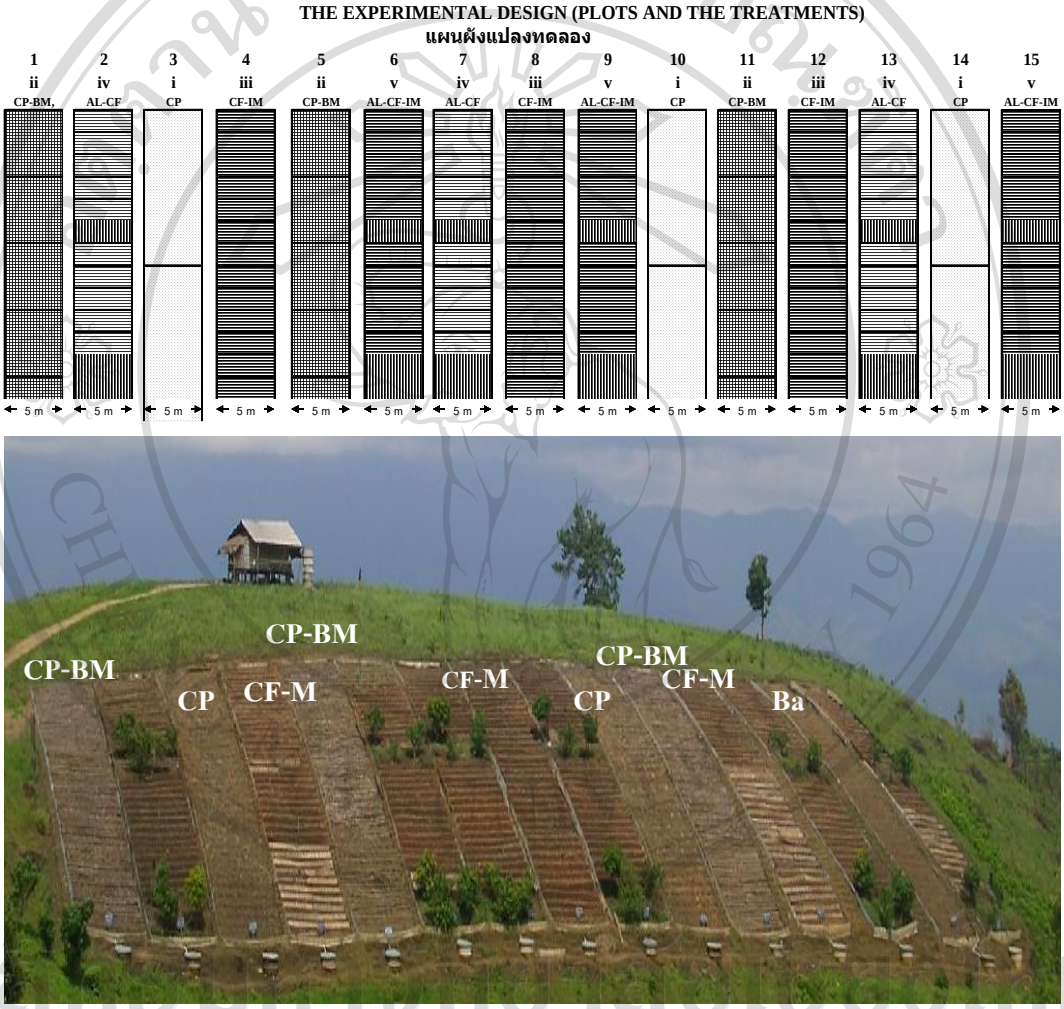
(ii) การปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมและคลุมดินด้วยระแนงไม้ไผ่สาน (Contour Planting Mulched with Bamboo mat, CP-BM)

(iii) การปลูกพืชในร่องแล้วคลุมดินในร่องด้วยด้วยระแนงไม้ไผ่สาน (Contour Furrow Cultivation Mulched with Bamboo mat, CF-M)

และได้มีการใช้แปลงสุดท้ายเป็นพื้นที่ว่างเปล่า (Bare Soil, Ba) เพื่อใช้เป็นแปลงเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินและน้ำไหลบ่าผิวดิน (รูปที่ 3.2) และ รูปที่ 3.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้แต่ละแปลงย่อยได้มีการฝังสังกะสีรอบขอบแปลงตั้งแต่เริ่มมีการวางผังวัดเตรียมแปลงทดลอง เพื่อเป็นแนวกั้นขอบเขตของแปลงแต่ละแปลงโดยฝังลงในดินลึกประเมิน 20 เซนติเมตร และโผล่พ้นผิวดินประเมิน 30 เซนติเมตร และมีถังดักตะกอนสำหรับทำการวัดปริมาณน้ำไหลบ่าและตะกอนดินที่ติดค้างไว้ตรงส่วนล่างสุดของความลาดเทในแปลงย่อยแต่ละแปลง



รูปที่ 3.2 *แสดงการจัดวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้แปลงย่อยขนาด 5x30 ตารางเมตร จำนวน 15 แปลง และทำการการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ 5 วิธีโดยมีการปฏิบัติแต่ละวิธี 3 ซ้ำ โดยได้คัดแปลงให้แปลงสุดท้ายของการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม (CP) ให้เป็นแปลงสุดท้ายเป็นพื้นที่ว่างเปล่า (Ba)*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.3 *แสดงการเตรียมแปลงสำหรับปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ 3 วิธี ได้แก่ การปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม (CP), การปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมและคลุมดินด้วยระแนงไม้ไผ่สาน (CP-BM), การปลูกพืชในร่องแล้วคลุมดินในร่องด้วยด้วยระแนงไม้ไผ่สาน (CF-M) และแปลงพื้นว่างเปล่า(Ba)*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การเตรียมดินก่อนปลูกพืช การปลูกพืช การใส่ปุ๋ย และการดูแลรักษา

3.3.1 การเตรียมดินสำหรับการปลูกพืช

แปลงที่มีการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม (CP) เตรียมดินโดยใช้จอบสับผิวดินเพื่อให้ดินโปร่งเล็กน้อย โดยใช้ระยะห่างระหว่างหลุมปลูก 40 ซม. และระยะระหว่างแถวปลูก 75 ซม.

แปลงที่มีการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยมและคลุมดินด้วยระแนงไม้ไผ่สาน (CP-BM) เตรียมดินเหมือนการปลูกพืชแบบเกษตรกรนิยม แล้วทำการคลุมดินด้วยไม้ไผ่สานขนาดกว้าง 0.25

ม. ยาว 2 ม. ที่เตรียมไว้วางไว้ทั้งส่วนบน และ ส่วนล่างของแถวปลูก โดยวางระแนงไม้ไผ่ให้ชิดกับโคนต้น

แปลงที่มีการปลูกพืชในร่องตามแนวระดับขวางความลาดเทแล้วคลุมดินในร่องด้วยด้วยระแนงไม้ไผ่สาน(CF-M) ทำการเตรียมดินโดยใช้จอบขุดดินยกร่องที่มีขนาดร่องลึก 25 ซม. กว้าง 50 ซม. และมีสันร่องกว้าง 25 ซม.ระยะห่างระหว่างแนวกึ่งกลางร่องเท่ากับ 75 ซม. โดยพยายามนำผิวดินบนใส่ในร่องปลูกทุกร่อง ส่วนดินล่างให้ใช้ทำสันร่อง แล้วจึงทำการคลุมดินในร่องด้วยระแนงไม้ไผ่สาน

3.3.2 วิธีการใส่ปุ๋ย การดูแลรักษาและกำจัดวัชพืช

ทำการใส่ปุ๋ยโดยโรยเป็นแถวขวางความลาดเทในแถวปลูก โดยใส่ปุ๋ยทั้งหมด 3 ครั้งในการปลูกพืชในรอบหนึ่งปี โดยปุ๋ยที่ใส่ คือ 16-20-0 (ใส่ในอัตรา 35 กก./ไร่), 46-0-0 (ใส่ในอัตรา 35 กก./ไร่) , ปุ๋ยคอก (ใส่ในอัตรา 350 กก./ไร่) สำหรับการกำจัดวัชพืชตลอดฤดูการปลูกข้าวโพดหวานข้าวและถั่วแปยีใช้วิธีการถากหญ้าด้วยจอบและถอนด้วยมือ

3.4 การวัดและการบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลสมบัติบางประการของดินตลอดช่วงฤดูฝน 3 ครั้งได้แก่ ระยะต้นฤดูฝน กลางฤดูฝน และปลายฤดูฝน ในช่วงระหว่างวันที่ 6 มิถุนายน 2550, วันที่ 28 สิงหาคม 2550 และวันที่ 13 ตุลาคม 2550 หรือภายหลังการปลูกข้าวโพด 25, 107 และ 154 วัน

3.4.1 สมบัติบางประการของดิน

สมบัติบางประการของดินในช่วงความลึก 0-20 ซม. ที่ได้ดำเนินการวัดในช่วงต่างๆ ของฤดูกาลเพาะปลูกมีดังนี้ คือ

(i) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Soil Organic Matter Content, OM) โดยวิธี Walkley และ Black Tritation (Nelson and Sommer, 1996; Walkley 1935; Walkley and Black, 1934; ธนัญ, 2547)

(ii) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density, BD) โดยใช้กระบอกโลหะซึ่งมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ซม. และสูง 7.5 ซม. (ปริมาตร 313.97 ซม^3) เก็บตัวอย่างดินช่วงความลึก 0 – 20 ซม. ในแถวปลูกห่างจากโคนต้นพืช 5 ซม. โดยแบ่งพื้นที่แปลงย่อยตามแนวความลาดเทออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน แล้วทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละส่วน หลังจากนั้นทำการตัดแต่งตัวอย่างดินให้มีปริมาตรเท่ากับกระบอกโลหะ แล้วนำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักดินหลังอบแห้งคำนวณค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density, BD) จากน้ำหนักดินแห้ง (Ms) หารด้วยปริมาตรกระบอกเก็บดิน (V)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$BD = Ms / V \quad (3.1)$$

(iii) ความพรุนทั้งหมดของดิน (Total Porosity, TP) คำนวณค่าความพรุนทั้งหมดของดินได้จากสมการ (3.2)

$$TP = 1\text{-}BD/PD \quad (3.2)$$

โดยที่ PD = ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Particle Density, PD)

BD = ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density, BD)

(iv) ปริมาณและขนาดเฉลี่ยของเม็ดดินที่เสถียร (Stable Aggregate and Mean Weight Diameter, SAT, SAD and MWD) วิเคราะห์ความคงทนของเม็ดดิน(Aggregate Stability) โดยสุ่มก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างที่ความลึก 0 – 5 ซม. เป็นตัวแทนของแปลงเพราะปลูกแต่ละแปลง นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ความคงทนของเม็ดดินโดยใช้วิธีการร่อนด้วยตะแกรงในน้ำ(Wet Sieving) ให้ผ่านตะแกรงที่เรียงเป็นเถาตะแกรงขนาด 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 และ 5.0 มม. ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการถ่ายเม็ดดินที่ติดค้างอยู่บนชั้นบนตะแกรงแต่ละขนาดลงในถ้วยอะลูมิเนียมแล้วอบให้แห้ง เพื่อคำนวณหาขนาดเฉลี่ยเม็ดดินที่เสถียร (Mean Weight Diameter, MWD) ปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของเม็ดดินทั้งหมด (Stable Aggregate based on Dry soil aggregate, SAD) และปริมาณของเม็ดดินที่เสถียรเป็นร้อยละของมวลดินทั้งหมด (Stable Aggregate based on Total dry soil mass, SAT) (มัตติกา, 2548)

(v) อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Infiltration Rate, IR) วัดโดยใช้เครื่องมือสำเร็จรูปวัดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Disc Permeameter) (รูปที่3.4) ซึ่งประกอบด้วย แผ่นวัตถุพรุนรูปจานเส้นผ่าศูนย์กลางประเมิน 20 ซม. โดยมีกระบอกพลาสติกกลวงสำหรับบรรจุน้ำเป็นท่อยาวติดตั้งอยู่ตรงกลางของแผ่นวัตถุพรุนนี้ ในแนวดิ่งสูงประเมิน 1.50 ม. เมื่อทำการวัดจะต้องทำให้แผ่นวัตถุพรุนอิ่มตัวด้วยน้ำ ล้วทำการเติมน้ำในกระบอกพลาสติกให้เต็ม จากนั้นวางแผ่นวัตถุพรุนบนพื้นดินผิวเรียบที่ต้องการวัด ปล่อยน้ำให้ไหลผ่านวัตถุพรุนเข้าสู่ดิน จนกระทั่งอัตราการลดลงของน้ำในกระบอกคงที่ คำนวณปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ดินเป็น หน่วยความลึกสมมูล ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเป็นอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินที่คงที่ (Steady Infiltration Rate, IR) (มัตติกา, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.4 *แสดงการวัดอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Infiltration Rate, IR) โดยใช้ เครื่องมือสำเร็จรูปจานวัดการซึมน้ำของดิน (Disc Permeameter)*

3.4.2 การวัดปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน และ ปริมาณการสูญเสียดินจากการชะกร่อน(Surface Runoff, Ro and Soil loss, Sl)

ในแต่ละแปลงย่อยได้มีการติดตั้ง ถังดักตะกอนสูง 80 เซนติเมตร และมีรัศมี (r) ของถังยาว 50 เซนติเมตร ได้ทำการวัดปริมาณน้ำในถังที่รองรับน้ำที่ไหลบ่าจากผิวดิน ในแปลงย่อยแต่ละแปลง (รูปที่3.5) แต่ละครั้งหลังจากที่ฝนตกจนน้ำไหลลงไปในถัง โดยทำการวัดความสูงของน้ำในถัง (h) แล้วคำนวณปริมาณน้ำที่ไหล่บ่าบนผิวดิน แต่ละครั้งหลังฝนตกโดยใช้ สมการ (3.2)

$$Ro = (\P r^2 h/A)\ 10^4 \qquad (3.2)$$

เมื่อ Ro คือปริมาตรน้ำที่ไหลบ่าจากแปลงปลูกแต่ละครั้ง ($m^3 ha^{-1}$)

r คือรัศมีของถังดักตะกอน (m)

h คือความสูงของน้ำที่ไหล่บ่าในถังดักตะกอน (m)

A คือพื้นที่แปลงย่อยแต่ละแปลงที่ติดตั้งถังดักตะกอน (m^2)

การหาปริมาณดินที่สูญเสียสามารถหาได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากถังดักตะกอนโดยก่อนเก็บจะทำการกวนน้ำ (รูปที่3.5b)ในถังเพื่อให้ตะกอนดินที่อยู่บริเวณส่วนล่างของถังดักตะกอนเกิดการแขวนลอยในน้ำ จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำลงในขวดเก็บตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ (รูปที่3.5c)

ขวดเก็บตัวอย่างที่ได้ใช้ในการเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาตร 150 ลบ.ซม. ขั้นตอนการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทำโดย การแยกตะกอนดินที่แขวนลอยในน้ำโดยวิธีการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรอง และนำตะกอนที่ได้นำไปอบ ที่อุณหภูมิ 80 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วัน และนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง ซึ่งปริมาณตะกอนที่ได้นั้น คือ ปริมาณดินที่สูญเสียในพื้นที่ 150 ตารางเมตร

รูปที่ 3.5 *แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเพื่อทำการวัดปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน (Surface Runoff) และปริมาณการสูญเสียดิน (Soil Loss) ในแต่ละแปลงย่อยโดยใช้ถังดักตะกอน (a) ปริมาณน้ำที่ไหลบ่าจากแปลงทดลองลงถังดักตะกอน ก่อนทำการวัดระดับความสูงของน้ำในถังดักตะกอน เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ไหล่บ่าบนผิวดิน เป็นปริมาตรของน้ำไหลบ่าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เพาะปลูก (b) ภาพการกวนตะกอนในถังดักตะกอนก่อนเก็บตัวอย่าง (c) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้คำนวณปริมาณการสูญเสียดิน*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.3 การเก็บเกี่ยวพืชเพื่อวัดปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพพืชที่อยู่เหนือดินทั้งหมด และผลผลิตของพืช

สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดในแปลงย่อยที่ทำการศึกษาโดยทำการแบ่งแปลงย่อยตามความยาวของความลาดเทออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน จากบนสุดถึงล่างสุดของแปลง แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างพืช 4 หลุม ในส่วนแปลงย่อยที่แบ่งแต่ละส่วน แล้วทำการ **(i)** ชั่งน้ำหนักสดทั้งต้นและฝักข้าวโพดของส่วนที่อยู่เหนือผิวดินทั้งหมด **(ii)** ชั่งน้ำหนักแห้งทั้งต้นและฝักของส่วนที่อยู่เหนือผิวดิน

หลังจากนำมาอบที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน แล้วทำการคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือผิวดิน และผลผลิตของข้าวโพด ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เพาะปลูก

3.5 การประเมินปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการชะกร่อนโดยใช้แบบจำลองโครงการประเมินการชะกร่อนโดยน้ำ (Water Erosion Prediction Project, WEPP)

การศึกษาทดสอบใช้โปรแกรมแบบจำลอง WEPP เพื่อประเมินค่าปริมาณการสูญเสียน้ำจากการไหลบ่าผิวดิน และการชะกร่อนของดิน ภายใต้วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์แบบต่างๆจากจำนวนแปลงย่อยทั้งหมด 9 แปลงโดยได้ดำเนินการโดยใช้ข้อมูลระหว่างวันที่ 12 พฤษภาคม 2550 ถึง 13 ตุลาคม 2550 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการบันทึกลงในโปรแกรมได้แก่ **(i)** ข้อมูลปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ(ปริมาณฝน, อุณหภูมิสูงสุด, อุณหภูมิต่ำสุด) **(ii)** ข้อมูลปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ได้แก่ ความยาวความลาดชัน และร้อยละของความลาดเท **(iii)** ข้อมูลปัจจัยทางด้านดินได้แก่ ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Erodibility), ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินในร่องริ้ว (Rill Erodibility) และปัจจัยด้านการจัดการ เช่น ชนิดของพืช, ความสูงของพืช รวมไปถึงการจัดการในแปลงเช่น ลักษณะของการปลูก ระยะห่างของการปลูก เป็นต้น โดยนำค่าที่ประเมินได้นำมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากแปลงทดลองโดยใช้ถังดักตะกอน

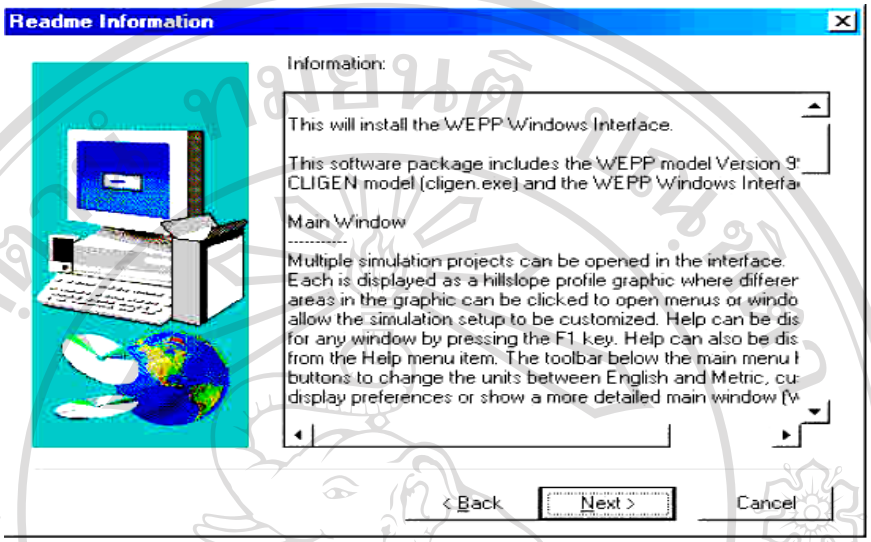
การดำเนินการทดสอบโดยใช้แบบจำลอง WEPP มีขั้นตอนต่างๆดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การติดตั้งโปรแกรมโครงการประเมินการชะกร่อนของดินโดยน้ำ (Water Erosion Prediction Project, WEPP)

โปรแกรม WEPP ถูกออกแบบให้ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Dos จำเป็นต้องมีหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit, CPU) อย่างน้อย 80386 (ค่าความเร็วของการประเมินผลของระบบปฏิบัติการซึ่งเทียบได้กับความเร็ว 16 บิต โดยระบบปฏิบัติการในปัจจุบันจะใช้ความเร็วที่ 32 บิต) เพื่อที่จะสามารถทำงานร่วมกันกับระบบการประมวลผลของตัวโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวโปรแกรมต้องการพื้นที่ว่างในหน่วยความจำ (Hard Disk) อย่างน้อยที่สุด10 Mb เพื่อใช้ในการประมวลผล โดยถ้าผู้ใช้ได้มีการนำเข้าข้อมูลทางด้านปัจจัยต่างๆ จะต้องมีพื้นที่ในหน่วยความจำมากยิ่งขึ้น ในกระบวนการติดตั้งโปรแกรมผู้ใช้สามารถดาวโหลด ได้จาก http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb/weppmain/wepp.html เมื่อทำการติดตั้งจะปรากฏหน้าต่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งแสดงข้อมูลพื้นฐานของการใช้โปรแกรม WEPP และ คำแนะนำขั้นตอนต่างๆเพื่อดำเนินการติดตั้งตามลำดับ โดยคำอธิบายข้อมูลพื้นฐานปรากฏดังรูปที่ 3.6

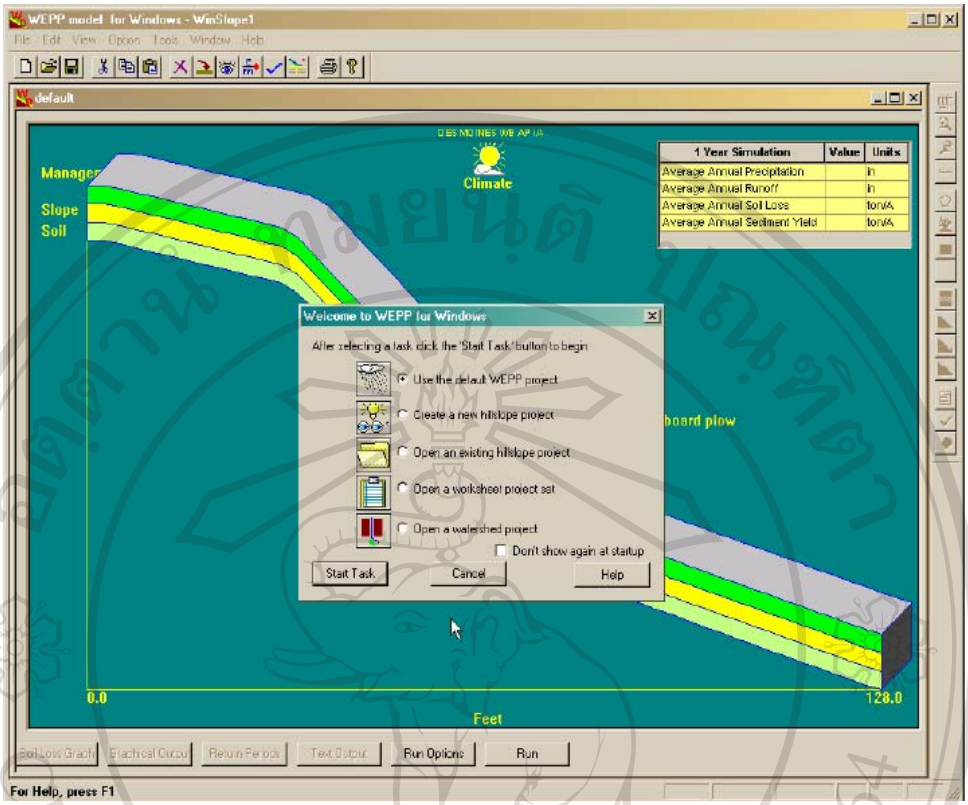


รูปที่ 3.6 *แสดงข้อมูลพื้นฐานของการใช้โปรแกรม WEPP ที่ปรากฏบนหน้าต่างของโปรแกรมเมื่อเริ่มทำการติดตั้งในคอมพิวเตอร์*

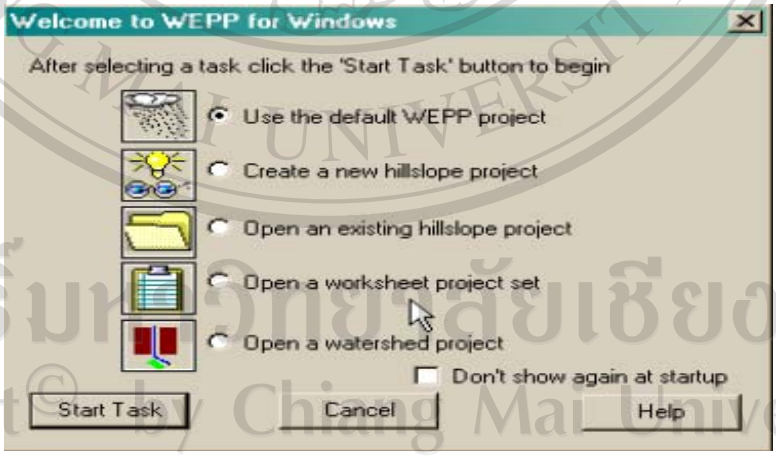
ดำเนินการติดตั้งตามคำแนะนำในโปรแกรมที่ปรากฏขึ้นในหน้าต่างขณะติดตั้งตามลำดับขั้นตอน จนถึงขั้นสุดท้าย ภายหลังการติดตั้งโปรแกรม WEPP เรียบร้อยแล้วจึงเริ่มดำเนินการทดสอบการใช้แบบจำลอง ต่อไป

การเริ่มโปรแกรมทำโดยการเปิดโปรแกรม WEPP ขึ้นมา หลังจากเปิดโปรแกรมแล้ว หน้าต่างจะแสดงดังรูปที่ 3.7 โดยจะมีตาราง(รูปที่ 3.8) ปรากฏอยู่กลางหน้าต่าง เพื่อให้ผู้ใช้เลือกลักษณะการทำงานตามแต่ผู้ใช้ต้องการได้แก่ **(i)** เปิดแบบจำลองเริ่มต้น (Use the default WEPP Project) **(ii)** การสร้างแบบจำลองใหม่ (Create a New Hillslope Project) **(iii)** เปิด/แก้ไขแบบจำลองที่ได้มีการสร้างไว้แล้ว (Open an Existing Hillslope Project **(iv)** เปิด/แก้ไขโครงการที่ได้ทำการสร้างไว้ก่อนแล้ว(Open a Worksheet Pproject Set) **(v)** เปิดหรือสร้างแบบจำลองที่ใช่กับการประเมินการไหลบ่าของน้ำผิวดินและปริมาณการสูญเสียดิน ที่ใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่หรือพื้นที่ลุ่มน้ำ (Open a Watershed Project)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.7 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม เมื่อเปิดขึ้นมาเป็นหน้าแรก



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3.8 *แสดงตารางข้อมูลที่ให้ผู้ใช้เลือกชนิดการใช้งาน ในหน้าต่างแรกที่ขึ้นมาในขั้นตอนการเปิดโปรแกรม*

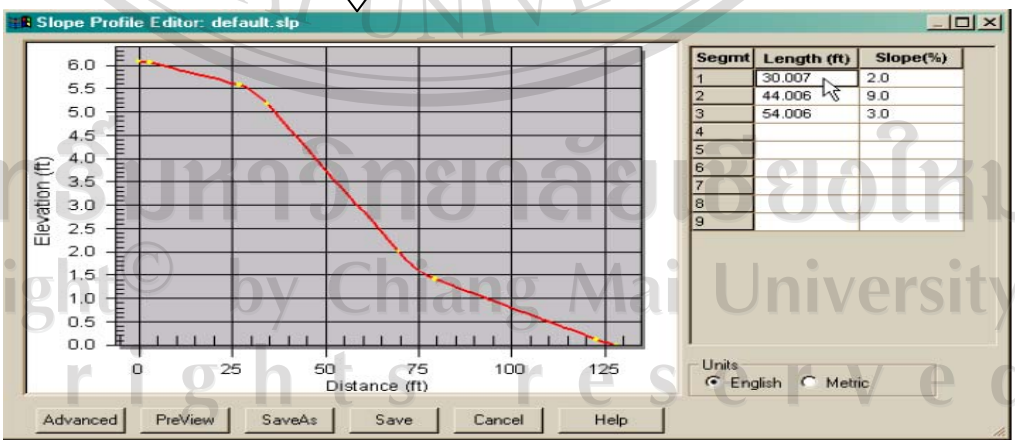
ขั้นตอนที่ 2 การนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง

3.5.1 การสร้างข้อมูลด้านความลาดชันของพื้นที่

การสร้างข้อมูลด้านความลาดชันของพื้นที่ทำโดย ทำการกดปุ่มในวงกลม(รูปที่ 3.9a) ซึ่งหน้าต่างโปรแกรมจะปรากฏดังรูปที่ 3.9b หน้าต่างที่มีลักษณะเป็นตารางประกอบด้วยข้อมูลด้านความลาดชันของพื้นที่ได้แก่ **(i)** ความยาวความลาดเท(Length) **(ii)** ค่าระดับความชันของความลาดเท(Slope) หลังจากบันทึกข้อมูลลงในตารางให้กดปุ่ม Save as ตั้งชื่อตามต้องการโดยเพื่อความสะดวกในการเปิดใช้ข้อมูล ควรบันทึกลงในโฟลเดอร์ที่มีชื่อว่า Slopes (รูปที่ 3.10) ซึ่งเป็นโฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลทางด้านปัจจัยความลาดชันของโปรแกรมนี้ กดยืนยันการตั้งชื่อเพื่อเป็นการสิ้นสุดขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลด้านความลาดชันของพื้นที่

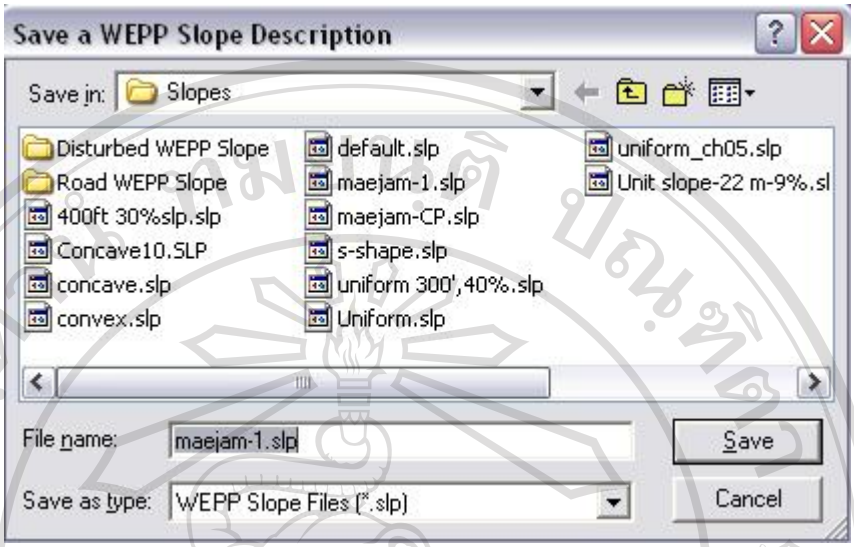
a)

b)



รูปที่ 3.9 *แสดงขั้นตอนการสร้างข้อมูลด้านความลาดชันของพื้นที่*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.10 *แสดงโฟลเดอร์ใช้ที่เก็บข้อมูลทางด้านปัจจัยความลาดชันของโปรแกรม* WEPP

3.5.2 การสร้างข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา

การสร้างข้อมูลด้านความลาดชันของอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด โดยผู้ใช้สามารถนำเข้าได้หลายทางได้แก่ การใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้วในแบบจำลอง ซึ่งส่วนมากจะครอบคลุมในประเทศอเมริกาเท่านั้น หรือจะสร้างข้อมูลขึ้นมา ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงกระบวนการสร้างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยผ่านโปรแกรมย่อย (CLIGEN) ที่มีอยู่แล้วในแบบจำลอง WEPP

สามารถทำได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้

(i) การสร้างข้อมูลเบื้องต้นก่อนแปลงรูปแบบข้อมูล สามารถทำได้โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้นได้แก่ ปริมาณน้ำฝน(mm.), อุณหภูมิสูงสุด(C) และอุณหภูมิต่ำสุด(C) ในแต่ละวันมาบันทึกเข้าไปในโปรแกรม Notepad (รูปที่3.11) โดยจะจัดข้อมูลเป็นแถวได้แก่ แถวที่1 คือ เดือน (MONTH), แถวที่2 คือ วัน(DAY), แถวที่3 คือปี(YEAR), แถวที่4 คือปริมาณฝนที่ตกลงมาในแต่ละวัน(PRCP), แถวที่5 และ6 คือ อุณหภูมิสูงสุด(TMAX)และ อุณหภูมิต่ำสุด (TMIN) ตามลำดับ

หลังจากที่บันทึกข้อมูลที่ได้ทั้งหมดตลอดปีให้ทำการบันทึกข้อมูลที่ได้นี้ซึ่งจะมีลักษณะเป็นข้อมูลตัวอักษร (.txt) ลงในพื้นที่ๆผู้ใช้ได้เตรียมไว้ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการสร้างข้อมูลในโปรแกรม CLIGEN ได้ดังขั้นตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

maejam2007.txt - Notepad

File Edit Format View Help

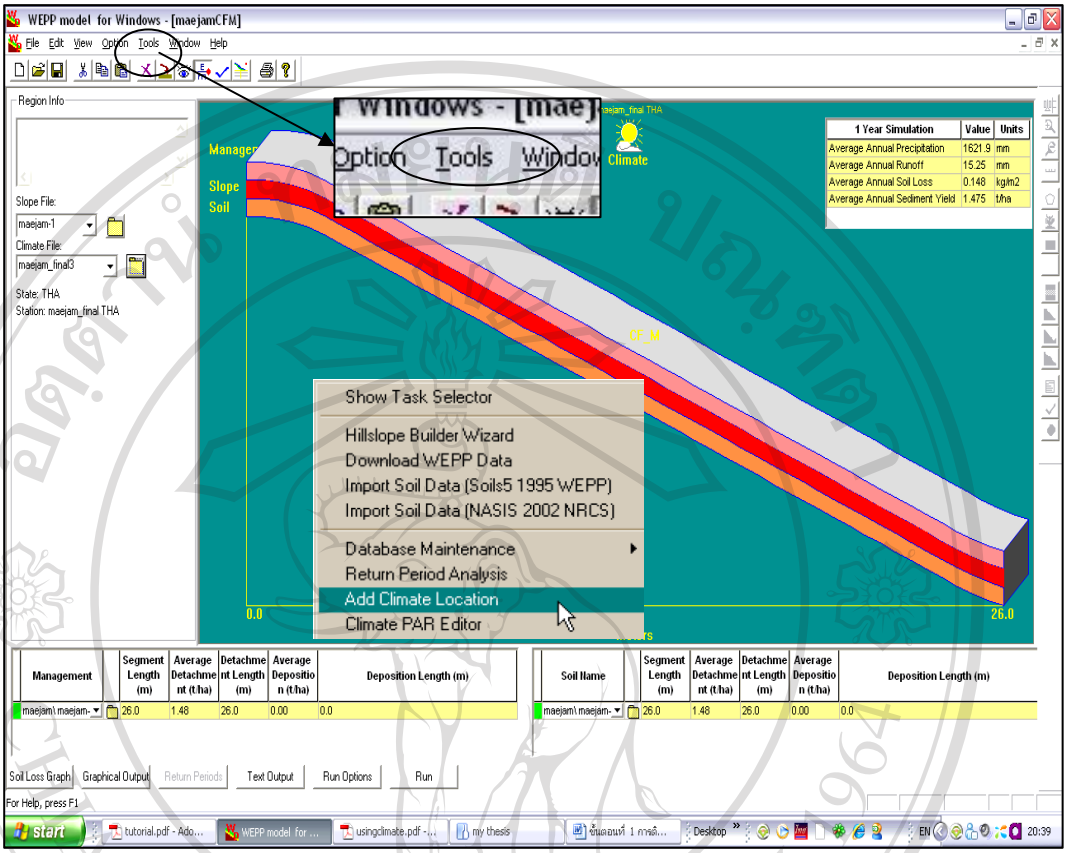
MONTH	DAY	YEAR	PRCP	TMAX	TMIN
1	1	2007	0	38.5	11.5
1	2	2007	0	33.0	11.0
1	3	2007	0	32.5	11.0
1	4	2007	0	34.5	10.0
1	5	2007	0	35.0	10.0
1	6	2007	0	34.0	11.0
1	7	2007	0	31.0	13.5
1	8	2007	0	24.0	14.0
1	9	2007	0	31.0	13.0
1	10	2007	0	30.5	12.0
1	11	2007	0	35.0	11.5
1	12	2007	0	30.0	11.5
1	13	2007	0	31.0	11.5
1	14	2007	0	33.0	13.0
1	15	2007	0	33.0	13.5
1	16	2007	0	34.0	14.0
1	17	2007	0	37.0	12.5
1	18	2007	0	35.0	13.0
1	19	2007	0	34.0	14.0
1	20	2007	0	32.0	13.5
1	21	2007	0	33.5	14.0
1	22	2007	0	35.0	11.5
1	23	2007	0	35.0	12.0
1	24	2007	0	36.0	13.0
1	25	2007	0	34.0	14.5
1	26	2007	0	32.5	16.0
1	27	2007	0	32.5	14.5
1	28	2007	0	29.0	14.5
1	29	2007	0	31.0	14.0

รูปที่ 3.11 *แสดงลักษณะการบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในโปรแกรม Notepad*

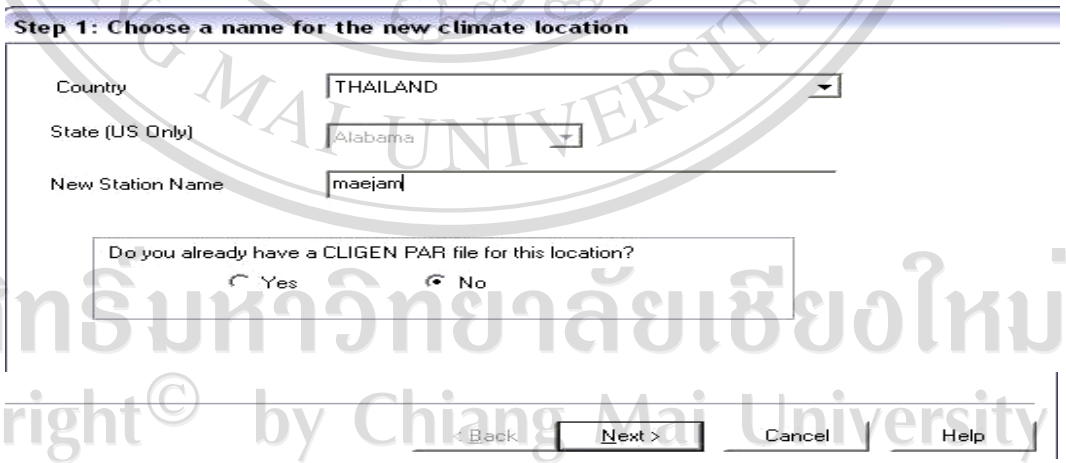
(ii) การแปลงข้อมูลที่บันทึกไว้ใน (i) ให้เป็นข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในโปรแกรมแบบจำลอง WEPP (ซึ่งลงท้ายด้วย .CLI) ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยานั้นจำเป็นอย่างมากที่จะต้องนำเข้ามาในแบบจำลอง ซึ่งนอกจากจะใช้ในการประเมินปริมาณน้ำไหลบ่าผิวดินและปริมาณการสูญเสียดินในพื้นที่แล้ว ยังเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการประเมินการคายระเหยของน้ำผิวดิน และการใช้น้ำของพืชโดยการนำเข้าข้อมูลนั้นสามารถทำโดย เลือก Tool ที่อยู่ในแถบเมนูหลักของหน้าต่างโปรแกรม WEPP (รูปที่3.12a) จากนั้นเลือก Add Climate Location จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.12b ผู้ใช้สามารถกำหนดชื่อสถานีที่จะสร้างขึ้นมา เมื่อสร้างเสร็จให้กด Next เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

a)



b)

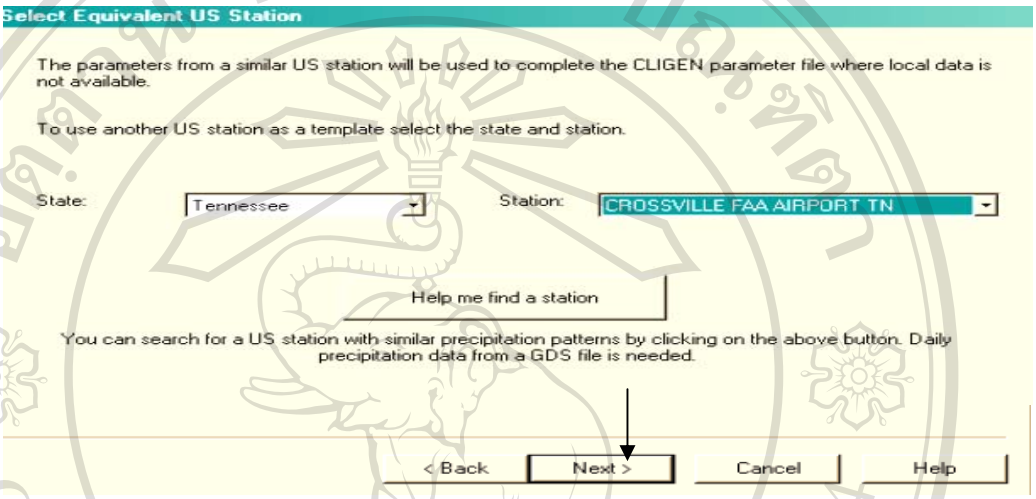


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

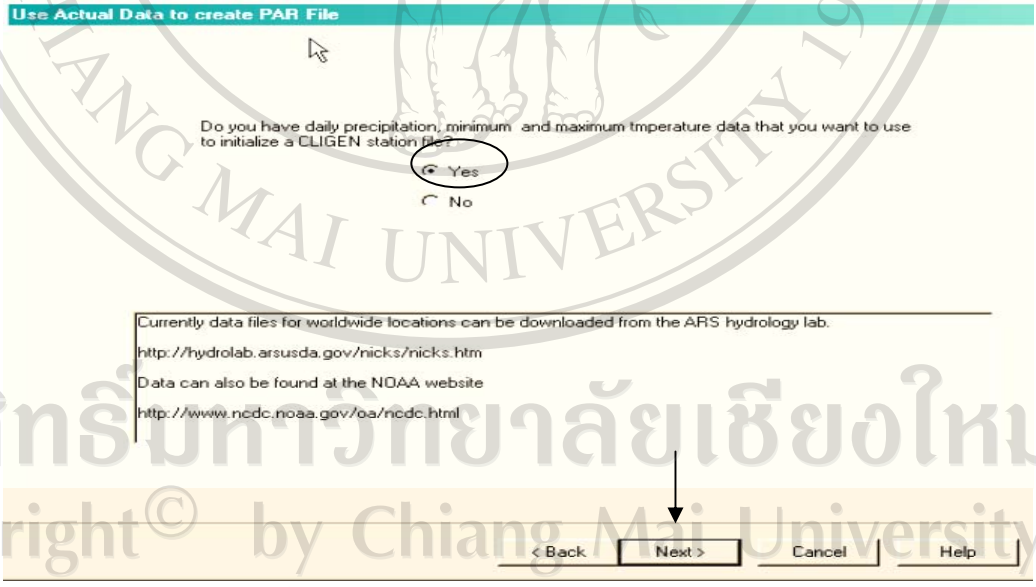
รูปที่ 3.12 *แสดงขั้นตอนการสร้างสถานีอุตุนิยมวิทยาในโปรแกรมWEPP*

ขั้นตอนต่อไปจะขึ้นหน้าต่างดังรูปที่ 3.13 a ซึ่งกระบวนการนี้เราสามารถข้ามไปได้เลย โดยกดปุ่ม Next หน้าต่างถัดมา (รูปที่3.13b) จะถามเราถึงข้อมูลที่เราจะนำเข้าไปสู่กระบวนการสร้างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในโปรแกรมย่อย(CLIGEN) ให้กด next เพื่อไปยังการนำเข้าข้อมูลที่เราได้สร้างไปแล้วในขั้นตอนที่**(i)**

a)



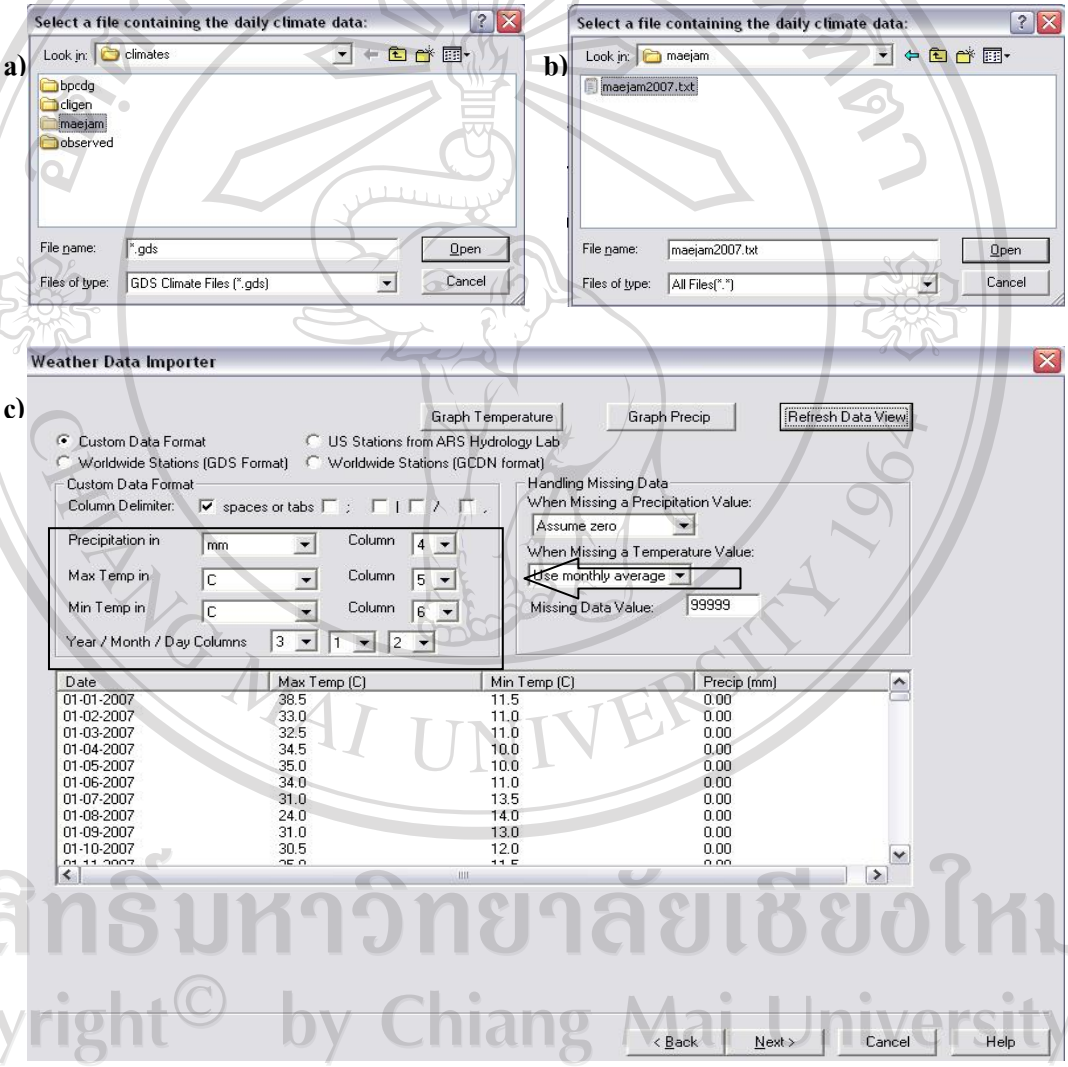
b)



รูปที่ 3.13 *แสดงหน้าต่างก่อนเข้าสู่กระบวนการสร้างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในโปรแกรมย่อย (CLIGEN)*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

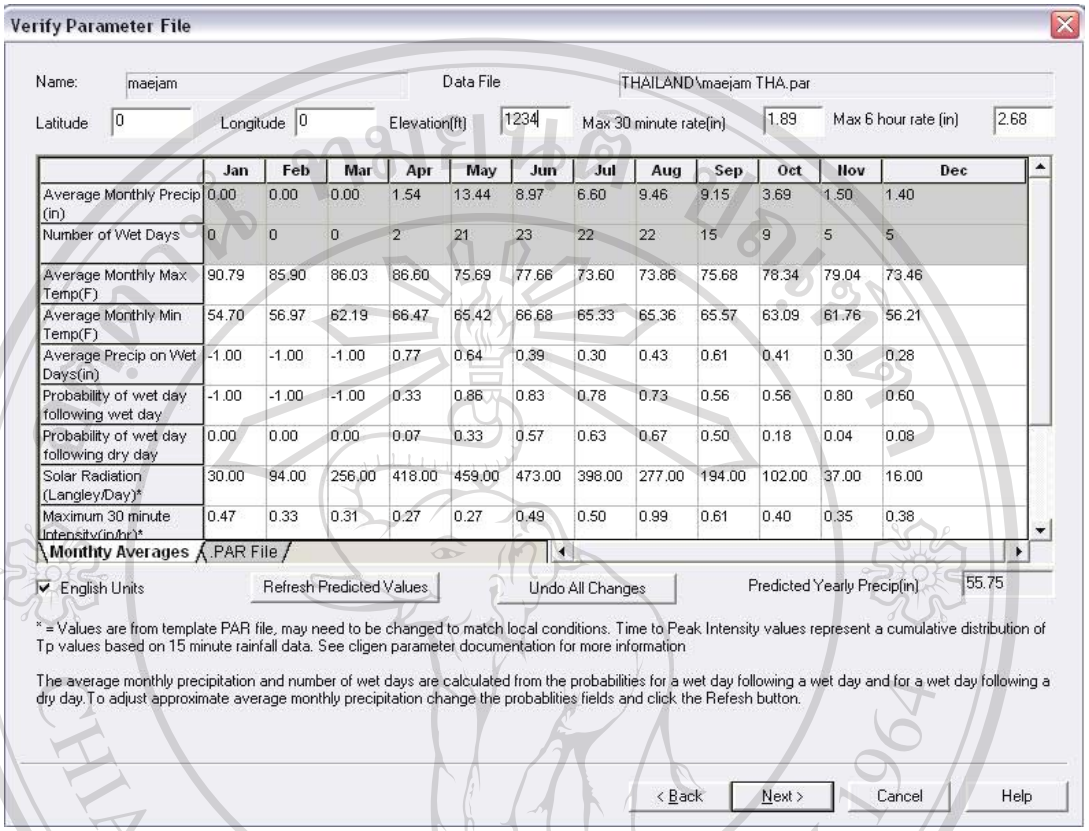
ทำการเลือกข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาที่เราสร้างไว้ในขั้นตอนที่(i) (ดังรูปที่3.14a, b) เมื่อคลิก Open จะเริ่มเข้าสู่กระบวนการนำเข้าข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา หน้าต่างต่อไปจะปรากฏตารางดังรูป 3.14c ซึ่งผู้ใช้จะต้องตรวจสอบว่าในแถวที่เรานำเข้าข้อมูลลงไปนั้นตรงกันกับในแถวที่ปรากฏในช่องสี่เหลี่ยมหรือไม่ และทำการปรับค่า อื่นๆเช่น มาตราวัดต่างๆ ให้ตรงกับที่เราสร้างในขั้นตอนแรก เมื่อเสร็จแล้วกด Next



รูปที่ 3.14 *แสดงกระบวนการการนำเข้าข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ได้สร้างไว้ใน (i) เพื่อสร้างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในโปรแกรมย่อย (CLIGEN)*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

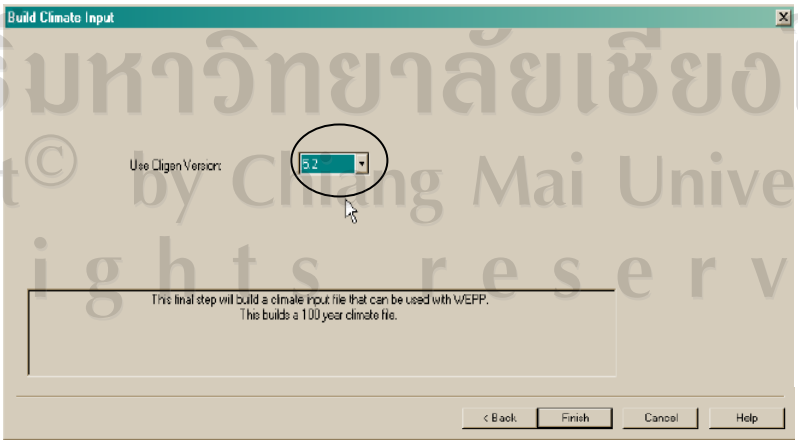
หลังจากที่กด Next โปรแกรม CLIGEN จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.15



	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average Monthly Precip (in)	0.00	0.00	0.00	1.54	13.44	8.97	6.60	9.46	9.15	3.69	1.50	1.40
Number of Wet Days	0	0	0	2	21	23	22	22	15	9	5	5
Average Monthly Max Temp(F)	90.79	85.90	86.03	86.60	75.69	77.66	73.60	73.86	75.68	78.34	79.04	73.46
Average Monthly Min Temp(F)	54.70	56.97	62.19	66.47	65.42	66.68	65.33	65.36	65.57	63.09	61.76	56.21
Average Precip on Wet Days(in)	-1.00	-1.00	-1.00	0.77	0.64	0.39	0.30	0.43	0.61	0.41	0.30	0.28
Probability of wet day following wet day	-1.00	-1.00	-1.00	0.33	0.86	0.83	0.78	0.73	0.56	0.56	0.80	0.60
Probability of wet day following dry day	0.00	0.00	0.00	0.07	0.33	0.57	0.63	0.67	0.50	0.18	0.04	0.08
Solar Radiation (Langley/Day)*	30.00	94.00	256.00	418.00	459.00	473.00	398.00	277.00	194.00	102.00	37.00	16.00
Maximum 30 minute Intensity(in/hr)*	0.47	0.33	0.31	0.27	0.27	0.49	0.50	0.99	0.61	0.40	0.35	0.38

รูปที่ 3.15 *แสดงค่าทางอุทกวิทยาที่ได้จากการประเมินโดยโปรแกรม CLIGEN*

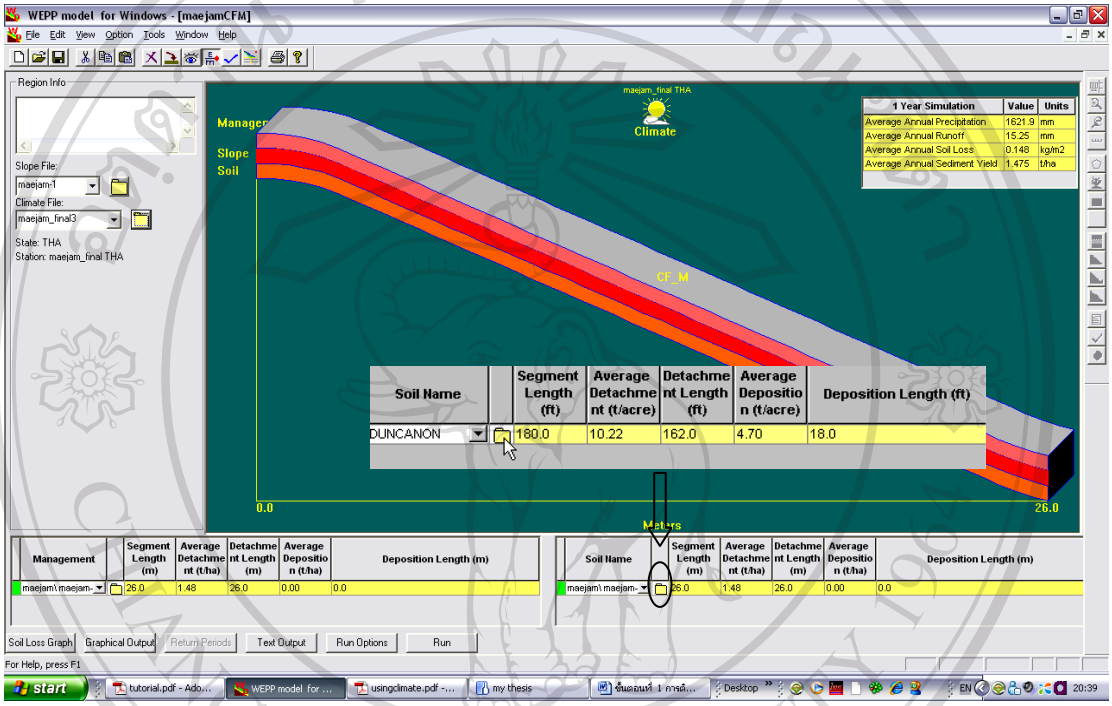
ค่าที่ได้(รูปที่ 3.15) เป็นค่าที่ได้จากการประเมินโดยโปรแกรม CLIGEN ทำการใส่ข้อมูลจุดที่ตั้ง และ ความสูงของพื้นที่ จากนั้นกด NEXT เพื่อดำเนินการในขั้นตอนสุดท้ายคือการเลือก การตั้งค่าของข้อมูลโดยให้เลือกเวอร์ชัน 5.2และ กด Finish ดังรูปที่ 3.16



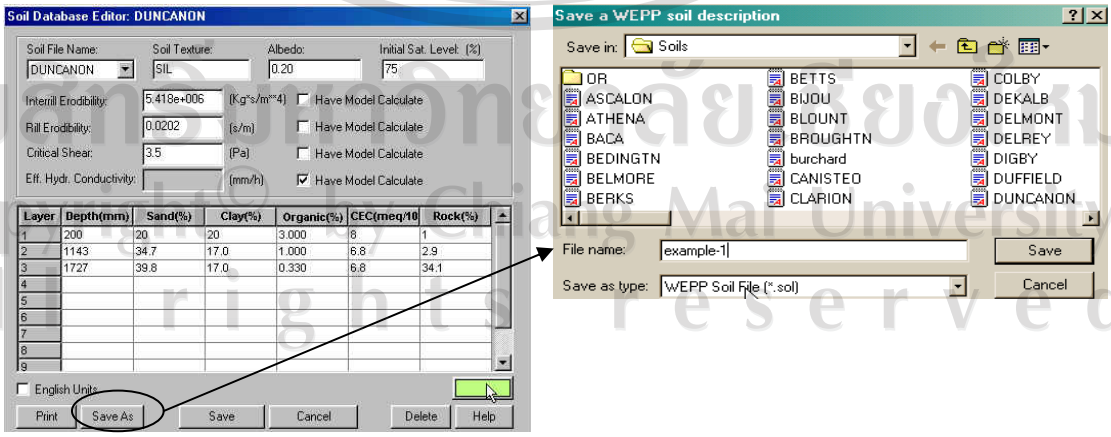
รูปที่ 3.16 *แสดงขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของโปรแกรม CLIGEN*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.3 ข้อมูลด้านดิน ข้อมูลที่ดินที่จะต้องใช้ในโปรแกรมแบบจำลอง WEPP ได้แก่ ค่าการสะท้อนแสงของผิวดิน (Soil Albedo), ค่าความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินระหว่างร่องริ้ว (Interrill Erodibility), ความยากง่ายในการเกิดการชะกร่อนพังทลายของดินในร่องริ้ว (Rill Erodibility) การสร้างข้อมูลดินสามารถทำโดยคลิกไปที่กล่องทางด้านมุมขวาล่างของหน้าต่างโปรแกรม (รูปที่ 3.17)



รูปที่ 3.17 แสดงวิธีการเข้าสู่การสร้างข้อมูลดินในโปรแกรมแบบจำลอง WEPP

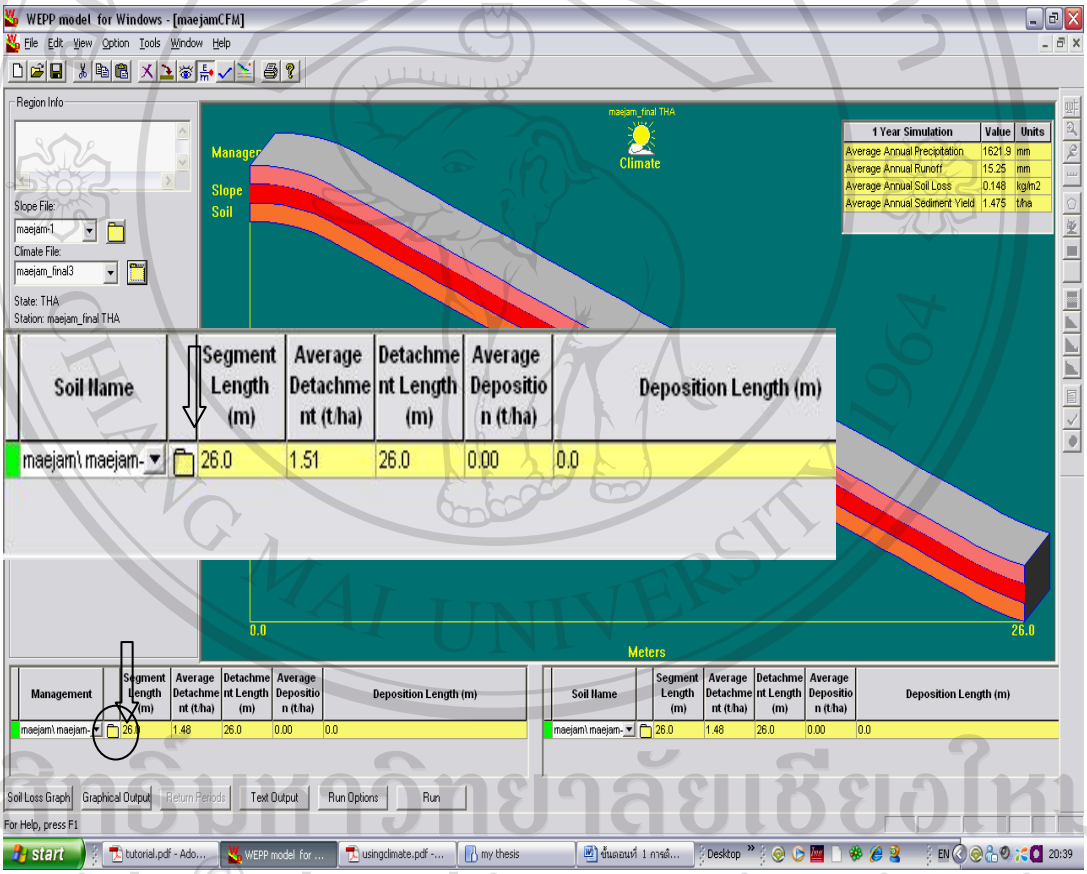


รูปที่ 3.18 แสดงขั้นตอนการเข้าไปสร้างข้อมูลดินและทำการบันทึก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากคลิกแล้วจะปรากฏหน้าต่างที่เป็นตาราง ดังรูปที่ 3.18 ผู้ใช้สามารถเข้าไปแก้ข้อมูลในช่องได้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากแปลงทดลองใส่ลงไป หลังจากแก้ข้อมูลเสร็จแล้วให้ผู้ใช้กด SAVE AS เพื่อที่จะตั้งชื่อเป็นข้อมูลดินใหม่โดยวิธีการคล้ายกับการสร้างข้อมูลด้านความลาดเท โดยเพื่อให้เป็นการง่ายต่อการนำมาใช้ ควรตั้งในโฟลเดอร์ที่ชื่อว่า Soils

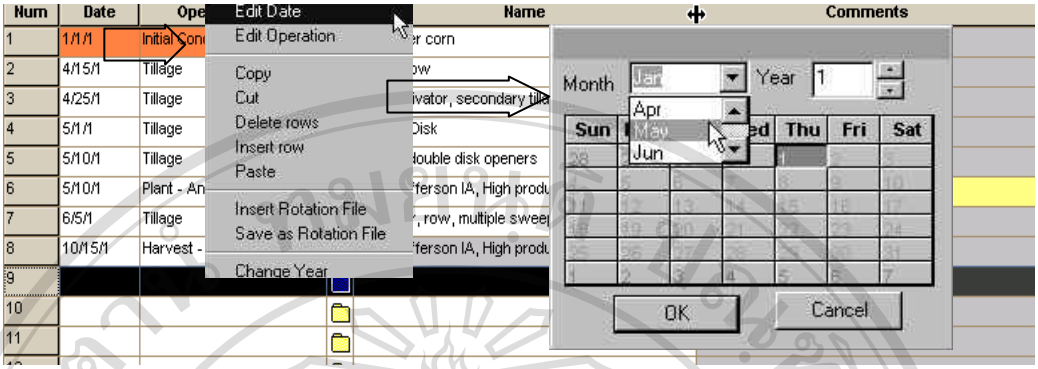
3.5.4 ข้อมูลด้านพืช และการจัดการ การสร้างข้อมูลด้านพืชและการจัดการสามารถทำโดยคลิกไปที่กล่องทางด้านมุมซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม (รูปที่ 3.19)



รูปที่ 3.19 *แสดงวิธีการเข้าสู่การสร้างข้อมูล*ข้อมูลด้านพืชและการจัดการ*ในโปรแกรมแบบจำลอง WEPP*

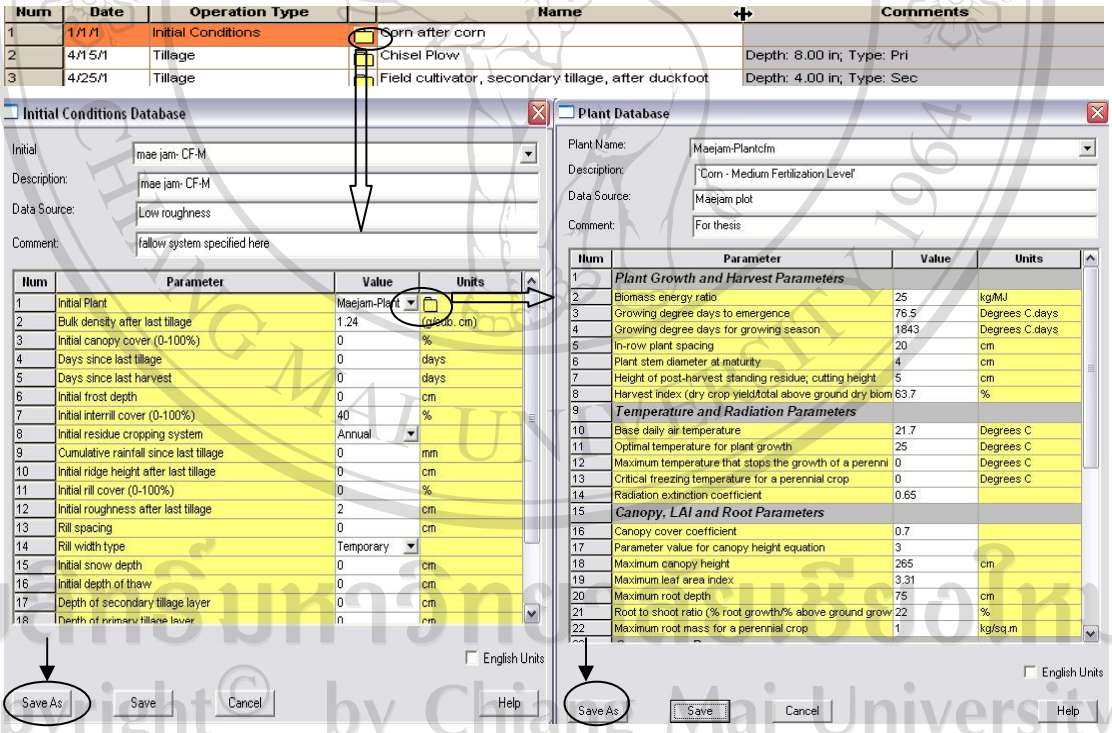
เมื่อเข้าไปในปัจจัยด้านพืชและการจัดการแล้ว จะมีหน้าต่างที่มีลักษณะเป็นตาราง โดยขั้นตอนแรกผู้ใช้ควรทำการแก้ไขวันปลูก วันเตรียมแปลง วันเก็บผลผลิต (รูปที่ 3.20) โดยการคลิกขวาที่ วันที่ และ เลือก Edit Date จากนั้นเลือกวันที่ และ กิจกรรมที่ได้ดำเนินการตั้งแต่กระบวนการเตรียมแปลง การปลูกจนไปถึงวันเก็บเกี่ยวผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.20 แสดงวิธีการสร้างวันที่และกิจกรรมด้านการจัดการในตารางด้านพืช และ การจัดการ

หลังจากกำหนดวันที่เสร็จแล้ว ให้กดตรงกล่องด้านข้างของแต่ละกิจกรรมและทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง และที่ได้จากการประเมินค่าลงไปลงไปในตาราง ดังรูปที่ 3.21



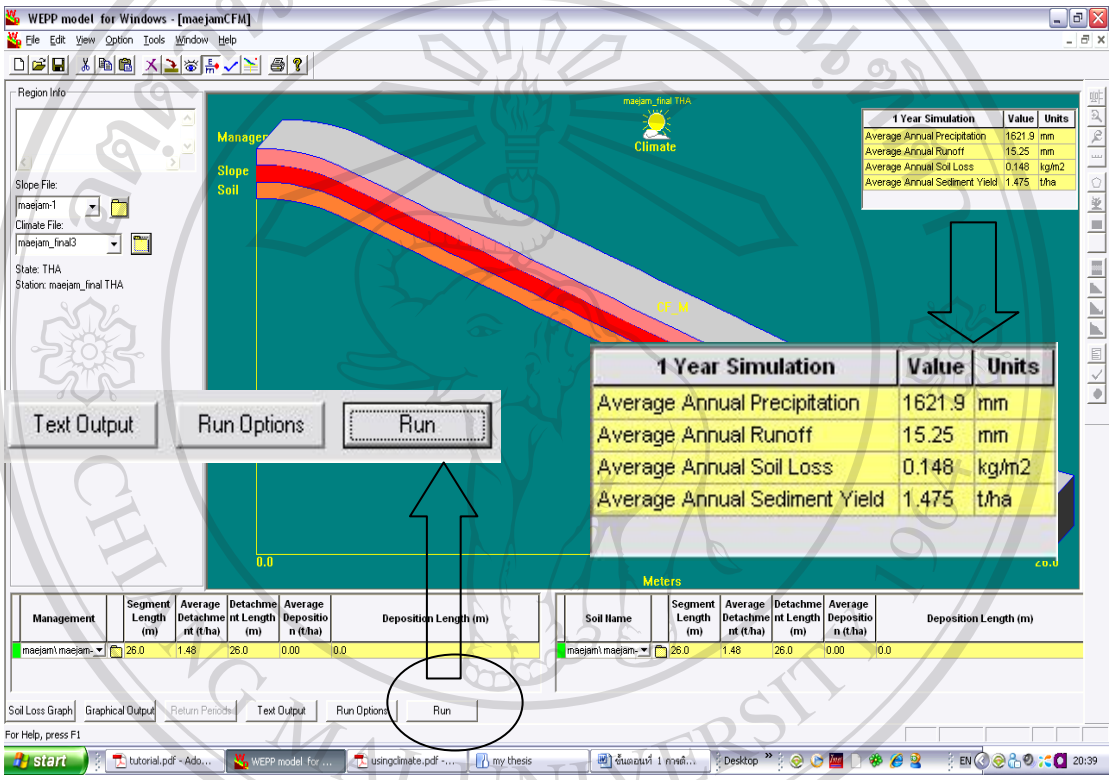
รูปที่ 3.21 แสดงวิธีการบันทึกค่าของตัวแปรต่างๆ ในตารางด้านพืช และ การจัดการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากทำการบันทึกข้อมูลเสร็จแล้วให้ผู้ใช้กด SAVE AS เพื่อที่จะตั้งเป็นข้อมูลด้านพืชและข้อมูลด้านการจัดการใหม่ โดยวิธีการคล้ายกับการสร้างข้อมูลด้านความลาดเท และข้อมูลดิน

3.5.5 การประเมินปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการชะกร่อนโดยใช้แบบจำลอง

หลังจากที่ทำการสร้างข้อมูลปัจจัยต่างๆที่จำเป็นสำหรับการประเมินค่าในแบบจำลองแล้ว ผู้ใช้จะทำการประเมินโดยเลือกผ่านไอคอน RUN ดังรูปที่ 3.22 ผลที่ได้จากการประเมินจะแสดงอยู่บริเวณมุมขวามือของหน้าต่าง



รูปที่ 3.22 แสดงการประเมินปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการชะกร่อนโดยใช้แบบจำลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.6. การวิเคราะห์ทางสถิติ

(i) นำข้อมูลปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการสูญเสียดินจากการชะกร่อนที่ได้จากการประเมินโดยใช้แบบจำลอง WEPP เปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จริงจากแปลงทดลองภายใต้วิธีการปลูกพืชเชิงอนุรักษ์ 3 วิธี คือ CP, CP-BM และ CF-M รวมทั้งจากแปลงที่ว่างเปล่า (Ba) โดยใช้การหาค่าสหสัมพันธ์และสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ประเมินได้จากแบบจำลอง คือ ปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดินจากการชะกร่อน (Estimated Runoff, Estimated -Ro) และการสูญเสียดิน (Estimated Soil loss, Estimated-Sl) เปรียบเทียบกับค่าดังกล่าวที่วัดได้จากแปลงทดลอง คือ Measured-Ro และ Measured-Sl

(ii) เปรียบเทียบข้อมูลและประสิทธิภาพของแบบจำลอง Water Erosion Prediction Project และการสูญเสียดินที่วัดได้จริงจากแปลงทดลองโดยวิธี Root Mean Square Error (RMSE)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved