# บทที่ 3

# วิธีการวิจัย

## 3.1 พื้นที่ศึกษา

***ลุ่มน้ำแม่ทา*** (ภาพที่ 3.1) เป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำสาขาแม่กวง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำหลักลุ่มน้ำปิง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 18° 15′ 49″ ถึง 18° 48′ 29″ องศาเหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 98° 54′ 53″ ถึง 99° 21′ 41″ องศาตะวันออก โดยมีอาณาเขตครอบคลุม 2 อำเภอ คือ อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน และกิ่งอำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ สภาพทางกายภาพของพื้นที่ตั้งอยู่ในช่วงความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 284 ถึง 1,384 เมตร มีขนาดพื้นที่ประมาณ 96,000 เฮกตาร์ (592,632.41 ไร่) โดยมีลำน้ำหลักคือ น้ำแม่ทา โดยลุ่มน้ำแม่ทาตอนบนมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงเชิงเขา ล้อมรอบไปด้วยพื้นที่ป่าไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติขุนตาล ในแนวเทือกเขาผีปันน้ำตะวันตก ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำแม่ทา ลักษณะป่าไม้ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทาตอนบนเป็นป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักและไม้แดงจำนวนมาก ลุ่มน้ำแม่ทาตอนกลางมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ลาดเชิงเขาลาดยาวไปตามลำน้ำแม่ทา บางแห่งเป็นที่ราบลุ่มระหว่างภูเขา มีลำห้วยไหลผ่าน ป่าไม้ส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขา ในปัจจุบันพื้นที่ป่าหลายส่วนมีความเสื่อมโทรมมาก เนื่องจากมีชาวบ้านเข้าไปแผ้วถางเป็นที่ทำกินเป็นจำนวนมาก ส่วนลุ่มน้ำแม่ทาตอนล่างมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ไม่มีภูเขาสูงและป่าไม้ และที่ราบเชิงเขา มีพื้นที่ภูเขาและป่าไม้ (ถาวร และคณะ, 2552)

จากลักษณะสภาพภูมิประเทศทำให้ลุ่มน้ำแม่ทามีข้อจำกัดในเรื่องที่ดินและทรัพยากรสำหรับทำการเกษตร ซึ่งในบางพื้นที่ถึงขั้นเป็นสาเหตุให้เกิดข้อขัดแย้งระหว่างการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมและพื้นที่อนุรักษ์ นอกจากนี้ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทายังเกิดปัญหาภัยพิบัติที่เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำ กล่าวคือ ในช่วงฤดูแล้งประมาณเดือน ก.พ. - เม.ย. จะเกิดภัยแล้งรุนแรงโดยเฉพาะตอนล่างของลุ่มน้ำไม่มีน้ำใช้ แต่ในช่วงฤดูฝน น้ำจะไหลมาแรงมากและไม่มีที่กักเก็บน้ำ โดยเฉพาะช่วงเดือน ก.ค. - ส.ค. จะเกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรง น้ำป่าไหลหลาก ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อทรัพยากรและการประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ถาวร และคณะ, 2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.2 กรอบการทำงาน**

ในการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร และการจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

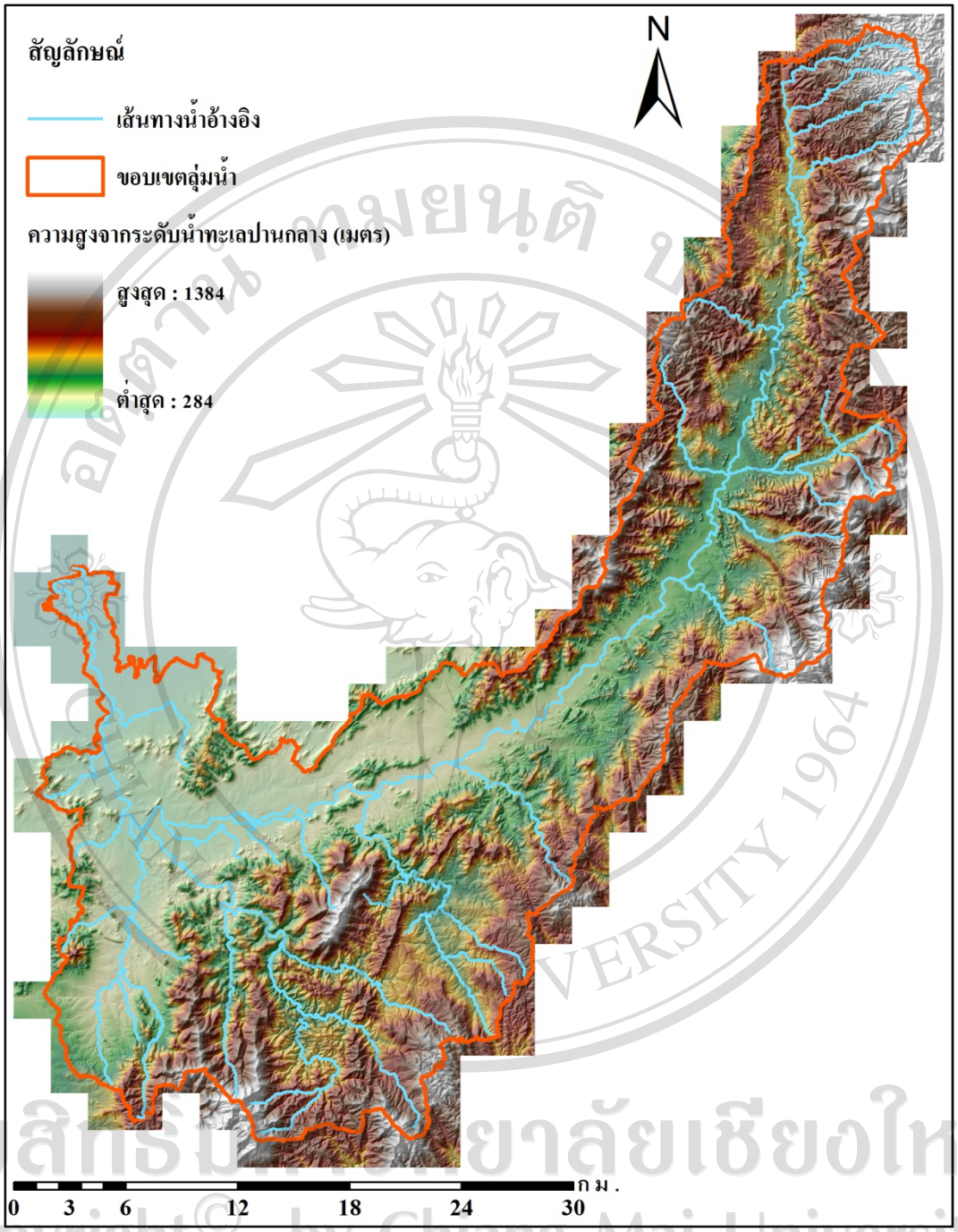
**(1)** การรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้สอดคล้องกับการใช้งาน

**(2)** การประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง SWAT ประกอบด้วยการตั้งค่าแบบจำลองให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ และการปรับมาตรฐานแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากสถานีอุทกวิทยาในพื้นที่

**(3)** การประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร โดยใช้ข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของพื้นที่การเกษตร และข้อมูลปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำจากแบบจำลอง SWAT

**(4)** การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินทางเกษตร เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**ภาพที่ 3.1** แผนที่พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 3.3 การรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

ข้อมูลเพื่อการวิจัยได้รวบรวมตามวัตถุประสงค์การใช้งาน โดยมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** ชั้นข้อมูลที่ใช้เพื่อการวิจัย

| ชั้นข้อมูล | แหล่งข้อมูล |
|---|---|
| 1. ชั้นข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) ขนาดรายละเอียด 10 x 10 เมตร<br>ชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำย่อยระดับที่ 3 และชั้นข้อมูลเส้นทางระบายน้ำหลักลุ่มน้ำย่อยระดับที่ 3<br>ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์การใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 และปฏิทินการเกษตร | โครงการวิจัยระบบวิเคราะห์ทางเลือกสำหรับการประกอบอาชีพเกษตรกรรมตามฐานทรัพยากรในลุ่มน้ำ (ถาวร และคณะ, 2552) |
| 2. ชั้นข้อมูลดิน และตารางคุณสมบัติดิน | กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ |
| 3. ชั้นข้อมูลภูมิอากาศ | ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ |
| 4. ชั้นข้อมูลสถานีอุทกวิทยา | ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ |
| 5. ชั้นข้อมูลอ่างเก็บน้ำ | โครงการชลประทานเชียงใหม่ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์ และสอบถามจากประธานกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 3.4 การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT

การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การสร้างข้อมูลตามขอบเขตลุ่มน้ำ (2) การสร้างหน่วยจัดการอุทกวิทยา (HRUs) (3) การจัดเตรียมข้อมูลและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของแบบจำลอง SWAT (4) การเพิ่มการจัดการระบบพืช

และการกำหนดช่วงระยะเวลาในการคำนวณ และ (5) การปรับมาตรฐานแบบจำลอง SWAT ซึ่งขั้นตอนและกระบวนการดังกล่าวนี้ ได้ใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop 9.2 (ESRI, 2006) และโปรแกรม ArcSWAT 2.1.6 (SWAT, 2009) เป็นโปรแกรมเสริม

### 3.4.1 การสร้างข้อมูลอุทกวิทยาตามขอบเขตลุ่มน้ำ

ในการสร้างข้อมูลอุทกวิทยาตามขอบเขตลุ่มน้ำ ได้ใช้ DEM ร่วมกับชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำย่อยระดับที่ 3 และชั้นข้อมูลเส้นทางระบายน้ำหลักลุ่มน้ำย่อยระดับที่ 3 เพื่อให้ได้ข้อมูลอุทกวิทยาของแต่ละลุ่มน้ำย่อยตามขอบเขตที่กำหนด และสอดคล้องกับภูมิประเทศ หลังจากนั้นทำการคำนวณค่าตัวแปรด้านคุณลักษณะของ Geomorphic ในแต่ละลุ่มน้ำย่อย แล้วทำการเพิ่มชั้นข้อมูลอ่างเก็บน้ำเฉพาะลุ่มน้ำย่อยที่มีอ่างเก็บน้ำ โดยแต่ละลุ่มน้ำย่อยจะมีชั้นข้อมูลอ่างเก็บน้ำได้เพียงหนึ่งแห่ง

### 3.4.2 การสร้างหน่วยจัดการอุทกวิทยา

หน่วยจัดการอุทกวิทยา (Hydrologic Response Units, HRUs) เป็นหน่วยแผนที่ที่ได้จากการซ้อนทับ ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลดิน และชั้นข้อมูลความลาดชัน ในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย เพื่อใช้เป็นตัวแทนด้านเชิงพื้นที่ และตัวแปรด้านอุทกวิทยา สำหรับการคำนวณในแบบจำลอง SWAT

***การเตรียมชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน***

ทำการแก้ไขคุณสมบัติของชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการสร้างรหัสการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ตรงกับฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของโปรแกรม ArcSWAT หลังจากนั้นทำการแปลงชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลแบบ Shape file เป็นข้อมูลแบบ ESRI Grid และสร้างชั้นข้อมูลตารางรหัสการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อใช้เชื่อมโยงข้อมูลกับชั้นข้อมูล ESRI Grid

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

***การเตรียมชั้นข้อมูลดิน***

ทำการเพิ่มข้อมูลคุณสมบัติดินของแต่ละชุดดิน ในฐานข้อมูลดินของโปรแกรม ArcSWAT หลังจากนั้นทำการแปลงชั้นข้อมูลดิน จากชนิดข้อมูล Shape file เป็นชนิดข้อมูล ESRI Grid และสร้างชั้นข้อมูลตารางรหัสชุดดิน เพื่อใช้เชื่อมโยงข้อมูลกับชั้นข้อมูล ESRI Grid

***การสร้าง HRUs***

นำเข้าชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบ ESRI Grid แล้วทำการเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับชั้นข้อมูลตารางรหัสการใช้ประโยชน์ที่ดิน เสร็จแล้วทำการสร้างชั้นข้อมูลใหม่ ต่อไปนำเข้าชั้นข้อมูลดินแบบ ESRI Grid แล้วทำการเชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับตารางชื่อชุดดิน เสร็จแล้วทำการสร้างชั้นข้อมูลใหม่ ส่วนชั้นข้อมูลความลาดชัน จะสร้างมาจากชั้นข้อมูล DEM โดยจะทำการแบ่งช่วงชั้นความลาดชันตามค่าร้อยละของความลาดชัน ออกเป็น 5 ช่วงชั้น ได้แก่ (A) 0-2 (B) 2-5 (C) 5-12 (D) 12-35 และ (E) มากกว่า 35 หลังจากนั้นทำการสร้างชั้นข้อมูลช่วงชั้นความลาดชัน เมื่อเตรียมชั้นข้อมูลครบทั้ง 3 ชั้น ก็ทำการสร้าง HRUs ด้วยการซ้อนทับข้อมูลทั้ง 3 ชั้นข้อมูลเข้าด้วยกัน

***การยุบรวม HRUs***

การยุบรวม HRUs คือการลดจำนวนของ HRUs ที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดที่กำหนด ในแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยนำพื้นที่ที่ถูกยุบไปรวมกับพื้นที่ของ HRUs ที่เหลือ เพื่อใช้เป็น HRUs ตัวแทนของแต่ละลุ่มน้ำย่อย ในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกใช้วิธีการยุบรวม HRUs แบบร้อยละของพื้นที่ โดยเริ่มจากทำการยุบรวมพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ที่มีขนาดน้อยกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย แล้วทำการยุบรวมพื้นที่ชุดดินที่มีขนาดน้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน หลังจากนั้นทำการยุบรวมพื้นที่ช่วงชั้นความลาดชันที่มีขนาดน้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ชุดดิน โดยสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ตามความเหมาะสมกับพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 3.4.3 การจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของแบบจำลอง SWAT

ทำการสร้างชั้นข้อมูลตาราง ประกอบด้วย ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ปริมาณฝนรายวันของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน ตำแหน่งสถานีวัดอุณหภูมิ อุณหภูมิรายวันของแต่ละสถานีวัดอุณหภูมิ ตำแหน่งสถานีวัดรังสีดวงอาทิตย์ ตำแหน่งสถานีวัดความเร็วลม ตำแหน่งสถานีวัดความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รายวันของแต่ละสถานีวัดรังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลมของแต่ละสถานีวัดความเร็วลม และปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละสถานีวัดความชื้นสัมพัทธ์ ให้ตรงตามรูปแบบโครงสร้างตารางของโปรแกรม ArcSWAT หลังจากนั้นนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เพื่อทำการคำนวณค่าตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยาในแต่ละลุ่มน้ำย่อย เสร็จแล้วทำการสร้างไฟล์ข้อมูลตัวหนังสือ (Text file) ของข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ให้อยู่ในรูปแบบที่แบบจำลอง SWAT ต้องการ

### 3.4.4 การปรับแก้ข้อมูลและการกำหนดช่วงระยะเวลาในการคำนวณแบบจำลอง SWAT

ข้อมูลอ่างเก็บน้ำที่นำเข้าในขั้นตอนการสร้างข้อมูลอุทกวิทยาตามขอบเขตลุ่มน้ำ ยังเป็นเฉพาะข้อมูลเชิงพื้นที่ต้องทำการเพิ่มข้อมูลคุณลักษณะของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ พื้นที่อ่างเก็บน้ำ และปริมาตรอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลการจัดการอ่างเก็บน้ำ ประกอบด้วย ช่วงระยะเวลาที่ทำการเปิดปิดน้ำ ปริมาณการปล่อยน้ำสูงสุดและต่ำสุดของเดือน และปริมาตรที่ต้องการกักเก็บน้ำของเดือน

เพื่อให้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินสอดคล้องกับพื้นที่จริง จึงจำเป็นต้องทำการเพิ่มข้อมูลการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งเป็น พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม สำหรับพื้นที่ป่าไม้ได้เพิ่มข้อมูล ด้านความอุดมสมบรูณ์ของป่าไม้ที่มีผลต่อค่า $CN$ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มข้อมูลด้านการจัดการระบบพืช ประกอบด้วย วันที่เริ่มปลูก และวันเก็บเกี่ยว ต่อเนื่องกันตามระบบพืช และข้อมูลด้านความต้องการน้ำชลประทานของพืช โดยแยกเป็น ความต้องการน้ำชลประทานของนาข้าวคำนวณได้จากสมการ (10) และความต้องการน้ำชลประทานของพืชไร่และพืชสวน คำนวณได้จากสมการ (9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 3.5 การปรับมาตรฐานแบบจำลอง SWAT

กำหนดจุดสถานีอุทกวิทยาให้เป็นจุดรวมน้ำ (Outlet) ของลุ่มน้ำในแบบจำลอง SWAT แล้วทำการประเมินปริมาณน้ำตามขั้นตอนที่ 3.4 เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง SWAT กับค่าที่ได้จากสถานีอุทกวิทยา โดยคำนวณค่า $r^2$ และค่า $E$ จากสมการ (2) และสมการ (3) ตามลำดับ ถ้าหากผลลัพธ์ค่า $r^2$ และค่า $E$ มีค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ก็สามารถทำการปรับแก้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจัดการระบบพืช ให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยมากขึ้น จะทำให้ค่า $r^2$ และค่า $E$ เข้าใกล้ค่าที่ยอมรับได้มากขึ้น

### 3.6 การประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร

การประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตรต้องการข้อมูลปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำที่ใช้ในการเกษตรของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ดังนั้นจึงได้ใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินปริมาณน้ำท่า และทำการหาปริมาณน้ำที่ใช้ในทำการเกษตร จากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตรโดยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ใน GIS โดยใช้อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำการเกษตรกับปริมาณน้ำท่าของแต่ละลุ่มน้ำย่อยเป็นดัชนีชี้วัด

ปริมาณน้ำท่า (Water yield) เป็นปริมาณน้ำสุทธิที่ลุ่มน้ำสามารถปลดปล่อยลงลำน้ำในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ได้จากผลรวมของปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน ปริมาณการไหลของน้ำใต้ดินผ่านชั้นดินลงลำน้ำ (Lateral flow) และปริมาณการไหลของน้ำจาก Shallow aquifer หรือ Base flow ลบด้วยการสูญเสียปริมาณการสูญเสียจากการซึมลึกลงไปใต้ลำน้ำ (Transmission losses) และปริมาณน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในสระน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย หน่วยของปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้คือ มิลลิเมตร ของน้ำ ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ทำการแปลงหน่วยให้เป็น ลูกบาศก์เมตร (ลูกบาศก์เมตร) ของลุ่มน้ำย่อยโดยการคูณปริมาณน้ำท่าด้วยพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อย

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเกษตรได้ใช้ความต้องการน้ำชลประทานของพืชเป็นตัวแทนในการคำนวณ ซึ่งได้จากการคำนวณตามสมการ (9) สำหรับพืชทั่วไป แต่สำหรับการปลูกข้าวแบบขังน้ำต้องคิดปริมาณน้ำที่ขังไว้ในนาข้าวด้วย สามารถคำนวณได้จากสมการ (10) เมื่อได้ปริมาณน้ำที่ในการชลประทานให้พืชภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ แล้วทำการคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ในการเกษตรของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็น ลูกบาศก์เมตร ของลุ่มน้ำย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 3.7 การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินทางเกษตร

การจำลองสถานการณ์โดยการเปลี่ยนระบบพืช จากระบบพืชของการใช้ประโยชน์ที่ดินทางเกษตรปี พ.ศ. 2550 เป็นระบบพืชใหม่ตาม เมธี และคณะ (2548) ที่ได้ประเมินความเหมาะสมเชิงกายภาพของที่ดินในการปลูกพืช ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ทา ได้คัดเลือกพืชที่มีความเหมาะสมเชิงกายภาพมากที่สุดของแต่ละพื้นที่ภายในลุ่มน้ำมาเป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินทางเกษตร หลังจากนั้นทำการประเมินประมาณน้ำท่าโดยนำเข้าชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ แทนชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้ก็จะนำไปประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ร่วมกับข้อมูลปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ที่คำนวณความต้องการน้ำชลประทานของพืชตามสมการ (9) และสมการ (10) ของการปลูกพืชทั่วไป และปลูกข้าวแบบขังน้ำ ตามลำดับ

เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ได้การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินทางเกษตร กับผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ได้จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสนับสนุนการวางแผนการใช้น้ำเพื่อการเกษตรให้สอดคล้องกับทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved