



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

ปริญญา

การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง เพื่อการใช้ประโยชน์  
ที่ดินอย่างยั่งยืน

Spatial Analysis of Drought Area in Mae Klang Watershed for Sustainable Land Use

นามผู้วิจัย

นางสาวจิตราพร สวัสดิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจน์เขจร ชูชีพ, Dr.rer.nat. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( รองศาสตราจารย์วิระศักดิ์ อุดมโชค, D.Tech.Sc. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( อาจารย์ปิยพงษ์ ทองดินอก, ป.ร.ค. )

ประธานสาขาวิชา

( รองศาสตราจารย์วัชรินทร์ จินตนา, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

Spatial Analysis of Drought Area in Mae Klang Watershed for Sustainable Land Use

โดย

นางสาวจิตราพร สวัสดิ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิตรพร สวัสดิ์ 2554: การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน) สาขาวิชาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจน์เพชร ชูชีพ, Dr.rer.nat. 147 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และเสนอแนะแนวทางเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ทำการศึกษวิเคราะห์ 7 เกณฑ์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ค่าการใช้น้ำของพืช ความหนาแน่นของลำธาร ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และความลาดชัน ร่วมกับการประยุกต์ใช้วิธีการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นเพื่อลำดับหน่วยพื้นที่ศึกษาและจัดกลุ่มตามระดับความเสี่ยงภัยแล้งเป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง

จากการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางที่มีเนื้อที่ทั้งหมด 606.07 ตารางกิโลเมตร พบว่าถูกจัดเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด 3,528 ไร่ หรือ 5.65 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมาก 16,541 ไร่ หรือ 26.47 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง 103,055 ไร่ หรือ 164.85 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งน้อย 192,959 ไร่ หรือ 308.73 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง 62,711 ไร่ หรือ 100.34 ตารางกิโลเมตร โดยแนวทางบรรเทาภาวะภัยแล้งในพื้นที่ที่สามารถกระทำได้ตามแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน คือ การป้องกันรักษาและฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ การสร้างแหล่งเก็บกักน้ำ การจัดระบบปลูกพืชโดยการเลือกชนิดพันธุ์พืชและช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม และการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยการปลูกหญ้าแฝก และการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน

Jitraporn Sawadee 2011: Spatial Analysis of Drought Area in Mae Klang Watershed for Sustainable Land Use. Master of Science (Sustainable Land Use and Natural Resource Management), Major Field: Sustainable Land Use and Natural Resource Management, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor Kankhajane Chuchip, Dr.rer.nat. 147 pages.

The aim of this study was to determine drought risk area in Mae Klang watershed for supporting sustainable land use. This was successfully done by using GIS techniques by means of spatial analysis and multi - criteria analysis. Seven factors related to drought were evaluated, namely, average annual rainfall, land use, soil water holding capacity, evapotranspiration (ET), stream density, area of sub-watershed, and slope. The analytical hierarchy process (AHP) was applied to prioritize each unit area of the watershed and to categorize the area into 5 classes of drought according to risk levels, i.e., severe risk, high risk, moderate risk, low risk, and no risk.

The study showed that the 606.07 square kilometers of Mae Klang watershed could be classified and mapped as severe risky area, high risky area, moderate risky area, and no risky area covering an area of 6.65, 26.47, 164.85, 308.73, and 100.34 sq.km., respectively. To mitigate the hazard by drought for this area, maintaining and rehabilitating forest cover, providing water reservoir, managing appropriate cropping systems in terms of selecting tolerance plant species and proper planting period, and adopting soil and water conservation methods were suggested in order to follow the concept of sustainable land use.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงของอาจารย์ ผศ.ดร.กาญจน์เขจร ชูชีพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ.ดร.วีระศักดิ์ อุดมโชค และ ดร.ปิยพงษ์ ทองดินนอก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ เพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์มากยิ่งขึ้น และกำลังใจที่ดีตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้กับผู้วิจัย

ขอบคุณ ผอ.ไพฑูรย์ คดีธรรม ผู้อำนวยการสำนักป้องกันภัยธรรมชาติและความเสี่ยงทาง การเกษตร กรมพัฒนาที่ดินที่ได้ให้โอกาสแก่ผู้วิจัยในการศึกษาต่อในครั้งนี้ ตลอดจนผู้บังคับบัญชาทุกท่านและเพื่อนร่วมงานทุกคน ที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ และขอขอบคุณ พี่แดงในการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณ พี่พิมพ์ พี่เหม่ม และพี่เก สำหรับคำปรึกษาในทุกเรื่อง

ขอบคุณเพื่อน ๆ SLUSE รุ่นที่ 5 ทุกคนที่ช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และขอขอบคุณ คณาจารย์และบุคลากรของศูนย์การศึกษการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ที่ได้ให้ความรู้และการช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยมาตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา

ที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณ คุณพ่อสมศักดิ์ คุณแม่สมพร และสมาชิกครอบครัวสวัสดิ์ทุกคน ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจ จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิตอีกก้าวหนึ่ง ขอขอบคุณค่ะ

จิตราพร สวัสดิ์

พฤษภาคม 2554

## สารบัญ

### หน้า

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| สารบัญ                     | (1) |
| สารบัญตาราง                | (2) |
| สารบัญภาพ                  | (5) |
| คำนำ                       | 1   |
| วัตถุประสงค์               | 3   |
| การตรวจเอกสาร              | 6   |
| อุปกรณ์และวิธีการ          | 46  |
| อุปกรณ์                    | 46  |
| วิธีการ                    | 46  |
| ผลและวิจารณ์               | 60  |
| สรุปและข้อเสนอแนะ          | 114 |
| สรุป                       | 114 |
| ข้อเสนอแนะ                 | 115 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง       | 116 |
| ภาคผนวก                    | 121 |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน | 147 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                                                                                           | หน้า |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | การจัดกลุ่มประเภทข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการกำหนดเขตภัยแล้ง<br>โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม                                     | 24   |
| 2        | การจัดกลุ่มประเภทข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการกำหนดเขตภัยแล้ง<br>โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย                                                              | 25   |
| 3        | เปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปร ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่<br>เสี่ยงภัยแล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการ<br>จำแนกกลุ่ม | 26   |
| 4        | ช่วงค่าตัวแปร จำแนกตามระดับความเสี่ยงภัยแล้งตามวิธีประเมินโดยสถิติ<br>จำแนกกลุ่มตัวแปร                                                                    | 30   |
| 5        | การกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งประเทศไทยของกรมพัฒนาที่ดิน                                                                                         | 33   |
| 6        | ปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดเขตภัยแล้งโดยหน่วยงานต่าง ๆ                                                                                                  | 36   |
| 7        | ลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบทีละคู่ (pairwise comparison scale)                                                                                        | 39   |
| 8        | ดัชนีค่าคู่ของความไม่สมเหตุสมผล (random inconsistency index : RI)                                                                                         | 41   |
| 9        | ข้อมูลของปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การเกิดภัยแล้งบริเวณ<br>ลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่                                                 | 49   |
| 10       | เมตริกเปรียบเทียบปัจจัยแบบทีละคู่ (pairwise comparison matrix)                                                                                            | 54   |
| 11       | การคำนวณน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย (normalized pairwise comparison matrix)                                                                                        | 56   |
| 12       | การคำนวณหาเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล (weighted sum vectors)                                                                                                   | 57   |
| 13       | เนื้อที่กลุ่มชุดดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง                                                                                                                   | 60   |
| 14       | ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จัดขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้ง                                                                                        | 62   |
| 15       | ระดับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง                                                                                                    | 70   |
| 16       | ข้อมูลสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล                                                                                                       | 72   |
| 17       | เนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง                                                                                                          | 74   |
| 18       | จำนวนจุดภาพในแต่ละระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง จากแผนที่ของกรม<br>พัฒนาที่ดิน                                                                         | 76   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

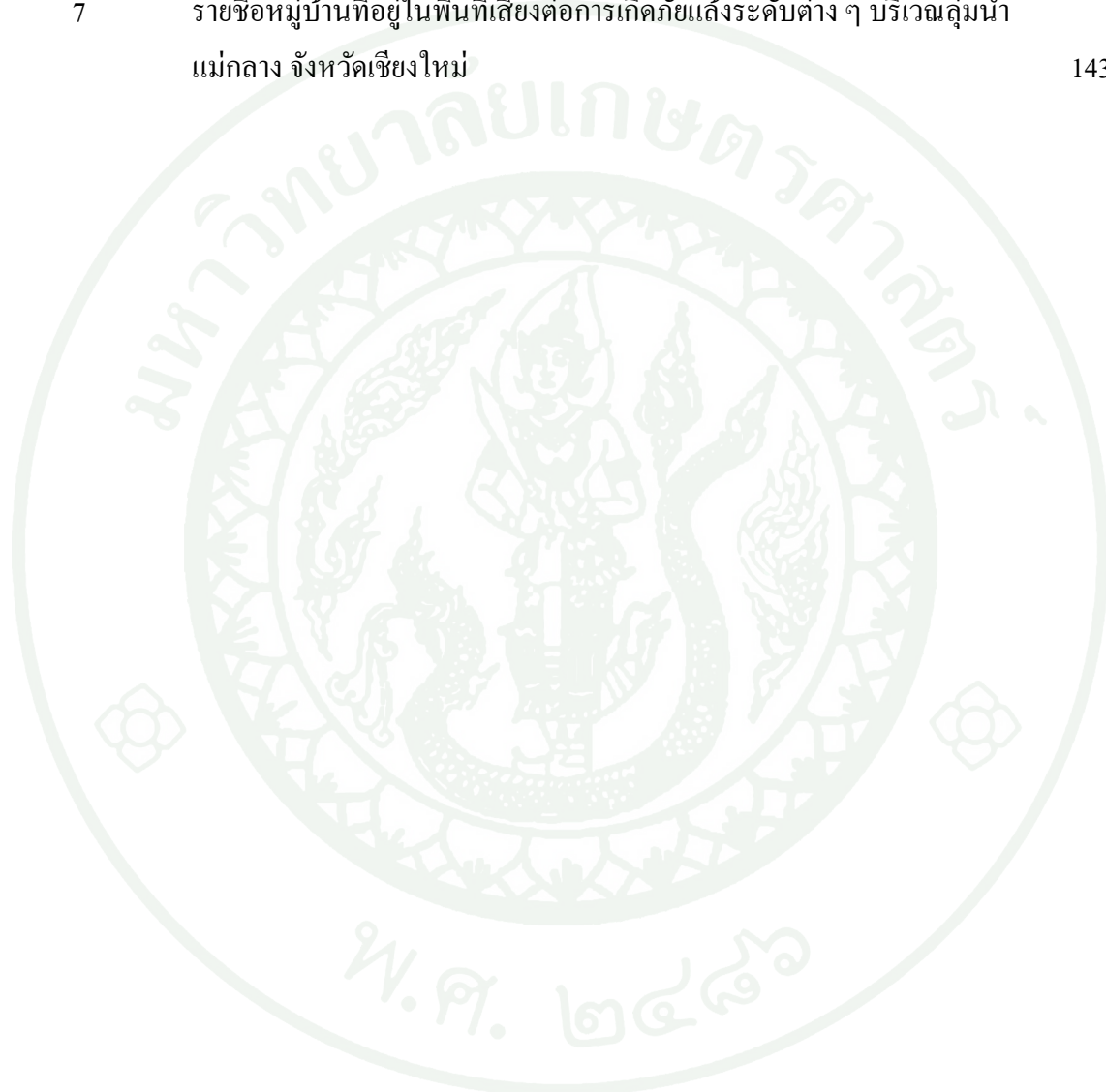
| ตารางที่ |                                                                                                                | หน้า |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 19       | สรุปความสัมพันธ์ของปัจจัยพื้นฐานต่างๆ กับค่าเปอร์เซ็นต์ coincide value (CV) บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง               | 84   |
| 20       | สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกันร่วมกับแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปี 2553 จากกรมพัฒนาที่ดิน | 87   |
| 21       | เมตริกเปรียบเทียบทีละคู่ (pairwise comparison matrix)                                                          | 90   |
| 22       | ค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของเกณฑ์ (normalized matrix)                                                                 | 91   |
| 23       | สรุปการคำนวณค่าเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล                                                                          | 92   |
| 24       | เนื้อที่ภัยแล้งระดับต่างๆ แบ่งตามช่วงค่าคะแนน                                                                  | 93   |
| 25       | จำนวนหมู่บ้านในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ                                                       | 96   |
| 26       | เนื้อที่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายตำบล ลุ่มน้ำแม่กลาง                                                            | 97   |
| 27       | ตารางเนื้อที่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน                                          | 105  |
| 28       | ตารางเนื้อที่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามค่าการใช้น้ำของพืช                                                  | 106  |
| 29       | ตารางเนื้อที่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามลักษณะความลาดชันของพื้นที่                                          | 107  |
| 30       | ตารางเนื้อที่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี                                             | 109  |
| 31       | สรุปลักษณะของระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง                                             | 110  |
| 32       | สรุปลักษณะของพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง โดยกรมพัฒนาที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง                         | 111  |

## ตารางผนวกที่

|   |                                                                                                            |     |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 | ข้อมูลการใช้น้ำของพืชในจังหวัดเชียงใหม่                                                                    | 122 |
| 2 | เนื้อที่ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่                                    | 124 |
| 3 | ค่าเปอร์เซ็นต์ coincided value : CV ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง | 131 |
| 4 | ค่าคะแนนมาตรฐานของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง                      | 138 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่ |                                                                                                         | หน้า |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 7            | รายชื่อหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่ | 143  |



## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                  | หน้า |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | ขั้นตอนและวิธีการศึกษา                                                                           | 4    |
| 2      | สภาวะปกติและสภาวะเอลนีโญ                                                                         | 11   |
| 3      | สภาวะปกติและสภาวะลานีญา                                                                          | 13   |
| 4      | โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (analytic hierarchy process)                          | 39   |
| 5      | แผนที่ขอบเขตการปกครองบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่                           | 43   |
| 6      | แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่                         | 44   |
| 7      | แผนที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่               | 45   |
| 8      | ขั้นตอนการศึกษาวเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง                                            | 47   |
| 9      | แนวคิดและการคำนวณค่า CV เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกใช้ปัจจัยในการกำหนดพื้นที่ภัยแล้ง    | 52   |
| 10     | แผนที่กลุ่มชุดดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่                              | 61   |
| 11     | แผนที่ระดับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่        | 71   |
| 12     | แผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2522-2552) บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ | 73   |
| 13     | แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่                      | 75   |
| 14     | ช่วงค่าของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV                                    | 77   |
| 15     | ช่วงค่าของความหนาแน่นของลำน้ำ โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV                                        | 78   |
| 16     | ช่วงค่าของขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV                                  | 79   |
| 17     | ช่วงค่าของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV                                 | 80   |
| 18     | ช่วงค่าของค่าการใช้น้ำของพืช โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV                                         | 81   |
| 19     | ช่วงค่าของความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV                               | 82   |
| 20     | ช่วงค่าของความลาดชันของพื้นที่ โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV                                       | 83   |
| 21     | แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง                                                         | 95   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                    | หน้า |
|--------|--------------------------------------------------------------------|------|
| 22     | แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.ช่วงเปา อ.จอมทอง        | 99   |
| 23     | แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.คอยแก้ว อ.จอมทอง        | 100  |
| 24     | แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.บ้านหลวง อ.จอมทอง       | 101  |
| 25     | แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.สบเตี๊ยะ อ.จอมทอง       | 102  |
| 26     | แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.คอยหล่อ กิ่ง อ.คอยหล่อ  | 103  |
| 27     | แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.สันติสุข กิ่ง อ.คอยหล่อ | 104  |

## การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

### Spatial Analysis of Drought Area in Mae Klang Watershed for Sustainable Land Use

#### คำนำ

ปัจจุบันภาวะโลกร้อนได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกทำให้กระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมมนุษย์ในวงกว้างได้แก่ ผลกระทบต่อระดับและกระแสน้ำในมหาสมุทร การเปลี่ยนแปลงของกระแสและทิศทางลม ความรุนแรงของพายุเขตร้อน ระบบวัฏจักรของน้ำ ระบบนิเวศด้านการเปลี่ยนแปลงหรือการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงด้านทรัพยากรต่าง ๆ กิจกรรมประเภทต่าง ๆ ทั้งทางด้านการเกษตร เศรษฐกิจ รวมถึงทางด้านที่อยู่อาศัยและสุขอนามัยของประชาชนในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลก

ปรากฏการณ์หนึ่งที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศของโลกคือ ปรากฏการณ์เอลนีโญและปรากฏการณ์ลานีญา หากเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ปริมาณฝนของประเทศไทยมีแนวโน้มว่าจะต่ำกว่าปกติ โดยเฉพาะฤดูร้อนและต้นฤดูฝน ในขณะที่อุณหภูมิของอากาศจะสูงกว่าปกติ ในขณะที่ปรากฏการณ์ลานีญาจะทำให้เกิดผลกระทบในทางตรงข้ามกัน โดยประเทศไทยจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติทุกฤดู ปรากฏการณ์ลานีญาที่มีขนาดปานกลางถึงรุนแรงจะส่งผลให้ปริมาณฝนของประเทศไทยสูงกว่าปกติมากขึ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546) ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งสองนี้ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยทั้งสิ้น แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นและชัดเจนที่สุดในประเทศไทยคือ ภัยแล้ง ซึ่งเป็นผลมาจากปรากฏการณ์เอลนีโญที่มีความรุนแรงมาก ทั้งยังส่งผลกระทบในวงกว้าง โดยทั่วไปประเทศไทยจะเกิดภัยแล้งเป็นประจำในช่วงฤดูแล้งของทุกปีแต่จะมีความรุนแรงในระดับที่ต่างกัน ภัยแล้งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีผลกระทบต่อกิจกรรมด้านต่าง ๆ ของประชากร โดยเป็นภัยแล้งที่เกิดจากการขาดน้ำฝน หรือฝนแล้ง และเกิดภาวะฝนทิ้งช่วง ผลของการเกิดภัยแล้งจะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ เกิดความสูญเสียทางการเพาะปลูก ป่าไม้ ประมง รวมถึงผลกระทบทางด้านสังคม มีผลต่อประชากรทางด้านสุขภาพอนามัย ความขัดแย้งในการใช้น้ำ รวมทั้งผลด้านจิตใจของประชากรในพื้นที่ด้วย (นำพวัลย์, 2549)

การวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งในครั้งนี้ได้เลือกกลุ่มน้ำแม่กลาง เป็นกรณีศึกษา พื้นที่แห่งนี้จัดเป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำปิงซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีความสำคัญมากลุ่มน้ำหนึ่งของประเทศไทย ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายประเภท เช่น ป่าไม้ ไม้ผล ไร่ นา ที่อยู่อาศัย เป็นต้น พื้นฐานทางเศรษฐกิจอยู่ในภาคเกษตรกรรม โดยอาศัยน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในขั้นตอนการผลิต และยังมีแนวโน้มว่าจะมีการใช้น้ำในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ตามจำนวนของประชากรและกิจกรรมทางการเกษตรที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตอีกด้วย โดยเฉพาะในสถานการณ์ของโลกในปัจจุบันที่อยู่ในภาวะขาดแคลนพืชอาหาร และในขณะเดียวกันก็ยังมีความต้องการในเรื่องของการใช้น้ำในการปลูกพืชพลังงาน เพื่อการลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ อีกทั้งกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินบางประเภท ยังก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ทำให้สูญเสียทรัพยากรน้ำได้ การวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งในการศึกษานี้จึงเป็นการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีโอกาสที่จะเกิดภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการเตรียมความพร้อมรับสถานการณ์ภัยแล้งในพื้นที่ได้อย่างทันทั่วถึง เพื่อที่บรรเทาความรุนแรงและผลกระทบที่จะเกิดกับประชาชนในพื้นที่ได้

## วัตถุประสงค์

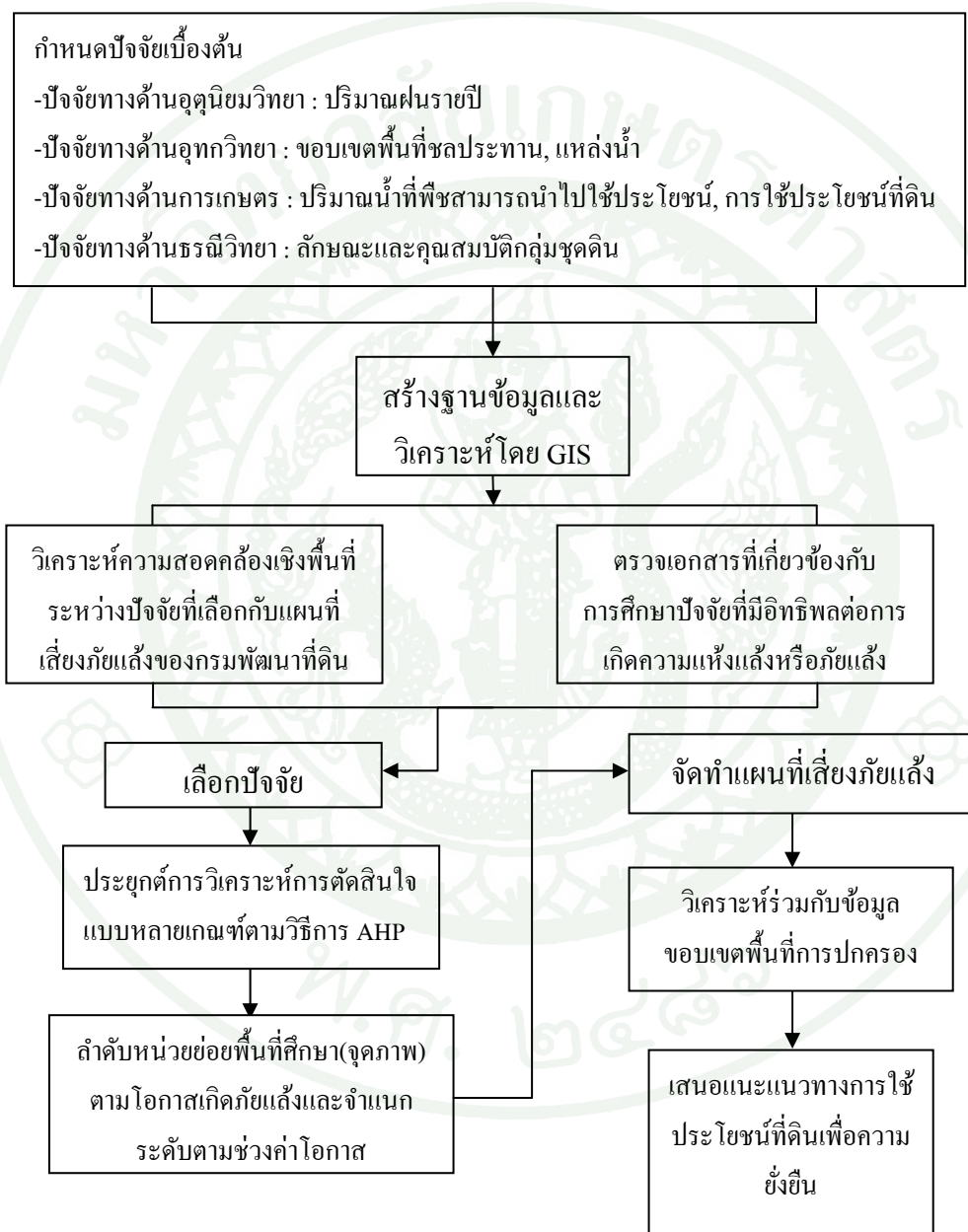
1. เพื่อวิเคราะห์หาโอกาสการเกิดพื้นที่ประสบภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่ น้ำแม่กลาง ภายใต้ปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพล
2. เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่ น้ำแม่กลาง
3. เพื่อเสนอแนวทางสำคัญเบื้องต้นที่สามารถนำไปสู่การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

## ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ ศึกษาเฉพาะภัยแล้งทางด้านการเกษตรโดยศึกษาปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา การเกษตรกรรม ป่าไม้ และปฐพีวิทยา บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่อำเภอจอมทอง และบางส่วนของกิ่งอำเภอดอยหล่อ อำเภอแม่แจ่ม อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

### กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลางเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน มีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา

## นิยามศัพท์

ภัยแล้ง หมายถึง ความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ อันเกิดจากการที่มีฝนน้อยกว่าปกติ หรือ ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล เป็นระยะเวลานานกว่าปกติ และครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำดื่ม น้ำใช้ พืชพันธุ์ไม้ต่างๆ ขาดน้ำ ทำให้ไม้เจริญเติบโตตามปกติเกิดความเสียหาย และความอดอยากทั่วไป

ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม (agricultural drought) หมายถึง ภัยแล้งที่เกิดจากภาวะฝนทิ้งช่วงซึ่งทำให้ดินขาดความชุ่มชื้นและขึ้นอยู่กับความต้องการน้ำของพืชที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตร (White and Glantz, 1985)

แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง เป็นแผนที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ซ้อนทับกันของข้อมูลด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา สภาพภูมิประเทศ การเกษตร และประมง

## การตรวจเอกสาร

### ภัยแล้ง

#### 1. ความหมายและสาเหตุของภัยแล้ง

Palmer (1965) กล่าวว่า ภัยแล้งหมายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้คนต่าง ๆ กันให้ความสนใจ ขึ้นอยู่กับความจำเพาะเจาะจงของเขาทั้งหลาย สำหรับชวนาภัยแล้งหมายถึง ความขาดแคลนน้ำในชั้นของรากพืช (root zone) ของพืชที่เขาปลูก สำหรับนักอุทกวิทยาภัยแล้งหมายถึง การต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับน้ำในแม่น้ำ ในทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำ สำหรับนักเศรษฐศาสตร์ภัยแล้งหมายถึง ความขาดแคลนที่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ Hisdal *et al.* (2000) ให้นิยามภัยแล้งว่า ภัยแล้งไม่เหมือนกับความแห้งแล้ง (aridity) เพราะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นชั่วคราวและสามารถบอกได้โดยการเบี่ยงเบนไปจากสภาวะปกติ กรมอุตุนิยมวิทยา (2546) กล่าวว่าภัยแล้งคือ ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้ง และส่งผลกระทบต่อชุมชน สาเหตุของการเกิดภัยแล้งโดยธรรมชาติ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ภัยธรรมชาติ ส่วนสาเหตุของการเกิดภัยแล้งโดยการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า สำหรับภัยแล้งในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากฝนแล้งและฝนทิ้งช่วง ซึ่งฝนแล้งเป็นภาวะที่ปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติหรือไม่ตกต้องตามฤดูกาล ความหมายฝนแล้งมีดังนี้ ในด้านอุตุนิยมวิทยาหมายถึง สภาวะที่มีฝนน้อยหรือไม่มีเลยในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งตามปกติควรจะต้องมี โดยขึ้นอยู่กับสถานที่และฤดูกาล ด้านการเกษตรหมายถึง สภาวะการขาดแคลนน้ำของพืช ด้านอุทกวิทยาหมายถึง สภาวะที่ระดับน้ำผิวดินและใต้ดินลดลง หรือน้ำในแม่น้ำ ลำคลองลดลง ด้านเศรษฐศาสตร์หมายถึง สภาวะการขาดแคลนน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจในภูมิภาค

ยุทธชัย และสรสฤษฎ์ (2548) สรุปสาเหตุความแห้งแล้งไว้ ดังนี้

1. การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของรังสีดวงอาทิตย์ การเกิดภาวะเรือนกระจก การใช้พลังงานต่าง ๆ จากการเผาผลาญเชื้อเพลิง การคายระเหยน้ำของพืชลดลงเนื่องจากพื้นที่ปลูกถูกปกคลุมด้วยถนนและอาคารต่าง ๆ

2. การใช้ประโยชน์พื้นที่ในทางที่ผิด เช่น ขาดการวางแผนการใช้ที่ดิน การตัดไม้ทำลายป่า พื้นที่การเกษตรขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำ

3. ความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมที่เพิ่มขึ้น และขาดประสิทธิภาพในการใช้น้ำ

4. ความผิดปกติของฝน เนื่องจากปริมาณและทิศทางของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ผิดปกติ และเกิดพายุดีเปรสชันที่นำเอาฝนและความชุ่มชื้นผ่านประเทศไทยเกิดขึ้นน้อยกว่าปกติ

นาพวัลย์ (2549) กล่าวถึงสาเหตุของภัยแล้งที่เกิดขึ้นในประเทศไทยว่า สาเหตุการเกิดภาวะภัยแล้งมี 2 สาเหตุ คือ 1) จากธรรมชาติ 2) จากการกระทำของมนุษย์ สาเหตุจากธรรมชาติได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล การเกิดภัยธรรมชาติประเภทต่าง ๆ ส่วนสาเหตุภัยแล้งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้แก่ การทำลายบรรยากาศชั้นโอโซนด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ผลกระทบจากภาวะเรือนกระจก การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อการขยายตัวของเมือง สร้างที่อยู่อาศัยของประชาชนในชุมชน ขยายพื้นที่เพาะปลูก

จากการตรวจสอบเอกสารสามารถสรุปได้ว่าความหมายของภัยแล้งขึ้นอยู่กับสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้คนสนใจ โดยรวมหมายถึงภาวะการขาดแคลนน้ำเป็นระยะเวลานาน ทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ ทั้งธรรมชาติและมนุษย์ สาเหตุของภัยแล้งมาจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ สาเหตุจากธรรมชาติได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและสภาพภูมิอากาศ สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภท ความต้องการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม การใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลืองเช่น การตัดไม้ทำลายป่า การขยายพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อภาวะและความรุนแรงของภัยแล้งทั้งสิ้น

## 2. ประเภทของภัยแล้ง

White and Glantz (1985) ได้จำแนกภัยแล้งตามลักษณะการเกิดออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (meteorological drought) เกิดจากฝนทิ้งช่วงหรือฝนตกน้อย โดยวัดจากจำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าระดับที่กำหนด

2. ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม (agricultural drought) เกิดจากภาวะฝนทิ้งช่วงซึ่งทำให้ดินขาดความชุ่มชื้นและขึ้นอยู่กับการน้ำของพืชที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อผลผลิตทางการเกษตร

3. ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา (hydrological drought) เป็นสถานะที่ระดับน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินลดระดับลง

4. ภัยแล้งเชิงสังคมและเศรษฐกิจ (socioeconomic drought) เกี่ยวข้องกับทรัพยากรหมายถึง การสูญเสียของผลผลิตอาหาร และทรัพยากรอื่น ๆ ที่เกิดจากสถานะการขาดแคลนน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อ เศรษฐกิจและเป็นผลมาจากภัยแล้งประเภทอื่น ๆ

ปราณีและนงคณา (2536) แบ่งสถานะความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศออกเป็นชั้น ๆ ตาม ระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นออกเป็น 3 ระดับดังนี้

1. ความแห้งแล้งอย่างเบาหรือช่วงฝนทิ้ง (dry spell) เป็นความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ ในช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกน้อย แต่ยังไม่ถึงขั้นขาดแคลนน้ำ ระยะนี้มีความรุนแรงน้อยกว่าฝนแล้ง (drought) หรือเป็นสถานะความแห้งแล้งที่มีฝนตกเฉลี่ยไม่ถึง 1 มิลลิเมตรต่อวัน เป็นระยะเวลานาน ต่อเนื่องกันถึง 15 วันในช่วงฤดูฝน ในประเทศไทยมักจะเกิดขึ้นในตอนต้นฤดูฝน ระหว่างเดือน มิถุนายนและเดือนกรกฎาคม

2. ความแห้งแล้งปานกลางหรือความแห้งแล้งชั่วคราว (partial drought) เป็นช่วงฝนแล้งที่มี ฝนตกในฤดูฝนเฉลี่ยไม่เกิน 0.01 มิลลิเมตร เป็นเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 29 วัน ความแห้งแล้ง แบบนี้ถึงขั้นขาดแคลนน้ำ ทำความกระทบกระเทือนต่อการกสิกรรม อุตสาหกรรม ความเป็นอยู่ของ ประชาชนและเศรษฐกิจของประเทศพอสมควร

3. ความแห้งแล้งอย่างรุนแรงหรือความแห้งแล้งสมบูรณ์ (absolute drought) เป็นความแห้ง แล้งที่ฝนไม่ตกในฤดูฝนต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 15 วัน หรืออาจมีฝนตกบ้างแต่ไม่มีฝนใดเลยแม้แต่วันเดียวที่มีฝนตกถึง 0.25 มิลลิเมตร หรือไม่มีฝนตกเลยนานเป็นเดือน ๆ ในฤดูฝนนับเป็นภัย ธรรมชาติที่รุนแรงที่สุด เพราะพืชพันธุ์ต่าง ๆ จะล้มตายลงเรื่อย ๆ ไม่มีผลผลิต ไม่มีอาหารจะกิน ความเดือดร้อนจะครอบคลุมอยู่เป็นเวลานาน

นำพลวิทย์ (2549) กล่าวว่าภัยแล้งในประเทศไทยมี 2 ช่วง คือ

1. ช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องฤดูร้อน โดยเริ่มจากครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไป ช่วงนี้จะมี ปริมาณฝนลดลงจนกระทั่งถึงเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป ภัยแล้งลักษณะนี้จะเกิดเป็นประจำทุกปี แต่จะมีความรุนแรงแตกต่างกันไปในแต่ละปีและแต่ละพื้นที่

2. ช่วงกลางฤดูฝน ประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมจะเกิดฝนทิ้งช่วง ภัยแล้งลักษณะนี้จะเกิดเฉพาะถิ่นหรือบางบริเวณ บางครั้งอาจครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างเกือบทั่วประเทศ

### 3. ผลกระทบของภัยแล้ง

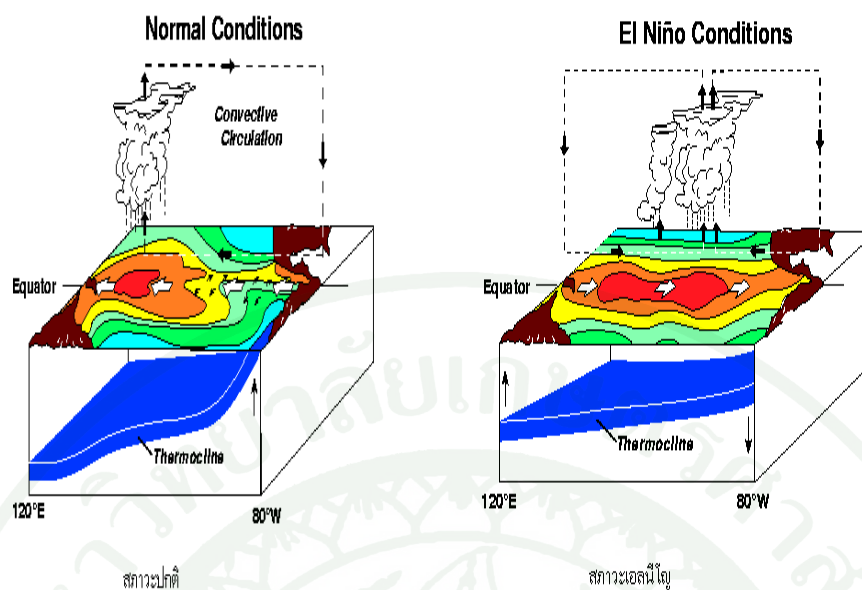
นำพลวัฏ (2549) กล่าวว่าผลกระทบของภัยแล้งในประเทศไทย จะมีผลโดยตรงต่อการเกษตรกรรมและพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ เพราะประชากรส่วนใหญ่ประกอบกิจกรรมด้านการเกษตร เช่น ดินขาดความชุ่มชื้น พืชขาดน้ำและชะงักการเจริญเติบโต ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ รวมทั้งปริมาณผลผลิตลดลง ส่วนใหญ่ภัยแล้งที่มีผลต่อการเกษตรมักจะเกิดในช่วงฤดูฝนที่มีฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน ซึ่งมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมด้วย

จากการตรวจเอกสารประเภทของภัยแล้งขึ้นอยู่กับลักษณะการจำแนก ลักษณะแรกคือ จำแนกภัยแล้งตามลักษณะการเกิดแบ่งภัยแล้งได้ 4 ประเภทคือ 1) ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา 2) ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม 3) ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา 4) ภัยแล้งเชิงสังคมและเศรษฐกิจ ลักษณะที่สองคือ จำแนกภัยแล้งตามระดับความรุนแรง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและระยะเวลาที่ฝนทิ้งช่วง แบ่งภัยแล้งได้ 3 ประเภทคือ 1) ความแห้งแล้งอย่างเบาหรือฝนทิ้งช่วง (ฝนตกเฉลี่ยน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรต่อวัน เป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันถึง 15 วัน) 2) ความแห้งแล้งปานกลางหรือความแห้งแล้งชั่วระยะ (ฝนเฉลี่ยไม่เกิน 0.01 มิลลิเมตรต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 29 วัน) 3) ความแห้งแล้งอย่างรุนแรงหรือความแห้งแล้งสมบูรณ์ (ฝนไม่ตกต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 15 วัน) สำหรับประเทศไทยจะพบภัยแล้ง 2 ช่วงคือ 1) ช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องฤดูร้อน (ตุลาคมถึงพฤษภาคม) 2) ช่วงกลางฤดูฝน (มิถุนายนถึงกรกฎาคม) ภัยแล้งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเกษตรของประเทศเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม

## ความหมายและผลกระทบของเอลนีโญและลานีญา

### 1. ความหมายและผลกระทบของเอลนีโญ

กรมอุตุนิยมวิทยา (2546) การเกิดเอลนีโญ ตามปกติเหื่อน้ำมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนจะมีลมสินค้าตะวันออกพัดปกคลุมเป็นประจำ ซึ่งจะพัดพาผิวน้ำน้ำทะเลที่อุ่นจากทางตะวันออกบริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์ เปรู และชิลีตอนเหนือ ไปสะสมอยู่ทางตะวันตก บริเวณชายฝั่งอินโดนีเซีย และออสเตรเลีย ทำให้บรรยากาศเหนือบริเวณแปซิฟิกตะวันตกมีความชื้นเนื่องจากขบวนการระเหย และมีการก่อตัวของเมฆและฝนบริเวณตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย รวมทั้งประเทศต่าง ๆ ที่เป็นเกาะอยู่ในแปซิฟิกตะวันตก ขณะที่ทางตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรมีการไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างขึ้นไปยังผิวน้ำและทำให้เกิดความแห้งแล้งบริเวณชายฝั่งอเมริกาใต้ แต่เมื่อลมสินค้าตะวันออกมีกำลังอ่อนกว่าปกติ ลมที่พัดปกคลุมบริเวณด้านตะวันออกของปาปัวนิวกินี จะเปลี่ยนทิศทางจากตะวันออกเป็นตะวันตก ทำให้เกิดคลื่นใต้ผิวน้ำพัดพาเอามวลน้ำอุ่นที่สะสมอยู่บริเวณแปซิฟิกตะวันตกไปแทนที่น้ำเย็นทางแปซิฟิกตะวันออก เมื่อมวลน้ำอุ่นได้ถูกพัดพาไปถึงแปซิฟิกตะวันออก บริเวณชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์ ก็จะรวมเข้ากับผิวน้ำ ทำให้ผิวน้ำน้ำทะเลบริเวณนี้อุ่นขึ้นกว่าปกติ และน้ำอุ่นนี้จะค่อย ๆ แผ่ขยายพื้นที่ไปทางตะวันตกถึงตอนกลางของมหาสมุทร ส่งผลให้บริเวณที่มีการก่อตัวของเมฆและฝนซึ่งปกติจะอยู่ทางตะวันตกของมหาสมุทรเปลี่ยนแปลงไปอยู่ที่บริเวณตอนกลางและตะวันออกดังแสดงในภาพที่ 2 บริเวณดังกล่าวจึงมีฝนตกมากกว่าปกติ ในขณะที่แปซิฟิกตะวันตกซึ่งเคยมีฝนมากจะมีฝนน้อยและเกิดความแห้งแล้ง



ภาพที่ 2 สภาวะปกติและสภาวะเอลนีโญ

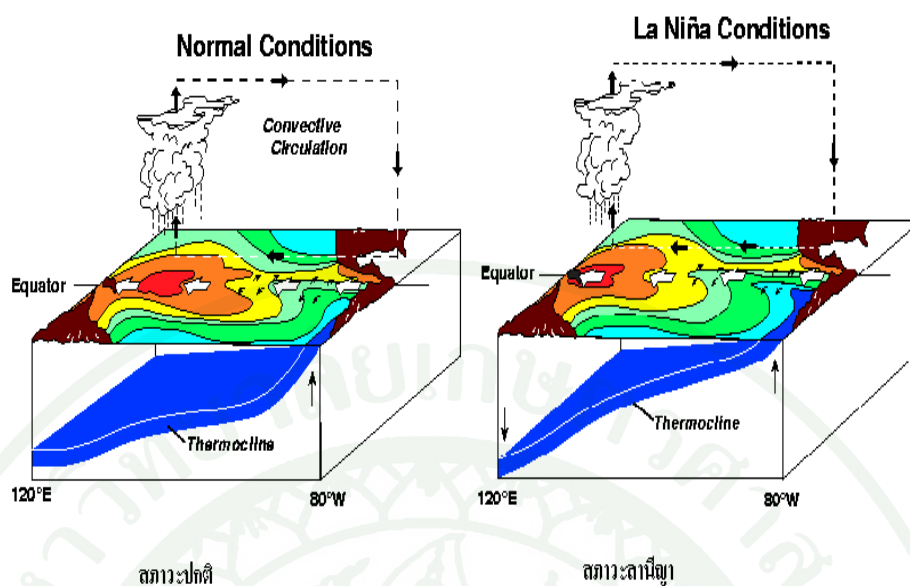
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2546)

ผลกระทบของเอลนีโญ ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ การก่อตัวของเมฆและฝนเหนือ น่านน้ำบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะลดลง และจะขยับไปทางตะวันออก ทำให้บริเวณตอนกลาง และตะวันออกของแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร รวมทั้งประเทศเปรูและเอกวาดอร์มีปริมาณฝนมากกว่า ค่าเฉลี่ย ขณะที่มีความแห้งแล้งเกิดขึ้นที่นิวกินีและอินโดนีเซีย อีกทั้งบริเวณเขตร้อนของออสเตรเลีย พื้นที่ทางตอนเหนือ มักจะเริ่มฤดูฝนล่าช้า นอกจากนี้พื้นที่บริเวณเขตร้อนแล้วเอลนีโญยังมีความ เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับความผิดปกติของภูมิอากาศในพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างไกลด้วย เช่น ความแห้งแล้งทาง ตอนใต้ของแอฟริกา จากการศึกษาเอลนีโญที่เคยเกิดขึ้นในอดีตพบว่าในฤดูหนาวและฤดูร้อนของซีก โลกเหนือ ระหว่างเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ และ เดือนมิถุนายน – สิงหาคม รูปแบบของฝนและ อุณหภูมิหลายพื้นที่ผิดปกติไปจากปกติ เช่น ในฤดูหนาวบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของแอฟริกาและตอน เหนือของประเทศบราซิลแห้งแล้งผิดปกติ ขณะที่ทางตะวันตกของแคนาดา อลาสก้า และตอนบนสุด ของอเมริกามีอุณหภูมิสูงผิดปกติ ส่วนบางพื้นที่บริเวณกึ่งเขตร้อนของอเมริกาเหนือ และอเมริกาใต้ บริเวณบราซิลตอนใต้ถึงตอนกลางของอาร์เจนตินา มีฝนมากผิดปกติ

## 2. ความหมายและผลกระทบของลานีญา

กรมอุตุนิยมวิทยา (2546) ลานีญาคือ ปรากฏการณ์ที่กลับกันกับเอลนีโญ กล่าวคือ อุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางและตะวันออกของแปซิฟิกเขตร้อนมีค่าต่ำกว่าปกติ เนื่องจากลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงมากกว่าปกติ จึงพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากตะวันออกไปสะสมทางตะวันตกมากขึ้น ทำให้บริเวณดังกล่าวซึ่งเดิมมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลและระดับน้ำทะเลสูงกว่าทางตะวันออกอยู่แล้วยิ่งมีอุณหภูมิและระดับน้ำทะเลสูงขึ้นไปอีก ปรากฏการณ์ลานีญาเกิดขึ้นได้ทุก 2 – 3 ปี และปกติจะเกิดขึ้นนานประมาณ 9 – 12 เดือน แต่บางครั้งอาจปรากฏอยู่ได้นานถึง 2 ปี

การเกิดลานีญา ปรากฏการณ์ลานีญามีความแตกต่างจากสภาวะปกติ นั่นคือ ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดปกคลุมเหนือนมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อนมีกำลังแรงมากกว่าปกติและพัดพาผิวน้ำทะเลที่อุ่นจากตะวันออกไปสะสมอยู่ทางตะวันตกมากขึ้น ทำให้บริเวณแปซิฟิกตะวันตก รวมทั้งบริเวณตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชีย ซึ่งเดิมมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงกว่าทางตะวันออกอยู่แล้วยิ่งมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงขึ้นไปอีก อุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้นส่งผลให้อากาศเหนือบริเวณดังกล่าวมีการลอยตัวขึ้นและกลั่นตัวเป็นเมฆและฝน ส่วนแปซิฟิกตะวันออกนอกฝั่งประเทศเปรูและเอกวาดอร์นั้นขบวนการไหลขึ้นของน้ำเย็นระดับล่างไปสู่ผิวน้ำ (upwelling) จะเป็นไปอย่างต่อเนื่องและรุนแรง อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลจึงลดลงต่ำกว่าปกติดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สภาวะปกติและสภาวะลานีญา  
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2546)

ผลกระทบของลานีญาจะตรงข้ามกับเอลนีโญ กล่าวคือ ผลจากการที่อากาศลอยขึ้นและกลั่นตัวเป็นเมฆและฝนบริเวณแปซิฟิกตะวันตกเขตร้อนในช่วงปรากฏการณ์ลานีญา ทำให้ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์มีแนวโน้มที่จะมีฝนมากและมีน้ำท่วม ขณะที่บริเวณแปซิฟิกตะวันออกมีฝนน้อยและแห้งแล้ง นอกจากนี้พื้นที่ในบริเวณเขตร้อนจะได้รับผลกระทบแล้ว ปรากฏว่าลานีญายังมีอิทธิพลไปยังพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างไกลออกไปด้วย โดยพบว่าแอฟริกาใต้มีแนวโน้มที่จะมีฝนมากกว่าปกติและมีความเสี่ยงต่ออุทกภัยมากขึ้น ขณะที่บริเวณตะวันออกของแอฟริกาและตอนใต้ของอเมริกาใต้มีฝนน้อยและเสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้ง และในสหรัฐอเมริกาช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญาจะแห้งแล้งกว่าปกติทางตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงปลายฤดูร้อนต่อเนื่องถึงฤดูหนาว บริเวณที่ราบตอนกลางของประเทศในช่วงฤดูใบไม้ร่วง และทางตะวันออกเฉียงใต้ในช่วงฤดูหนาว แต่บางพื้นที่ทางตอนเหนือและตะวันออกมีฝนมากกว่าปกติในช่วงฤดูหนาว ส่วนผลกระทบของลานีญาที่มีต่อรูปแบบของอุณหภูมิปรากฏว่าในช่วงลานีญาอุณหภูมิผิวพื้นบริเวณเขตร้อนโดยเฉลี่ยจะลดลง และมีแนวโน้มต่ำกว่าปกติ ในช่วงฤดูหนาวของซีกโลกเหนือทางตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณประเทศญี่ปุ่นและเกาหลีมีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ ขณะที่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรรวมถึงพื้นที่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของออสเตรเลียมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ส่วนทางตอนเหนือของสหรัฐอเมริกาต่อเนื่องถึงตอนใต้ของแคนาดามีอากาศหนาวเย็นกว่า

## ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Burrough (1998) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการรวบรวม จัดเก็บ รวมทั้งนำสารสนเทศนั้นกลับมาใช้ และสามารถแปลงระบบการจัดเก็บ การแสดงสารสนเทศเชิงพื้นที่ตามลักษณะที่ต้องการได้

สุเพชร (2544)ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ (hardware) ซอฟต์แวร์ (software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (geographic data) และการออกแบบ (personnel design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือ หมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บ และการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ

Heywood (2002) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะครอบคลุม 3 องค์ประกอบหลัก คือ ฮาร์ดแวร์ซึ่งรวมทั้งคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งซอฟต์แวร์ซึ่งเป็น โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์ทำงาน และกระบวนการในการดำเนินการ

แก้ว และสุภัก (2536) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ และบุคลากรหรือองค์กรที่จะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งถึงแม้จะมีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แตกต่างกัน แต่โดยรวมแล้วจะมีความหมายที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถอธิบายองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ (hardware) คือ เครื่องมือที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถสัมผัสได้ทั้งอุปกรณ์ด้านคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ

2. องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ (software) คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ซึ่งซอฟต์แวร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ๆ มี 5 ส่วน ดังนี้

2.1 การนำเข้าข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล

2.2 การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการ

2.3 การคำนวณและการวิเคราะห์

2.4 การรายงานผลข้อมูล

2.5 ความสัมพันธ์กับผู้ใช้ จะต้องสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีการสร้างรายการ (menu) ต่าง ๆ ที่ไม่ยุ่งยาก เข้าใจง่ายและมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์

3. หน่วยงานหรือตัวบุคคล (people ware) คือ ผู้ที่มีหน้าที่จัดการให้องค์ประกอบทั้งหมด ทำงานประสานกันจนได้ผลลัพธ์ออกมา

4. วิธีการปฏิบัติงาน (methodology หรือ procedure) คือ ขั้นตอนการทำงานซึ่งเป็นการ กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล

5. ข้อมูล (data) คือ ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น และเป็นสิ่งที่ต้องนำเข้าไปให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล เป็นผลลัพธ์ออกมา ข้อมูลนับได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ในการดำเนินการของระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ เนื่องจากการนำไปประยุกต์ใช้จะต้องและมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับข้อมูลและ สารสนเทศที่นำมาใช้ในกระบวนการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สุระ (2545) กล่าวว่าในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (geo-referenced) โดยลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่จะมีลักษณะและรูปแบบ spatial features ต่าง ๆ กัน สามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 รูปแบบจุด (point features) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใด ๆ ซึ่งจะสังเกตได้จาก ขนาดของจุดนั้น ๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล

1.2 รูปแบบของเส้น (linear features) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุม และเส้นโค้ง เรียงต่อเนื่องกัน ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้จะอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ ได้เพียงมิติเดียว คือ ส่วนของความยาว แต่ไม่สามารถระบุความกว้างได้

1.3 รูปแบบของพื้นที่ (area features หรือ polygon) เป็นข้อมูลที่เรียงต่อกันเป็นอนุกรม ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นปิด จึงสามารถวัดพื้นที่ได้ ซึ่งรูปร่างของเส้นเหล่านี้สามารถอธิบายถึงลักษณะแบบต่าง ๆ

2. ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่าง ๆ ลักษณะประจำตัว หรือลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ โดยระบุถึงสถานที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ ลักษณะของข้อมูลเชิงคุณลักษณะอาจมีลักษณะต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นความสูง (terrain elevation) หรือลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง (number of inhabitants) และชนิดของสิ่งปกคลุมดิน เป็นต้น ค่าความแปรผันของลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะนี้จะชี้ออกมาในรูปของตัวเลข (numeric)

ลักษณะโครงสร้างข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. ลักษณะโครงสร้างแบบราสเตอร์ (raster structure) โครงสร้างของข้อมูลในระบบราสเตอร์ ประกอบด้วยลักษณะของช่องสี่เหลี่ยมที่เรียกว่ากริด (grid cell หรือ pixel) ขนาดของกริดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ หรือข้อจำกัดในรายละเอียดของข้อมูล (resolution) ขนาดความเหมาะสมของพื้นที่ศึกษา และระบบที่จะใช้ในการประมวลผล ในแต่ละกริดจะมีลักษณะการจัดเรียงเป็นแถวแนวนอน (row) และแถวแนวตั้ง (column) เพื่อเป็นตัวกำหนดตำแหน่งและทิศทาง ลักษณะข้อมูลแบบจุดแทนค่า ด้วยกริดเพียงกริดเดียว ข้อมูลแบบเส้นถูกแทนค่าด้วยกริดแต่ละกริดที่ต่อเนื่องกันไปตามทิศทางและจำนวนที่กำหนด และข้อมูลแบบพื้นที่แทนค่าด้วยปริมาณการกระจายของกริดใกล้เคียง

2. ลักษณะโครงสร้างแบบเวกเตอร์ (vector structure) โครงสร้างของข้อมูลในระบบเวกเตอร์นั้น ในทางคณิตศาสตร์จะมีคุณสมบัติอันประกอบด้วย จุดเริ่มต้น ขนาด และทิศทาง โดยลักษณะของข้อมูลจุดและเส้นจะถูกนำมาใช้ในการแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ ด้วยลักษณะของจุดและเส้น ซึ่งจุดที่เชื่อมโยงต่อกันด้วยเส้นตรงจะเรียกว่า อาร์ค (arc) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของข้อมูลรูปแบบเส้น ปลายของอาร์คหลาย ๆ อาร์คที่ต่อกันเป็นขอบเขต เรียกว่า โพลิกอน (polygon) รูปแบบของข้อมูลจะถูกอธิบายโดยใช้คู่พิกัด (coordinate pairs) X และ Y เป็นตัวชี้ระบุตำแหน่งของข้อมูลต่าง ๆ ทางภูมิศาสตร์

กระบวนการดำเนินงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวัตถุประสงค์ (objective and problem recognition) เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญที่สุดในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผู้ใช้จะต้องทราบวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนก่อนการดำเนินงานในขั้นตอนต่าง ๆ

2. การจัดเตรียมฐานข้อมูล (database preparation) ในการจัดเตรียมฐานข้อมูล ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ การนำเข้าข้อมูล (data capture) และการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล (data verification and correction) ซึ่งการนำเข้าข้อมูลเป็นการแปลงข้อมูลที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปที่สามารถใช้ได้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ส่วนการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลถือเป็นอีกขั้นตอนที่มีความสำคัญ เนื่องจากข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำไปดำเนินการวิเคราะห์ จะต้องมีความถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis) เป็นกระบวนการที่ปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสนเทศ การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะต้องวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นขั้นตอนการนำข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นข้อมูลตัวเลขที่ได้จัดเก็บ และแก้ไขความถูกต้องเสร็จเรียบร้อยแล้วมาวิเคราะห์ โดยอาศัยหลักการหลาย ๆ วิธี เช่น วิธีการซ้อนทับ (overlay) ของข้อมูล เพื่อทำการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

4. การแสดงผลข้อมูล (data presentation) การแสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มักจะแสดงผลด้วยตัวอักษร (text) และรูปภาพ (image) หรือใช้แสดงร่วมกัน นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลในรูปของตาราง (table) และแผนภาพ (chart) ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะนำไปใช้ในการทำแผนที่หรือใช้ในการตัดสินใจตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gibbs and Maher (1967) ใช้วิธีการแบ่งข้อมูลปริมาณฝนรายปี ออกเป็น 10 ช่วงเท่า ๆ กัน ช่วงละ 10 % ค่าดัชนี Decile Range จะเป็นดัชนีที่บ่งบอกสภาวะฝนในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งว่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด โดย Decile ที่ 1 หมายถึง ปริมาณฝนมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอย่างมากจนถึงว่าปีนั้นมีสภาวะฝนน้อยกว่าปกติ และ Decile ที่ 10 ปริมาณฝนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยอย่างมากจนถึงว่าปีนั้นมีสภาวะฝนมากกว่าปกติ

Dracup *et al.* (1980) กล่าวว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อภัยแล้งเชิงอุทกนิยมนิยามวิทยา คือ ปริมาณฝนหรือการตกของฝน ตัวแปรของภัยแล้งเชิงอุทกวิทยาคือ สิ่งใดสิ่งหนึ่งระหว่าง อัตราการไหลหรือระดับกักเก็บ และ/หรือ ระดับน้ำใต้ดิน สำหรับตัวแปรของภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมคือ ความชื้นของดิน และ/หรือ ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

Thornthwaite (1994) ได้จำแนกสภาพภูมิอากาศโดยใช้ดัชนีชี้วัดที่แตกต่างไปจากการจำแนกของ Koeppen ที่ให้ความสนใจกับปริมาณฝนที่ตกเพียงอย่างเดียว ซึ่งได้คำนวณโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณการระเหยน้ำเพื่อหา ค่า P-E Index และใช้ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการระเหยน้ำคำนวณค่า T-E Index

การุณย์ (2538) วิเคราะห์การแจกแจงความถี่การเกิดสภาวะฝนแล้ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน จำนวนวันที่ฝนตก และจำนวนวันที่ฝนทิ้งช่วง สูงสุดรายปีระหว่าง พ.ศ. 2495 – พ.ศ. 2534 เพื่อหาฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การกระจายแนวโน้ม และการกระจายตามพื้นที่ของฝนแล้ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ฝนแล้ง คือ

1. ฟังก์ชันการแจกแจงปกติ เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันที่ฝนตกรายปี ปริมาณฝนและจำนวนวันที่ฝนตกหลังเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง
2. ฟังก์ชันล็อกนอร์มอล 2 พารามิเตอร์ เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนวันที่ฝนทิ้งช่วงสูงสุดรายปี
3. ฟังก์ชันกัมเบล เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณฝนและจำนวนวันที่ฝนตกก่อนเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง และปริมาณฝนและจำนวนวันที่ฝนตกนอกฤดูฝน

กองบัญชาการทหารสูงสุด (2541) กล่าวถึงความสำคัญของปัญหาภัยแล้งว่า มีความเกี่ยวเนื่องกับรากฐานการผลิตของสังคมไทย ภาวะภัยแล้งและการขาดแคลนน้ำ อันเนื่องมาจากความผันแปรทางธรรมชาติ หรืออาจเกิดจากการกระทำของคน ได้ส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม พลังงาน และการขนส่งทางน้ำ ส่งผลต่อภาวะขาดแคลนน้ำสะอาด เพื่อการอุปโภคบริโภค นำมาซึ่งการด้อยลงของคุณภาพชีวิตของประชาชน ภัยแล้งทำให้กำลังอำนาจแห่งชาติ ถูกบั่นทอนลง หากรัฐบาล หน่วยงานของรัฐ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ผนึกกำลัง ร่วมกันป้องกัน

แก้ไขปัญหาล้างแ้งให้หมดสิ้นไปจากแผ่นดินไทย หรือมีมาตรการลดภาวะความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นให้น้อยที่สุด ย่อมจะสร้างหลักประกันต่อการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม จิตวิทยา การเมือง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการทหาร ซึ่งก็คือ ความมั่นคงของชาติและความผาสุกของประชาชนไทย

Kulapramote (1999) ศึกษาการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งโดยใช้การสำรวจระยะไกล (remote sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม JERS-1 OPS โดยสำรวจข้อมูลในช่วงฤดูแล้งของ 2 ปีที่มีความแตกต่างกัน แล้ววิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่า NDVI (normalized difference vegetation index) เพื่อประเมินความเสี่ยงของภัยแล้งเป็น 4 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงที่สุด ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี แล้วเปรียบเทียบกับผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งโดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS ตามหลักของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (MOSTE) ในขณะนั้น ซึ่งปัจจุบันคือ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (MOST) พบว่าวิธี NDVI ให้ผลการประเมินสอดคล้องกับวิธีการของ MOSTE คือ ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งที่ระดับความเสี่ยง 3 ระดับคือ สูงที่สุด สูง ปานกลาง ตามวิธีของ MOSTE จะได้การเปลี่ยนแปลงค่า NDVI ที่สูง ส่วนที่ระดับความเสี่ยงต่ำ จะไม่สอดคล้องกันเนื่องจากค่า NDVI มีการเปลี่ยนแปลงมากแทนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ถือว่าผิดปกติ ซึ่งอาจมาจากตัวอย่างของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำมีเพียงร้อยละ 3 ของพื้นที่ทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ทางสถิติได้

มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2543) จัดทำระบบสารสนเทศพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากร เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ใน 19 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยแสดงการกระจายเชิงพื้นที่ในระดับต่าง ๆ ทั่วภูมิภาค การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งใช้การซ้อนทับเชิงเมทริกซ์ (matrix overlay) ของแผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงอุทกนิยมนิเวศวิทยา แผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา และแผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงกายภาพ

1. แผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงอุทกนิยมนิเวศวิทยา ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 264 สถานี และประมาณค่าด้วยวิธี Kriging Interpolation และแบ่งระดับพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้วยวิธี Decile range

2. แผนที่เสี่ยงภัยเชิงอุทกวิทยาได้จากข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน ข้อมูลขอบเขตชลประทาน โดยพิจารณาความเสี่ยงเป็นระยะทาง (buffer) ที่ห่างจากแหล่งน้ำ และนำไปซ้อนทับกับแผนที่ ซึ่งได้จากการใช้ข้อมูลความหนาแน่นของลำน้ำ กับแหล่งน้ำผิวดิน แผนที่ที่ได้เรียกว่า แผนที่เสี่ยงภัยเชิงอุทกวิทยา

3. แผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงกายภาพ ได้จากการวิเคราะห์ซ้อนทับระหว่างภูมิสัณฐาน กับสภาพการระบายน้ำของดินร่วมกับสภาพการใช้ที่ดินในกรณีของภูมิสัณฐาน กำหนดให้พื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นมากกว่าพื้นที่สูง ส่วนการระบายน้ำเร็วจะแห้งแล้งกว่าการระบายน้ำช้า การใช้ที่ดินจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความชุ่มชื้นหรือแห้งแล้งของดิน เช่น ป่าไม่ผลัดใบจะชื้นกว่าป่าผลัดใบ หรือน้ำจืดจะชื้นกว่าพืชไร่ เป็นต้น การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะได้แผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงกายภาพ

4. การที่จะกำหนดว่าพื้นที่ใดเสี่ยงภัยแล้งมากหรือน้อย ใช้การวิเคราะห์ร่วมโดยใช้แผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงอุทกนิยมนิยามวิทยา เชิงอุทกวิทยา และเชิงกายภาพ

นิพนธ์ (2544) อ้างถึง World Water Councils on Sustaining (1996) กล่าวถึงการขาดแคลนน้ำว่าในปี 2493 มีประชากรโลกเพียง 20 ล้านคน ใน 12 ประเทศ แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 300 ล้านคนจาก 20 ประเทศในปี 2533 คาดการณ์ว่าในปี 2596 ประชากร 7,000 ล้านคน ใน 75 ประเทศ จะประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยส่วนใหญ่อยู่ในประเทศกำลังพัฒนา

อภิรัฐ (2544) ได้ศึกษาการประเมินความแห้งแล้งด้วยดัชนีความแห้งแล้งในกลุ่มน้ำแม่กลอง ร่วมกับการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน จำนวนวันที่ฝนตก จำนวนวันที่ฝนทิ้งช่วงสูงสุดรายปี และการใช้ที่ดิน พร้อมกับประเมินหาดัชนีความแห้งแล้งที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความแห้งแล้งในกลุ่มน้ำแม่กลอง พบว่าสามารถแบ่งสถานะฝนแล้งเป็นเขตที่มีสถานะฝนแล้งมาก คือ กลุ่มน้ำย่อยลำตะเพิน และเขตที่มีสถานะฝนปกติและชุ่มชื้น คือ กลุ่มน้ำย่อยแควใหญ่ ตอนบน ห้วยแม่จัน ห้วยแม่ละมุง ห้วยเขย่ง ห้วยบึงดี ห้วยแม่น้ำน้อย ที่ราบแม่กลอง และลำภาชี และดัชนีความแห้งแล้งที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความแห้งแล้งฝนรายปีคือ Decile Range ดัชนีความแห้งแล้งรายเดือนที่เหมาะสมคือ Generalized Monsoon (GMI) และ Aridity Index สำหรับฝนรายปีและจำนวนวันที่มีฝนตกรวมในลักษณะต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันในทางเชิงลบ

Puna and Sharma (2002) กล่าวถึงช่วงระยะเวลาที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ภัยแล้งมากที่สุด คือ วิเคราะห์เป็นปี รองลงมาคือเป็นเดือน แม้ว่าช่วงเวลาเป็นปีจะเป็นระยะเวลานานแต่ก็สามารถใช้บอกข้อมูลอย่างรวบรัดของพฤติกรรมเชิงพื้นที่ของภัยแล้งได้ ส่วนช่วงระยะเวลาเป็นเดือนเหมาะสำหรับใช้ตรวจสอบและติดตาม (monitoring) ผลของภัยแล้งที่มีต่อการเกษตร การแจกจ่ายน้ำ (water supply) และน้ำใต้ดิน สำหรับช่วงระยะเวลาเป็นวันใช้ในการศึกษาพฤติกรรมระยะสั้นของภัยแล้งในหนึ่งปีหรือในฤดูกาล

Ravikumar *et al.* (2003) ได้ศึกษาลุ่มน้ำ Palar และ Thamiravaruni ในประเทศอินเดีย และได้จัดทำระบบข้อมูลภัยแล้ง (drought information system) โดยใช้ GIS ในการรวบรวมข้อมูลผลจากการประเมินภัยแล้งเชิงอุทกนิยมนิเทศโดยใช้วิธีการของกรมอุทกนิเทศประเทศอินเดีย ภัยแล้งเชิงอุทกนิเทศใช้วิธีการของ Herbst ภัยแล้งเชิงเกษตรกรรมใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและลักษณะทางกายภาพ โดยระบบข้อมูลภัยแล้งประกอบด้วยโมดูล (module) ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น แผนที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำฝน โมดูลภัยแล้งเชิงอุทกนิเทศ โมดูลภัยแล้งเชิงอุทกนิเทศ โมดูลภัยแล้งเชิงเกษตรกรรม และโมดูลที่ใช้สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

กัมปนาท (2546) ศึกษาการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว โดยการหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างสิ่งปกคลุมดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมแวดล้อม และเปรียบเทียบกับวิธี Supervised Classification นำผลที่ได้มาประเมินความถูกต้องด้วยการสร้างตารางเมตริกความผิดพลาด โดยดูค่าความถูกต้องโดยรวม ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต และค่าความถูกต้องของผู้ใช้ ผลการศึกษาพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องด้วยวิธีระบบผู้เชี่ยวชาญมีค่าสูงกว่าวิธี Supervised Classification ดังนั้นการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถลดข้อผิดพลาดและให้ค่าความถูกต้องสูงขึ้นได้

ยุทธชัย และคณะ (2546) ได้ศึกษาความแห้งแล้งและภาวะการเป็นทะเลทรายในประเทศไทย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งและภาวะการเป็นทะเลทราย 6.93 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 2.17 ของพื้นที่ประเทศไทย

สมพิศ (2546) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ภัยแล้งและพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับภัยแล้ง และพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งด้านปริมาณน้ำฝนกับจำนวนวันที่ฝนตก ด้านอุทกวิทยา และด้านการเกษตร โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์เชิงพื้นที่ปัจจัยย่อยภัยแล้งแบบจับคู่ซ้อนทับข้อมูล ตามระดับความเสี่ยงภัยแล้งที่กำหนด พบว่าพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจังหวัดนครราชสีมาที่มีพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งระดับรุนแรงมากประมาณ 8,825.80 ตารางกิโลเมตร เมื่อพิจารณา

สภาพปัญหาเกี่ยวกับแหล่งน้ำตามตัวชี้วัดระดับหมู่บ้านกับพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งระดับรุนแรงมาก มีหมู่บ้านที่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำเพื่อการเกษตรมากที่สุด จำนวน 716 หมู่บ้าน ส่วนปัญหาเกี่ยวกับน้ำใช้น้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคและบริโภค มีปัญหาน้อยที่สุด จำนวน 15 หมู่บ้าน และ 9 หมู่บ้านตามลำดับ

อมเรศ (2546) ได้ศึกษาสภาพความแห้งแล้งในกลุ่มน้ำยม โดยใช้ปริมาณน้ำที่มีในพื้นที่โดยสภาพธรรมชาติคือ น้ำฝนและน้ำท่าเทียบกับการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ แล้วกำหนดดัชนีวัดความแห้งแล้งในแต่ละพื้นที่กลุ่มน้ำยม พบว่ากลุ่มน้ำยมตอนล่างในแม่น้ำสายหลักจะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำโดยเฉลี่ยเกือบทุกปี และในรอบ 5 – 6 ปี จะรุนแรงมากครั้งหนึ่ง ส่วนพื้นที่ที่อยู่ไกลจากแม่น้ำก็ประสบปัญหาภัยแล้งในช่วงต้นฤดูฝน และในฤดูแล้ง เนื่องจากปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งมีค่าน้อยมาก ส่วนในพื้นที่กลุ่มน้ำยมตอนบนประสบปัญหาภัยแล้งน้อยกว่าตอนล่าง เนื่องจากปริมาณฝนโดยรวมสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ และการใช้น้ำยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนน้ำอุปโภคบริโภคขาดแคลนมากในช่วงฤดูแล้งเกือบทุกพื้นที่ของกลุ่มน้ำยม นอกจากนี้ยังพบว่าในรอบ 40 ปีที่ผ่านมา กลุ่มน้ำยมมีแนวโน้มของฝนรายปีลดลง 1 – 14 มม./ปี และปริมาณน้ำท่าในฤดูแล้งลดลงตามลำดับ เนื่องจากการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

สีใส (2547) ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ วิธีสถิติสหสัมพันธ์ และวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม พบว่า วิธีสถิติจำแนกกลุ่มให้ความถูกต้องมากที่สุด ความเสี่ยงต่อภัยแล้งของพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและกลุ่มน้ำ ( $R = 0.95$ ) มากกว่าปัจจัยด้านภูมิประเทศและดิน ( $R = 0.92$ ) ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ( $R = 0.91$ ) และปัจจัยด้านน้ำฝน ( $R = 0.88$ )

ชญา (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ด้านการจัดการภัยแล้งของจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาจัดทำระบบฐานข้อมูลและจัดทำแผนที่ดัชนีเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่ ซึ่งสามารถบ่งชี้พื้นที่แต่ละไร่และแต่ละหมู่บ้านว่ามีระดับความเสี่ยงของภัยแล้งระดับใด มีปัจจัยสภาพแวดล้อมใดเป็นสาเหตุ และได้จัดทำระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ด้านการจัดการภัยแล้งใน 6 จังหวัดภาคเหนือตอนล่าง และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำแล้ง เวอร์ชัน 1.0

นิทัศน์ (2548) ได้ศึกษาคำจำกัดความและเกณฑ์การกำหนดภัยแล้งในประเทศไทย พบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายฤดูกาลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - มีนาคม สามารถใช้บ่งบอกได้ว่าเกิดภัยแล้งขึ้นหรือไม่ โดยมีความถูกต้อง 69% ส่วนปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายฤดูกาลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - มกราคม ใช้เป็นตัวบ่งชี้ภัยแล้งได้ โดยมีความถูกต้อง 68%

สุรพันธุ์ (2548) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์และเตือนภัยแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้ประเมินและทำนายภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำยม โดยใช้ดัชนี SPI (standardized precipitation index) พบว่า SPI จากข้อมูลน้ำฝนในปี 2545 สอดคล้องกับภัยแล้งตามรายงานของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเพียง 3,549 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 16 ของพื้นที่ที่เกิดภัยแล้ง แต่ในปี 2546 พบว่าพื้นที่ภัยแล้งที่ได้จาก SPI สอดคล้องกับภัยแล้งตามรายงานของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยสูงถึง 8,725 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 71 ของพื้นที่ที่เกิดภัยแล้ง

กรมพัฒนาที่ดิน (2553) ศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดสภาวะแห้งแล้งประเทศไทย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิเคราะห์ปัจจัย 7 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี เขตชลประทาน แหล่งน้ำผิวดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน สภาพภูมิประเทศ ค่าการคายระเหยน้ำของพืช ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าน้ำหนักปัจจัยต่าง ๆ ผลการศึกษาสามารถจำแนกระดับสภาวะแห้งแล้งออกเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่ที่ไม่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งน้อย มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปานกลาง มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งสูง

### หลักเกณฑ์การประเมินภัยแล้ง

จากการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภัยแล้ง ได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง โดยได้มีการประเมินพื้นที่ภัยแล้งและรายละเอียดเกณฑ์การพิจารณาสำหรับกำหนดเขตภัยแล้ง โดยหน่วยงานต่าง ๆ ดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 1** การจัดกลุ่มประเภทข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการกำหนดเขตภัยแล้ง โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

| ปัจจัย              | ประเภทข้อมูล                             | ระดับความเสี่ยง | Weight |
|---------------------|------------------------------------------|-----------------|--------|
| 1. ดัชนีฝนแล้ง      | ฝนแล้งจัด                                | 4               | 3      |
|                     | ฝนแล้ง                                   | 3               |        |
|                     | ฝนค่อนข้างแล้ง                           | 2               |        |
|                     | ฝนปานกลาง-ดี                             | 1               |        |
| 2. การอุ้มน้ำของดิน | น้อย                                     | 4               | 2.5    |
|                     | ปานกลาง                                  | 2.5             |        |
|                     | มาก                                      | 1               |        |
| 3. เขตชลประทาน      | นอกเขต                                   | 4               | 1      |
|                     | ในเขต                                    | 1               |        |
| 4. ปริมาณน้ำใต้ดิน  | อัตราการใช้น้ำ 5-10 ม <sup>3</sup> /ชม.  | 4               | 1.5    |
|                     | อัตราการใช้น้ำ 10-20 ม <sup>3</sup> /ชม. | 2.5             |        |
|                     | อัตราการใช้น้ำ 20-50 ม <sup>3</sup> /ชม. | 1               |        |
| 5. โอกาสที่ฝนตก     | น้อยกว่า 40 วัน/ปี                       | 4               | 1      |
|                     | 40-60 วัน/ปี                             | 3               |        |
|                     | 60-80 วัน/ปี                             | 2               |        |
|                     | ตั้งแต่ 80 วัน/ปี ขึ้นไป                 | 1               |        |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ปัจจัย          | ประเภทข้อมูล               | ระดับความเสี่ยง | Weight |
|-----------------|----------------------------|-----------------|--------|
| 6. การใช้ที่ดิน | ข้าว                       | 4               | 4      |
|                 | อ้อย                       | 4               | 3.5    |
|                 | พืชไร่ผสม                  | 3               | 3.5    |
|                 | มันสำปะหลัง                | 3               | 3.5    |
|                 | ที่รกร้างไม่ได้ใช้ประโยชน์ | 3               | 3      |
|                 | ไม้ผล ไม้ยืนต้น            | 2               | 2.5    |
|                 | ป่าไม้                     | 2               | 2      |
|                 | แหล่งน้ำ                   | 1               | 1      |

หมายเหตุ: กำหนดให้คะแนน 4 = มีความเสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้งรุนแรง

3 = มีความเสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้ง

2 = ค่อนข้างมีความเสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้ง

1 = ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดความแห้งแล้ง

ที่มา: ชญา (2548) อ้างถึง สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2545)

ตารางที่ 2 การจัดกลุ่มประเภทข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการกำหนดเขตภัยแล้ง โดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

| ปัจจัย                            | ประเภทข้อมูล                             | ระดับความเสี่ยง | Weight |
|-----------------------------------|------------------------------------------|-----------------|--------|
| 1. ปัจจัยทางด้าน<br>อุตุนิยมวิทยา | ระดับรุนแรง                              | 3               | 7      |
|                                   | ระดับรุนแรงปานกลาง                       | 2               |        |
|                                   | ระดับรุนแรงน้อย                          | 1               |        |
| 2. แหล่งน้ำใต้ดิน                 | อัตราการใช้น้ำ 5-10 ม <sup>3</sup> /ชม.  | 3               | 6      |
|                                   | อัตราการใช้น้ำ 10-20 ม <sup>3</sup> /ชม. | 2               |        |
|                                   | อัตราการใช้น้ำ 20-50 ม <sup>3</sup> /ชม. | 1               |        |
| 3. การใช้ที่ดิน                   | อ้อย                                     | 3               | 5      |
|                                   | ข้าว                                     | 2               |        |
|                                   | พืชไร่อื่น ๆ                             | 1               |        |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ปัจจัย                              | ประเภทข้อมูล                  | ระดับความเสี่ยง | Weight |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------|
| 4. การอุ้มน้ำของดิน                 | อุ้มน้ำไม่ดี                  | 3               | 4      |
|                                     | อุ้มน้ำดีปานกลาง              | 2               |        |
|                                     | อุ้มน้ำดี                     | 1               |        |
| 5. ความลาดชันของพื้นที่             | >5%                           | 3               | 3      |
|                                     | 2-5%                          | 2               |        |
|                                     | <2%                           | 1               |        |
| 6. ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย | <0.5 กม./กม <sup>2</sup> .    | 3               | 2      |
|                                     | 0.5-1.0 กม./กม <sup>2</sup> . | 2               |        |
|                                     | >1.0 กม./กม <sup>2</sup> .    | 1               |        |
| 7. ขนาดของกลุ่มน้ำ                  | >3,000 กม <sup>2</sup> .      | 3               | 1      |
|                                     | 1,000-3,000 กม <sup>2</sup> . | 2               |        |
|                                     | <1,000 กม <sup>2</sup> .      | 1               |        |

หมายเหตุ: กำหนดให้คะแนน 3 = เสี่ยงต่อภัยแล้งรุนแรง  
 2 = เสี่ยงต่อภัยแล้งปานกลาง  
 1 = เสี่ยงต่อภัยแล้งน้อย

ที่มา: ชญา (2548) อ้างถึง สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปร ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

| ระดับน้ำหนัก       | ช่วงตัวแปรตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ | ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม |
|--------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. ปัจจัยด้านน้ำฝน | 1.1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (30 ปี)                 |                                       |
| 4                  | < 1,039.90 มม.                                 | < 1,168.44 มม.                        |
| 3                  | 1,039.90-1,329.64 มม.                          | 1,168.44-1,322.47 มม.                 |
| 2                  | 1,329.64-1,623.44 มม.                          | 1,322.47-1,503.69 มม.                 |
| 1                  | >1,623.44 มม.                                  | >1,503.69 มม.                         |

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ระดับน้ำหนัก                                                  | ช่วงตัวแปรตามวิธีการประเมินโดย<br>ระบบผู้เชี่ยวชาญ | ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้สถิติการจำแนก<br>กลุ่ม |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1.2. จำนวนวันที่ฝนตกภายในปีเฉลี่ย (30 ปี)                     |                                                    |                                           |
| 4                                                             | < 60.66 วัน                                        | < 76.84 วัน                               |
| 3                                                             | 60.66-78.55 วัน                                    | 76.84-87.60 วัน                           |
| 2                                                             | 78.55-96.44 วัน                                    | 87.60-95.60 วัน                           |
| 1                                                             | > 96.44 วัน                                        | > 95.60 วัน                               |
| 1.3. ปริมาณฝนที่เคยตกสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย (30 ปี)             |                                                    |                                           |
| 4                                                             | < 153.48 มม.                                       | < 149.02 มม.                              |
| 3                                                             | 153.48-200.62 มม.                                  | 149.02-177.83 มม.                         |
| 2                                                             | 200.62-247.76 มม.                                  | 177.83-216.14 มม.                         |
| 1                                                             | > 247.76 มม.                                       | > 216.14 มม.                              |
| 2. ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดิน 2.1. ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย |                                                    |                                           |
| 4                                                             | < 5.45 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .                    | < 2.70 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .           |
| 3                                                             | 5.45-15.41 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .                | 2.70-4.99 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .        |
| 2                                                             | 15.41-25.37 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .               | 4.99-30.61 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .       |
| 1                                                             | > 25.37 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .                   | > 30.61 บ่อ / กม. <sup>2</sup> .          |
| 2.2. ความสามารถให้น้ำของบ่อบาดาล                              |                                                    |                                           |
| 4                                                             | < 5 ม <sup>3</sup> . / ชม.                         | < 4.35 ม <sup>3</sup> . / ชม.             |
| 3                                                             | 5-7.50 ม <sup>3</sup> . / ชม.                      | 4.35-9.12 ม <sup>3</sup> . / ชม.          |
| 2                                                             | 7.50-10.00 ม <sup>3</sup> . / ชม.                  | 9.12-15.45 ม <sup>3</sup> . / ชม.         |
| 1                                                             | > 10.00 ม <sup>3</sup> . / ชม.                     | > 15.45 ม <sup>3</sup> . / ชม.            |
| 2.3. ความหนาแน่นของลำน้ำในกลุ่มน้ำย่อย                        |                                                    |                                           |
| 4                                                             | < 0.15 กม. / กม. <sup>2</sup> .                    | < 0.25 กม. / กม. <sup>2</sup> .           |
| 3                                                             | 0.15-0.30 กม. / กม. <sup>2</sup> .                 | 0.25-0.34 กม. / กม. <sup>2</sup> .        |
| 2                                                             | 0.30-0.45 กม. / กม. <sup>2</sup> .                 | 0.34-0.35 กม. / กม. <sup>2</sup> .        |
| 1                                                             | > 0.45 กม. / กม. <sup>2</sup> .                    | > 0.35 กม. / กม. <sup>2</sup> .           |

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ระดับน้ำหนัก                          | ช่วงตัวแปรตามวิธีการประเมินโดย<br>ระบบผู้เชี่ยวชาญ | ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้สถิติการจำแนก<br>กลุ่ม |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 2.4. ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย        |                                                    |                                           |
| 4                                     | >3,000 กม. <sup>2</sup> .                          | >3,392 กม. <sup>2</sup> .                 |
| 3                                     | 2,000-3,000 กม. <sup>2</sup> .                     | 1,084-3,392 กม. <sup>2</sup> .            |
| 2                                     | 1,000-2,000 กม. <sup>2</sup> .                     | 936-1,084 กม. <sup>2</sup> .              |
| 1                                     | <1,000 กม. <sup>2</sup> .                          | <936 กม. <sup>2</sup> .                   |
| 3. ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ      |                                                    |                                           |
| 3.1. ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี |                                                    |                                           |
| 4                                     | >3,000 ม.                                          | >5,030 ม.                                 |
| 3                                     | 2,000-3,000 ม.                                     | 2,220-5,030 ม.                            |
| 2                                     | 1,000-2,000 ม.                                     | 1,620-2,220 ม.                            |
| 1                                     | <1,000 ม.                                          | <1,620 ม.                                 |
| 3.2. ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน        |                                                    |                                           |
| 4                                     | >3,000 ม.                                          | >43,160 ม.                                |
| 3                                     | 2,000-3,000 ม.                                     | 27,910-43,160 ม.                          |
| 2                                     | 1,000-2,000 ม.                                     | 14,310-27,910 ม.                          |
| 1                                     | <1,000 ม.                                          | <14,310 ม.                                |
| 3.3. ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน       |                                                    |                                           |
| 4                                     | >2,000 ม.                                          | >59,120 ม.                                |
| 3                                     | 1,000-2,000 ม.                                     | 40,180-59,120 ม.                          |
| 2                                     | 0-1,000 ม.                                         | 21,320-40,180 ม.                          |
| 1                                     | ในเขตชลประทาน                                      | <21,320 ม.                                |
| 3.4. ระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า  |                                                    |                                           |
| 4                                     | >3,000 ม.                                          | >18,070 ม.                                |
| 3                                     | 2,000-3,000 ม.                                     | 11,460-18,070 ม.                          |
| 2                                     | 1,000-2,000 ม.                                     | 8,170-11,460 ม.                           |
| 1                                     | <1,000 ม.                                          | <8,170 ม.                                 |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ระดับน้ำหนัก                                                                  | ช่วงตัวแปรตามวิธีการประเมินโดย<br>ระบบผู้เชี่ยวชาญ | ช่วงค่าตัวแปรโดยใช้สถิติการจำแนก<br>กลุ่ม |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 4. ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน 4.1. สภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลกลุ่มดิน |                                                    |                                           |
| 4                                                                             | การระบายน้ำดี – ดีเกินไป                           | >3.82                                     |
| 3                                                                             | การระบายน้ำปานกลาง – ดี                            | 3.33-3.82                                 |
| 2                                                                             | การระบายน้ำเลว – ปานกลาง                           | 1.77-3.33                                 |
| 1                                                                             | การระบายเลวมาก – เลว                               | <1.77                                     |
| 4.2. ความลาดชันของพื้นที่                                                     |                                                    |                                           |
| 4                                                                             | >30%                                               | >23.92%                                   |
| 3                                                                             | 15-30%                                             | 10.17-23.92%                              |
| 2                                                                             | 6-15%                                              | 3.77-10.17%                               |
| 1                                                                             | <6%                                                | <3.77%                                    |
| 4.3. สภาพพื้นที่ (สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง)                                  |                                                    |                                           |
| 4                                                                             | >600 ม.                                            | >673 ม.                                   |
| 3                                                                             | 300-600 ม.                                         | 416-673 ม.                                |
| 2                                                                             | 100-300 ม.                                         | 174-416 ม.                                |
| 1                                                                             | <100 ม.                                            | <174 ม.                                   |

ที่มา : สีส (2547)

ตารางที่ 4 ช่วงค่าตัวแปร จำแนกตามระดับความเสี่ยงภัยแล้งตามวิธีประเมินโดยสถิติจำแนกกลุ่มตัวแปร

| ตัวแปร                                       | ระดับความเสี่ยง |
|----------------------------------------------|-----------------|
| 1. ปัจจัยด้านน้ำฝน                           |                 |
| 1.1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (30 ปี)               |                 |
| <952.21 มม.                                  | 4               |
| 952.21-1,398.62 มม.                          | 3               |
| 1,398.62-1,844.44 มม.                        | 2               |
| >1,844.44 มม.                                | 1               |
| 1.2. จำนวนวันที่ฝนตกภายในปีเฉลี่ย (30 ปี)    |                 |
| <74.68 วัน                                   | 4               |
| 74.68-89.84 วัน                              | 3               |
| 89.84-112.75 วัน                             | 2               |
| >112.75 วัน                                  | 1               |
| 2. ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดิน                |                 |
| 2.1. ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย              |                 |
| <6.58 บ่อ / กม <sup>2</sup> .                | 4               |
| 6.58-19.59 บ่อ / กม <sup>2</sup> .           | 3               |
| 19.59-55.68 บ่อ / กม <sup>2</sup> .          | 2               |
| >55.68 บ่อ / กม <sup>2</sup> .               | 1               |
| 2.2. ความสามารถให้น้ำของชั้นหินน้ำ (aquifer) |                 |
| <4.33 ม <sup>3</sup> . / ชม.                 | 4               |
| 4.33-8.53 ม <sup>3</sup> . / ชม.             | 3               |
| 8.53-12.94 ม <sup>3</sup> . / ชม.            | 2               |
| >12.94 ม <sup>3</sup> . / ชม.                | 1               |

## ตารางที่ 4 (ต่อ)

| ตัวแปร                                    | ระดับความเสี่ยง |
|-------------------------------------------|-----------------|
| 3. ปัจจัยด้านศักยภาพลุ่มน้ำ               |                 |
| 3.1. ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย     |                 |
| <1,018.49 กม. / กม <sup>2</sup> .         | 4               |
| 1,018.49-1,561.25 กม. / กม <sup>2</sup> . | 3               |
| 1,561.25-2,625.64 กม. / กม <sup>2</sup> . | 2               |
| >2,625.64 กม. / กม <sup>2</sup> .         | 1               |
| 3.2. ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย            |                 |
| <3,357.97 กม <sup>2</sup> .               | 4               |
| 3,357.97-8,402.63 กม <sup>2</sup> .       | 3               |
| 8,402.63-14,843.85 กม <sup>2</sup> .      | 2               |
| >14,843.85 กม <sup>2</sup> .              | 1               |
| 4. ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ          |                 |
| 4.1. ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี     |                 |
| >5,968.29 ม.                              | 4               |
| 3,074.89-5,968.29 ม.                      | 3               |
| 1,203.64-3,074.89 ม.                      | 2               |
| <1,203.64 ม.                              | 1               |
| 4.2. ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน            |                 |
| >78,364.77 ม.                             | 4               |
| 40,647.07-78,364.77 ม.                    | 3               |
| 12,551.47-40,647.07 ม.                    | 2               |
| <12,551.47 ม.                             | 1               |
| 4.3. ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน           |                 |
| >40,762.94 ม.                             | 4               |
| 16,881.56-40,762.94 ม.                    | 3               |
| 0-16,881.56 ม.                            | 2               |
| ในเขตชลประทาน                             | 1               |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

| ตัวแปร                                    | ระดับความเสี่ยง |
|-------------------------------------------|-----------------|
| 5. ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน         |                 |
| 5.1. สภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลดิน    |                 |
| การระบายน้ำดี-ดีเกินไป                    | 4               |
| การระบายน้ำปานกลาง-ดี                     | 3               |
| การระบายน้ำเลว-ปานกลาง                    | 2               |
| การระบายน้ำเลวมาก-เลว                     | 1               |
| 5.2. ความลาดชันของพื้นที่                 |                 |
| >32.7%                                    | 4               |
| 22.2-32.7 %                               | 3               |
| 11.3-22.2 %                               | 2               |
| <11.3 %                                   | 1               |
| 5.3. สภาพพื้นที่ (ความสูงจากระดับน้ำทะเล) |                 |
| พื้นที่สูง >803.36 ม.                     | 4               |
| พื้นที่ดอน 442.20-803.36 ม.               | 3               |
| พื้นที่ราบ 140.06-442.20 ม.               | 2               |
| พื้นที่ราบลุ่ม <140.06 ม.                 | 1               |

หมายเหตุ : ระดับความเสี่ยง

1 = ไม่เสี่ยง

2 = เสี่ยงต่ำ

3 = เสี่ยงปานกลาง

4 = เสี่ยงสูง

ที่มา : ชฎา (2548)

ตารางที่ 5 การกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งประเทศไทยของกรมพัฒนาที่ดิน

| ปัจจัย                   | ประเภทข้อมูล          | การถ่วงน้ำหนัก | คะแนน |
|--------------------------|-----------------------|----------------|-------|
| 1.ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ |                |       |
|                          | 0-842                 | 0.3            | 4     |
|                          | 842-1403              | 0.3            | 3     |
|                          | 1403-1964             | 0.3            | 2     |
|                          | 1964-2525             | 0.3            | 1     |
|                          | ภาคตะวันออก           |                |       |
|                          | 0-1072                | 0.3            | 4     |
|                          | 1072-1786             | 0.3            | 3     |
|                          | 1786-2500             | 0.3            | 2     |
|                          | 2500-4863             | 0.3            | 1     |
|                          | ภาคเหนือ              |                |       |
|                          | 0-748                 | 0.3            | 4     |
|                          | 748-1247              | 0.3            | 3     |
|                          | 1247-1745             | 0.3            | 2     |
|                          | 1745-2244             | 0.3            | 1     |
|                          | ภาคกลาง               |                |       |
|                          | 0-717                 | 0.3            | 4     |
|                          | 717-1195              | 0.3            | 3     |
|                          | 1195-1673             | 0.3            | 2     |
|                          | 1673-2115             | 0.3            | 1     |
|                          | ภาคใต้                |                |       |
|                          | 0-1320                | 0.3            | 4     |
|                          | 1320-2199             | 0.3            | 3     |
|                          | 2199-3078             | 0.3            | 2     |
|                          | 3078-4093             | 0.3            | 1     |
| 2.เขตชลประทาน            | มี                    | 0.3            | 1     |
|                          | ไม่มี                 | 0.3            | 4     |

ตารางที่ 5 (ต่อ)

| ปัจจัย                                                | ประเภทข้อมูล          | การถ่วงน้ำหนัก | คะแนน |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|-------|
| 3.แหล่งน้ำผิวดิน<br>จำนวนบ่อ/พื้นที่<br>ความจุพื้นที่ | ภาคเหนือ              |                |       |
|                                                       | 0-2.18                | 0.14           | 4     |
|                                                       | 2.18-7.63             | 0.14           | 3     |
|                                                       | 7.63-18.46            | 0.14           | 2     |
|                                                       | 18.46-46.18           | 0.14           | 1     |
|                                                       | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ |                |       |
|                                                       | 0-1.3                 | 0.14           | 4     |
|                                                       | 1.3-4.57              | 0.14           | 3     |
|                                                       | 4.57-10.29            | 0.14           | 2     |
|                                                       | 10.29-22.88           | 0.14           | 1     |
|                                                       | ภาคกลาง               |                |       |
|                                                       | 0-1.21                | 0.14           | 4     |
|                                                       | 1.21-4.21             | 0.14           | 3     |
|                                                       | 4.21-9.63             | 0.14           | 2     |
|                                                       | 9.63-30.03            | 0.14           | 1     |
|                                                       | ตะวันออก              |                |       |
|                                                       | 0-0.67                | 0.14           | 4     |
|                                                       | 0.67-2.5              | 0.14           | 3     |
|                                                       | 2.5-6.35              | 0.14           | 2     |
|                                                       | 6.35-20               | 0.14           | 1     |
|                                                       | ภาคใต้                |                |       |
|                                                       | 0-1.12                | 0.14           | 4     |
|                                                       | 1.12-4.47             | 0.14           | 3     |
|                                                       | 4.47-11.07            | 0.14           | 2     |
|                                                       | 11.07-20.73           | 0.14           | 1     |

## ตารางที่ 5 (ต่อ)

| ปัจจัย                             | ประเภทข้อมูล                  | การถ่วงน้ำหนัก | คะแนน |
|------------------------------------|-------------------------------|----------------|-------|
| 4.ความสามารถในการอุ้มน้ำ<br>ของดิน | ต่ำ                           | 0.09           | 3     |
|                                    | ปานกลาง                       | 0.09           | 2     |
|                                    | สูง                           | 0.09           | 1     |
|                                    | ภูเขา, อื่นๆ                  | 0.09           | 0     |
| 5.สภาพภูมิประเทศ                   | SC                            | 0.09           | 0     |
|                                    | ชัน                           | 0.09           | 4     |
|                                    | ชันปานกลาง                    | 0.09           | 3     |
|                                    | ลูกคลื่นลอนชัน                | 0.09           | 2     |
|                                    | ลูกคลื่นลอนลาด                | 0.09           | 1     |
|                                    | ราบเรียบ                      | 0.09           | 1     |
| 6.การคายระเหยน้ำของพืช             | ภาคเหนือ 5.0 มม.              | 0.05           | 1     |
|                                    | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5.4 มม. | 0.05           | 1     |
|                                    | ภาคกลาง 5.3 มม.               | 0.05           | 1     |
|                                    | ภาคตะวันออก 4.9 มม.           | 0.05           | 1     |
|                                    | ภาคใต้ 5.0 มม.                | 0.05           | 1     |
| 7.การใช้ประโยชน์ที่ดิน             | นาข้าว                        | 0.03           | 4     |
|                                    | พืชไร่                        | 0.03           | 3     |
|                                    | ไม้ผล ไม้ยืนต้น               | 0.03           | 2     |
|                                    | ป่าไม้และอื่นๆ                | 0.03           | 1     |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

จากการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภัยแล้ง ได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง โดยหน่วยงานต่างๆ และการวิจัยในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งมีการประเมินพื้นที่ภัยแล้งและรายละเอียดเกณฑ์การพิจารณาสำหรับกำหนดเขตภัยแล้งที่แตกต่างกันไป ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดเขตภัยแล้ง โดยหน่วยงานต่าง ๆ

| หน่วยงาน                                                 | ปัจจัยที่ใช้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543)                         | ด้านอุตุนิยมวิทยา<br>แหล่งน้ำใต้ดิน<br>การใช้ที่ดิน<br>การอุ้มน้ำของดิน<br>ความลาดชันของพื้นที่<br>ความหนาแน่นของลำน้ำในกลุ่มน้ำย่อย<br>ขนาดของกลุ่มน้ำ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม(2545) | ดัชนีฝนแล้ง<br>การอุ้มน้ำของดิน<br>เขตชลประทาน<br>ปริมาณน้ำใต้ดิน<br>โอกาสที่ฝนตก<br>การใช้ที่ดิน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ทีไอเอส (2547)                                           | ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (30 ปี)<br>จำนวนวันที่ฝนตกรายปีเฉลี่ย (30 ปี)<br>ปริมาณฝนสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย (30 ปี)<br>ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย<br>ความสามารถให้น้ำของชั้นหินให้น้ำ<br>ความสามารถให้น้ำของบ่อบาดาล<br>ความหนาแน่นของลำน้ำในกลุ่มน้ำย่อย<br>ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี<br>ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน<br>ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน<br>ระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า<br>สภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลกลุ่มดิน<br>ความลาดชันของพื้นที่<br>สภาพพื้นที่(สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง) |

## ตารางที่ 6 (ต่อ)

| หน่วยงาน              | ปัจจัยที่ใช้                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชฎา (2548)            | ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (30 ปี)<br>จำนวนวันที่ฝนตกรายปีเฉลี่ย (30 ปี)<br>ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย<br>ความสามารถในการให้น้ำของชั้นหินน้ำ (aquifer)<br>ความสามารถในการให้น้ำของบ่อบาดาล<br>ความหนาแน่นของลำน้ำในกลุ่มน้ำย่อย<br>ขนาดของพื้นที่กลุ่มน้ำย่อย<br>ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี<br>ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน<br>สภาพการระบายน้ำของดินจากข้อมูลดิน<br>ความลาดชันของพื้นที่<br>สภาพพื้นที่ (ความสูงจากระดับน้ำทะเล) |
| กรมพัฒนาที่ดิน (2553) | ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี<br>เขตชลประทาน<br>แหล่งน้ำผิวดินจำนวนบ่อ/พื้นที่<br>ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน<br>สภาพภูมิประเทศ<br>การคายระเหยน้ำของพืช<br>การใช้ประโยชน์ที่ดิน                                                                                                                                                                                                                                                   |

ดังนั้นจากการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงสรุปปัจจัยที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่แล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลางได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

1. ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2522 – 2552
2. ปัจจัยด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ความหนาแน่นของลำธาร ขอบเขตพื้นที่กลุ่มน้ำย่อย
3. ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่
4. ปัจจัยด้านการเกษตร ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ค่าการใช้น้ำของพืช
5. ปัจจัยด้านธรณีวิทยา ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินประเภทต่าง ๆ

### หลักการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (analytic hierarchy process : AHP)

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เป็นวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Saaty, 1980) โดยมีหลักการคือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้น ๆ คือ การกำหนดเป้าหมาย (goal) กำหนดเกณฑ์ (criteria) เกณฑ์ย่อย (subcriteria) และทางเลือก (alternatives) ตามลำดับ แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ โดยการให้คะแนนตามความสำคัญ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้วจึงพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้น สมเหตุสมผลจะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ วิธี AHP เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือก ซึ่งต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากหลายทางเลือก และมีเกณฑ์ในการพิจารณาทางเลือกหลายเกณฑ์ ปัจจุบัน AHP เป็นวิธีหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (multi - criteria decision making) ซึ่งมีผู้นิยมใช้กันมาก มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ตัดสินใจทำได้ง่ายและสะดวกขึ้นการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการ คือ การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ การหาลำดับความสำคัญ และการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

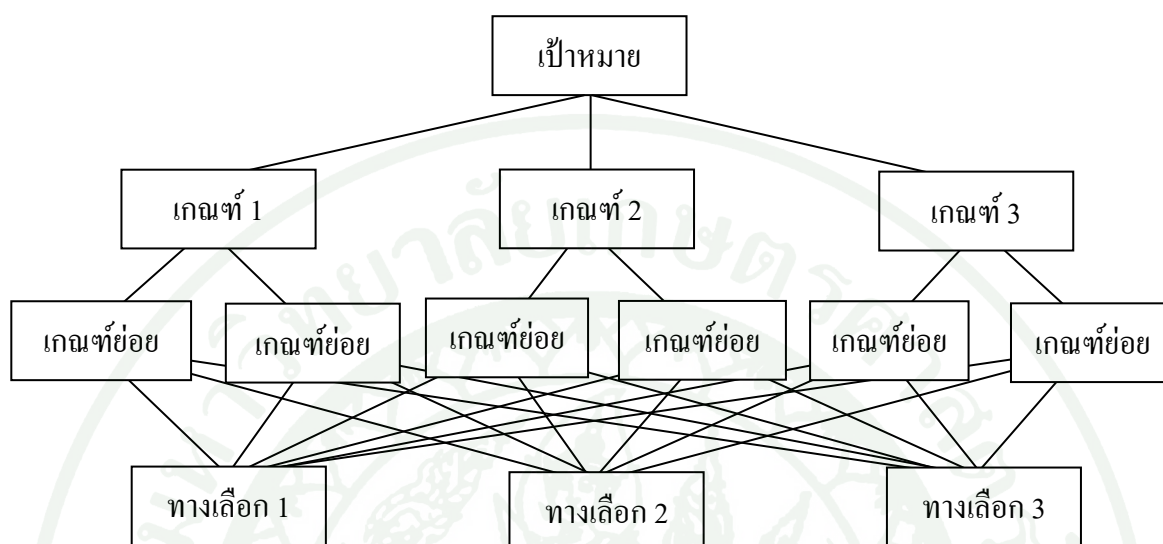
#### 1. การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (structuring the hierarchy)

ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกของหรือทางเลือกที่ดีที่สุด แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับชั้นดังนี้คือ เป้าหมาย (goal) เกณฑ์ (criteria) เกณฑ์ย่อย (subcriteria) และทางเลือก (alternatives) โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้ ดังแสดงในภาพที่ 4 ชั้นล่างสุดคือชั้นของทางเลือก

#### 2. การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (calculation of relative priority)

ในแต่ละชั้นผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบโดยการเปรียบเทียบทีละคู่ (pairwise comparison) เริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ (AHP measurement scale) ออกเป็น 9 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 7 หลังจากที่ได้ทราบความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในรูปของคะแนนความสำคัญจากการเปรียบเทียบทีละคู่ในชั้นนั้นแล้ว คำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (relative priority) ของในชั้นนั้น

วิเคราะห์ทีละชั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้



ภาพที่ 4 โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (analytic hierarchy process)

ตารางที่ 7 ลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบทีละคู่ (pairwise comparison scale) (Huizingh and Vrolijk, 1994)

| เชิงคุณภาพ                                                   | เชิงปริมาณ |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| เท่ากัน (equally preferred)                                  | 1          |
| เท่ากันถึงปานกลาง (equally to moderately preferred)          | 2          |
| ปานกลาง (moderately preferred)                               | 3          |
| ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (moderately to strongly preferred)     | 4          |
| ค่อนข้างมาก (strongly preferred)                             | 5          |
| ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (strongly to very strongly preferred) | 6          |
| มากกว่า (very strongly preferred)                            | 7          |
| มากกว่าถึงมากที่สุด (very strongly to extremely preferred)   | 8          |
| มากที่สุด (extremely preferred)                              | 9          |

น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หรือทางเลือกในแต่ละชั้นจะคำนวณได้จากสมการ

$$A\bar{W} = \lambda_{\max} \bar{W} \quad (1)$$

โดยที่  $A$  = เมตริกสมมาตรความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในรูปคะแนนความสำคัญ  
ปรับค่าให้เป็นหนึ่งแล้ว (normalized)

$\bar{W}$  = Eigenvalue น้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของวัตถุที่อยู่ในลำดับชั้น  
เดียวกัน หรือกลุ่มวัตถุที่อยู่ภายใต้ลำดับชั้นที่สูงกว่า

$\lambda_{\max}$  = Maximum eigenvalue

### 3. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (consistency)

ความเห็นผู้เชี่ยวชาญในรูปของคะแนนความสำคัญ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ บางครั้งอาจไม่สมเหตุสมผลหรือมีข้อผิดพลาด ในการแสดงความเห็น ความไม่สมเหตุสมผลหรือข้อผิดพลาดเป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบของเป็นคู่ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล โดยการคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล (consistency index, CI) ถ้า  $CI > 0.1$  แสดงว่าข้อมูลคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ไม่สมเหตุสมผล (Huizingh and Vrolijk, 1994) จะต้องปรับคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบของเป็นคู่ใหม่ก่อนที่จะวิเคราะห์ในลำดับชั้นถัดไป

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad (2)$$

เมื่อ  $n$  = ขนาดของสแควร์เมตริก

$$CR = CI / RI \quad (3)$$

เมื่อ  $CI$  = ดัชนีความสมเหตุสมผล (consistency index)

$CR$  = สัดส่วนความสมเหตุสมผล (consistency ratio)

$RI$  = ดัชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (random inconsistency index)

ขึ้นอยู่กับขนาดของสแควร์เมตริก  $A$  ดังตารางที่ 8

พิจารณาค่าของ  $CR \leq 0.10$  ถือว่ายอมรับได้ ถ้าหาก  $CR > 0.10$  ถือว่ายอมรับไม่ได้

ตารางที่ 8 คำนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (random inconsistency index : RI)

| n  | 1 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.46 | 1.49 |

ที่มา : Saaty (1980)

#### 4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHP

4.1 กำหนดทางเลือก แต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลาย ในขั้นตอนนี้ให้กำหนดทางเลือกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

4.2 ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (threshold level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก

4.3 เลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนด โดยตรวจสอบกับเกณฑ์ต่ำสุด ถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ ให้คัดออก

4.4 ระบุเกณฑ์ (criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (subcriteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือก

4.5 สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (develop decision hierarchy) จากทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้น คือ เป้าหมาย (goal), เกณฑ์ (criteria) และ ทางเลือก (alternatives) ดังแสดงในภาพที่ 4

4.6 เปรียบเทียบเกณฑ์ทีละคู่ แล้วจึงเปรียบเทียบทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทีละเกณฑ์ จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้

4.7 คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (weight) ของแต่ละทางเลือกในแต่ละเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์ แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

4.8 วิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity analysis) ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกทางเลือก จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้ว ทางเลือกที่ดีที่สุดจะยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

## พื้นที่ศึกษา

### 1. ที่ตั้งและอาณาเขต

ลุ่มน้ำแม่กลางเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปิง โดยมีคอยอินทนนท์เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญ ลุ่มน้ำแม่กลางมีแม่น้ำสาขาย่อย คือ แม่น้ำแม่กลาง แม่ยะ แม่ป่อน แม่เตี้ยะ และแม่หอย มีแม่น้ำแม่กลางเป็นแม่น้ำสายหลักของลุ่มน้ำแม่กลาง ลุ่มน้ำแม่กลางมีเนื้อที่ 378,794.72 ไร่

ลุ่มน้ำแม่กลางอยู่ในเขตการปกครองตำบลบ้านหลวง ตำบลช่วงเปา ตำบลคอยแก้ว และบางส่วนของตำบลสบเตี๊ยะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ (ภาพที่ 5) พื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางมีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่โดยรอบ ดังนี้

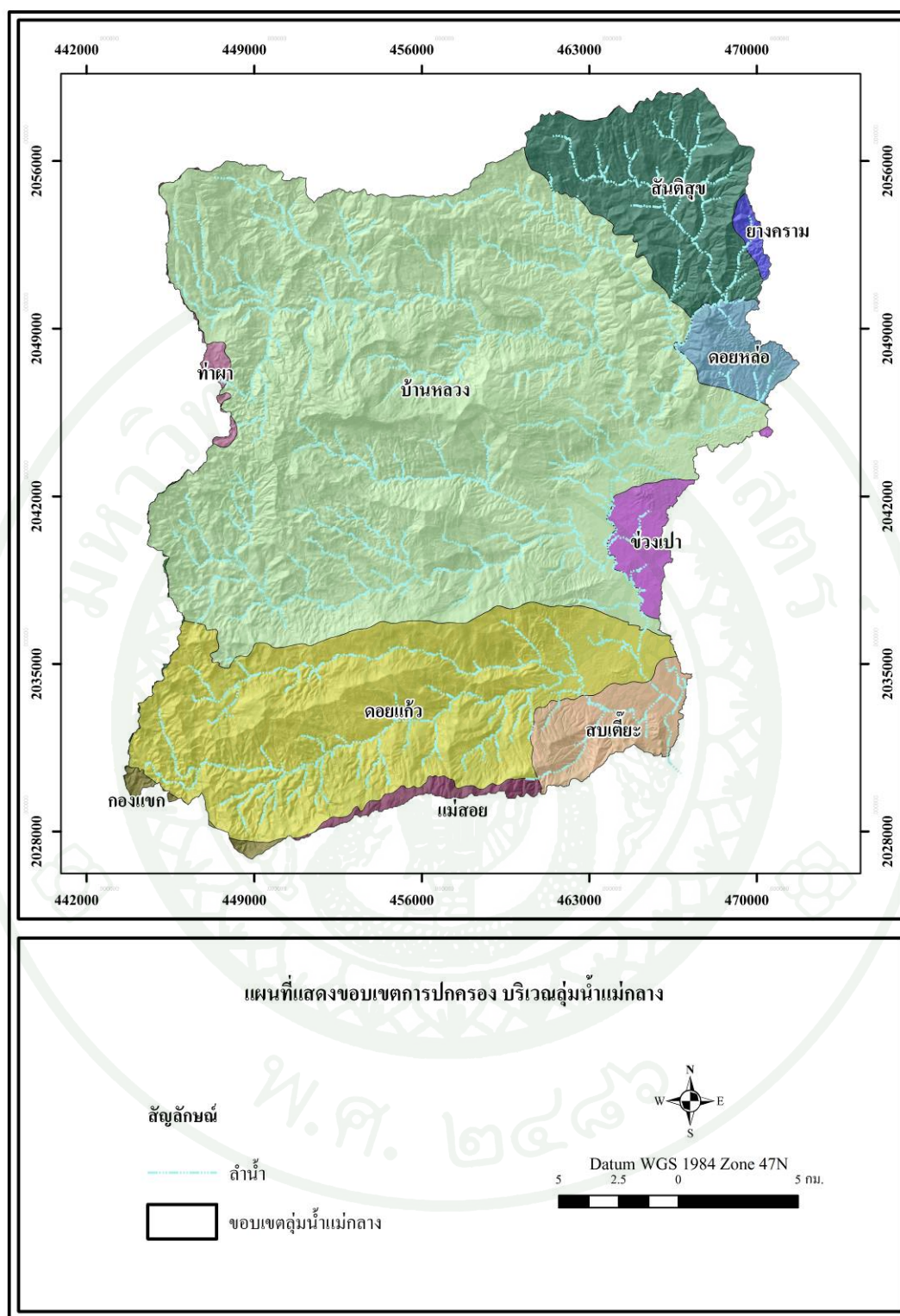
|             |           |                           |
|-------------|-----------|---------------------------|
| ทิศเหนือ    | ติดต่อกับ | ลุ่มน้ำแม่วาง             |
| ทิศใต้      | ติดต่อกับ | ลุ่มน้ำแม่น้ำปิงส่วนที่ 3 |
| ทิศตะวันออก | ติดต่อกับ | ลุ่มน้ำแม่น้ำปิงส่วนที่ 2 |
| ทิศตะวันตก  | ติดต่อกับ | ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง     |

### 2. สภาพภูมิประเทศ

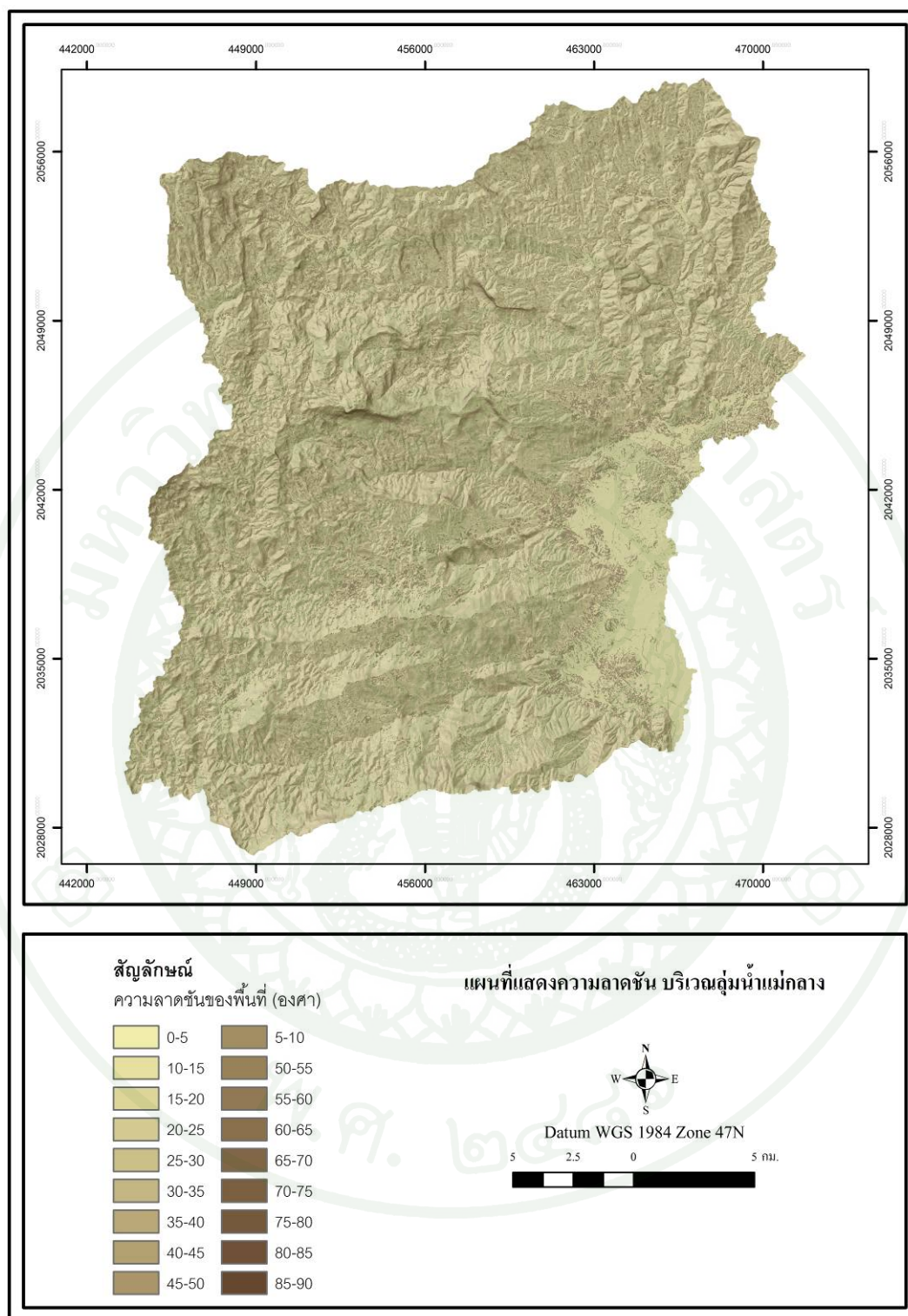
ลักษณะภูมิประเทศบริเวณลุ่มน้ำแม่กลางส่วนใหญ่เป็นภูเขาและเนินเขา ที่ต่อเนื่องมาจากภูเขาสูง พื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางมีระดับความสูงระหว่าง 200 – 2,700 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชัน ตั้งแต่ 0 – 90 องศา (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) (ภาพที่ 6)

### 3. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

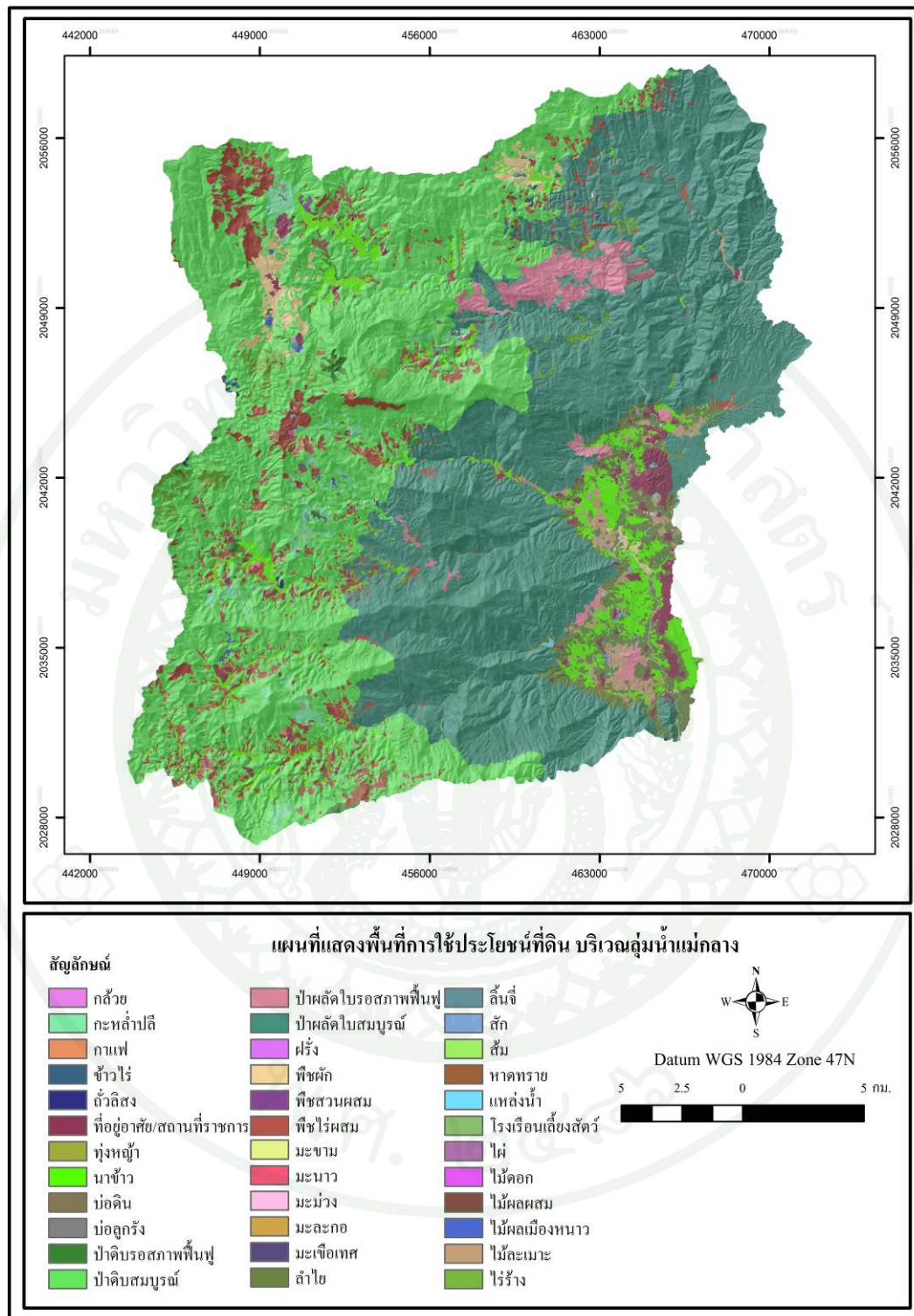
บริเวณลุ่มน้ำแม่กลางมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินหลากหลายประเภท ประกอบด้วย ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ นาข้าว ป่าไม้ พืชไร่ พืชสวน ไม้ผลไม้ยืนต้น แหล่งน้ำ และการใช้ที่ดินประเภทอื่นๆ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 5 แผนที่ขอบเขตการปกครองบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 6 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 7 แผนที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. แผนที่กลุ่มชุดดินมาตราส่วน 1 : 50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน
2. แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2551 มาตราส่วน 1 : 50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน
3. ข้อมูลขอบเขตการปกครองมาตราส่วน 1 : 50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน
4. แผนที่สภาพภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 จากกรมแผนที่ทหาร
5. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 – 2552 จากกรมอุตุนิยมวิทยาและ

### โครงการหลวง

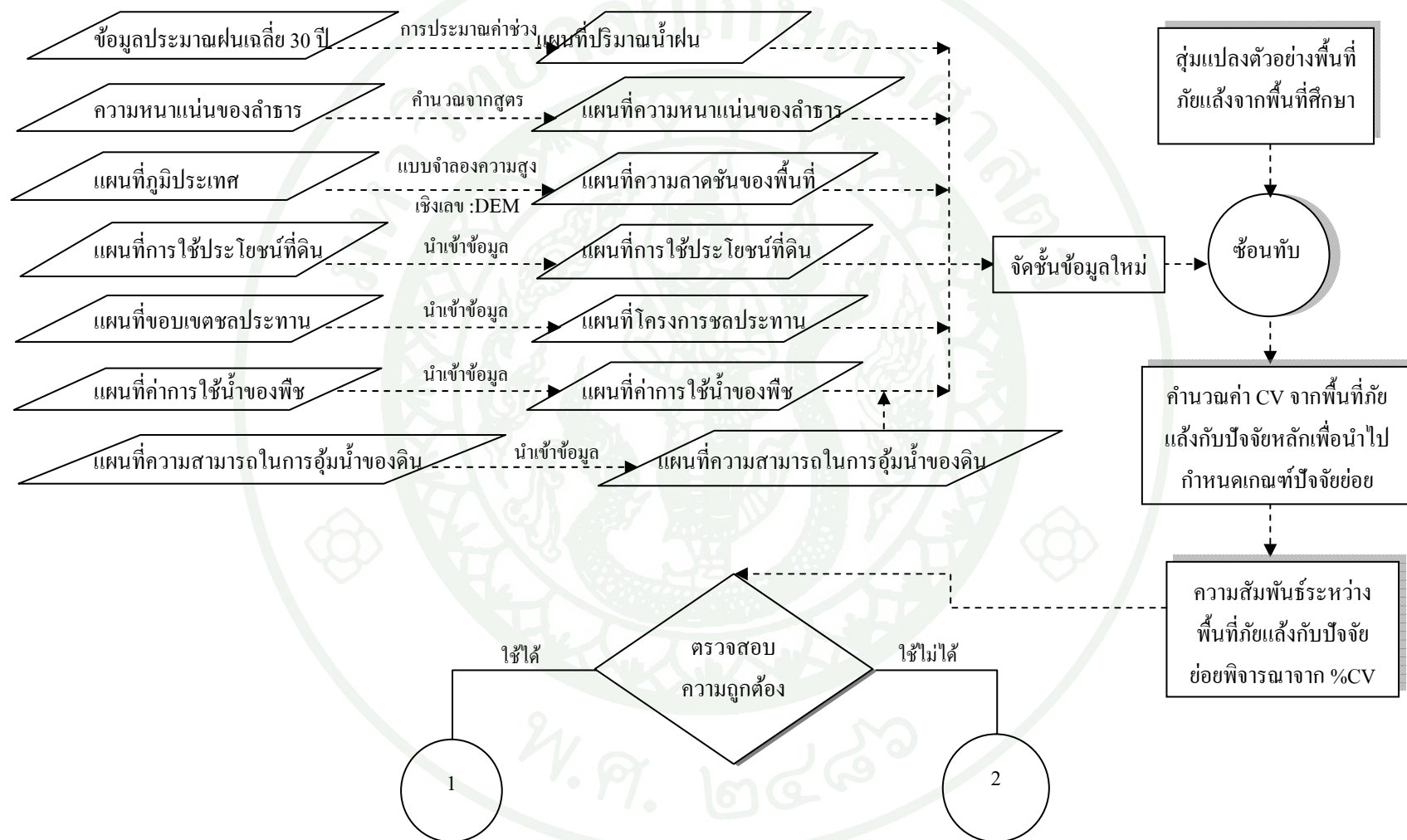
6. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
7. เครื่องคอมพิวเตอร์

### วิธีการ

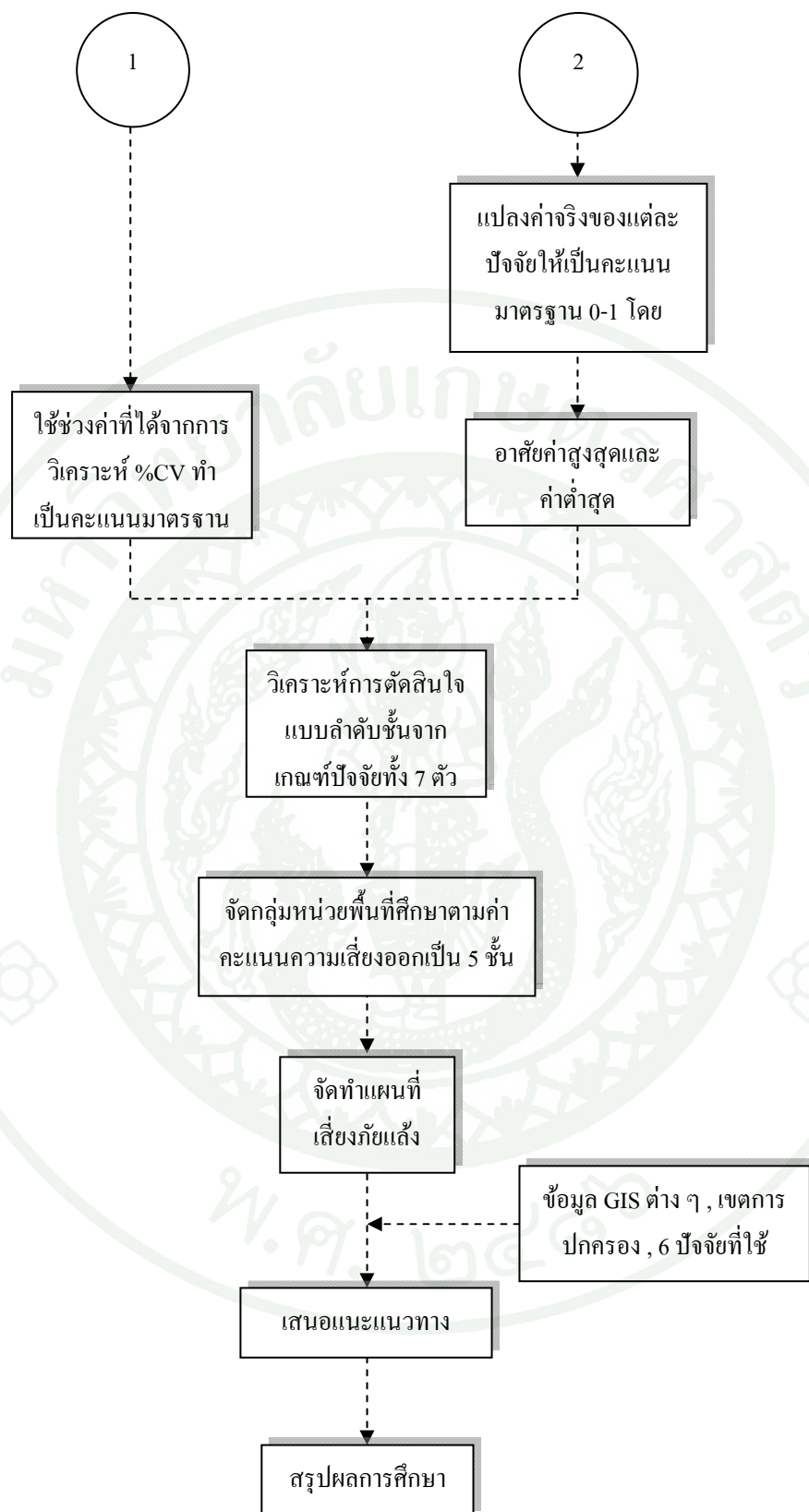
การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลางด้วยวิธีระบบผู้เชี่ยวชาญมีขั้นตอนการศึกษาดังภาพที่ 8 โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ตรวจสอบเอกสารและรวบรวม งานวิจัยและข้อมูลพื้นฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา แผนที่กลุ่มชุดดิน แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ขนาดลุ่มน้ำย่อยและแผนที่ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น รวมทั้งการรวบรวมการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หรือใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภัยแล้ง

2. กำหนดปัจจัยที่จะศึกษาวิเคราะห์หาพื้นที่ภัยแล้ง ในครั้งนี้โดยกำหนดให้ใช้ปัจจัย 5 ด้านที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้งคือ ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยด้านอุทกวิทยา ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ ปัจจัยด้านการเกษตร ปัจจัยด้านปฐพีวิทยา โดยตัวปัจจัยในแต่ละด้านที่ใช้แสดงดังตารางที่ 9



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง



ภาพที่ 8 (ต่อ)

ตารางที่ 9 ข้อมูลปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การเกิดภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัด เชียงใหม่

| ปัจจัย                       | ที่มา                           | รายละเอียดข้อมูล                                                                                                               |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา      | กรมอุตุนิยมวิทยา<br>โครงการหลวง | ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทาง<br>ภูมิศาสตร์ โดยคิดคาบเวลา 30 ปีได้แก่<br>- ปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2522-2552) |
| ปัจจัยด้านอุทกวิทยา          | กรมพัฒนาที่ดิน                  | ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทาง<br>ภูมิศาสตร์ ได้แก่<br>1. ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย<br>2. ความหนาแน่นของลำธาร        |
| ปัจจัยด้านสภาพภูมิ<br>ประเทศ | กรมพัฒนาที่ดิน                  | ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทาง<br>ภูมิศาสตร์ ได้แก่<br>- ความลาดชันของพื้นที่                                     |
| ปัจจัยด้านการเกษตร           | กรมพัฒนาที่ดิน                  | ข้อมูลดิจิทัลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทาง<br>ภูมิศาสตร์ ได้แก่<br>1. ค่าการใช้น้ำของพืช<br>2. การใช้ประโยชน์ที่ดิน           |
| ปัจจัยด้านปฐพีวิทยา          | กรมพัฒนาที่ดิน                  | ข้อมูลดิจิทัลพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของ<br>กลุ่มชุดดิน และคุณสมบัติของชุดดิน<br>- ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน          |

3. นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ของแต่ละปัจจัยที่ศึกษา ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบ่งตามชั้นข้อมูลของปัจจัยทั้งหมดที่ได้จัดเตรียมไว้ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ทั้งหมดพร้อมทั้งแก้ไขและปรับปรุงให้อยู่ในมาตรฐานของแผนที่เดียวกัน (datum WGS 1984 zone 47N)

4. นำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย 30 ปี ความหนาแน่นของลำธาร ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ค่าการใช้น้ำของพืช ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน จากนั้นแปลงชนิดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลประเภท .dbf เพื่อใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

พร้อมทั้งจัดโครงสร้างของตารางเพื่อสร้างความสัมพันธ์ของตารางฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และตารางฐานข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

5. แปลงข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2552-2552) จากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาและโครงการหลวงคอยอินทนนท์ 9 สถานี โดยวิธีการกระจายข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่พื้นที่ โดยการประมาณค่าช่วง (interpolation) โดยใช้ ModelBuilder วิธี IDW (inverse distance weighted) ขนาดของกริดเท่ากับ 30X30 เมตร โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี มีค่าอยู่ระหว่าง 804 – 1,806 มิลลิเมตร

6. เตรียมปัจจัยขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยสร้างจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM : digital elevation model) ที่มีความละเอียดของข้อมูล 5 เมตร จัดทำข้อมูลในรูปของกริดขนาด 30X30 เมตร แบ่งออกเป็น 24 ลุ่มน้ำย่อย มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 8,203 – 23,545 ไร่

7. เตรียมปัจจัยความหนาแน่นของลำน้ำ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลำธารที่เป็นลำธารอันดับหนึ่ง (first order) ต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ (เกษม, 2526) มีสมการดังนี้คือ

$$DS = \frac{NS}{A} \quad (5)$$

โดยที่  
 DS = ความหนาแน่นของลำน้ำ (stream density)  
 NS = จำนวนลำน้ำที่เป็นต้นสาขาของลำธารทั้งหมดของลุ่มน้ำ  
 A = พื้นที่ลุ่มน้ำ (ลำธารอันดับหนึ่งต่อไร่)

เมื่อได้ค่าความหนาแน่นของลำน้ำในพื้นที่ศึกษาแล้ว นำเข้าข้อมูลเวกเตอร์ แล้วแปลงให้ข้อมูลราสเตอร์ในรูปของกริดขนาด 30X30 เมตร ความหนาแน่นของลำธารที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.00058-0.00104 ลำธารต่อไร่

8. เตรียมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 ของกรมพัฒนาที่ดิน นำเข้าข้อมูลเวกเตอร์ แล้วแปลงให้ข้อมูลราสเตอร์ในรูปของกริดขนาด 30X30 เมตร โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางได้ทั้งหมด 36 ประเภท (ตารางผนวกที่ 2)

9. เตรียมปัจจัยค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช (ตารางผนวกที่ 1) โดยนำเข้าข้อมูลเวกเตอร์ การใช้ประโยชน์ที่ดินแล้วจัดทำข้อมูลอรรถิยาของค่าใช้น้ำของพืชตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการอ้างอิงผลการศึกษาดัง ๆ แล้วแปลงให้ข้อมูลราสเตอร์ในรูปของกริดขนาด 30X30 เมตร ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชในกลุ่มน้ำแม่กลางจำแนกได้ทั้งหมด 25 ประเภท

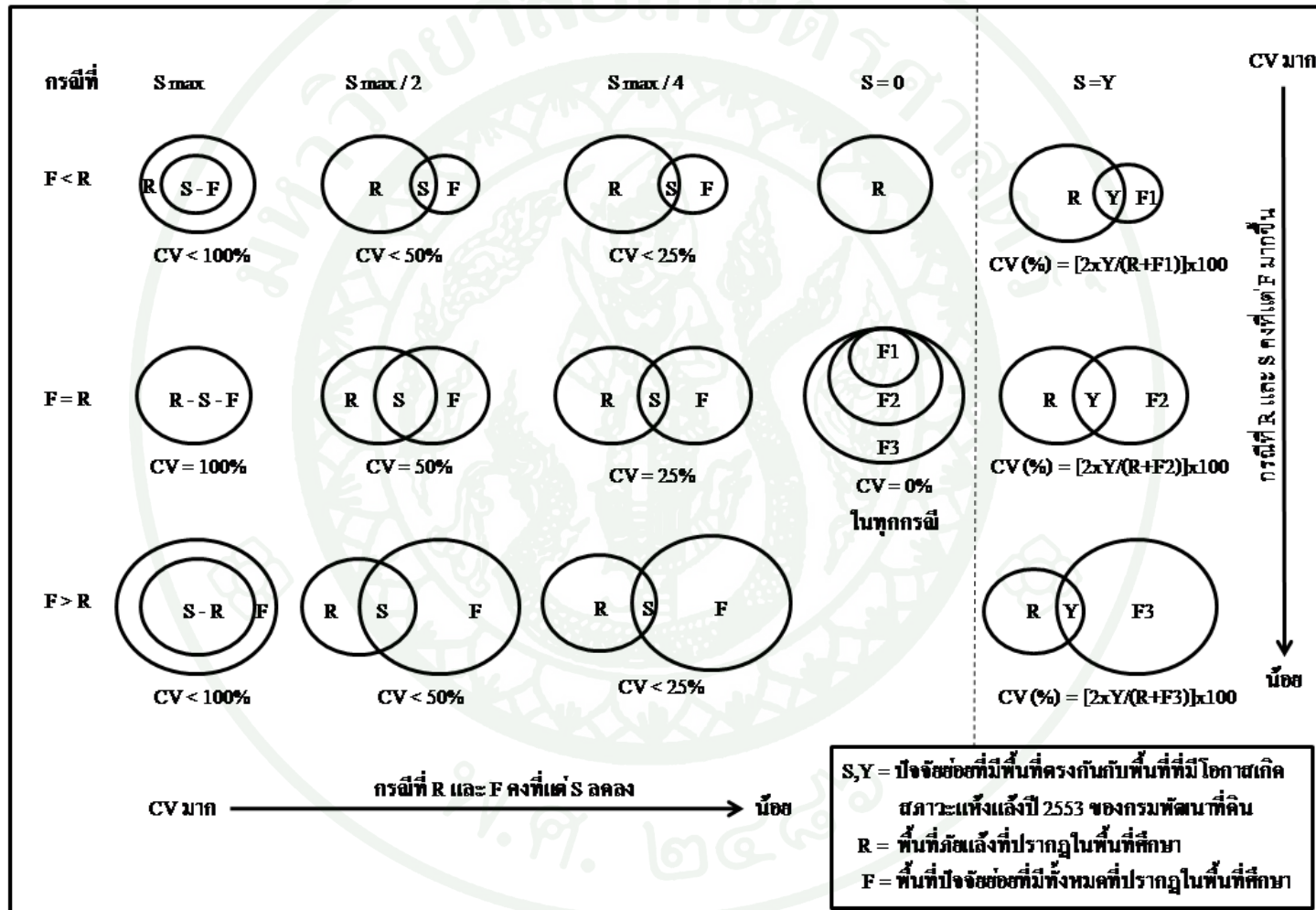
10. เตรียมปัจจัยความสามารถในการอุ้มน้ำของดินที่ได้จากสมบัติของชุดดิน นำมาจัดชั้นแล้วนำเข้าข้อมูลเวกเตอร์ แล้วแปลงให้ข้อมูลราสเตอร์ในรูปของกริดขนาด 30X30 เมตร จำแนกได้ทั้งหมด 3 ประเภท คือ สูง ปานกลาง ต่ำ

11. เตรียมปัจจัยข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ สร้างจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM : digital elevation model) ที่มีความละเอียดของข้อมูล 5 เมตร แล้วคำนวณหาความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-90 องศา

12. ทำการแก้ไขความคลาดเคลื่อน เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและตรวจสอบขอบเขตของข้อมูลว่ามีระบบพิกัดที่ตรงกันทุกชั้นข้อมูลหรือไม่ ถ้าไม่ตรงกันต้องปรับแก้ให้อยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน

13. ศึกษาปัจจัยที่จะใช้ในการกำหนดเงื่อนไขสำหรับบางปัจจัย ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ยังไม่มีข้อมูลหรือผลการศึกษาที่เพียงพอที่จะระบุได้ว่ามีอิทธิพลต่อการเกิดภัยแล้ง ดังนั้นจึงใช้หลักเกณฑ์ในการหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปี 2553 ของกรมพัฒนาที่ดินกับปัจจัยที่นำมาใช้ในการกำหนดเงื่อนไข เพื่อเป็นการตัดสินใจเบื้องต้นว่าปัจจัยใดน่าจะมีผลต่อการกำหนดพื้นที่ภัยแล้งมากกว่ากัน ด้วยการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ CV (coincided value index) (กัมปนาท, 2546 อ้างถึง สราวุธ, 2539) มีหลักเกณฑ์ดังนี้คือ หากพื้นที่ปัจจัยย่อยใดที่ปรากฏในแต่ละปัจจัยมีขนาดพื้นที่และตำแหน่งตรงกับเขตพื้นที่ภัยแล้ง ก็ถือว่าสามารถใช้ปัจจัยย่อยดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการคาดการณ์พื้นที่ภัยแล้งในพื้นที่ศึกษาได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกรณีอื่น เช่น พื้นที่เท่ากันแต่ปัจจัยตรงกับพื้นที่ภัยแล้งในพื้นที่ศึกษาเพียงบางส่วน เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการใช้ปัจจัยนั้น ๆ ในการคาดการณ์พื้นที่ภัยแล้งจะลดลง และจะมีความถูกต้องน้อยที่สุดเมื่อไม่มีพื้นที่ของปัจจัยย่อยตรงกับพื้นที่ภัยแล้งนั้น ๆ เลย แนวคิดการคำนวณค่า CV แสดงดังภาพที่ 9

สรุปปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในการศึกษานี้มี 7 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ความหนาแน่นของลำธาร การใช้ประโยชน์ที่ดิน ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ค่าการใช้น้ำของพืช ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน สภาพภูมิประเทศ



ภาพที่ 9 แนวคิดและการคำนวณค่า CV เพื่อเป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกใช้ปัจจัยในการกำหนดพื้นที่ภัยแล้งด้วยวิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ

ที่มา : ดัดแปลงจาก กัมปนาท, 2546 อ้างถึง สราวุธ, 2539

ค่า CV มีสมการดังต่อไปนี้

$$\% \text{ Coincided Value Index (CV)} = \left[ \frac{2S}{R+F} \right] \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ %CV = เปอร์เซ็นต์การพ้องตรงกันเชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัยย่อยกับพื้นที่ที่มีโอกาสเกิด  
สภาวะแห้งแล้งปี 2553 ของกรมพัฒนาที่ดิน

S = ปัจจัยย่อยที่มีพื้นที่ตรงกันกับพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปี 2553 ของ  
กรมพัฒนาที่ดิน

R = พื้นที่ภัยแล้งที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษา

F = พื้นที่ปัจจัยย่อยที่มีทั้งหมดที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษา

หมายเหตุ : พื้นที่ศึกษา = พื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางทั้งหมด

14. กำหนดเกณฑ์ปัจจัยย่อยของทั้ง 7 ปัจจัยหลักที่ใช้โดยพิจารณาผลจากข้อ 13 หากผลการวิเคราะห์ %CV ของปัจจัยหลักตัวใดที่ให้ผลดีสอดคล้องกับแนวทางการศึกษาที่ผ่านมาจะใช้ช่วงค่าปัจจัยย่อยที่ได้นั้น แต่ถ้าผลการวิเคราะห์ %CV ให้ผลไม่ดีก็ทำการอ้างอิงเกณฑ์ปัจจัยตามทฤษฎีหรือผลการศึกษาที่ผ่านมา

15. แปลงช่วงค่าข้อมูลดิบของแต่ละปัจจัยทั้ง 7 ให้เป็นค่าคะแนนมาตรฐาน (0 - 1) กรณีการแปลงคะแนนให้พิจารณาดังนี้

15.1 กรณีแปรตรง (ค่าของปัจจัยมีค่ามาก โอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งสูง)

$$\frac{X_i - X_{min}}{(X_{max} - X_{min})} \quad (9)$$

15.2 กรณีแปรผกผัน (ค่าของปัจจัยมีค่ามาก โอกาสการเกิดสภาวะแห้งแล้งต่ำ)

$$1 - \frac{X_i - X_{min}}{(X_{max} - X_{min})} \quad (10)$$

โดยที่

$X_i$  คือ ค่าคะแนนดิบของปัจจัยที่ต้องการแปลงเป็นค่ามาตรฐาน  
 $X_{min}$  คือ ค่าคะแนนดิบต่ำสุดของค่าปัจจัย  
 $X_{max}$  คือ ค่าคะแนนดิบสูงสุดของค่าปัจจัย

16. ประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นเพื่อการลำดับหน่วยพื้นที่ศึกษา (จุดภาพ) ตามค่าคะแนนความเสี่ยงภัยแล้งภายใต้การพิจารณาเกณฑ์ปัจจัย โดยการคำนวณหาค่าน้ำหนักปัจจัย จากการตรวจเอกสารที่พบว่าการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ส่วนใหญ่ใช้การกำหนดคะแนนปัจจัยตามวิธีประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญ หรือ การจำแนกด้วยวิธี discriminant analysis ในที่นี้เป็นการประยุกต์ใช้วิธี AHP (analytical hierarchy process) ซึ่งจะได้ความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ตัดสินใจโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบทีละคู่ (pairwise comparison) ช่วยในตัดสินใจ โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์มีดังนี้

16.1 สร้างเมตริกเปรียบเทียบปัจจัยแบบทีละคู่ (pairwise comparison matrix) โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละด้านให้ค่าคะแนนโดยพิจารณาปัจจัยทีละคู่จนครบทุกคู่ที่เป็นไปได้ แล้วให้ผู้ศึกษาพิจารณาสรุปเพื่อนำมาสร้างเมตริกเปรียบเทียบดังตารางที่ 10

16.2 สร้างตารางคำนวณน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย (normalized pairwise comparison matrix) โดยสร้าง eigenvalue matrix และคำนวณค่าน้ำหนักสัมพัทธ์แต่ละปัจจัยหลักดังสมการที่ปรากฏในตารางที่ 11

ตารางที่ 10 เมตริกเปรียบเทียบปัจจัยแบบทีละคู่ (pairwise comparison matrix)

|                 |                                      | Criteria Factors ( $F_{ij}$ ) |                                |                                 |                                          |                        |                            |                            |
|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                 |                                      | ปริมาณฝน<br>เฉลี่ย 30 ปี      | ขนาด<br>พื้นที่ลุ่ม<br>น้ำย่อย | ความ<br>หนาแน่น<br>ของลำ<br>ธาร | ความ<br>สามารถ<br>ในการอุ้มน้ำ<br>ของดิน | สภาพ<br>ภูมิ<br>ประเทศ | ค่าการใช้<br>น้ำของ<br>พืช | ประเภท<br>การใช้<br>ที่ดิน |
| $i/j$           |                                      | 1                             | 2                              | 3                               | 4                                        | 5                      | 6                          | 7                          |
| 1               | ปริมาณฝน<br>เฉลี่ย 30 ปี             | 1                             | $F_{12}$                       | $F_{13}$                        | $F_{14}$                                 | $F_{15}$               | $F_{16}$                   | $F_{17}$                   |
| 2               | ขอบเขตพื้นที่<br>ลุ่มน้ำย่อย         | $\frac{1}{F_{12}}$            | 1                              | $F_{23}$                        | $F_{24}$                                 | $F_{25}$               | $F_{26}$                   | $F_{27}$                   |
| 3               | ความหนาแน่น<br>ของลำธาร              | $\frac{1}{F_{13}}$            | $\frac{1}{F_{23}}$             | 1                               | $F_{34}$                                 | $F_{35}$               | $F_{36}$                   | $F_{37}$                   |
| 4               | ความสามารถ<br>ในการอุ้มน้ำ<br>ของดิน | $\frac{1}{F_{14}}$            | $\frac{1}{F_{24}}$             | $\frac{1}{F_{34}}$              | 1                                        | $F_{45}$               | $F_{46}$                   | $F_{47}$                   |
| 5               | สภาพภูมิ<br>ประเทศ                   | $\frac{1}{F_{15}}$            | $\frac{1}{F_{25}}$             | $\frac{1}{F_{35}}$              | $\frac{1}{F_{45}}$                       | 1                      | $F_{56}$                   | $F_{57}$                   |
| 6               | ค่าการใช้น้ำ<br>ของพืช               | $\frac{1}{F_{16}}$            | $\frac{1}{F_{26}}$             | $\frac{1}{F_{36}}$              | $\frac{1}{F_{46}}$                       | $\frac{1}{F_{56}}$     | 1                          | $F_{67}$                   |
| 7               | ประเภทการใช้<br>ที่ดิน               | $\frac{1}{F_{17}}$            | $\frac{1}{F_{27}}$             | $\frac{1}{F_{37}}$              | $\frac{1}{F_{47}}$                       | $\frac{1}{F_{57}}$     | $\frac{1}{F_{67}}$         | 1                          |
| ผลรวมค่าน้ำหนัก |                                      | $\sum_{i=1}^7 F_{i1}$         | $\sum_{i=1}^7 F_{i2}$          | $\sum_{i=1}^7 F_{i3}$           | $\sum_{i=1}^7 F_{i4}$                    | $\sum_{i=1}^7 F_{i5}$  | $\sum_{i=1}^7 F_{i6}$      | $\sum_{i=1}^7 F_{i7}$      |

ตารางที่ 11 การคำนวณน้ำหนักเกณฑ์ปัจจัย (normalized pairwise comparison matrix)

| Normalized Criterion Weight based on Pairwise Comparison ( $w_{ij}$ ) |                                      |                                      |                                      |                                      |                                      |                                      | Relative Weight ( $\bar{W}_i$ )      |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                       | w1                                   | w2                                   | w3                                   | w4                                   | w5                                   | w6                                   | w7                                   |                                 |
| w1                                                                    | $\frac{F_{11}}{\sum_{i=1}^7 F_{i1}}$ | $\frac{F_{12}}{\sum_{i=1}^7 F_{i2}}$ | $\frac{F_{13}}{\sum_{i=1}^7 F_{i3}}$ | $\frac{F_{14}}{\sum_{i=1}^7 F_{i4}}$ | $\frac{F_{15}}{\sum_{i=1}^7 F_{i5}}$ | $\frac{F_{16}}{\sum_{i=1}^7 F_{i6}}$ | $\frac{F_{17}}{\sum_{i=1}^7 F_{i7}}$ | $\frac{\sum_{j=1}^7 w_{1j}}{7}$ |
| w2                                                                    | $\frac{F_{21}}{\sum_{i=1}^7 F_{i1}}$ | $\frac{F_{22}}{\sum_{i=1}^7 F_{i2}}$ | $\frac{F_{23}}{\sum_{i=1}^7 F_{i3}}$ | $\frac{F_{24}}{\sum_{i=1}^7 F_{i4}}$ | $\frac{F_{25}}{\sum_{i=1}^7 F_{i5}}$ | $\frac{F_{26}}{\sum_{i=1}^7 F_{i6}}$ | $\frac{F_{27}}{\sum_{i=1}^7 F_{i7}}$ | $\frac{\sum_{j=1}^7 w_{2j}}{7}$ |
| w3                                                                    | $\frac{F_{31}}{\sum_{i=1}^7 F_{i1}}$ | $\frac{F_{32}}{\sum_{i=1}^7 F_{i2}}$ | $\frac{F_{33}}{\sum_{i=1}^7 F_{i3}}$ | $\frac{F_{34}}{\sum_{i=1}^7 F_{i4}}$ | $\frac{F_{35}}{\sum_{i=1}^7 F_{i5}}$ | $\frac{F_{36}}{\sum_{i=1}^7 F_{i6}}$ | $\frac{F_{37}}{\sum_{i=1}^7 F_{i7}}$ | $\frac{\sum_{j=1}^7 w_{3j}}{7}$ |
| w4                                                                    | $\frac{F_{41}}{\sum_{i=1}^7 F_{i1}}$ | $\frac{F_{42}}{\sum_{i=1}^7 F_{i2}}$ | $\frac{F_{43}}{\sum_{i=1}^7 F_{i3}}$ | $\frac{F_{44}}{\sum_{i=1}^7 F_{i4}}$ | $\frac{F_{45}}{\sum_{i=1}^7 F_{i5}}$ | $\frac{F_{46}}{\sum_{i=1}^7 F_{i6}}$ | $\frac{F_{47}}{\sum_{i=1}^7 F_{i7}}$ | $\frac{\sum_{j=1}^7 w_{4j}}{7}$ |
| w5                                                                    | $\frac{F_{51}}{\sum_{i=1}^7 F_{i1}}$ | $\frac{F_{52}}{\sum_{i=1}^7 F_{i2}}$ | $\frac{F_{53}}{\sum_{i=1}^7 F_{i3}}$ | $\frac{F_{54}}{\sum_{i=1}^7 F_{i4}}$ | $\frac{F_{55}}{\sum_{i=1}^7 F_{i5}}$ | $\frac{F_{56}}{\sum_{i=1}^7 F_{i6}}$ | $\frac{F_{57}}{\sum_{i=1}^7 F_{i7}}$ | $\frac{\sum_{j=1}^7 w_{5j}}{7}$ |
| w6                                                                    | $\frac{F_{61}}{\sum_{i=1}^7 F_{i1}}$ | $\frac{F_{62}}{\sum_{i=1}^7 F_{i2}}$ | $\frac{F_{63}}{\sum_{i=1}^7 F_{i3}}$ | $\frac{F_{64}}{\sum_{i=1}^7 F_{i4}}$ | $\frac{F_{65}}{\sum_{i=1}^7 F_{i5}}$ | $\frac{F_{66}}{\sum_{i=1}^7 F_{i6}}$ | $\frac{F_{67}}{\sum_{i=1}^7 F_{i7}}$ | $\frac{\sum_{j=1}^7 w_{6j}}{7}$ |
| w7                                                                    | $\frac{F_{71}}{\sum_{i=1}^7 F_{i1}}$ | $\frac{F_{72}}{\sum_{i=1}^7 F_{i2}}$ | $\frac{F_{73}}{\sum_{i=1}^7 F_{i3}}$ | $\frac{F_{74}}{\sum_{i=1}^7 F_{i4}}$ | $\frac{F_{75}}{\sum_{i=1}^7 F_{i5}}$ | $\frac{F_{76}}{\sum_{i=1}^7 F_{i6}}$ | $\frac{F_{77}}{\sum_{i=1}^7 F_{i7}}$ | $\frac{\sum_{j=1}^7 w_{7j}}{7}$ |

## 17. วิเคราะห์ความสมเหตุสมผล (consistency)

17.1 คำนวณหาเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล (weighted sum vectors) ของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยที่ได้จากการเปรียบเทียบทีละคู่ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 การคำนวณหาเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล (weighted sum vectors)

| Criteria | Weighted Sum Vector ( $\bar{W}_i$ ) | Consistency Vector ( $CV_i$ ) |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------|
| C1       | $\sum_{j=1}^7 (\bar{w}_1 * F_{1j})$ | $\frac{\bar{W}_1}{\bar{w}_1}$ |
| C2       | $\sum_{j=1}^7 (\bar{w}_2 * F_{2j})$ | $\frac{\bar{W}_2}{\bar{w}_2}$ |
| C3       | $\sum_{j=1}^7 (\bar{w}_3 * F_{3j})$ | $\frac{\bar{W}_3}{\bar{w}_3}$ |
| C4       | $\sum_{j=1}^7 (\bar{w}_4 * F_{4j})$ | $\frac{\bar{W}_4}{\bar{w}_4}$ |
| C5       | $\sum_{j=1}^7 (\bar{w}_5 * F_{5j})$ | $\frac{\bar{W}_5}{\bar{w}_5}$ |
| C6       | $\sum_{j=1}^7 (\bar{w}_6 * F_{6j})$ | $\frac{\bar{W}_6}{\bar{w}_6}$ |
| C7       | $\sum_{j=1}^7 (\bar{w}_7 * F_{7j})$ | $\frac{\bar{W}_7}{\bar{w}_7}$ |

หมายเหตุ :  $\# \bar{W}_i$  คือ คำนวณน้ำหนักสัมพัทธ์ของปัจจัยที่ i

$\bar{w}_i$  คือ eigenvalue น้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของวัตถุที่อยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือกลุ่มวัตถุที่อยู่ภายใต้ลำดับชั้นที่สูงกว่า  
(เมื่อ  $i = 1, 2, 3, \dots, 7$ )

17.2 หาค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล (consistency vector) โดยทั่วไปค่า consistency vector จะมากกว่าหรือเท่ากับจำนวนเกณฑ์ปัจจัย

$$\lambda = \frac{\sum_{j=1}^7 CV_j}{7} \quad (7)$$

17.3 วัดดัชนีของความไม่สมเหตุสมผล (degree of inconsistency) โดยใช้ค่าดัชนีความสมเหตุสมผล (consistency index; CI) ในสมการที่ 2

17.4 วัดค่าอัตราส่วนความสมเหตุสมผล (consistency ratio; CR) ในสมการที่ 3

17.5 ศึกษาผลการวิเคราะห์ โดยอ้างอิงตารางของ Saaty (1980) (ตารางที่ 8)

18. คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหน่วยพื้นที่ศึกษา

ในที่นี้กำหนดหน่วยพื้นที่ศึกษาคือ จุดภาพขนาด 30 x 30 เมตรให้เป็นทางเลือก ซึ่งจะพบว่าทำให้มีทางเลือกจำนวนมาก จึงเป็นเหตุผลที่ใช้วิธีการแปลงค่าคะแนนดิบของปัจจัยย่อยให้เป็นค่าคะแนนมาตรฐาน (ข้อ 15 ) แทนการกำหนดช่วงค่าปัจจัยแล้วให้ระดับคะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญ การลำดับทางเลือกทำโดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ปัจจัย ( $w_i$  จากตารางที่ 11) คูณกับค่าคะแนนปัจจัยแต่ละตัวของหน่วยพื้นที่นั้น ๆ ผลรวมของค่าเกณฑ์ปัจจัยที่ถ่วงน้ำหนักแล้วคือค่าความสำคัญของหน่วยพื้นที่ศึกษาที่เป็นทางเลือกภายใต้การพิจารณาทุกปัจจัย

$$I = \sum_{i=1}^7 (w_i * F_i) \quad (8)$$

19. จัดกลุ่มหน่วยพื้นที่ศึกษา (จุดภาพ) หรือทางเลือก ออกเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเสี่ยง (ได้แก่ เสี่ยงสูงมาก เสี่ยงมาก เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงน้อย ไม่เสี่ยง) โดยพิจารณาจากค่าคะแนนสูงสุด และ คะแนนต่ำสุด ที่ได้จากคะแนนความสำคัญของแต่ละหน่วยพื้นที่ศึกษา ( ข้อ 18) เพื่อนำค่ามาแบ่งเป็นช่วงชั้น และแปลงให้เป็นร้อยละเพื่อให้เข้าใจงานในการตีความผล

20. จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดภัยแล้ง

โดยนำชั้นข้อมูลแต่ละชั้นมาซ้อนทับกัน ซึ่งรายละเอียดในแผนที่จะประกอบด้วยข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งซึ่งได้จากการวิเคราะห์ ขอบเขตจังหวัด ถนน ทางน้ำ ขอบเขตชลประทาน และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็น เช่น แหล่งน้ำ และ/หรือประเภทการใช้ที่ดิน เป็นต้น พร้อมกับการคำนวณหาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งตามเงื่อนไขที่กำหนด จากนั้นแสดงผลในรูปแบบแผนที่เสี่ยงภัยแล้ง

21. วิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง โดยดูจากระดับความเสี่ยงภัยแล้งในแต่ละพื้นที่ และองค์ประกอบของปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

## ผลและวิจารณ์

การศึกษานี้ได้ใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งด้วยวิธี AHP ประกอบด้วย ข้อมูลด้านปฐพีวิทยาของพื้นที่ (ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน, ความลาดชันของพื้นที่) ซึ่งวิเคราะห์จากลักษณะและสมบัติของดิน ข้อมูลด้านอุทกวิทยา (ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย, ความหนาแน่นของลำน้ำ, ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี) ข้อมูลด้านการเกษตร (การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ปริมาณการใช้น้ำของพืช) นำข้อมูลดังกล่าวมาจัดชั้นใหม่เพื่อนำผลการจัดชั้นข้อมูลใหม่มาใช้ในการกำหนดปัจจัยในการจำแนกด้วยวิธีระบบผู้เชี่ยวชาญต่อไป ดังแสดงรายละเอียดของผลการศึกษาดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 14)

### 1. การเตรียมข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มน้ำแม่กลาง

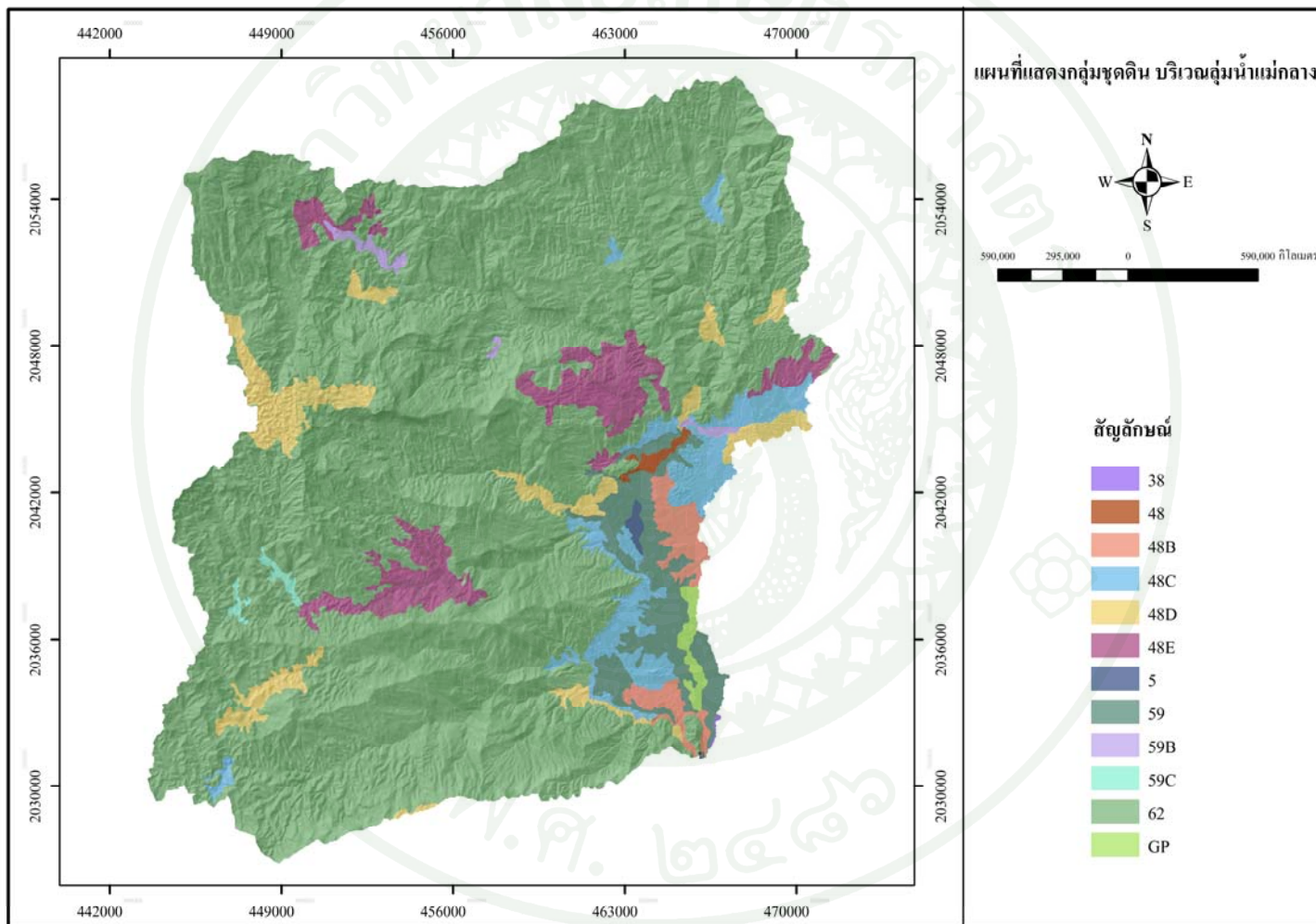
#### 1.1 ลักษณะและสมบัติของดิน

จากการศึกษาพบว่า ลักษณะและสมบัติของดินในบริเวณพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย 5 กลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ดังแสดงเนื้อที่ของชุดดินแต่ละประเภทในตารางที่ 13 และภาพที่ 10

ตารางที่ 13 เนื้อที่กลุ่มชุดดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| กลุ่มชุดดิน | เนื้อที่      |            | ร้อยละ |
|-------------|---------------|------------|--------|
|             | ตารางกิโลเมตร | ไร่        |        |
| 5           | 0.87          | 541.80     | 0.14   |
| 38          | 0.14          | 85.04      | 0.02   |
| 48          | 88.54         | 55,336.95  | 14.61  |
| 59          | 25.60         | 16,002.65  | 4.22   |
| 62          | 488.36        | 305,222.03 | 80.58  |
| GP          | 2.57          | 1,606.25   | 0.42   |
| รวมทั้งหมด  | 606.07        | 378,794.72 | 100.00 |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

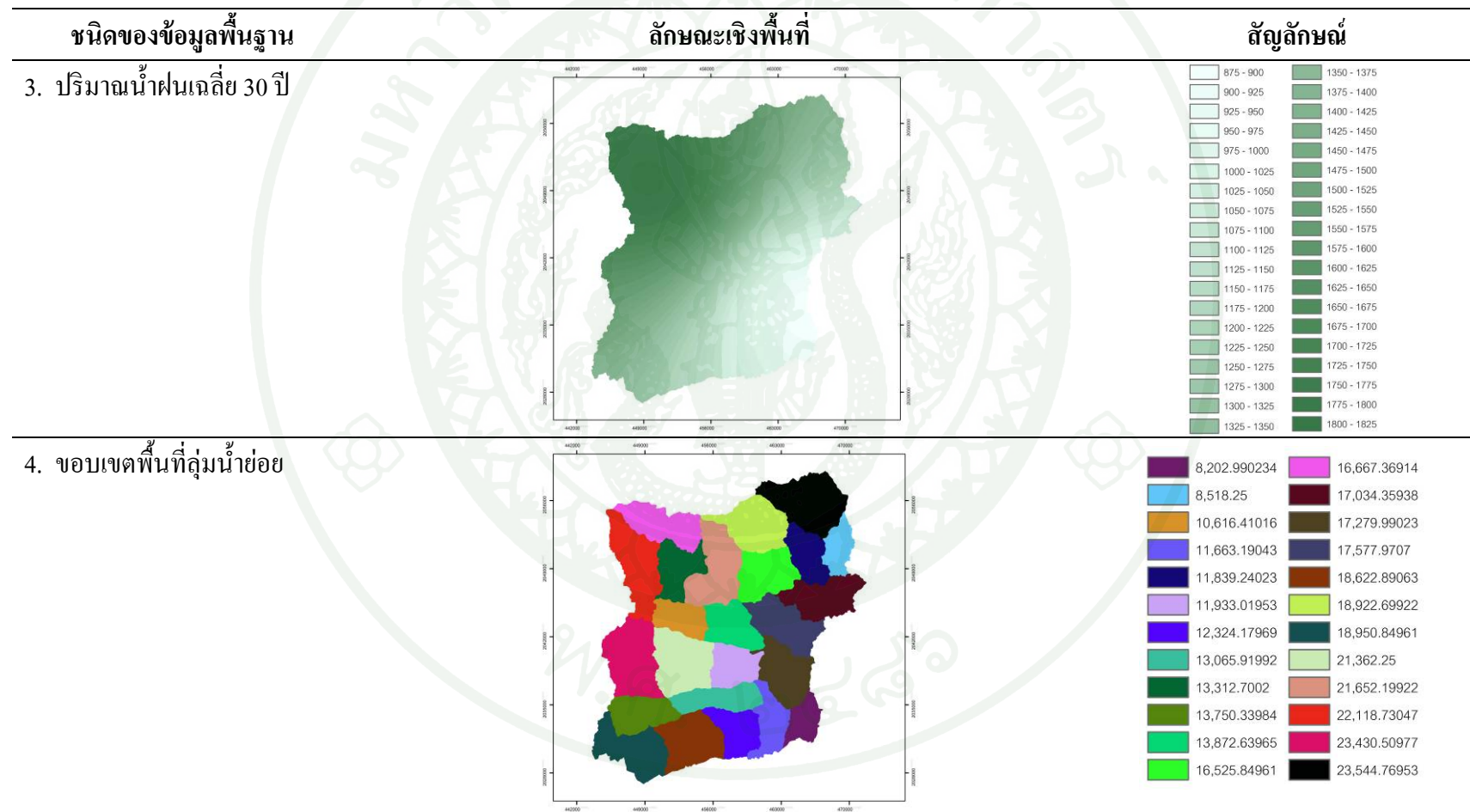


ภาพที่ 10 แผนที่กลุ่มชุดดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

[illegible]

2. พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะ  
แห้งแล้งปี 2553

ตารางที่ 14 (ต่อ)



ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชนิดของข้อมูลพื้นฐาน

ลักษณะเชิงพื้นที่

สัญลักษณ์

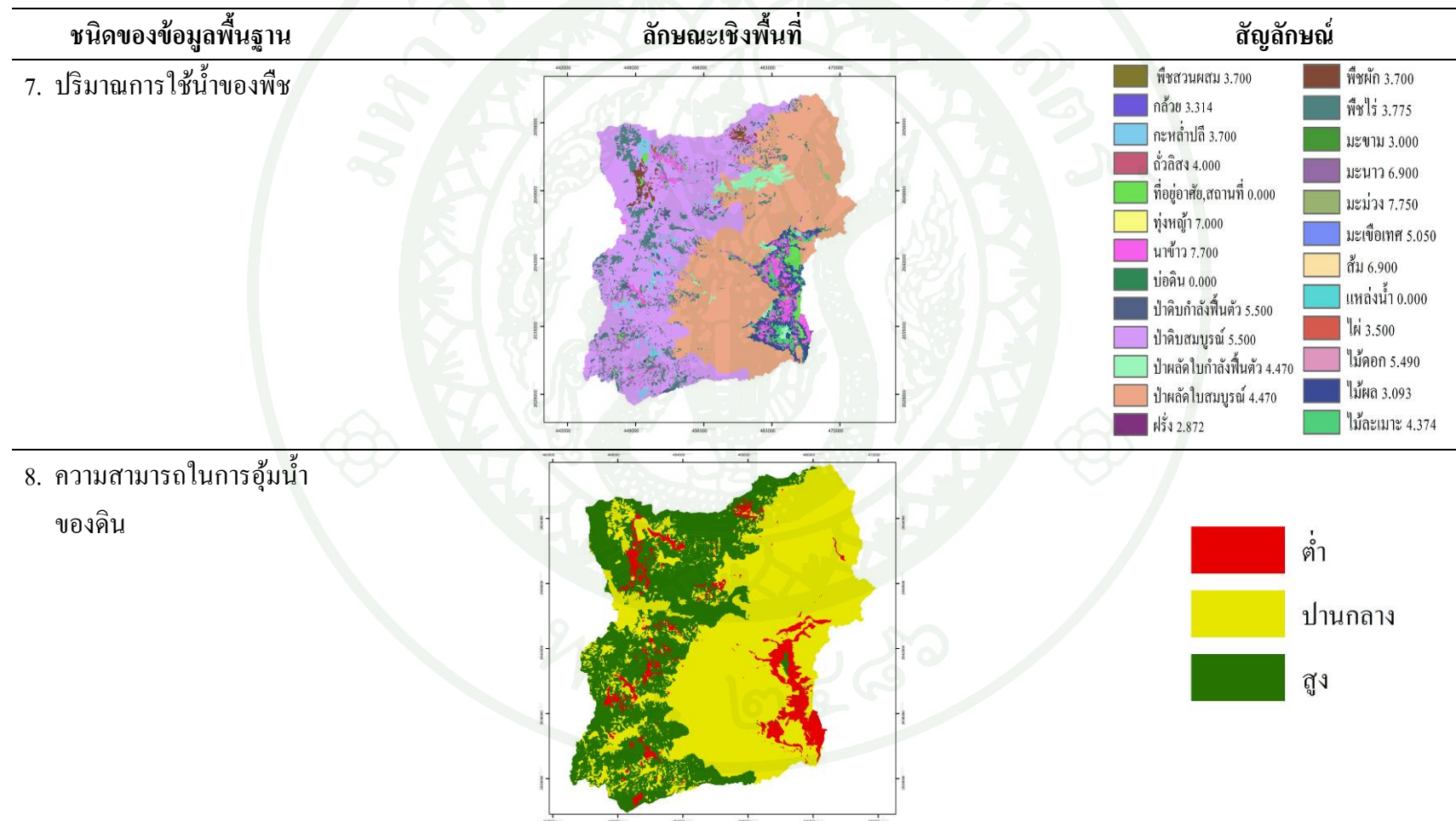
5. ความหนาแน่นของลำน้ำ

|         |         |
|---------|---------|
| 0.00058 | 0.00074 |
| 0.00061 | 0.00075 |
| 0.00063 | 0.00076 |
| 0.00064 | 0.00079 |
| 0.00065 | 0.00081 |
| 0.00067 | 0.00084 |
| 0.00071 | 0.00086 |
| 0.00072 | 0.00094 |
| 0.00073 | 0.00104 |

6. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

|                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| กล้วย                     | มะขาม               |
| กะหล่ำปลี                 | มะนาว               |
| กาแฟ                      | มะม่วง              |
| ข้าวไร่                   | มะละกอ              |
| อ้อย                      | มะเขือเทศ           |
| ที่อยู่อาศัยสถานที่ราชการ | ลำไย                |
| ทุ่งหญ้า                  | ลิ้นจี่             |
| นาข้าว                    | สัปปะ               |
| บ่อดิน                    | ส้ม                 |
| บ่อถาวร                   | หาดทราย             |
| ป่าดิบชื้นพื้นที่สูง      | แหล่งน้ำ            |
| ป่าดิบชื้นพื้นที่ต่ำ      | โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ |
| ป่าผลัดใบพื้นที่สูง       | ไร่                 |
| ป่าผลัดใบพื้นที่ต่ำ       | ไม้ดอก              |
| มุ้ง                      | ไม้ผลผสม            |
| พืชผัก                    | ไม้ผลเมืองหนาว      |
| พืชสวนผสม                 | ไม้ตะเคียน          |
| พืชไร่ผสม                 | ไม้ยาง              |

ตารางที่ 14 (ต่อ)



ตารางที่ 14 (ต่อ)



### 1.1.1 กลุ่มชุดดินที่ 5

เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า พบในบริเวณที่ราบตะกอนลำนํ้าพา มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบเรียบ มีน้ำแช่ขังในช่วงฤดูฝน เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำเร็วหรือค่อนข้างเร็ว มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว เนื้อดินบนเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียว สีเทาแก่ ดินล่างเป็นดินเหนียวสีนํ้าตาลอ่อน หรือสีเทา มีจุดประสีนํ้าตาล สีเหลือง หรือสีแดงตลอดชั้นดิน มักพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีส ปะปนอยู่ และในชั้นดินล่างลึกๆ อาจพบก้อนปูน ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-6.5 แต่ถ้าดินมีก้อนปูนปะปน จะมีปฏิกริยาเป็นกลางหรือด่างปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.0-8.0 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

พบมากบริเวณ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง ส่วนใหญ่เป็นชุดดินทางดง ใช้พื้นที่ในการทำนาข้าว ป่าละเมาะ ปลูกไม้ผลประเภทลำไย และมะขาม ซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

### 1.1.2 กลุ่มชุดดินที่ 38

เป็นกลุ่มชุดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นพวกตะกอนลำนํ้า ที่มีลักษณะการทับถมเป็นชั้นๆของตะกอนลำนํ้าในแต่ละช่วงเวลา พบบนสันดินริมน้ำ หรือที่ราบตะกอนลำนํ้าพา เป็นพื้นที่ดอน ที่มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหรือดินร่วนหยาบ สีดินเป็นสีนํ้าตาลอ่อน อาจพบจุดประสีเทาและสีนํ้าตาลในชั้นดินล่าง ในบางบริเวณมีแร่ไมกาหรือก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

พบมากบริเวณ ตำบลสบเตี๊ยะ อำเภอจอมทอง ส่วนใหญ่เป็นชุดดินท่าม่วง ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้เป็นที่อยู่อาศัย และปลูกไม้ผลประเภทลำไยซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

### 1.1.3 กลุ่มชุดดินที่ 48

เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำนํ้า หรือจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ หรือจากการสลายตัวผุพังแล้วถูกเคลื่อนย้ายมาในระยะทางไม่ไกลนัก ของวัสดุเนื้อค่อนข้างหยาบ ที่มาจากพวกหินตะกอน หรือหินแปร พบบริเวณพื้นที่ดอน ที่มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดจนถึงเนินเขา เป็นดินต้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินล่างเป็นดินปนเศษหินหรือปนกรวด ก้อนกรวดส่วนใหญ่เป็นหินกลมมน หรือเศษหินต่าง ๆ ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นดินกว่า 50 ซม. สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0-6.0

พบมากบริเวณตำบลบ้านหลวง ดอยแก้ว และช่วงเปา อำเภอจอมทอง ส่วนใหญ่เป็นชุดดินแมริมซึ่งอยู่บริเวณพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน บริเวณดังกล่าว เป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าละเมาะ และทุ่งหญ้าธรรมชาติ บางแห่งใช้ปลูกพืชไร่ผสม ไร่ร้าง หรือปลูกไม้ผลประเภทลำไย และไม้ยืนต้นประเภทสักโตเร็วซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

### 1.1.4 กลุ่มชุดดินที่ 59

กลุ่มดินนี้พบบริเวณที่ราบลุ่มหรือบริเวณพื้นล่างของเนิน หรือหุบเขา ที่มีสภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ เป็นหน่วยผสมของดินหลายชนิดที่เกิดจากตะกอนลำนํ้าพัดพามาทับถมกัน ดินที่พบส่วนใหญ่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว มีลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น เนื้อดิน สีดิน ความลึกของดิน ปฏิกริยาดิน ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินในบริเวณนั้น ๆ ส่วนมากมีก้อนกรวดและเศษหินปะปนอยู่ในเนื้อดินด้วย

พบมากบริเวณตำบลบ้านหลวง และดอยแก้ว อำเภอจอมทอง ส่วนใหญ่เป็นชุดดินแมริม และเป็นพวกดินตะกอนลำนํ้าที่มีการระบายน้ำเลว บริเวณดังกล่าวใช้ประโยชน์ในการทำนา ปลูกพืชไร่ผสม ไม้ผลประเภทมะม่วง ลิ้นจี่ และลำไย บางส่วนปลูกไม้ยืนต้นประเภทสัก ซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน (2547)

### 1.1.5 กลุ่มชุดดินที่ 62

กลุ่มดินนี้ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขาและเทือกเขาซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะและสมบัติของดินที่พบไม่แน่นอน มีทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะของเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มักมีเศษหิน ก้อนหินหรือพื้นโผล่กระจายอยู่ทั่วไป ส่วนใหญ่ยังปกคลุมด้วยป่าไม้ประเภทต่างๆ เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังหรือป่าดงดิบชื้น หลายแห่งมีการทำไร่เลื่อนลอยโดยปราศจากมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน จนบางแห่งเหลือแต่หินโผล่

กลุ่มดินนี้พบได้ทั่วไปทั่วบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง มีการใช้พื้นที่บางส่วนในการปลูกข้าว ไม้ผลประเภทลำไย และกล้วยแต่ส่วนมากเป็นพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดิน (2547) ระบุว่ากลุ่มชุดดินที่ 62 นี้ ไม่ควรนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เนื่องจากมีปัญหาหลายประการที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ ควรสงวนไว้เป็นป่าตามธรรมชาติเพื่อรักษาแหล่งต้นน้ำลำธาร กลุ่มดินนี้ในแผนที่ดินระดับจังหวัด เรียกว่า ที่ลาดชันเชิงซ้อน แต่เนื่องจากการเข้าไปตั้งถิ่นฐานในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นจึงพบการใช้ประโยชน์ที่ดินหลากหลายประเภทมากขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับกรมพัฒนาที่ดิน

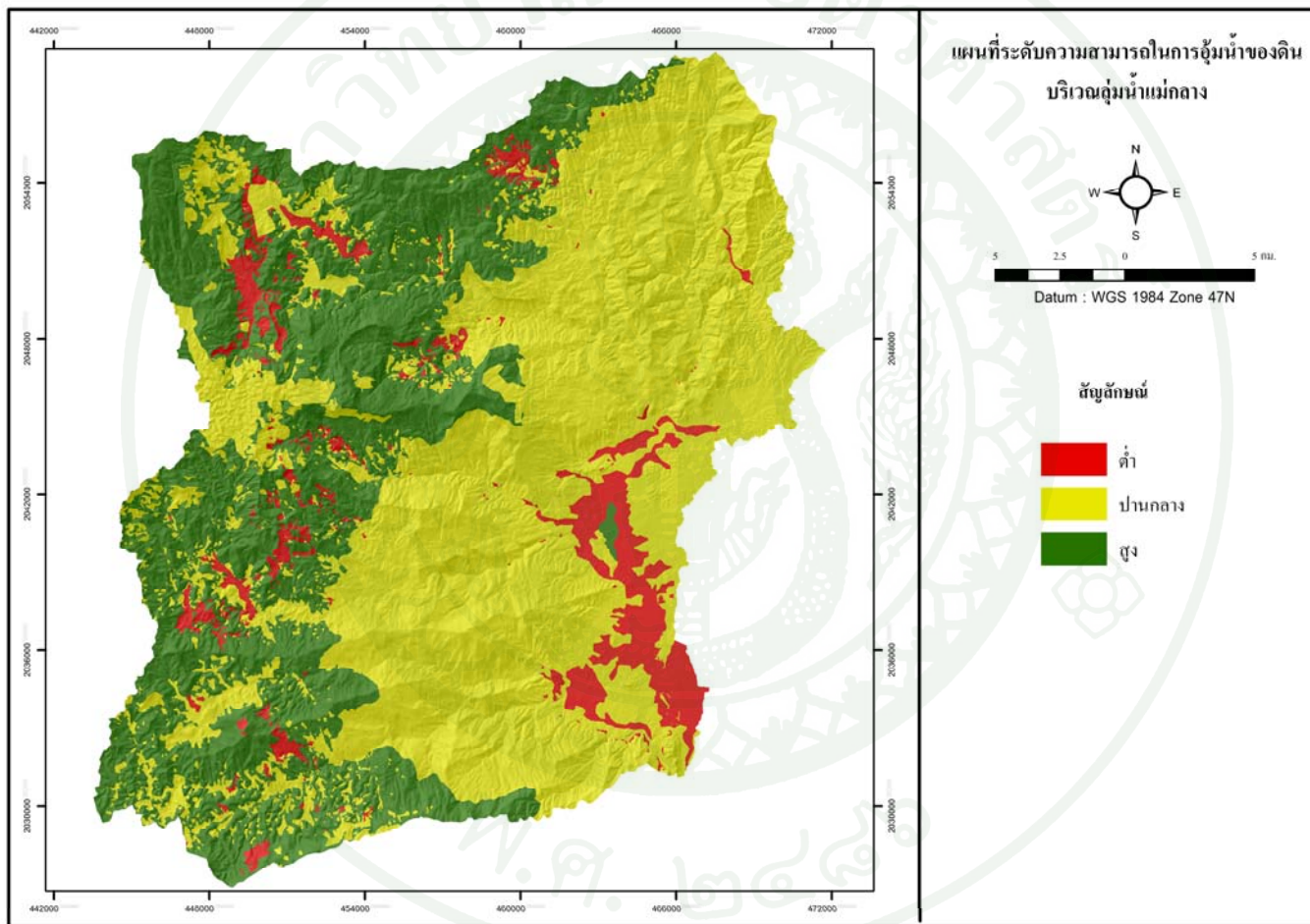
จากการศึกษาพบว่ากลุ่มชุดดินที่ 62 มีเนื้อที่มากที่สุดคือ 305,222.03 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 80.58 รองลงมาคือ กลุ่มชุดดินที่ 48 มีเนื้อที่ 55,336.95 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14.61 และชุดดินที่ 59 มีเนื้อที่ 16,002.65 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.22 ตามลำดับ

สมบัติของกลุ่มชุดดินแต่ละประเภทด้านความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ต่ำ ปานกลาง สูง ซึ่งจะต่างกันไปตามลักษณะของกลุ่มชุดดินแต่ละประเภท จากการศึกษพบว่ากลุ่มชุดดินที่ 62 เป็นกลุ่มชุดดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง มีเนื้อที่ 135,247.11 ไร่ กลุ่มชุดที่ 48 เป็นกลุ่มชุดดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำปานกลาง มีเนื้อที่ 18,273.04 ไร่ กลุ่มชุดดินที่ 59 เป็นกลุ่มชุดดินที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีเนื้อที่ 13,034.56 ไร่ ดังตารางที่ 15 และภาพที่ 11

ตารางที่ 15 ระดับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| ระดับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน | เนื้อที่ |            | ร้อยละ |
|-----------------------------------|----------|------------|--------|
|                                   | ตร.กม.   | ไร่        |        |
| ต่ำ                               | 43.34    | 27,090.30  | 7.15   |
| ปานกลาง                           | 345.25   | 215,783.26 | 56.97  |
| สูง                               | 217.47   | 135,921.16 | 35.88  |
| ผลรวมทั้งหมด                      | 606.07   | 378,794.72 | 100.00 |

จากตารางที่ 15 สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางมีระดับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน 3 ระดับคือ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินต่ำมีเนื้อที่ 27,090.30 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.15 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลาง ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินปานกลางมีเนื้อที่ 215,783.26 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 56.97 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลาง ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินสูงมีเนื้อที่ 135,921.16 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 35.88 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลาง



ภาพที่ 11 แผนที่ระดับความสามารถในการอุ้มน้ำของดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

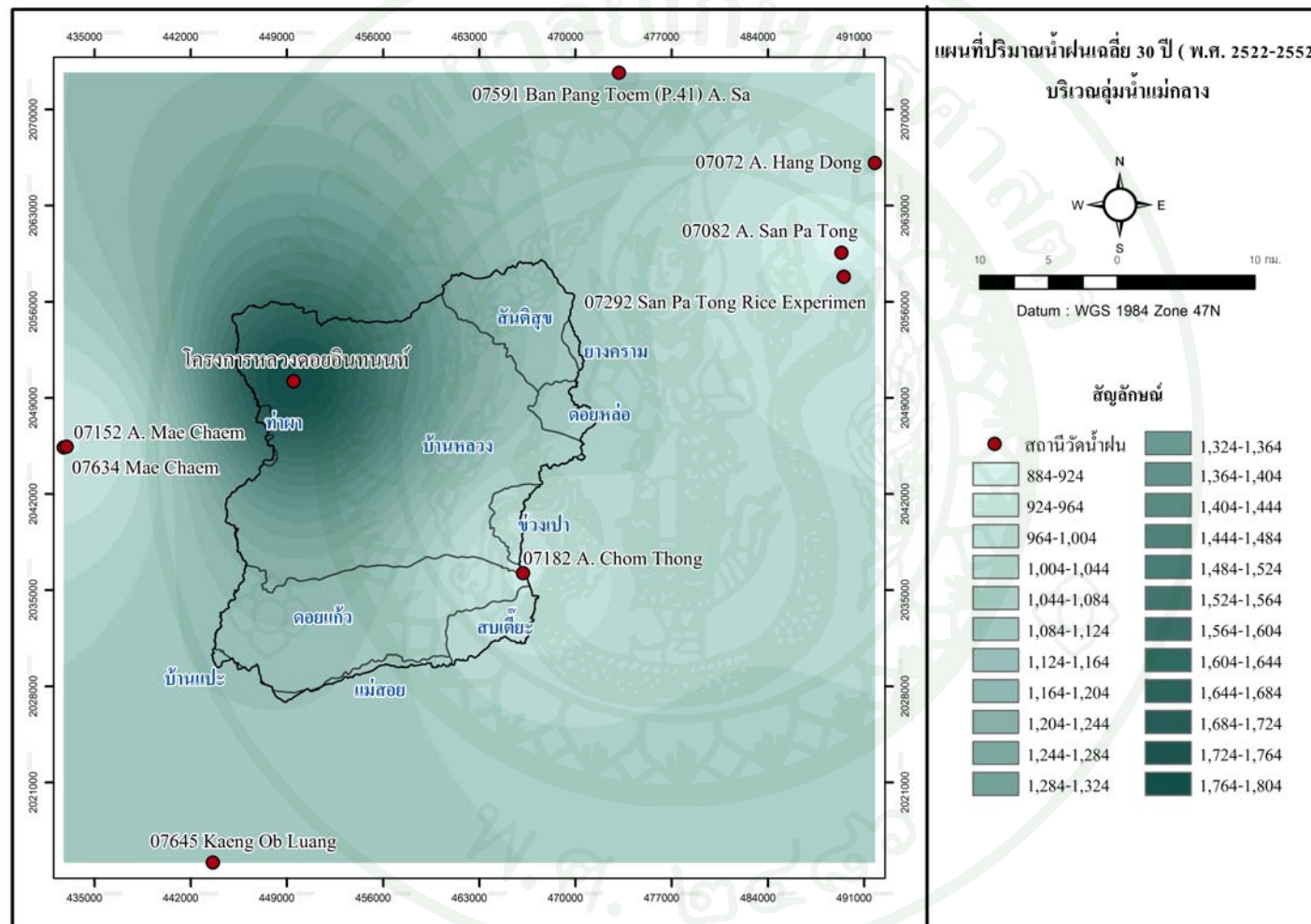
## 1.2 ปริมาณน้ำฝน

ในการศึกษานี้ได้ใช้สถานีวัดปริมาณน้ำฝนในการวิเคราะห์ 9 สถานีเพื่อให้ข้อมูลมีความครอบคลุมพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 16 และจากการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี สามารถนำมาสร้างเส้นชั้นน้ำฝนเพื่อให้ทราบการกระจายของน้ำฝนในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ดังแสดงในภาพที่ 12

ตารางที่ 16 ข้อมูลสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

| สถานีน้ำฝน                          | ปี พ.ศ.   | รวม | ปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี |
|-------------------------------------|-----------|-----|----------------------|
| 1. 07072 A. Hang Dong               | 2522-2552 | 30  | 937                  |
| 2. 07082 A. San Pa Tong             | 2522-2552 | 30  | 804                  |
| 3. 07152 A. Mae Chaem               | 2522-2552 | 30  | 860                  |
| 4. 07182 A. Chom Thong              | 2522-2552 | 30  | 887                  |
| 5. 07292 San Pa Tong Rice Experimen | 2522-2552 | 30  | 920                  |
| 6. 07591 Ban Pang Toem (P.41) A. Sa | 2522-2552 | 30  | 1,068                |
| 7. 07634 Mae Chaem                  | 2522-2552 | 30  | 933                  |
| 8. 07645 Kaeng Ob Luang             | 2522-2552 | 30  | 1,048                |
| 9. โครงการหลวงคอยอินทนนท์           | 2531-2552 | 21  | 1,806                |

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2552) และ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ (2552)



ภาพที่ 12 แผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2522-2552) บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

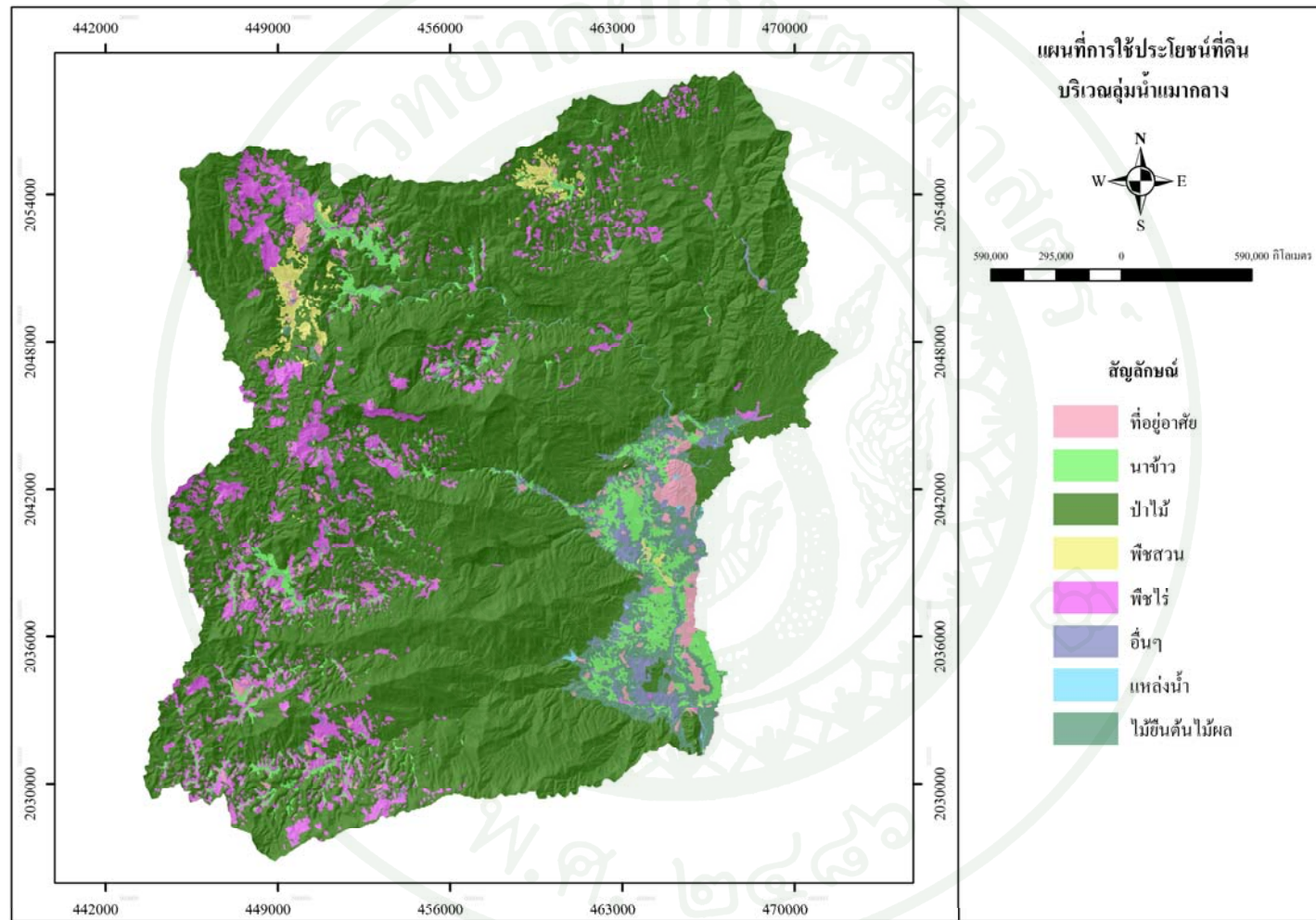
### 1.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการศึกษาพบว่าลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 8 ประเภทด้วยกัน ดังนี้ (ตารางที่ 17 และภาพที่ 13)

- 1.3.1 ที่อยู่อาศัยสถานที่ราชการ ประกอบด้วย หมู่บ้าน วัด โรงเรียน สถานีอนามัย  
โครงการหลวง อำเภอจอมทอง
- 1.3.2 นาข้าว ประกอบด้วย นาที่ดอนและข้าวไร่
- 1.3.3 ป่าไม้ ประกอบด้วย ป่าดิบและป่าผลัดใบ
- 1.3.4 พืชไร่ ประกอบด้วย ไร่หมุนเวียน เช่น กะหล่ำปลี พืชไร่ผสม
- 1.3.5 พืชสวน ประกอบด้วย พืชผัก ไม้ดอก
- 1.3.6 ไม้ผลไม้ยืนต้น ประกอบด้วย กล้าย ฝรั่ง ไม้ผลเมืองหนาว ลำไย ลิ้นจี่
- 1.3.7 แหล่งน้ำ ประกอบด้วย ทะเลสาบ บึง บ่อน้ำในไร่นา แม่น้ำลำคลอง อ่างเก็บน้ำ
- 1.3.8 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ได้แก่ บ่อดิน ป่าละเมาะ

ตารางที่ 17 เนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| ประเภทการใช้ที่ดิน | ตร.กม. | ไร่        | ร้อยละ |
|--------------------|--------|------------|--------|
| ที่อยู่อาศัย       | 10.07  | 6,295.91   | 1.66   |
| นาข้าว             | 25.79  | 16,117.65  | 4.25   |
| ป่าดิบ             | 230.76 | 144,226.98 | 38.08  |
| ป่าผลัดใบ          | 248.97 | 155,604.71 | 41.08  |
| พืชไร่             | 51.99  | 32,490.82  | 8.58   |
| พืชสวน             | 6.60   | 4,123.23   | 1.09   |
| ไม้ผลไม้ยืนต้น     | 22.36  | 13,974.33  | 3.69   |
| แหล่งน้ำ           | 1.29   | 808.06     | 0.21   |
| อื่นๆ              | 8.24   | 5,153.03   | 1.36   |
| ผลรวมทั้งหมด       | 606.07 | 378,794.72 | 100.00 |



ภาพที่ 13 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

จากการศึกษาพบว่าลุ่มน้ำแม่กลางมีเนื้อที่ป่าไม้มากที่สุด ได้แก่ ป่าผลัดใบ 155,604.71 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 41.08 ป่าดิบมีเนื้อที่รองลงมาคือ 144,226.98 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 38.08 และพืชไร่มีเนื้อที่ 32,490.82 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.58 ตามลำดับ

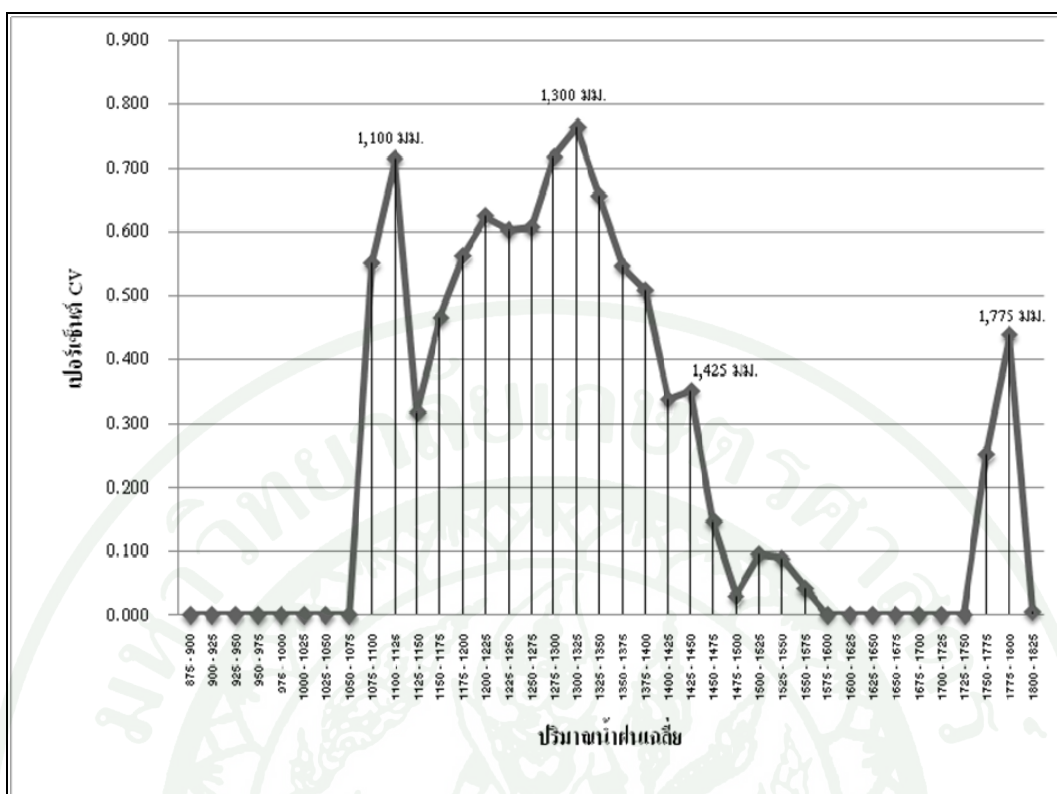
## 2. ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

2.1 การจำแนกพื้นที่ภัยแล้งบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลางของกรมพัฒนาที่ดิน ( 2553) สามารถจำแนกระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งได้เป็น 5 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 18 เพื่อนำการจำแนกนี้ไปใช้ในการหาความสัมพันธ์ร่วมกับปัจจัยย่อยของแต่ละปัจจัยหลัก และนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ CV ได้ผลดังแสดงในตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 18 จำนวนจุดภาพในแต่ละระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง จากแผนที่ของกรมพัฒนาที่ดิน

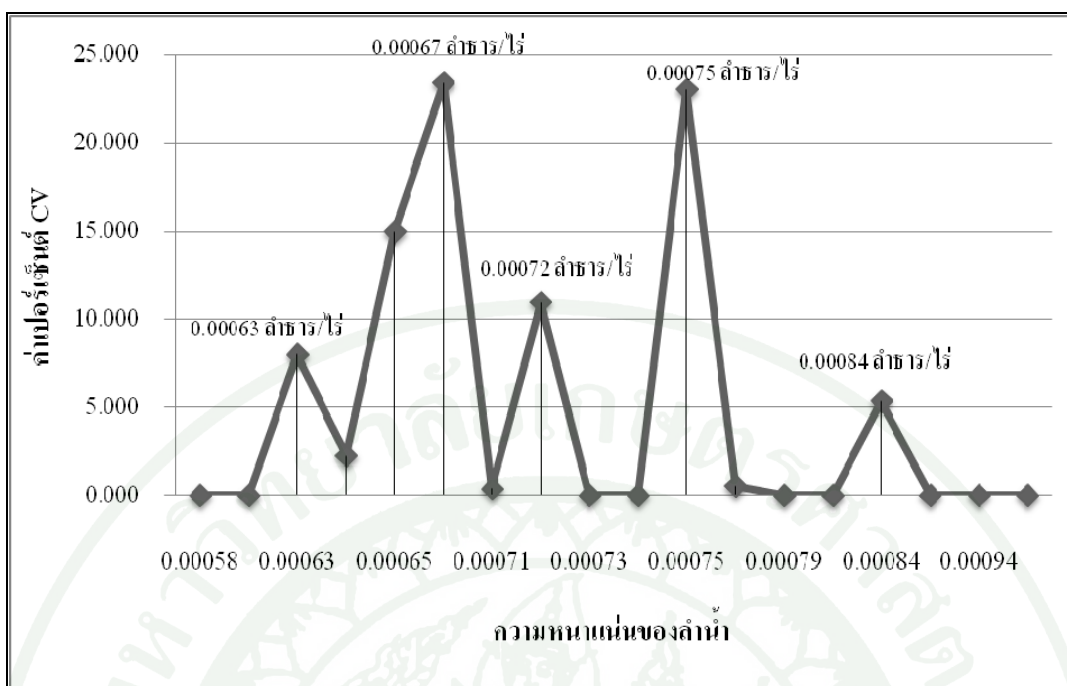
| ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง | จำนวนจุดภาพทั้งหมด (30 x 30 ม.) |
|----------------------------------|---------------------------------|
| ไม่เสี่ยง                        | 500,049                         |
| น้อย                             | 56,835                          |
| ปานกลาง                          | 12,893                          |
| สูง                              | 73,839                          |
| สูงมาก                           | 37,153                          |
| <b>รวม</b>                       | <b>680,769</b>                  |

จากค่าเปอร์เซ็นต์ CV ที่คำนวณได้จากตารางผนวกที่ 5 นำมาพิจารณาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดช่วงค่าของแต่ละปัจจัยย่อยในแต่ละปัจจัยหลักดังแสดงตัวอย่างการหาช่วงค่าของปัจจัยย่อยในแต่ละปัจจัยหลักบริเวณลุ่มน้ำแม่กลางในภาพที่ 14- 20 โดยอาศัยหลักการพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ดังกล่าว ที่พิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ CV ถ้าค่าเปอร์เซ็นต์ CV ของปัจจัยนั้นมีค่าสูง แสดงว่าปัจจัยดังกล่าวมีค่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ต่อระดับความแห้งแล้งกับปัจจัยย่อยของแต่ละปัจจัยหลักทั้งหมด สามารถสรุปความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยต่าง ๆ กับค่าเปอร์เซ็นต์ CV ได้ดังตารางที่ 19



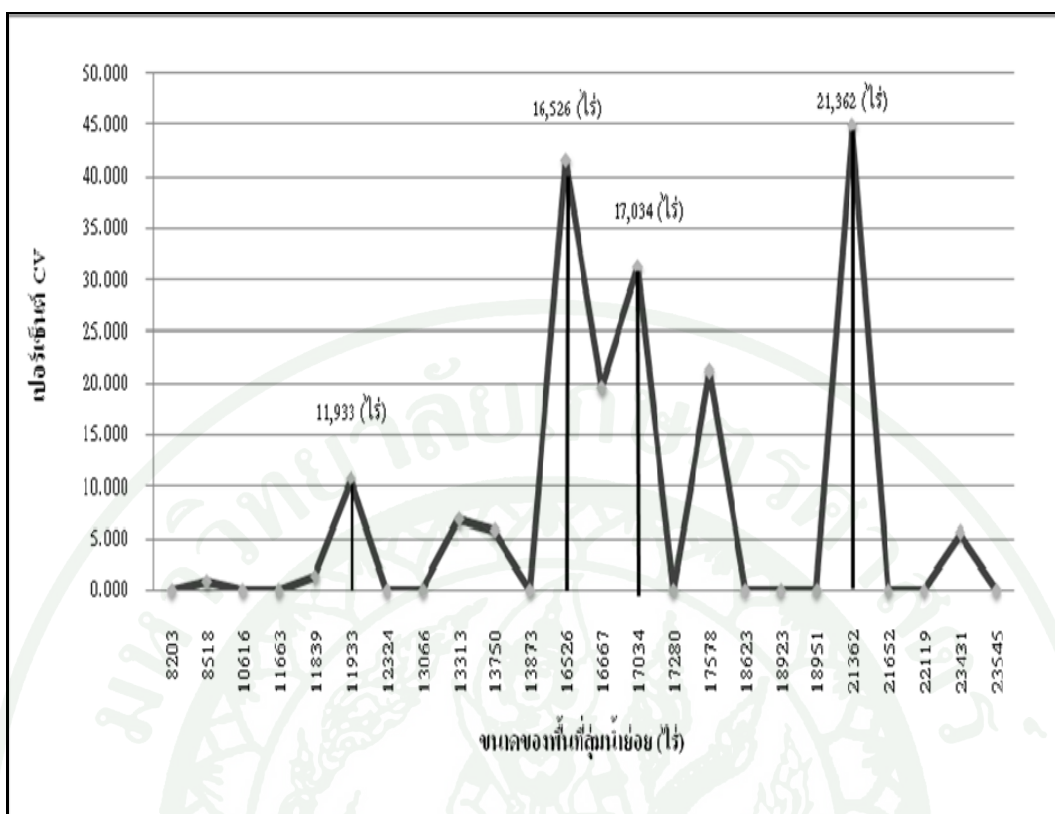
ภาพที่ 14 ช่วงค่าของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV

จากกราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 14 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง ของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน เนื่องจากกรมพัฒนาที่ดินไม่ได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่ป่าไม้ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา CV ในพื้นที่ศึกษาซึ่งมีสถานีวิจัยวัดน้ำฝนน้อย ประกอบกับพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ จึงให้ผลที่ไม่แสดงความสัมพันธ์ และจากการตรวจสอบพบว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อการเกิดสภาวะภัยแล้ง โดยมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นที่แปรผกผัน คือ ปริมาณน้ำฝนมากโอกาสเกิดภัยแล้งก็น้อยลง (สีใส, 2547 และ ชญา, 2548) ดังนั้นต้องอ้างอิงกับผลการศึกษาอื่นในการกำหนดช่วงค่าที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้ง



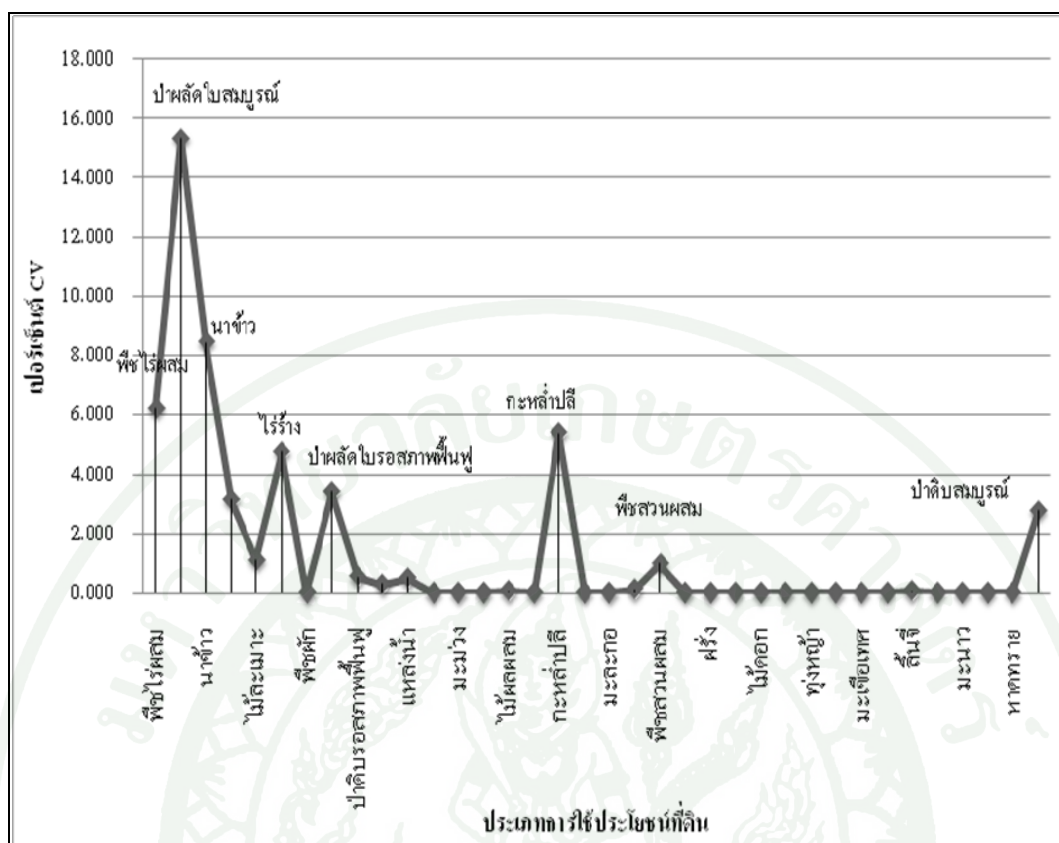
ภาพที่ 15 ช่วงค่าของความหนาแน่นของลำน้ำ โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV

จากกราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 15 เช่นเดียวกับปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี แสดงให้เห็นว่าการจำแนกพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง ของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน เนื่องจากกรมพัฒนาที่ดินไม่ได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่ป่าไม้ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา CV ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ จึงให้ผลที่ไม่แสดงความสัมพันธ์ และจากการตรวจสอบว่า ปัจจัยความหนาแน่นของลำน้ำมีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบผกผัน คือ ความแน่นของลำน้ำมากโอกาสเกิดภัยแล้งก็น้อยลง (สีใส, 2547 และ ชญา, 2548) ดังนั้นต้องอ้างอิงกับผลการศึกษาอื่นในการกำหนดช่วงค่าที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้ง



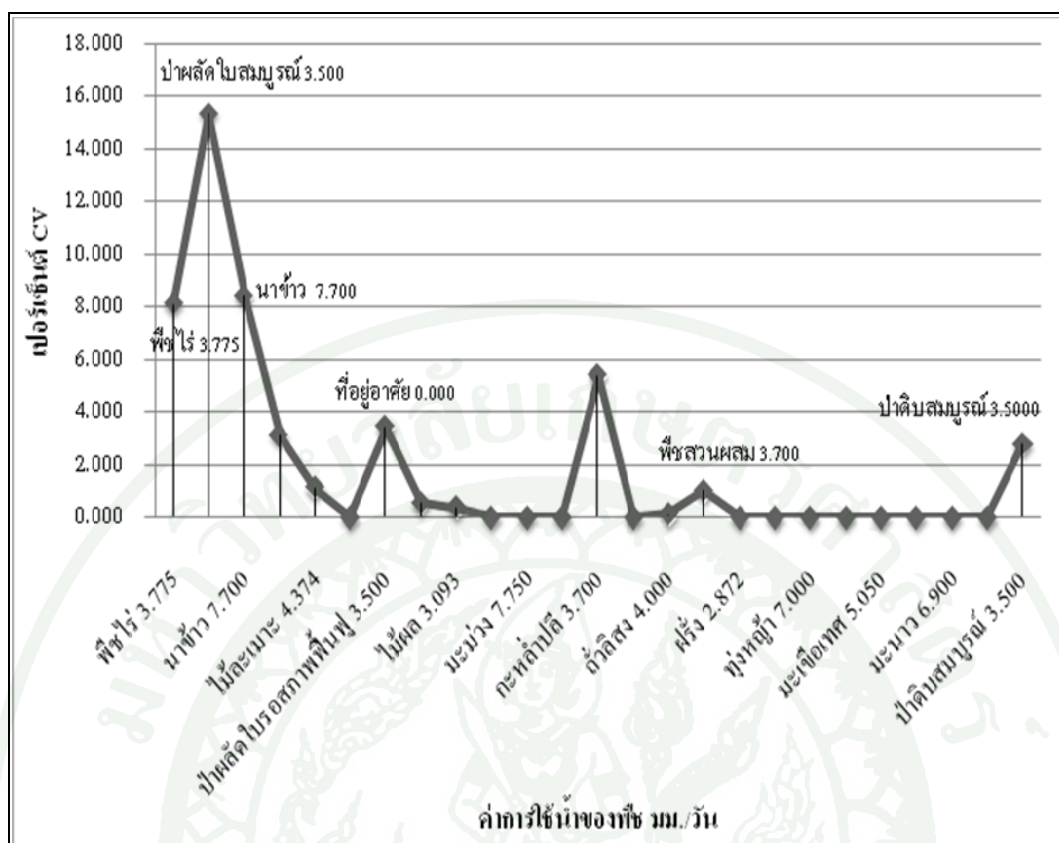
ภาพที่ 16 ช่วงค่าของขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV

จากกราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 16 เช่นเดียวกับความหนาแน่นของลำน้ำ แสดงให้เห็นว่า การจำแนกพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง ของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน เนื่องจากกรมพัฒนาที่ดินไม่ได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่ป่าไม้ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา CV ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ จึงให้ผลที่ไม่แสดงความสัมพันธ์ และจากการตรวจสอบพบว่าขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย มีอิทธิพลต่อการเกิดสภาวะภัยแล้ง โดยมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นที่แปรผกผัน คือ พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยมีขนาดใหญ่มากโอกาสเกิดภัยแล้งก็น้อยลง (สีใส, 2547 และ ชญา, 2548) ดังนั้นต้องอ้างอิงกับผลการศึกษาร่วมในการกำหนดช่วงค่าที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้ง



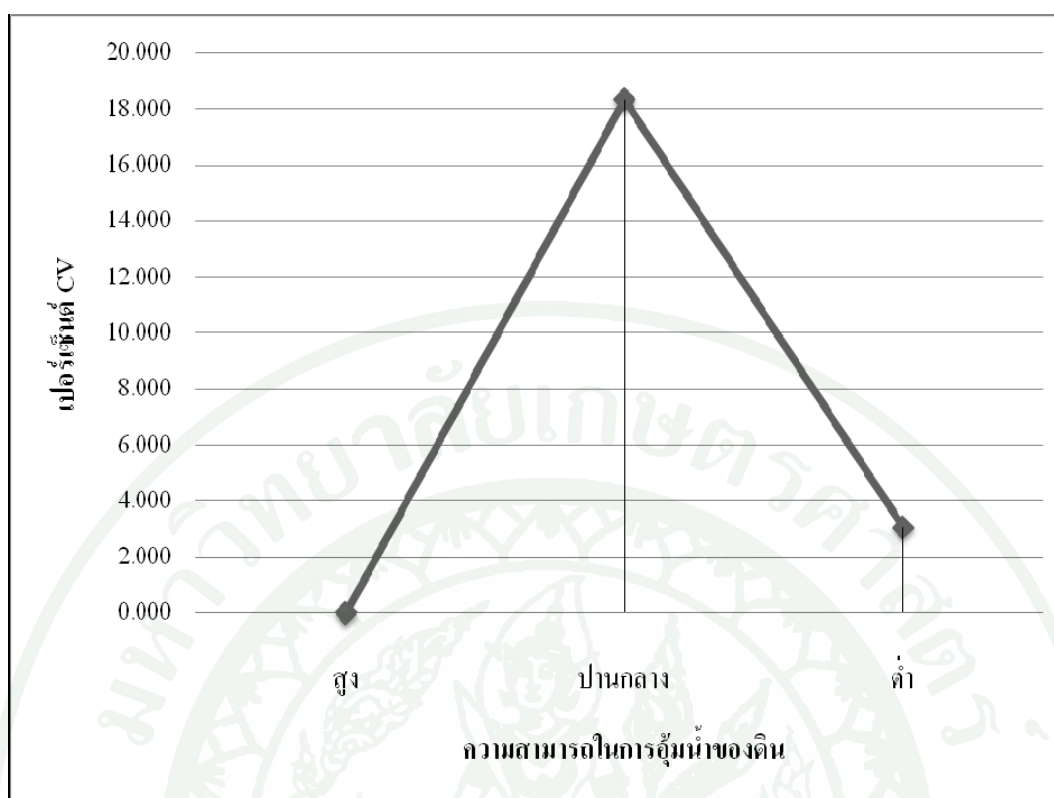
ภาพที่ 17 ช่วงค่าของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV

จากกราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 17 แสดงให้เห็นว่าจากการอ้างอิงกับแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) สามารถระบุได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเภท พืชไร่ผสม นาข้าว ไร่ร้าง กะหล่ำปลี ป่าผลัดใบสมบูรณ์ มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่มีโอกาสสภาวะความแห้งแล้ง จึงนำไปเป็นเงื่อนไข การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในครั้งนี้ได้



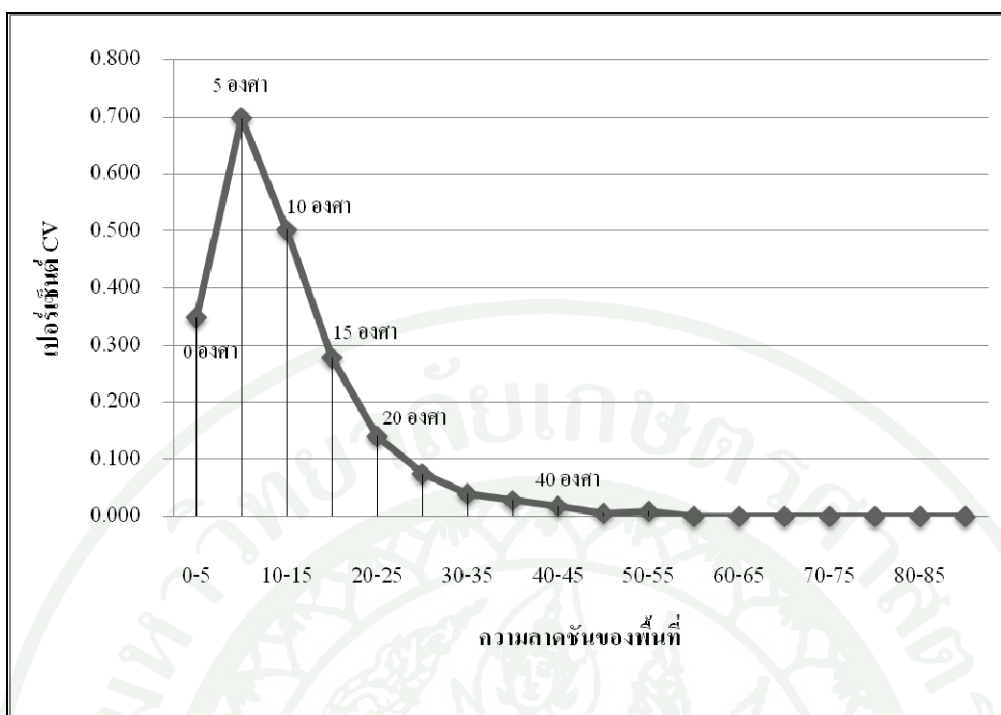
ภาพที่ 18 ช่วงค่าของค่าการใช้น้ำของฟิช โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV

จากกราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 18 ปัจจัยค่าการใช้น้ำของฟิช ไม่สามารถใช้อ้างอิงกับข้อมูลแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งโดยกรมพัฒนาที่ดิน (2553) ด้วยวิธีวิเคราะห์ CV ได้ ค่าการใช้น้ำของฟิชมีผลต่อการเกิดสภาวะแห้งแล้ง โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบแปรตรงต่อกัน คือ หากมีค่าการใช้น้ำมากก็มีโอกาสเกิดภัยแล้งมาก ดังนั้นต้องอ้างอิงกับผลการศึกษาอื่นในการกำหนดช่วงค่าที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้ง



ภาพที่ 19 ช่วงค่าของความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV

จากกราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 19 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง ของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) มีการจัดชั้นข้อมูลที่เป็นประเภท ภูเขา น้ำ พื้นที่อื่น ๆ เข้ามาด้วย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา CV ในพื้นที่ศึกษา จึงให้ผลที่ไม่แสดงความสัมพันธ์ และจากการตรวจสอบเอกสารพบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นที่แปรผกผัน คือ พื้นที่ที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินสูง โอกาสเกิดภัยแล้งก็น้อยลง (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2543 และ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2545) ดังนั้นต้องอ้างอิงกับผลการศึกษาร่วมในการกำหนดช่วงค่าที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้ง



ภาพที่ 20 ช่วงค่าของความลาดชันของพื้นที่ โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ CV

จากกราฟความสัมพันธ์ตามภาพที่ 20 แสดงให้เห็นว่า การจำแนกพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง ของกรมพัฒนาที่ดิน (2553) ไม่ได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่ป่าไม้ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หา CV ในพื้นที่ศึกษา จึงให้ผลที่ไม่แสดงความสัมพันธ์ และจากการตรวจสอบความลาดชันของพื้นที่ แปรตรงกับการเสี่ยงภัยแล้ง กล่าวคือ ค่าความลาดชันสูง โอกาสเกิดภัยแล้งมาก (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2543 และ สีใส, 2547) ดังนั้นต้องอ้างอิงกับผลการศึกษานี้ในการกำหนดช่วงค่าที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้ง

ตารางที่ 19 สรุปความสัมพันธ์ของปัจจัยพื้นฐานต่างๆ กับค่าเปอร์เซ็นต์ Coincided Value (CV) บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| ระดับความเสี่ยง | ความหนาแน่น<br>ของลำธาร/ไร่ | ค่าการใช้น้ำของพืช<br>(มม./วัน)                                                                                                                                                    | พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย<br>(ไร่)                                                                   | การใช้ประโยชน์ที่ดิน                                                                                                                                                                               | ความสามารถ<br>ในการอุ้มน้ำ<br>ของดิน | ปริมาณฝน<br>เฉลี่ย 30 ปี<br>(2522-2552) | ความ<br>ลาดชัน |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| ไม่เสี่ยง       | 0.00079-0.00104             | พืชผัก 3.70, แหล่งน้ำ 0.00,<br>มะม่วง 7.75, บ่อดิน 0.00,<br>ฝรั่ง 2.87, ไม้ดอก 5.49,<br>ทุ้งหญ้า 7.00, ส้ม 6.90,<br>มะเขือเทศ 5.05,<br>มะขาม 3.00, ไร่ 3.50,<br>ป่าดิบสมบูรณ์ 5.50 | 8,203 – 11,663 ,<br>12,324 – 13,873<br>, 17, 280 ,<br>18,623 – 18,951<br>, 21,652 –<br>23,545 | พืชผัก, บ่อลูกวัง, มะม่วง, สัก,<br>บ่อดิน, กล้าย, มะละกอ,<br>ข้าวไร่, ฝรั่ง, ไม้ผลเมือง<br>หนาว, ไม้ดอก, โรงเรือน<br>เลี้ยงสัตว์, ทุ้งหญ้า, ส้ม,<br>มะเขือเทศ, กาแฟ, มะขาม,<br>มะนาว, ไร่, หาดทราย | ปานกลาง                              | 875-1,075,<br>1,625-1,750               | 55-90          |
| น้อย            | 0.00058-0.00061             | ไม้ละเมาะ 4.37,<br>ป่าดิบกำลั้งพื้นตัว 5.50,<br>ไม้ผล 3.09, ถั่วลิสง 4.00,<br>พืชสวนผสม 3.70                                                                                       | 11,933                                                                                        | ไม้ละเมาะ, ป่าดิบรอสภาพ<br>ฟื้นฟู, ลำไย, แหล่งน้ำ, ไม้ผล<br>ผสม, ถั่วลิสง, พืชสวนผสม,<br>ลิ้นจี่                                                                                                   | ปานกลาง                              | 1,475-1600,<br>>1,800                   | 35-55          |
| ปานกลาง         | 0.00071-0.00073             | ที่อยู่อาศัย,สถานที่ 0.00,<br>ป่าผลัดใบกำลั้งพื้นตัว 4.70,<br>ป่าดิบสมบูรณ์ 5.50                                                                                                   | 16,667 , 17,578                                                                               | ที่อยู่อาศัย/สถานที่ราชการ,<br>ป่าผลัดใบกำลั้งพื้นตัว, ป่าดิบ<br>สมบูรณ์                                                                                                                           | สูง                                  | 1,450-1,475,<br>1,750-1,775             | 25-35          |

ตารางที่ 19 (ต่อ)

| ระดับความเสี่ยง | ความหนาแน่น<br>ของลำธาร/ไร่ | ค่าการใช้น้ำของพืช<br>(มม./วัน)                     | พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย<br>(ไร่) | การใช้ประโยชน์ที่ดิน                    | ความสามารถ<br>ในการอุ้มน้ำ<br>ของดิน | ปริมาณฝน<br>เฉลี่ย 30 ปี<br>(2522-2552)     | ความ<br>ลาดชัน |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|----------------|
| สูง             | 0.00074-0.00076             | กะหล่ำปลี 3.70                                      | 17,034                      | ไร่ร้าง, กะหล่ำปลี,                     | ปานกลาง                              | 1,125-1,175,<br>1,400-1,450,<br>1,775-1,800 | 10-25          |
| สูงมาก          | 0.00063-0.00067             | พืชไร่ 3.77, ป่าผลัดใบ<br>สมบูรณ์ 5.50, นาข้าว 7.70 | 16,526 , 21,362             | พืชไร่ผสม, ป่าผลัดใบ<br>สมบูรณ์, นาข้าว | ปานกลาง                              | 1,075-1,125,<br>1,175-1,400                 | 0-10           |

จากผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งร่วมกับแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปี 2553 จากกรมพัฒนาที่ดิน พบว่ายังมีความขัดแย้งและไม่สมเหตุสมผลอยู่ในหลายปัจจัย ได้แก่ ปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ความหนาแน่นของลำน้ำ ปริมาณการใช้น้ำของพืช ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความลาดชันของพื้นที่ เนื่องจาก แผนที่จากกรมพัฒนาที่ดินเป็นแผนที่ที่ได้จัดทำเพื่อการคาดการณ์ภัยแล้งทางด้านการเกษตร จึงได้จำกัดการวิเคราะห์ในบางปัจจัย เมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกันจึงเกิดความคลาดเคลื่อนของผลการศึกษา ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้มีการนำเสนอการแก้ไขข้อบกพร่องจากการวิเคราะห์โดยใช้ค่าคะแนนมาตรฐานในการกำหนดช่วงค่าเกณฑ์ย่อย ในการวิเคราะห์ AHP โดยอ้างอิงกับผลการศึกษารายอื่น ๆ ที่ได้ตรวจเอกสารมา ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 20

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มของค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้ง จากงานวิจัยอื่นๆ ดังนี้คือ

- 1) ปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนยิ่งมาก ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งก็จะน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ สีส (2547) และ ชญา (2548)
- 2) ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ยังมีขนาดพื้นที่มาก ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งก็จะน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543) สีส (2547) และ ชญา (2548)
- 3) ความหนาแน่นของลำน้ำ พบว่ายังมีความหนาแน่นของลำน้ำมาก ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งก็จะน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543) สีส (2547) และ ชญา (2548)
- 4) ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมาก ได้แก่ นาข้าว พืชไร่ และป่าไม้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2545) และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543)
- 5) ค่าการใช้น้ำของพืชยิ่งมาก ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งก็จะสูง
- 6) ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินสูง ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจะน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2545) และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (2543)
- 7) ความลาดชันของพื้นที่ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งก็จะสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สีส (2547) และ ชญา (2548)

ตารางที่ 20 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกับแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปี 2553 จากกรมพัฒนาที่ดิน

| ปัจจัย                                 | ความสัมพันธ์<br>กับสภาวะ<br>ความแห้งแล้ง | สอดคล้องกับงานวิจัย                                                                                       | การหา %CV<br>กับแผนที่กรม<br>พัฒนาที่ดิน | แนวทางการ<br>แก้ไข                 |
|----------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|
| 1.ปริมาณฝนเฉลี่ย<br>รายปี              | แปรผกผัน                                 | สีใส (2547) ชญา (2548)                                                                                    | ไม่เหมาะสม                               | ใช้ค่าคะแนน<br>มาตรฐาน             |
| 2.ขนาดของพื้นที่<br>ลุ่มน้ำย่อย        | แปรผกผัน                                 | สถาบันเทคโนโลยีแห่ง<br>เอเชีย (2543)<br>สีใส (2547)<br>ชญา (2548)                                         | ไม่เหมาะสม                               | ใช้ค่าคะแนน<br>มาตรฐาน             |
| 3.ความหนาแน่น<br>ลำน้ำ                 | แปรผกผัน                                 | สถาบันเทคโนโลยีแห่ง<br>เอเชีย (2543)<br>สีใส (2547)<br>ชญา (2548)                                         | ไม่เหมาะสม                               | ใช้ค่าคะแนน<br>มาตรฐาน             |
| 4.การใช้ประโยชน์<br>ที่ดิน             | เฉพาะ<br>ประเภท                          | สำนักงานนโยบายและ<br>แผนทรัพยากรธรรมชาติและ<br>สิ่งแวดล้อม (2545)<br>สถาบันเทคโนโลยีแห่ง<br>เอเชีย (2543) | ยอมรับใช้ได้                             | ใช้ช่วงค่าที่ได้<br>จากเกณฑ์<br>CV |
| 5.ปริมาณการใช้<br>น้ำของพืช            | แปรตามกัน                                |                                                                                                           | ไม่เหมาะสม                               | ใช้ค่าคะแนน<br>มาตรฐาน             |
| 6.ความสามารถใน<br>การอุ้มน้ำของ<br>ดิน | แปรผกผัน                                 | สำนักงานนโยบายและ<br>แผนทรัพยากรธรรมชาติและ<br>สิ่งแวดล้อม (2545)<br>สถาบันเทคโนโลยีแห่ง<br>เอเชีย (2543) | ไม่เหมาะสม                               | ใช้ค่าคะแนน<br>มาตรฐาน             |
| 7.ความลาดชัน<br>ของพื้นที่             | แปรตามกัน                                | สีใส (2547)<br>ชญา (2548)                                                                                 | ไม่เหมาะสม                               | ใช้ค่าคะแนน<br>มาตรฐาน             |

## 2.2 การคำนวณคะแนนมาตรฐาน

คะแนนมาตรฐานของแต่ละเกณฑ์ปัจจัยนั้น สามารถพิจารณาได้จากทิศทาง (แนวโน้ม) ของข้อมูลที่ได้จากการตรวจเอกสารและการอ้างอิงกับผลการศึกษอื่นในการกำหนดช่วงค่าที่สัมพันธ์กับการเกิดภัยแล้ง เพื่อใช้ในการกำหนดช่วงของปัจจัยย่อย ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง คะแนนมาตรฐานที่ได้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 9 และ 10 ค่าคะแนนมาตรฐานของปัจจัยต่างๆ สามารถได้ดังต่อไปนี้

### 2.2.1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 30 ปี กรณีแปรผกผัน

ค่าต่ำสุด คือ 884 มิลลิเมตร

ค่าสูงสุด คือ 1,804 มิลลิเมตร

ดังนั้น คะแนนมาตรฐานสูงสุด  $1 - [(884 - 884) / (1,804 - 884)] = 1.000$

คะแนนมาตรฐานต่ำสุด  $1 - [(1,804 - 884) / (1,804 - 884)] = 0.000$

### 2.2.2 ขนาดของกลุ่มน้ำย่อย กรณีแปรผกผัน

ค่าต่ำสุด คือ 8,202.99 ไร่

ค่าสูงสุด คือ 23,544.77 ไร่

ดังนั้น คะแนนมาตรฐานสูงสุด  $1 - [(8,202.99 - 8,202.99) / (23,544.77 - 8,202.99)]$   
 $= 1.000$

คะแนนมาตรฐานต่ำสุด  $1 - [(23,544.77 - 8,202.99) / (23,544.77 - 8,202.99)]$   
 $= 0.000$

### 2.2.3 ความหนาแน่นของลำน้ำ กรณีแปรผกผัน

ค่าต่ำสุด คือ 0.00061 ลำธาร/ไร่

ค่าสูงสุด คือ 0.00424 ลำธาร/ไร่

ดังนั้น คะแนนมาตรฐานสูงสุด  $1 - [(0.00061 - 0.00061) / (0.00424 - 0.00061)]$   
 $= 1.000$

คะแนนมาตรฐานต่ำสุด  $1 - [(0.00424 - 0.00061) / (0.00424 - 0.00061)]$   
 $= 0.000$

#### 2.2.4 ปริมาณการใช้น้ำของพืช กรณีแปรตามกัน

ค่าต่ำสุด คือ 0.000 มิลลิเมตร/วัน

ค่าสูงสุด คือ 7.750 มิลลิเมตร/วัน

ดังนั้น คะแนนมาตรฐานสูงสุด  $(7.750 - 0.000) / (7.750 - 0.000) = 1.000$

คะแนนมาตรฐานต่ำสุด  $(0.000 - 0.000) / (7.750 - 0.000) = 0.000$

#### 2.2.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน กรณีแปรตามกัน

ค่าต่ำสุด คือ 1

ค่าสูงสุด คือ 5

ดังนั้น คะแนนมาตรฐานสูงสุด  $(5 - 1) / (5 - 1) = 1.000$

คะแนนมาตรฐานต่ำสุด  $(1 -$

$1) / (5 - 1) = 0.000$

#### 2.2.6 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน กรณีแปรผกผัน

ค่าต่ำสุด คือ 1

ค่าสูงสุด คือ 5

ดังนั้น คะแนนมาตรฐานสูงสุด  $1 - [(1 - 1) / (5 - 1)] = 1.000$

คะแนนมาตรฐานต่ำสุด  $1 - [(5 - 1) / (5 - 1)] = 0.000$

#### 2.2.7 ความลาดชันของพื้นที่ กรณีแปรตามกัน

ค่าต่ำสุด คือ 0 องศา

ค่าสูงสุด คือ 85 องศา

ดังนั้น คะแนนมาตรฐานสูงสุด  $(85 - 0) / (85 - 0) = 1.000$

คะแนนมาตรฐานต่ำสุด  $(0 - 0) / (85 - 0) = 0.000$

ค่าคะแนนมาตรฐานที่ได้จากการคำนวณทั้งหมดดังแสดงในตารางผนวกที่ 4 นำค่าคะแนนมาตรฐานของแต่ละปัจจัยที่ได้มาใช้ในการแบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งต่อไป

### 3. ผลการวิเคราะห์การคำนวณค่าน้ำหนักโดย AHP

ขั้นตอนการคำนวณค่าน้ำหนักโดย AHP มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 3.1 การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญ โดยเปรียบเทียบลำดับความสำคัญที่ละคู่ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 เมตริกเปรียบเทียบทีละคู่ ( pairwise comparison matrix )

|     | F1    | F2    | F3    | F4     | F5     | F6     | F7     |
|-----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| F1  | 1     | 3     | 3     | 5      | 5      | 9      | 9      |
| F2  | 0.333 | 1     | 3     | 5      | 5      | 7      | 7      |
| F3  | 0.333 | 0.333 | 1     | 3      | 5      | 7      | 7      |
| F4  | 0.200 | 0.200 | 0.333 | 1      | 3      | 5      | 5      |
| F5  | 0.200 | 0.200 | 0.200 | 0.333  | 1      | 3      | 3      |
| F6  | 0.111 | 0.143 | 0.143 | 0.200  | 0.333  | 1      | 3      |
| F7  | 0.111 | 0.143 | 0.143 | 0.200  | 0.200  | 0.200  | 1      |
| รวม | 2.289 | 5.019 | 7.819 | 14.733 | 19.533 | 32.200 | 35.000 |

โดยที่ F1 คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี

F2 คือ ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

F3 คือ ความหนาแน่นลำน้ำ

F4 คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน

F5 คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช

F6 คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำของพืช

F7 คือ ความลาดชันของพื้นที่

3.2 คำนวณหาค่า normalized matrix ของเมตริก ในแต่ละแถวโดยที่ค่า normalized ที่ได้นี้จะแทนค่าลำดับ ความสำคัญของแต่ละปัจจัยในระดับขั้นนั้น ๆ การหาค่า normalized หาได้จากค่าเฉลี่ยของความสำคัญในแต่ละแถว ดังสมการในตารางที่ 11 ผลการคำนวณดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ตารางคำนวณน้ำหนักสัมพัทธ์ของเกณฑ์ (normalized matrix)

|     | F1           | F2           | F3           | F4           | F5           | F6           | F7           | $W_i$        |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| F1  | 0.437        | 0.598        | 0.384        | 0.339        | 0.256        | 0.280        | 0.257        | <b>0.364</b> |
| F2  | 0.146        | 0.199        | 0.384        | 0.339        | 0.256        | 0.217        | 0.200        | <b>0.249</b> |
| F3  | 0.146        | 0.066        | 0.128        | 0.204        | 0.256        | 0.217        | 0.200        | <b>0.174</b> |
| F4  | 0.087        | 0.040        | 0.043        | 0.068        | 0.154        | 0.155        | 0.143        | <b>0.098</b> |
| F5  | 0.087        | 0.040        | 0.026        | 0.023        | 0.051        | 0.093        | 0.086        | <b>0.058</b> |
| F6  | 0.049        | 0.028        | 0.018        | 0.014        | 0.017        | 0.031        | 0.086        | <b>0.035</b> |
| F7  | 0.049        | 0.028        | 0.018        | 0.014        | 0.010        | 0.006        | 0.029        | <b>0.022</b> |
| รวม | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> | <b>1.000</b> |

### 3.3 คำนวณหาค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (consistency ratio)

เพื่อเป็นการทดสอบว่าผลของการเปรียบเทียบคู่ที่ได้ดำเนินการในข้อ 3.2 นั้น มีความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือไม่ โดยคำนวณหา weighted sum vector จากตารางที่ 21 และ 22 จากนั้นนำค่าที่ได้มาใช้ในการคำนวณหาเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล (consistency vector) ดังสมการในตารางที่ 12 ผลการคำนวณได้ดังนี้

#### 3.3.1 ค่า weighted sum vector คำนวณได้ดังนี้

$$F1 = (0.364 \times 1) + (0.249 \times 3) + (0.174 \times 3) + (0.098 \times 5) + (0.058 \times 5) + (0.035 \times 9) + (0.022 \times 9)$$

$$F2 = (0.146 \times 1/3) + (0.199 \times 1) + (0.384 \times 3) + (0.339 \times 5) + (0.256 \times 5) + (0.217 \times 7) + (0.2 \times 7)$$

$$F3 = (0.146 \times 1/3) + (0.066 \times 1/3) + (0.128 \times 1) + (0.204 \times 3) + (0.256 \times 5) + (0.217 \times 7) + (0.146 \times 7)$$

$$F4 = (0.087 \times 1/5) + (0.04 \times 1/5) + (0.043 \times 1/3) + (0.068 \times 1) + (0.154 \times 3) + (0.155 \times 5) + (0.086 \times 5)$$

$$F5 = (0.087 \times 1/5) + (0.04 \times 1/5) + (0.026 \times 1/5) + (0.023 \times 1/3) + (0.051 \times 1) + (0.093 \times 3) + (0.086 \times 3)$$

$$F6 = (0.049 \times 1/9) + (0.028 \times 1/7) + (0.018 \times 1/7) + (0.017 \times 1/3) + (0.031 \times 1) + (0.086 \times 1/3) + (0.146 \times 1/3)$$

$$F7 = (0.049 \times 1/9) + (0.028 \times 1/7) + (0.018 \times 1/7) + (0.014 \times 1/5) + (0.01 \times 1/5) + (0.006 \times 1/5) + (0.029 \times 1)$$

### 3.3.2 ค่าของเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล จำนวนได้ดังนี้

$$F1 = 2.924/0.364$$

$$F2 = 2.070/0.249$$

$$F3 = 1.360/0.174$$

$$F4 = 0.736/0.098$$

$$F5 = 0.418/0.058$$

$$F6 = 0.240/0.035$$

$$F7 = 0.161/0.022$$

สรุปผลการคำนวณค่า weighted sum vector และ ค่าเวกเตอร์ความสมเหตุสมผลดัง  
ตารางที่ 23

ตารางที่ 23 สรุปการคำนวณค่าเวกเตอร์ความสมเหตุสมผล

| ปัจจัย | weighted sum vector | consistency vector |
|--------|---------------------|--------------------|
| F1     | 2.924               | 8.026              |
| F2     | 2.070               | 8.323              |
| F3     | 1.360               | 7.822              |
| F4     | 0.736               | 7.474              |
| F5     | 0.418               | 7.217              |
| F6     | 0.240               | 6.936              |
| F7     | 0.161               | 7.327              |

3.3 นำค่า consistency vector ที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

$$\lambda = (8.026+8.323+7.822+7.474+7.217+6.936+7.327) / 7$$

$$= 7.589$$

3.4 หาดิกรีของความไม่สอดคล้อง (degree of inconsistency) โดยใช้ค่า consistency index

$$\begin{aligned} CI &= (7.589 - 7) / (7 - 1) \\ &= 0.098 \end{aligned}$$

3.5 อัตราส่วนความสมเหตุสมผล (consistency ratio)

$$\begin{aligned} CR &= 0.098 / 1.32 \\ &= 0.074 \end{aligned}$$

(ในที่นี้ใช้ปัจจัย 7 ปัจจัย ค่า RI อ้างอิงตามตารางที่ 8 คือ 1.32)

ค่า CR ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า 0.1 ดังนั้นสามารถยอมรับค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของเกณฑ์ที่ได้ดังตารางที่ 21 ไปใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลางได้

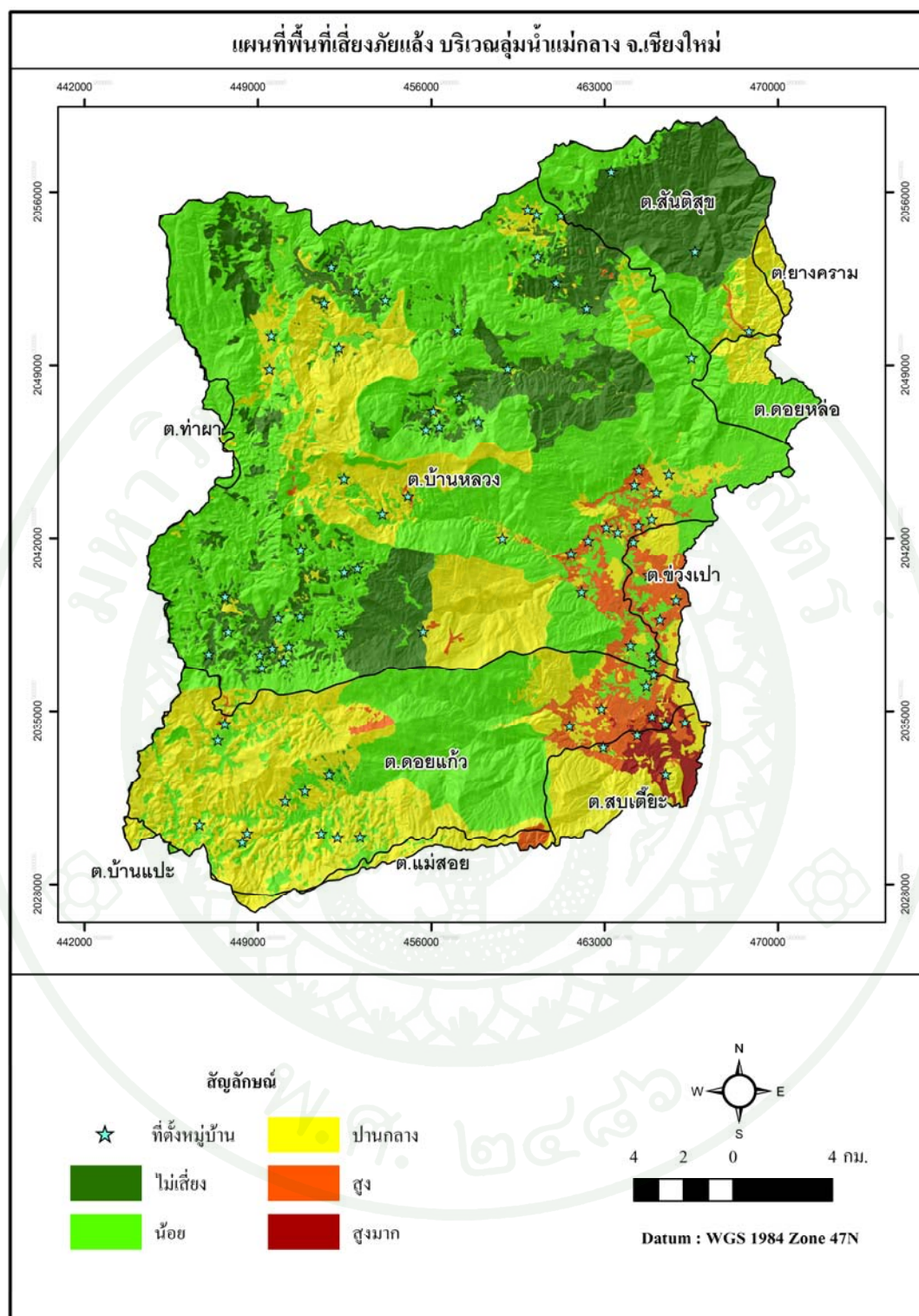
3.6 จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งลุ่มน้ำแม่กลาง โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system: GIS) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการซ้อนทับ แล้วนำมาวิเคราะห์โดยการกำหนดค่าคะแนนรวมแบบถ่วงน้ำหนัก สามารถคำนวณค่าคะแนนรวม (ตารางผนวกที่ 4) และนำมาจัดกลุ่มเพื่อแบ่งระดับความรุนแรงในการเกิดภัยแล้งออกเป็น 5 ระดับดังแสดงในตารางที่ 24 และภาพที่ 21

ตารางที่ 24 เนื้อที่ภัยแล้งระดับต่างๆ แบ่งตามช่วงค่าคะแนน

| ระดับความรุนแรง | ระดับคะแนน    | ช่วงคะแนน | เนื้อที่      |            | ร้อยละ |
|-----------------|---------------|-----------|---------------|------------|--------|
|                 |               |           | ตารางกิโลเมตร | ไร่        |        |
| ไม่เสี่ยง       | > 0.644       | 0-20      | 100.34        | 62,711.20  | 16.56  |
| น้อย            | 0.483 – 0.644 | 20-40     | 308.73        | 192,959.08 | 50.94  |
| ปานกลาง         | 0.322 – 0.483 | 40-60     | 164.89        | 103,055.00 | 27.21  |
| สูงมาก          | 0.161 – 0.322 | 60-80     | 26.47         | 16,541.12  | 4.37   |
| สูงมากที่สุด    | < 0.161       | 80-100    | 5.65          | 3,528.32   | 0.93   |
| รวมทั้งหมด      |               |           | 606.07        | 378,794.72 | 100.00 |

จากตารางพบว่า ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งน้อย มีเนื้อที่มากที่สุด คือ 192,959.08 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 50.94 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลาง รองลงมาคือระดับปานกลางมีเนื้อที่ 103,055.00 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.21 ระดับไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง มีเนื้อที่ 62,711.20 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.56 ระดับสูงมากมีเนื้อที่ 16,541.12 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.37 และระดับสูงมากที่สุดมีเนื้อที่น้อยที่สุด คือ 3,528.32 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.93





ภาพที่ 21 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลาง พบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุดอยู่ในตำบลสบเตี๊ยะ อำเภอจอมทอง 2,853 ไร่ รองลงมา คือตำบลคอยแก้ว 611 ไร่ และ ตำบลช่วงเปา 59 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมาก อยู่ในตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง 5,828 ไร่ รองลงมา คือตำบลคอยแก้ว 5,460 ไร่ และตำบลช่วงเปา 3,150 ไร่ ส่วนพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง อยู่ในตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง 43,220 ไร่ ตำบลคอยแก้ว 40,012 ไร่ และตำบลสบเตี๊ยะ 7,963 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งน้อย คือ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง คือ 137,146 ไร่ ตำบลคอยแก้ว 37,400 ไร่ และตำบลสันติสุข กิ่งอำเภอดอยหล่อ 8,880 ไร่ พื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง คือ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง คือ 41,548 ไร่ รองลงมาคือ ตำบลสันติสุข กิ่งอำเภอดอยหล่อ คือ 20,942 ไร่ และที่ตำบลคอยแก้ว อำเภอจอมทอง คือ 214 ไร่ เมื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งร่วมกับข้อมูลหมู่บ้านในพื้นที่ ศึกษาเพื่อจัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับหมู่บ้าน (ตารางผนวกที่ 7) และจำนวนหมู่บ้านในตำบลต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง แสดงดังตารางที่ 25 – 26 และภาพที่ 22 - 27

ตารางที่ 25 จำนวนหมู่บ้านในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ

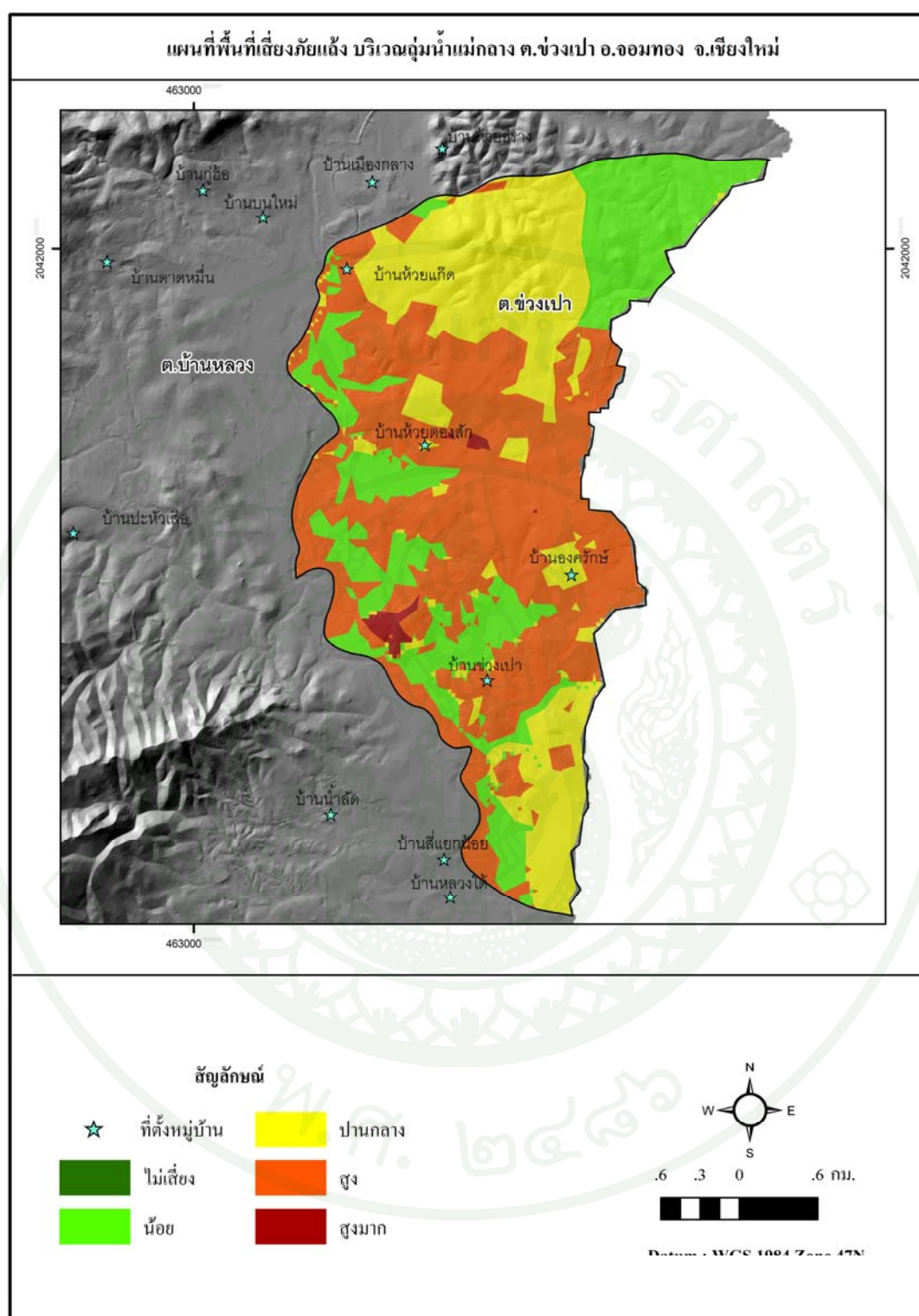
| อำเภอ           | ตำบล     | จำนวนหมู่บ้านในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง |      |         |     |           | ผลรวมทั้งหมด |
|-----------------|----------|-----------------------------------------------|------|---------|-----|-----------|--------------|
|                 |          | ไม่เสี่ยง                                     | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |              |
| จอมทอง          | ช่วงเปา  | 0                                             | 0    | 2       | 1   | 0         | 3            |
|                 | คอยแก้ว  | 1                                             | 7    | 6       | 2   | 1         | 17           |
|                 | บ้านหลวง | 12                                            | 25   | 10      | 8   | 0         | 55           |
|                 | สบเตี๊ยะ | 0                                             | 0    | 1       | 2   | 1         | 4            |
| จอมทอง ผลรวม    |          | 13                                            | 32   | 19      | 13  | 2         | 79           |
| ดอยหล่อ(กิ่งอ.) | สันติสุข | 2                                             | 0    | 0       | 1   | 0         | 3            |
| ผลรวมทั้งหมด    |          | 15                                            | 32   | 19      | 14  | 2         | 82           |

ตารางที่ 26 เนื้อที่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งรายตำบล กลุ่มน้ำแม่กลาง

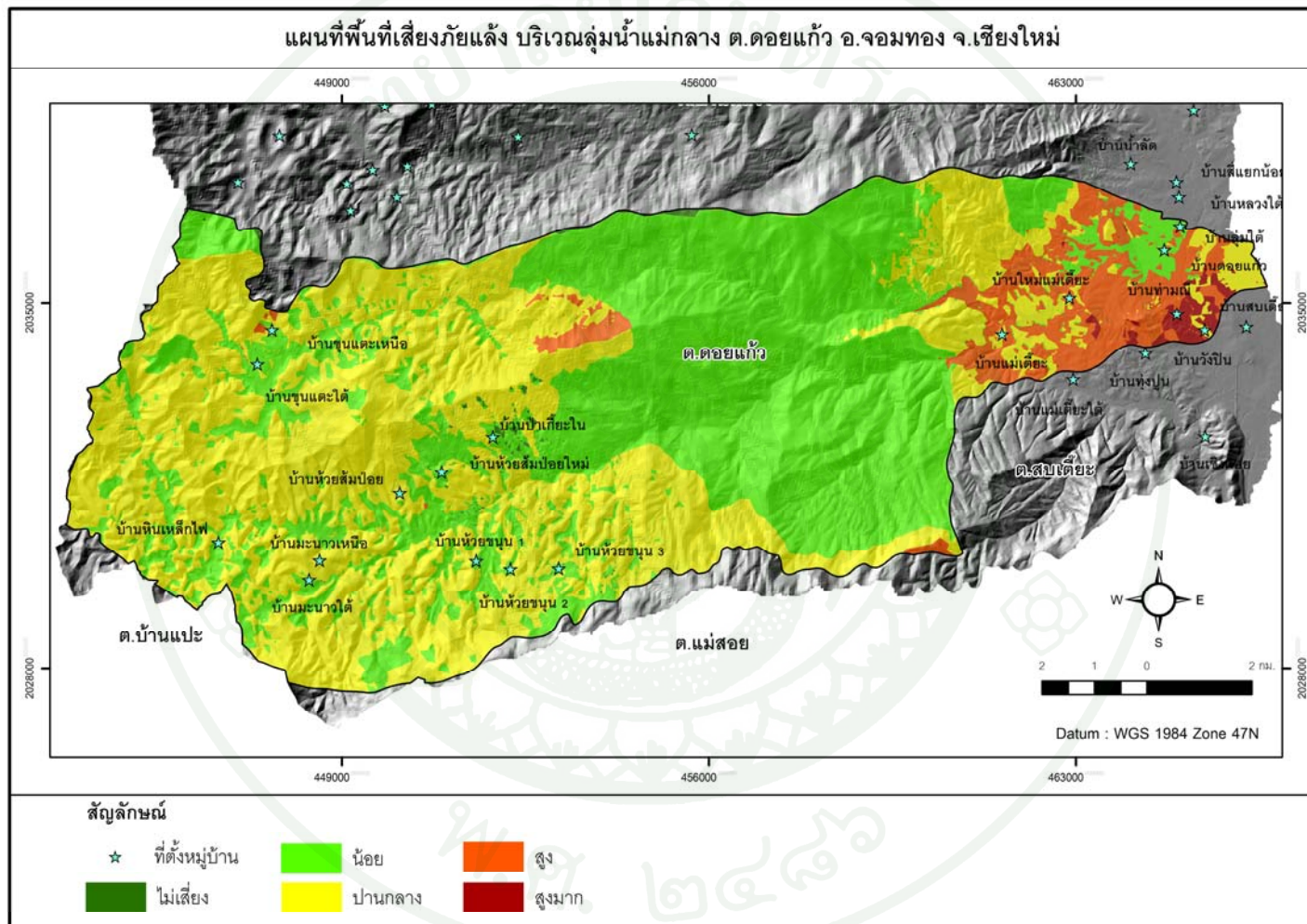
| อำเภอ   | ตำบล     | ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง |           |        |            |         |           |        |           |           |          | ผลรวมทั้งหมด |            |
|---------|----------|----------------------------------|-----------|--------|------------|---------|-----------|--------|-----------|-----------|----------|--------------|------------|
|         |          | ไม่เสี่ยง                        |           | น้อย   |            | ปานกลาง |           | มาก    |           | มากที่สุด |          |              |            |
|         |          | ตร.กม.                           | ไร่       | ตร.กม. | ไร่        | ตร.กม.  | ไร่       | ตร.กม. | ไร่       | ตร.กม.    | ไร่      | ตร.กม.       | ไร่        |
| จอมทอง  | ช่วงเปา  | 0.00                             | 0.00      | 2.76   | 1,725.82   | 2.91    | 1,821.09  | 5.04   | 3,150.01  | 0.10      | 59.71    | 10.81        | 6,756.63   |
|         | ดอยแก้ว  | 0.34                             | 214.00    | 59.84  | 37,400.53  | 64.02   | 40,012.02 | 8.74   | 5,460.23  | 0.98      | 611.41   | 133.92       | 83,698.19  |
|         | บ้านแปะ  | 0.00                             | 0.00      | 0.18   | 111.07     | 1.71    | 1,069.64  | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 1.89         | 1,180.71   |
|         | บ้านหลวง | 66.48                            | 41,548.53 | 219.43 | 137,146.40 | 69.15   | 43,220.98 | 9.33   | 5,828.64  | 0.01      | 3.46     | 364.40       | 227,748.01 |
|         | แม่สอย   | 0.00                             | 0.00      | 0.40   | 247.58     | 3.23    | 2,021.26  | 0.78   | 485.70    | 0.00      | 0.00     | 4.41         | 2,754.54   |
|         | สบเตี๊ยะ | 0.00                             | 0.00      | 0.53   | 330.81     | 12.74   | 7,963.06  | 2.30   | 1,437.81  | 4.57      | 2,853.74 | 20.14        | 12,585.42  |
|         | รวม      | 66.82                            | 41,762.53 | 283.14 | 176,962.21 | 153.77  | 96,108.05 | 26.18  | 16,362.39 | 5.65      | 3,528.32 | 535.56       | 334,723.50 |
| ดอยหล่อ | ดอยหล่อ  | 0.00                             | 0.00      | 9.06   | 5,662.09   | 3.27    | 2,043.10  | 0.03   | 16.58     | 0.00      | 0.00     | 12.35        | 7,721.77   |
|         | ยางคราม  | 0.00                             | 0.00      | 0.08   | 47.51      | 2.34    | 1,463.77  | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 2.42         | 1,511.28   |
|         | สันติสุข | 33.51                            | 20,942.45 | 14.21  | 8,880.02   | 5.37    | 3,359.20  | 0.26   | 162.15    | 0.00      | 0.00     | 53.35        | 33,343.82  |
|         | รวม      | 33.51                            | 20,942.45 | 23.34  | 14,589.62  | 10.99   | 6,866.07  | 0.29   | 178.73    | 0.00      | 0.00     | 68.12        | 42,576.87  |

ตารางที่ 26 (ต่อ)

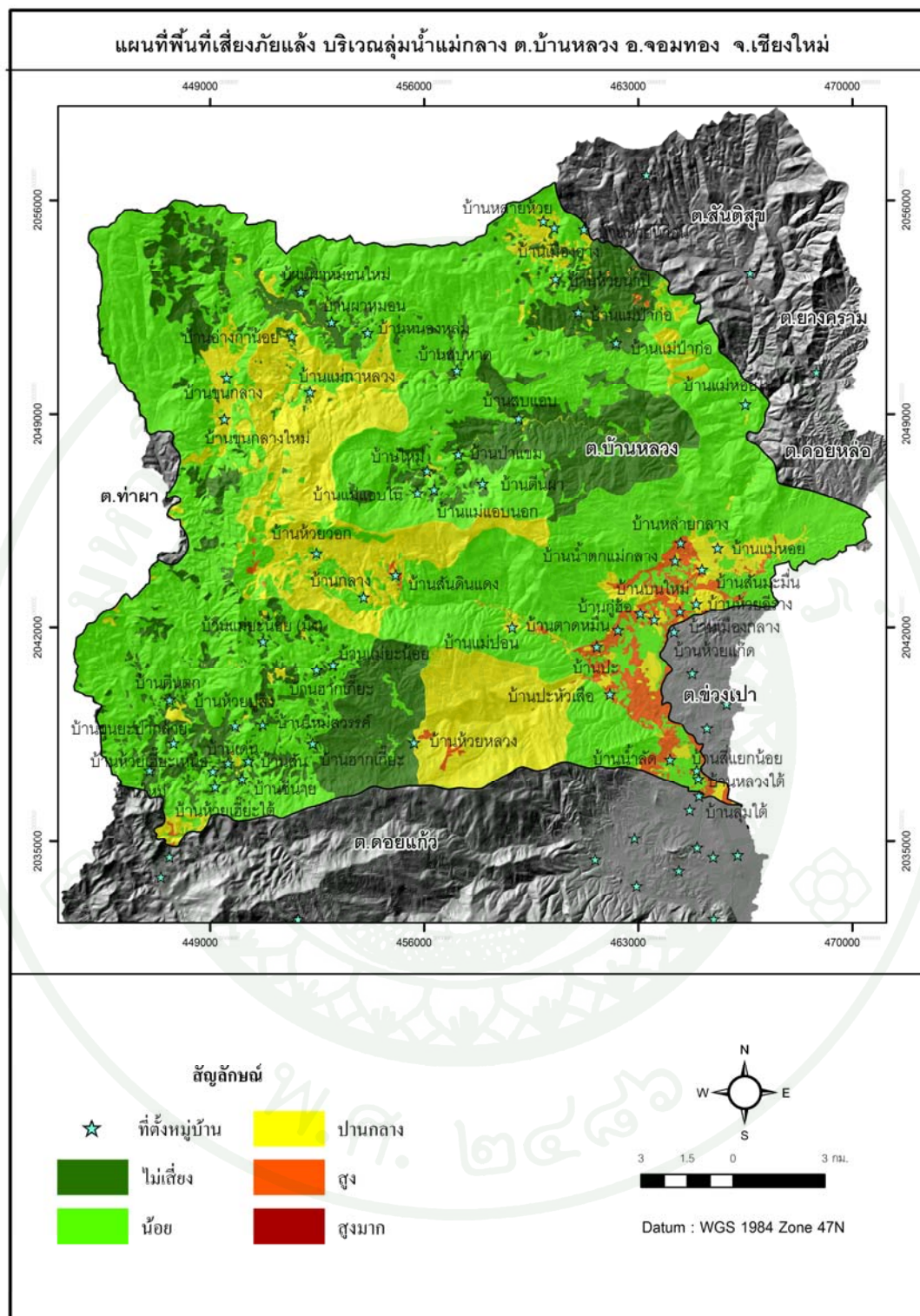
| อำเภอ        | ตำบล      | ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง |           |        |            |         |            |        |           |           |          | ผลรวมทั้งหมด |            |
|--------------|-----------|----------------------------------|-----------|--------|------------|---------|------------|--------|-----------|-----------|----------|--------------|------------|
|              |           | ไม่เสี่ยง                        |           | น้อย   |            | ปานกลาง |            | มาก    |           | มากที่สุด |          |              |            |
|              |           | ตร.กม.                           | ไร่       | ตร.กม. | ไร่        | ตร.กม.  | ไร่        | ตร.กม. | ไร่       | ตร.กม.    | ไร่      | ตร.กม.       | ไร่        |
| แม่แจ่ม      | กองแขก    | 0.00                             | 1.02      | 0.07   | 42.09      | 0.06    | 39.26      | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 0.13         | 82.37      |
|              | ช่างเคิ่ง | 0.00                             | 1.15      | 0.04   | 25.66      | 0.00    | 0.00       | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 0.04         | 26.81      |
|              | ท่าผา     | 0.00                             | 0.89      | 2.11   | 1,316.02   | 0.07    | 41.62      | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 2.17         | 1,358.53   |
|              | รวม       | 0.00                             | 3.06      | 2.21   | 1,383.77   | 0.13    | 80.88      | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 2.35         | 1,467.71   |
| แม่ว้าง      | แม่วิน    | 0.01                             | 3.16      | 0.04   | 23.48      | 0.00    | 0.00       | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 0.04         | 26.64      |
|              | รวม       | 0.01                             | 3.16      | 0.04   | 23.48      | 0.00    | 0.00       | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00     | 0.04         | 26.64      |
| ผลรวมทั้งหมด |           | 100.34                           | 62,711.20 | 308.73 | 192,959.08 | 164.89  | 103,055.00 | 26.47  | 16,541.12 | 5.65      | 3,528.32 | 606.07       | 378,794.72 |



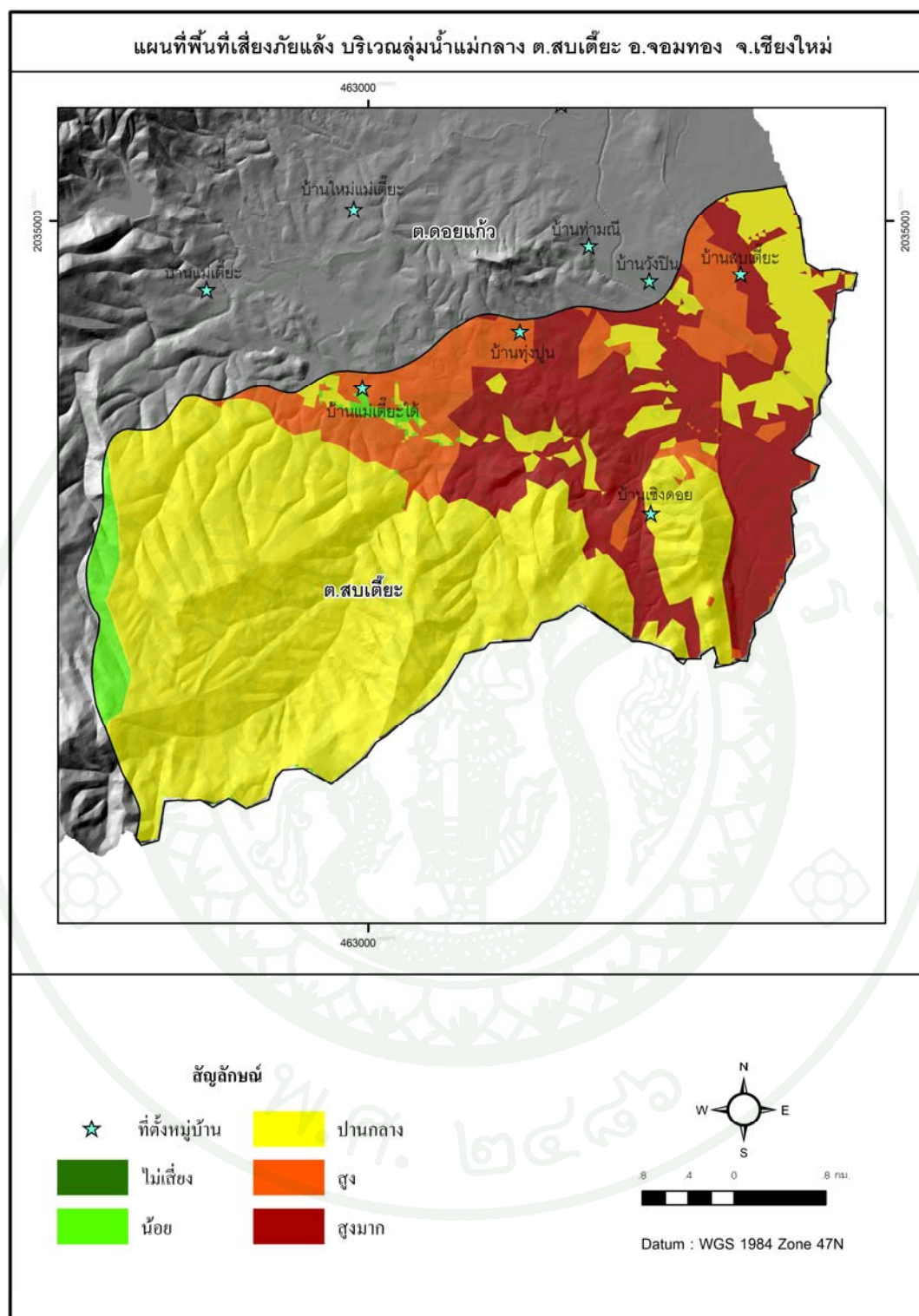
ภาพที่ 22 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.ช่วงเปา อ.จอมทอง



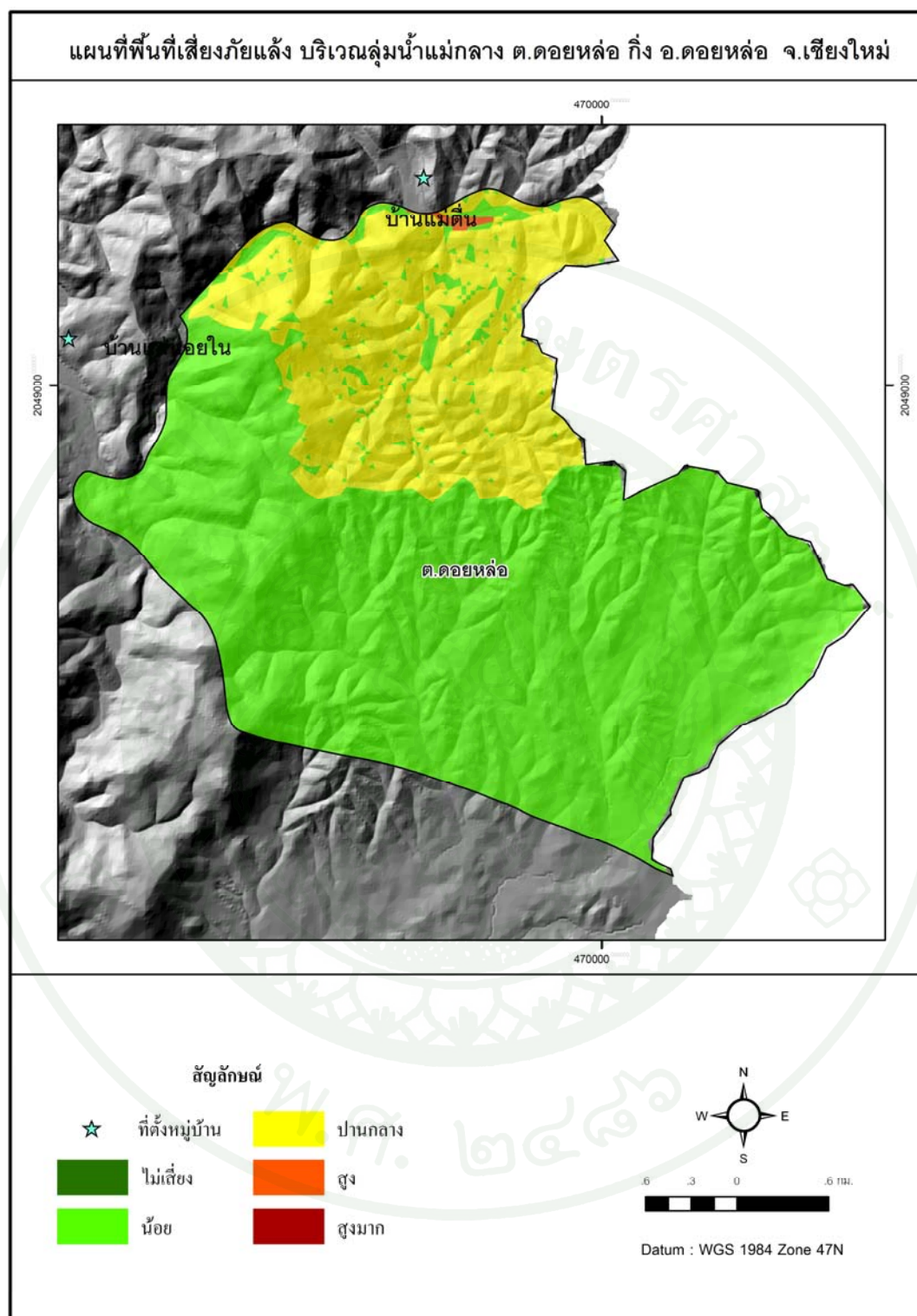
ภาพที่ 23 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.ดอยแก้ว อ.จอมทอง



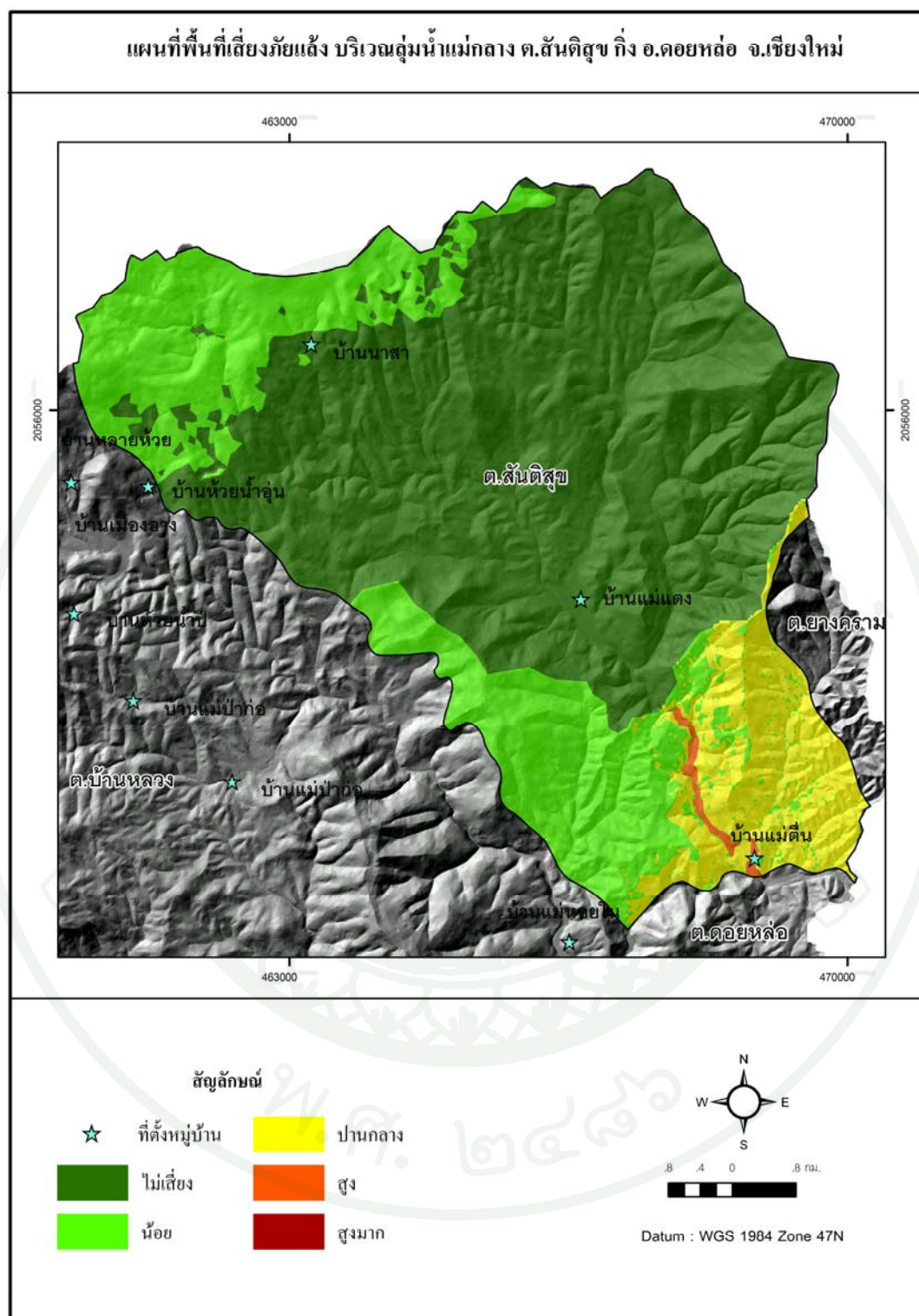
ภาพที่ 24 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.บ้านหลวง อ.จอมทอง



ภาพที่ 25 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.สบเตี๊ยะ อ.จอมทอง



ภาพที่ 26 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.ดอยหล่อ กิ่ง อ.ดอยหล่อ



ภาพที่ 27 แผนที่เสี่ยงภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง ต.สันติสุข ถึง อ.ดอยหล่อ

เมื่อนำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินมาวิเคราะห์ซ้อนทับกับพื้นที่ภัยแล้ง พบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นไม้ผลไม้ยืนต้น คือ 2,478 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นไม้ผลไม้ยืนต้น 9,043 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นป่าไม้ ประเภทป่าดิบ คือ 57,434 ไร่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ ประเภทป่าดิบ คือ 84,723 ไร่ ส่วนพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าไม้ ประเภทป่าผลัดใบ คือ 42,013 ไร่ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ไร่)

| ประเภทการใช้<br>ที่ดิน | พื้นที่ระดับความรุนแรงต่อการเกิดภัยแล้ง (ไร่) |            |            |           |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|------------------------|-----------------------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------|
|                        | ไม่เสี่ยง                                     | น้อย       | ปานกลาง    | มาก       | มากที่สุด |                  |
| ที่อยู่อาศัย           | 38.04                                         | 1,411.32   | 3,833.28   | 992.95    | 20.32     | 6,295.91         |
| นาข้าว                 | 3,633.50                                      | 8,490.72   | 3,451.38   | 482.68    | 59.37     | 16,117.65        |
| ป่าดิบ                 | 929.75                                        | 84,723.44  | 57,434.32  | 1,139.47  | -         | 144,226.98       |
| ป่าผลัดใบ              | 42,013.09                                     | 82,076.70  | 30,718.24  | 771.02    | 25.66     | 155,604.71       |
| พืชไร่                 | 15,923.90                                     | 15,193.46  | 1,345.94   | 25.50     | 2.02      | 32,490.82        |
| พืชสวน                 | 25.47                                         | 189.11     | 3,568.64   | 278.57    | 61.44     | 4,123.23         |
| ไม้ผลไม้ยืนต้น         | 47.75                                         | 586.50     | 1,819.01   | 9,043.06  | 2,478.01  | 13,974.33        |
| แหล่งน้ำ               | 47.74                                         | 69.34      | 193.80     | 435.38    | 61.80     | 808.06           |
| อื่น ๆ                 | 51.96                                         | 218.49     | 690.39     | 3,372.49  | 819.70    | 5,153.03         |
| ผลรวมทั้งหมด           | 62,711.20                                     | 192,959.08 | 103,055.00 | 16,541.12 | 3,528.32  | 378,794.72       |

เมื่อนำแผนที่ค่าการใช้น้ำของพืชมาวิเคราะห์ซ้อนทับกับพื้นที่ภัยแล้ง พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นไม้ผล (3.093) คือ 2,450 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมาก ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นไม้ผล (3.093) คือ 8,944 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นป่าดิบสมบูรณ์ (5.500) คือ 56,408 ไร่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าดิบสมบูรณ์ (5.500) คือ 84,664 ไร่ ส่วนพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าผลัดใบสมบูรณ์ (4.470) คือ 42,093 ไร่ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามค่าการใช้น้ำของพืช (ไร่)

| ประเภทการใช้ที่ดิน   | ค่าการใช้น้ำของพืช | พื้นที่ระดับความรุนแรงต่อการเกิดภัยแล้ง (ไร่) |           |           |          |           | ผลรวมทั้งหมด |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|
|                      |                    | ไม่เสี่ยง                                     | น้อย      | ปานกลาง   | มาก      | มากที่สุด |              |
| พืชสวนผสม            | 3.700              | 3.99                                          | 8.44      | 170.39    | -        | -         | 182.82       |
| กล้วย                | 3.314              | -                                             | 6.23      | 3.95      | 65.51    | -         | 75.69        |
| กะหล่ำปลี            | 3.700              | 2,556.77                                      | 2,511.71  | 132.85    | 0.50     | -         | 5,201.83     |
| ถั่วลิสง             | 4.000              | 1.22                                          | 5.88      | 47.12     | -        | -         | 54.22        |
| ที่อยู่อาศัย         | 0.000              | 38.98                                         | 1,414.33  | 3,834.15  | 993.35   | 28.10     | 6,308.91     |
| ทุ่งหญ้า             | 7.000              | -                                             | 3.32      | 3.65      | 48.35    | 45.59     | 100.91       |
| นาข้าว               | 7.700              | 3,633.50                                      | 8,500.72  | 3,451.38  | 482.68   | 59.38     | 16,127.66    |
| บ่อดิน               | 0.000              | -                                             | -         | 2.64      | 53.87    | 1.10      | 57.61        |
| ป่าดิบถาวรพื้นที่    | 5.500              | 15.68                                         | 58.73     | 1,025.43  | 71.67    | -         | 1,171.51     |
| ป่าดิบสมบูรณ์        | 5.500              | 914.07                                        | 84,664.86 | 56,408.89 | 1,015.65 | -         | 143,003.47   |
| ป่าผลัดใบถาวรพื้นที่ | 4.470              | 67.52                                         | 5,613.24  | 1,698.09  | 663.49   | 10.34     | 8,052.68     |
| ป่าผลัดใบสมบูรณ์     | 4.470              | 42,093.31                                     | 76,519.81 | 29,214.56 | 542.83   | 77.13     | 148,447.64   |
| ไผ่                  | 3.500              | -                                             | -         | -         | 22.86    | -         | 22.86        |
| ฝรั่ง                | 2.872              | -                                             | 2.16      | 21.18     | -        | -         | 23.34        |
| พืชผัก               | 3.700              | 21.48                                         | 180.37    | 3,398.00  | 274.65   | 61.44     | 3,935.94     |
| พืชไร่               | 3.775              | 13,264.34                                     | 12,673.26 | 1,160.84  | 13.42    | 2.02      | 27,113.88    |

ตารางที่ 28 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดิน | ค่าการใช้<br>น้ำของพืช | พื้นที่ระดับความรุนแรงต่อการเกิดภัยแล้ง (ไร่) |           |            |            |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|------------------|
|                    |                        | ไม่เสี่ยง                                     | น้อย      | ปานกลาง    | มาก        | มากที่สุด |                  |
| มะขาม              | 3.000                  | -                                             | 0.34      | 0.06       | 17.54      | 1.23      | 19.17            |
| มะเขือเทศ          | 5.050                  | 0.63                                          | 2.44      | 5.12       | 11.58      | -         | 19.77            |
| มะนาว              | 6.900                  | -                                             | 1.26      | 0.22       | 5.27       | -         | 6.75             |
| มะม่วง             | 7.750                  | -                                             | 0.33      | 1.06       | 9.86       | 23.44     | 34.69            |
| ไม้ดอก             | 5.490                  | -                                             | 0.30      | 0.25       | 3.92       | -         | 4.47             |
| ไม้ผล              | 3.093                  | 43.22                                         | 575.85    | 1,772.89   | 8,944.09   | 2,450.30  | 13,786.35        |
| ไม้ตะเภา           | 4.374                  | 51.96                                         | 215.17    | 682.63     | 3,300.03   | 765.24    | 5,015.03         |
| ส้ม                | 6.900                  | 4.53                                          | 0.33      | 19.65      | -          | 3.01      | 27.52            |
| ผลรวมทั้งหมด       |                        | 76,551                                        | 62,711.20 | 192,959.08 | 103,055.00 | 16,541.12 | 3,528.32         |

เมื่อนำแผนที่ความลาดชันมาวิเคราะห์ซ้อนทับกับพื้นที่ภัยแล้ง พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด ส่วนใหญ่มีความลาดชันระหว่าง 0 – 5 องศา มีเนื้อที่ 2,372 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมาก ส่วนใหญ่มีความลาดชันระหว่าง 0 - 5 องศา มีเนื้อที่ 8,981 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง ส่วนใหญ่มีความลาดชันระหว่าง 15 – 20 องศา มีเนื้อที่ 21,605 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งน้อย ส่วนใหญ่มีความลาดชันระหว่าง 15 - 20 องศา มีเนื้อที่ 43,445 ไร่ พื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง ส่วนใหญ่มีความลาดชันระหว่าง 15 - 20 องศา มีเนื้อที่ 14,286 ไร่ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามลักษณะความลาดชันของพื้นที่ (ไร่)

| ความลาดชัน<br>(องศา) | พื้นที่ระดับความรุนแรงต่อการเกิดภัยแล้ง (ไร่) |           |           |          |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|----------------------|-----------------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|------------------|
|                      | ไม่เสี่ยง                                     | น้อย      | ปานกลาง   | มาก      | มากที่สุด |                  |
| 0-5                  | 3,103.91                                      | 12,749.57 | 7,260.47  | 8,981.06 | 2,372.35  | 34,467.36        |
| 5-10                 | 8,543.83                                      | 21,219.84 | 8,818.53  | 4,088.90 | 710.52    | 43,381.62        |
| 10-15                | 13,435.65                                     | 36,438.45 | 16,827.79 | 1,551.70 | 256.28    | 68,509.87        |
| 15-20                | 14,286.83                                     | 43,445.16 | 21,605.54 | 827.64   | 105.27    | 80,270.44        |

ตารางที่ 29 (ต่อ)

| ความลาดชัน<br>(องศา) | พื้นที่ระดับความรุนแรงต่อการเกิดภัยแล้ง (ไร่) |            |            |           |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|----------------------|-----------------------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------|
|                      | ไม่เสี่ยง                                     | น้อย       | ปานกลาง    | มาก       | มากที่สุด |                  |
| 20-25                | 11,138.34                                     | 37,089.28  | 21,047.22  | 586.05    | 48.08     | 69,908.97        |
| 25-30                | 6,744.58                                      | 23,533.20  | 15,025.75  | 319.26    | 20.45     | 45,643.24        |
| 30-35                | 3,281.98                                      | 11,471.45  | 7,833.99   | 127.49    | 9.81      | 22,724.72        |
| 35-40                | 1,312.47                                      | 4,530.69   | 3,135.29   | 45.21     | 4.46      | 9,028.12         |
| 40-45                | 508.65                                        | 1,547.50   | 1,015.38   | 12.04     | 0.94      | 3,084.51         |
| 45-50                | 223.68                                        | 550.00     | 347.35     | 1.49      | 0.16      | 1,122.68         |
| 50-55                | 85.00                                         | 224.22     | 105.36     | 0.25      | -         | 414.83           |
| 55-60                | 38.79                                         | 81.05      | 21.99      | 0.03      | -         | 141.86           |
| 60-65                | 6.37                                          | 40.61      | 5.11       | -         | -         | 52.09            |
| 65-70                | 0.97                                          | 17.87      | 3.19       | -         | -         | 22.03            |
| 70-75                | 0.13                                          | 12.92      | 1.67       | -         | -         | 14.72            |
| 75-80                | 0.02                                          | 7.20       | 0.12       | -         | -         | 7.34             |
| 80-85                | -                                             | 0.07       | 0.06       | -         | -         | 0.13             |
| 85-90                | -                                             | -          | 0.19       | -         | -         | 0.19             |
| ผลรวมทั้งหมด         | 62,711.20                                     | 192,959.08 | 103,055.00 | 16,541.12 | 3,528.32  | 378,794.72       |

เมื่อนำแผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี มาวิเคราะห์ซ้อนทับกับพื้นที่ภัยแล้ง พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 884 – 924 มิลลิเมตร มีเนื้อที่ คือ 3,500 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมาก มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 884 - 924 มิลลิเมตร มีเนื้อที่ คือ 6,912 ไร่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,044 – 1,084 มิลลิเมตร มีเนื้อที่ คือ 21,736 ไร่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,044 – 1,084 มิลลิเมตร มีเนื้อที่ คือ 20,087 ไร่ ส่วนพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,164 – 1,204 มิลลิเมตร มีเนื้อที่ คือ 10,691 ไร่ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง จำแนกตามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (ไร่)

| ปริมาณ<br>น้ำฝน(มม.) | พื้นที่ระดับความรุนแรงต่อการเกิดภัยแล้ง (ไร่) |            |            |           |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|----------------------|-----------------------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------------|
|                      | ไม่เสี่ยง                                     | น้อย       | ปานกลาง    | มาก       | มากที่สุด |                  |
| 884-924              | -                                             | 3,036.08   | 4,188.04   | 6,912.46  | 3,500.16  | 17,636.74        |
| 924-964              | -                                             | 3,351.67   | 8,396.07   | 4,305.97  | 28.16     | 16,081.87        |
| 964-1004             | -                                             | 11,861.18  | 5,369.89   | 2,028.18  | -         | 19,259.25        |
| 1004-1044            | -                                             | 17,637.31  | 7,437.13   | 1,623.66  | -         | 26,698.10        |
| 1044-1084            | 5,440.28                                      | 20,087.44  | 21,736.87  | 587.07    | -         | 47,851.66        |
| 1084-1124            | 9,051.42                                      | 19,067.64  | 19,123.77  | 626.98    | -         | 47,869.81        |
| 1124-1164            | 8,879.35                                      | 12,047.94  | 9,468.41   | 189.09    | -         | 30,584.79        |
| 1164-1204            | 10,691.71                                     | 11,703.53  | 1,321.91   | 56.43     | -         | 23,773.58        |
| 1204-1244            | 8,708.58                                      | 10,774.05  | 602.20     | 11.68     | -         | 20,096.51        |
| 1244-1284            | 4,248.15                                      | 11,035.38  | 684.24     | 1.97      | -         | 15,969.74        |
| 1284-1324            | 2,251.83                                      | 8,933.05   | 1,955.04   | -         | -         | 13,139.92        |
| 1324-1364            | 2,102.36                                      | 7,041.52   | 1,752.93   | 39.13     | -         | 10,935.94        |
| 1364-1404            | 1,588.63                                      | 5,919.56   | 1,578.76   | 37.96     | -         | 9,124.91         |
| 1404-1444            | 931.34                                        | 5,408.04   | 1,669.88   | 3.23      | -         | 8,012.49         |
| 1444-1484            | 743.98                                        | 5,306.57   | 1,152.51   | 11.84     | -         | 7,214.90         |
| 1484-1524            | 429.92                                        | 5,282.62   | 898.24     | 57.45     | -         | 6,668.23         |
| 1524-1564            | 392.27                                        | 5,428.27   | 1,113.63   | 22.64     | -         | 6,956.81         |
| 1564-1604            | 394.06                                        | 5,506.23   | 2,155.10   | 0.08      | -         | 8,055.47         |
| 1604-1644            | 1,177.90                                      | 5,531.84   | 2,306.15   | -         | -         | 9,015.89         |
| 1644-1684            | 2,193.49                                      | 4,760.32   | 2,171.23   | -         | -         | 9,125.04         |
| 1684-1724            | 1,818.36                                      | 4,743.07   | 2,329.19   | 3.56      | -         | 8,894.18         |
| 1724-1764            | 1,061.61                                      | 4,904.11   | 2,303.05   | 5.27      | -         | 8,274.04         |
| 1764-1804            | 605.96                                        | 3,591.66   | 3,340.76   | 16.47     | -         | 7,554.85         |
| รวมทั้งหมด           | 62,711.20                                     | 192,959.08 | 103,055.00 | 16,541.12 | 3,528.32  | 378,794.72       |

จากผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัด เชียงใหม่ สามารถสรุปความสัมพันธ์ของระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้ดังตารางที่ 31

**ตารางที่ 31** ความสัมพันธ์ของระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| ปัจจัย                                | ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง |                     |                     |                 |                 |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
|                                       | ไม่เสี่ยง                        | น้อย                | ปานกลาง             | มาก             | มากที่สุด       |
| 1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย                  |                                  |                     |                     |                 |                 |
| 30 ปี (มิลลิเมตร)                     | 1,164 - 1,204                    | 1,044 - 1,084       | 1,044 - 1,084       | 883 - 924       | 884 - 924       |
| 2. ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ไร่)       | 23,544.77                        | 23,430.51           | 18,950.85           | 17,279.99       | 8,202.99        |
| 3. ความหนาแน่นของ                     |                                  |                     |                     |                 |                 |
| ลำธาร (ลำธาร/ไร่)                     | 0.00272                          | 0.00316             | 0.00201             | 0.00069         | 0.00061         |
| 4. การใช้ประโยชน์ที่ดิน               | ป่าผลัดใบ                        | ป่าดิบ              | ป่าดิบ              | ไม่ผลัดใบ       | ไม่ผลัดใบ       |
| 5. ค่าการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตร/วัน) | ป่าผลัดใบ สมบูรณ์ 4.470          | ป่าดิบสมบูรณ์ 5.500 | ป่าดิบสมบูรณ์ 5.500 | ไม่ผลัดใบ 3.093 | ไม่ผลัดใบ 3.093 |
| 6. ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน       | ปานกลาง                          | ปานกลาง             | สูง                 | ปานกลาง         | ปานกลาง         |
| 7. ความลาดชัน (องศา)                  | 15-20                            | 15-20               | 15-20               | 0-5             | 0-5             |

จากตารางพบว่า มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งบางระดับที่ค่าของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ตกอยู่ในช่วงเดียวกัน เช่น พบว่าที่ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด ถึง มาก ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปีอยู่ในช่วงเดียวกัน คือ 884 – 924 มิลลิเมตร ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือประเภทไม่ผลัดใบไม่ขึ้นต้น ปัจจัยความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน อยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยความลาดชัน อยู่ในระดับ 0 – 5 องศา และที่ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง ถึง น้อย ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปีอยู่ในช่วงเดียวกัน คือ 1,044 – 1,084 มิลลิเมตร ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือประเภทป่าดิบ ปัจจัยความลาดชัน อยู่ในระดับ 15 – 20 องศา เช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง กับแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปี 2553 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) พบว่ามีความแตกต่างของระดับปัจจัยดังตารางที่ 32

**ตารางที่ 32** สรุปลักษณะของพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้ง โดยกรมพัฒนาที่ดิน (2553)  
บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| ปัจจัย                                    | ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง |                        |             |              |              |
|-------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|
|                                           | ไม่เสี่ยง                        | น้อย                   | ปานกลาง     | มาก          | มากที่สุด    |
| 1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย<br>30 ปี (มิลลิเมตร) | 1,084 - 1,124                    | 1,764 - 1,804          | 884 - 924   | 883 - 924    | 1,684-1,724  |
| 2. ขนาดพื้นที่ลุ่ม<br>น้ำย่อย (ไร่)       | 23,544.77                        | 22,118.73              | 17,279.99   | 16,667.37    | 16,667.37    |
| 3. ความหนาแน่นของ<br>ลำธาร (ลำธาร/ไร่)    | 0.00272                          | 0.00280                | 0.00069     | 0.00372      | 0.00372      |
| 4. การใช้ประโยชน์<br>ที่ดิน               | ป่าผลัดใบ                        | พืชไร่                 | ไม้ยืนต้น   | นาข้าว       | พืชไร่       |
| 5. ค่าการใช้น้ำของพืช<br>(มิลลิเมตร/วัน)  | ป่าผลัดใบ<br>สมบูรณ์ 4.470       | ป่าดิบสมบูรณ์<br>5.500 | ไม้ผล 3.093 | นาข้าว 7.700 | นาข้าว 7.700 |
| 6. ความสามารถในการ<br>กักน้ำของดิน        | ปานกลาง                          | ปานกลาง                | ต่ำ         | ต่ำ          | ปานกลาง      |
| 7. ความลาดชัน<br>(องศา)                   | 15-20                            | 15-20                  | 0-5         | 0-5          | 5-10         |

จากตารางพบว่าผลของการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง กับแผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งปี 2553 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) มีระดับของปัจจัยต่าง ๆ ที่อยู่ในช่วงระดับเดียวกันน้อย มีเพียง 2 ปัจจัยที่มีช่วงของปัจจัยอยู่ในระดับเดียวกัน คือ ความสามารถในการกักน้ำของดินที่ระดับปานกลาง มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งอยู่ในระดับ ไม่เสี่ยง น้อย มากที่สุด และความสามารถในการกักน้ำของดินที่ระดับต่ำ มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งอยู่ในระดับปานกลาง ถึง มาก และอีกปัจจัยคือ ความลาดชันที่ 15 – 20 องศา มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งอยู่ในระดับ ไม่เสี่ยง – น้อย และความลาดชันที่ 0 – 5 องศา มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งอยู่ในระดับ ปานกลาง ถึง มาก

ดังนั้นจากการศึกษาพบว่าระดับความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งจะขึ้นอยู่กับค่าคะแนนและปัจจัยต่าง ๆ ที่แต่ละการศึกษาได้เลือกใช้ เมื่อแสดงผลการวิเคราะห์จึง มีความแตกต่างกันของช่วงค่าปัจจัย ซึ่งจะส่งผลถึงระดับภัยแล้งในพื้นที่ต่าง ๆ กันอีกด้วย

#### 4. ข้อเสนอแนะเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน

พื้นที่แล้งเป็นพื้นที่ขาดน้ำ การจัดการเรื่องน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องให้มีการเก็บกักน้ำ การชะลอการไหลของน้ำ และการเพิ่มระยะเวลาการไหลของน้ำให้ยาวนานขึ้น ดังนั้นต้องพิจารณาการเก็บกักน้ำฝนเหล่านี้ไว้ใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด เพื่อนำมาพัฒนาพื้นที่แล้งให้ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลาง มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ด้านความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ควรเลือกประเภทของพืชที่เพาะปลูกให้ตรงกับสมบัติของดิน เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า และผลผลิต และเพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้ถูกต้อง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) อันจะช่วยบรรเทาหรือลดความเสี่ยงต่อภัยแล้งได้ด้วย โดยควรปฏิบัติดังนี้

1.1. บริเวณที่ใช้ปลูกข้าว ควรเป็นพื้นที่ราบต่ำสุด เพื่อความสะดวกในการเก็บกักน้ำฝนไว้ปลูกข้าว พื้นที่ส่วนนี้สามารถใช้ปลูกพืชไร่อายุสั้นและพืชผักต่าง ๆ ก่อนและหลังการปลูกข้าวได้ด้วย ดังนั้นการพัฒนาแหล่งน้ำมาช่วยเสริมจะทำให้พื้นที่มีศักยภาพเหมาะสมในการปลูกพืชไร่และพืชผักบางอย่าง (กรมวิชาการเกษตร, 2543)

1.2. บริเวณที่ใช้ปลูกพืชไร่ พืชผัก และไม้ผลตลอดปี ควรเป็นพื้นที่ซึ่งอยู่สูงกว่าบริเวณที่ใช้ปลูกข้าว คือที่ค่อนข้างดอน ทำคันล้อมรอบเพื่อป้องกันน้ำท่วมและปรับปรุงสภาพการระบายน้ำของดินโดยการยกทรงหรือทำร่องระบายน้ำรอบแปลง รวมทั้งการปรับระดับพื้นที่ภายในแปลงให้สม่ำเสมอการจัดการดินเพื่อปลูกพืชไร่ พืชผัก ชนิดต่าง ๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

2. ด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ ควรเป็นพื้นที่ซึ่งอยู่ระหว่างนาข้าวและแปลงพืชไร่ ไม้ผล และพืชผักต่าง ๆ พื้นที่ส่วนนี้จะไม่ลุ่มและดอนเกินไป ขนาดของแหล่งน้ำที่จะพัฒนา ควรเป็นขนาดแหล่งน้ำประจำไร่นา คือมีความจุประมาณ 1,250 ม<sup>3</sup> ส่วนจำนวนบ่อขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับแหล่งน้ำที่พัฒนาขึ้นมาควรเลี้ยงปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็วและเป็นที่ต้องการของตลาด เช่น ปลานิล ปลาดุก ปลาสวาย ปลาหมอสี ปลาเทโพ และอื่น ๆ ส่วนบริเวณคันดินรอบบ่อหรือสระควรใช้เป็นปลูกไม้ผล เช่น มะม่วง ขนุน ฝรั่ง กัลย และไม้ดอกไม้ประดับต่าง ๆ เพื่อให้เกิดรายได้เสริมอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้บริเวณคันดินรอบบ่อควรปลูกหญ้า เช่น หญ้าแฝกทั้งด้านในและด้านนอกเพื่อป้องกันการกัดเซาะดินบริเวณคันดินรอบบ่อด้วย (ณรงค์, 2537)

อาจสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำและดินได้ แนวทางเหล่านี้จะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิด  
ความเสียหายจากภัยแล้งได้

3. พื้นที่ที่มีความลาดชัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ต้นน้ำ ควรสงวนให้คงสภาพป่าไม้ที่  
สมบูรณ์ตลอดไป เพื่อเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร และรักษาความชุ่มชื้นเพื่อลดโอกาสที่จะเกิดภัยแล้ง  
ในพื้นที่ รวมถึงเขตป่าอนุรักษ์อื่น ๆ เนื่องจากพื้นที่ส่วนนี้มีลักษณะและสมบัติเฉพาะที่เปราะบางที่  
จะได้รับผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้ง่ายและรุนแรง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในส่วนนี้  
จากสภาพเดิม ดังนั้นในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ควรใช้ประโยชน์ในเชิงอนุรักษ์หรือคำนวณ  
เกษตรเท่านั้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) แต่ด้วยพื้นที่ลักษณะนี้ในเขตลุ่มน้ำแม่กลาง อยู่ในพื้นที่  
อนุรักษ์ในรูปของอุทยานแห่งชาติ การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรขัดต่อกฎหมาย ดังนั้นเกษตรกรต้อง  
เข้าใจด้วยว่าพื้นที่ทำกินของตน อยู่ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติหรือไม่ด้วย

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

จากผลการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลางในครั้งนี้ พบว่า

1. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมากที่สุด คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี 884 – 924 มิลลิเมตร ความหนาแน่นของลำธารคือ 0.00061 ลำธารต่อไร่ มีขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย คือ 8,202.99 ไร่ ประเภทการใช้ที่ดินเป็นไม้ผลไม้ยืนต้น ค่าการใช้น้ำของพืช (ไม้ผลไม้ยืนต้น) คือ 3.093 มิลลิเมตรต่อวัน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอยู่ในระดับปานกลาง มีความลาดชันของพื้นที่ 0 - 5 องศา รวมเป็นเนื้อที่ 3,528.32 ไร่ หรือ 5.65 ตารางกิโลเมตร
2. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งมาก คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี 884 – 924 มิลลิเมตร ความหนาแน่นของลำธารคือ 0.00069 ลำธารต่อไร่ มีขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย คือ 17,279.99 ไร่ ประเภทการใช้ที่ดินเป็นไม้ผลไม้ยืนต้น ค่าการใช้น้ำของพืช (ไม้ผลไม้ยืนต้น) คือ 3.093 มิลลิเมตรต่อวัน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอยู่ในระดับปานกลาง มีความลาดชันของพื้นที่ 0 - 5 องศา รวมเป็นเนื้อที่ 16,541.12 ไร่ หรือ 26.47 ตารางกิโลเมตร
3. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งปานกลาง คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี 1,044 – 1,084 มิลลิเมตร ความหนาแน่นของลำธารคือ 0.00201 ลำธารต่อไร่ มีขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย คือ 18,950.85 ไร่ ประเภทการใช้ที่ดินเป็นป่าไม้ (ป่าดิบ) ค่าการใช้น้ำของพืช (ป่าดิบ สมบูรณ์) คือ 5.500 มิลลิเมตรต่อวัน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินสูง ความลาดชันของพื้นที่ 15 – 20 องศา รวมเป็นเนื้อที่ 103,055 ไร่ หรือ 164.85 ตารางกิโลเมตร
4. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งน้อย คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี 1,044 – 1,084 มิลลิเมตร ความหนาแน่นของลำธารคือ 0.00316 ลำธารต่อไร่ มีขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย คือ 23,430.51 ไร่ ประเภทการใช้ที่ดินเป็นป่าไม้ (ป่าดิบ) ค่าการใช้น้ำของพืช (ป่าดิบ สมบูรณ์) คือ 5.500 มิลลิเมตรต่อวัน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินปานกลาง ความลาดชันของพื้นที่ 15 – 20 องศา รวมเป็นเนื้อที่ 192,959.08 ไร่ หรือ 308.73 ตารางกิโลเมตร

5. พื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้ง คือ พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีระหว่าง 1,164 – 1,204 มิลลิเมตร ความหนาแน่นของลำธารคือ 0.00272 ลำธารต่อไร่ มีขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคือ 23,544.77 ไร่ ประเภทการใช้ที่ดินเป็นป่าไม้ (ป่าผลัดใบ) ค่าการใช้น้ำของพืช (ป่าผลัดใบ สมบูรณ์) คือ 4.470 มิลลิเมตรต่อวัน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินปานกลาง ความลาดชันของพื้นที่ 15 – 20 องศา รวมเป็นเนื้อที่ 62,711.20 ไร่ หรือ 100.34 ตารางกิโลเมตร

### ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาขั้นต่อไป และเพื่อความถูกต้อง ในการวิเคราะห์ต่อไป ควรมีการปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้ผลการศึกษามีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ควรมีการศึกษาก্ষแล้ง โดยใช้ข้อมูลตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและส่งผลให้เกิดภัยแล้งรวมด้วย เช่น สัณฐานของน้ำใต้ดิน หรือระยะห่างจากแหล่งน้ำ เป็นต้น

2. การจัดเก็บและการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ควรมีการจัดเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนต่าง ๆ หรือข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น และควรมีการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง เพื่อความเชื่อมโยงของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

3. ขนาดของพื้นที่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ยังมีขนาดเล็ก ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ก็ควรที่จะมีความละเอียดให้มากขึ้น เพื่อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2552. ข้อมูลการใช้น้ำของพืชภาคเหนือ. แหล่งที่มา

[http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/ET/et\\_north.pdf](http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/ET/et_north.pdf), 5 พฤษภาคม 2553.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. พื้นที่แล้งซ้ำซากของประเทศไทย. สำนักป้องกันภัยธรรมชาติและความเสี่ยง  
ทางการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ ฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. พื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งประเทศไทย. สำนักป้องกันภัยธรรมชาติและ  
ความเสี่ยงทางการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ ฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546. หนังสืออุตุนิยมวิทยา ภัยธรรมชาติ ภัยแล้ง. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ  
กองสื่อสารสารสนเทศ กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ ฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546. ความรู้อุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา

<http://www.tmd.or.go.th/info.php?FildID=17>, 2 สิงหาคม 2551.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546. ความรู้อุตุนิยมวิทยา. แหล่งที่มา

<http://www.tmd.or.go.th/info.php?FildID=18>, 2 สิงหาคม 2551.

กองปลูพืชวิทยา. 2543. คำแนะนำปลูกข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตร  
และสหกรณ์, กรุงเทพฯ ฯ.

กองสำรวจและจำแนกดิน. 2534. คู่มือการใช้แผนที่กลุ่มดินเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการเล่ม  
ที่ 28 กองสำรวจดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ ฯ.

กัมปนาท ดิอุดมจันทร์. 2546. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ บริเวณเขต  
รักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาการจัดการป่าไม้  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

การุณย์ อักกาณูจน์วานิชย์. 2538. การวิเคราะห์การกระจายและแนวโน้มของฝนแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกษม จันทร์แก้ว. 2526. หลักการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ ฯ.

แก้ว นวลฉวี และสุภัค วงษ์ปาน. 2536. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, น. 253 – 270. ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ ฯ.

กองบัญชาการทหารสูงสุด. 2541. การศึกษาเฉพาะกรณี เรื่อง ปัญหาภัยแล้งในประเทศไทย. สถาบันจิตวิทยาความมั่นคง กองบัญชาการทหารสูงสุด, กรุงเทพฯ ฯ.

ชฎา ณรงค์ฤทธิ์. 2548. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ด้านการจัดการภัยแล้งของจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง : ระยะที่ 1 จังหวัดอุดรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร สุโขทัย ตาก และกำแพงเพชร. รายงานการวิจัย ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ณรงค์ ศรีสุวรรณ. 2537. สมดุลของน้ำในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 291. กองสำรวจและจำแนกดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ ฯ.

ถวิล หน่อคำ. 2545. ลักษณะและการกำเนิดของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ยะ เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิทัศน์ พรหมพันธุ์. 2548. คำจำกัดความและเกณฑ์การกำหนดภัยแล้งในประเทศไทย (Definition and Criteria of Drought in Thailand). วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2544. คนไชยา เขาพ่อตา ป่าพะโต๊ะ และต้นน้ำหลังสวน. 210-211.

ใน อภิศักดิ์ ฐิติวรรณ. Advanced Thailand Geographic. ปีที่ 7 ฉบับที่ 49. บริษัทรุ่งเรือง  
รัตน์พรินต์, กรุงเทพฯ ฯ.

นำพลชัย กิจรักษ์กุล. 2549. ภูมิอากาศของประเทศไทย. หนังสือในโครงการตำราและหนังสือคณะ  
อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อันดับที่ 4, กรุงเทพฯ ฯ.

ปราณี ว่องวิวัฒน์ และนงนภัณ อุประสิทธิ์วงศ์. 2536. ฝนแล้งในประเทศไทย. กรมอุตุนิยมวิทยา,  
กรุงเทพฯ ฯ.

ยุทธชัย อนุรักษ์พันธุ์ และคณะ. 2546. ศึกษาภาวะการเป็นทะเลทรายในประเทศไทยโดยใช้ระบบ  
สารสนเทศภูมิศาสตร์. ในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41, 3-7  
กุมภาพันธ์ 2546.

ยุทธชัย อนุรักษ์พันธุ์ และ สรรพชญ์ เขียวโพธิ์ภักย์. 2548. ความแห้งแล้งซ้ำซากสู่ภาวะการเป็น  
ทะเลทรายของประเทศไทย. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ ฯ.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2548. โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง. ศูนย์คอมพิวเตอร์  
สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, ขอนแก่น.

สมพิศ นิธิยานันท์. 2546. การวิเคราะห์ภัยแล้งและพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดนครราชสีมา.  
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สีใส ยี่สุนแสง. 2546. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง  
ในจังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ  
สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เสวียน เปรมประเสริฐ. 2538. การศึกษาเชิงนิเวศเกี่ยวกับสังคมพืชในป่าเต็งรังกับคุณสมบัติของดินบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรพันธ์ สันติยานนท์. 2548. การวิเคราะห์และเตือนภัยแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Drought Analysis and Warning based on Geographic Information System). วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุระ พัฒนเกียรติ. 2546. ระบบสารสนเทศในทางนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม. โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, กรุงเทพฯ ๑.

สุเพชร จิระจรกุล. 2544. เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วย PC Arcview. ซีริธรรมออฟเซต, กรุงเทพฯ ๑.

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3. 2537. วนเกษตรแนวทางเกษตรยั่งยืน. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ ๑.

อภิรัฐ ปิ่นทอง. 2544. การประเมินความแห้งแล้งด้วยดัชนีความแห้งแล้งในลุ่มน้ำแม่กลองร่วมกับการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อมเรศ บกสุวรรณ. 2546. สภาพความแห้งแล้งในลุ่มน้ำยม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

Burrough, P.A. and R.A. McDonnell. 1998. **Principles of Geographical Information System.** Great Britain, British.

Dracup, J.A., Lee, K.S. and Paulson, E.G. Jr. 1980. **On the Definition of Droughts.** Wat. Resour.res. Vol.16 No.2 : 277-302.

- Gibbs, W.J. and J.V. Maher, 1967. **Rainfall Deciles as Drought Indicators**. Bureau of Meteorology Bulletin No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.
- Heywood, I., S. Cornelius and S. Carver. 2002. **An Introduction to Geographical Information System**. Second edition. Ashford Colour Press, London.
- Hisdal, H., Tallaksen, L.M., Peter, L., van Lanen, H., Stahl, K. and Demuth, S. 2000. **Drought Event Definition**. ARIDE Technical Report No.2.
- Huizingh, K. R. E. and H. C. J. Vrolijk. 1994. Decision Support for Information Systems Management. : Applying Analytic Hierarchy Process. Organizations and Management. 15 p.
- Kulapramote Prathumchai, 1999. **Assessment of Drought Risk Using Remote and GIS : A Case Study in Lop Buri Province**. Thesis of Master Degree, School of Environment, Resource and Development, Asian Institute of Technology.
- Palmer, W.C. 1965. **Meteorological Drought**. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C.
- Puna, U.S. and Sharma, T.C. 2002. **Challenger in Drought Research : Some Perspectives and Future Directions**. J. Hydro. Sci 47(S) : s19-30.
- Ravikumar, G., Prakashvel, J., Krishaveni, M. and Kaarmegam, M. 2003. **Remote sensing Based Drought Information System for Palar and Thamiravaruni Basin using GIS**.
- Saaty, Thomas L., 1980. **The Analytic Hierarchy Process : Planning, priority setting, resource allocation**. McGraw-Hill International Book Co.
- Thornthwaite, C.W. 1994. **Climate and man**. Washington D.C. : USDA.
- White, D.A., and Glantz, M.H. 1985. **Understanding the Drought Phenomenon : The Role of Definition**. Water Int. 10, No.3 : 111 – 120.



ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลการใช้น้ำของพืชในจังหวัดเชียงใหม่

| ลำดับ<br>ที่ | ชื่อพืช            | อายุ<br>พืช | จำนวน<br>วันที่ต้อง<br>ส่งน้ำ | ค่าการ<br>ระเหย<br>เฉลี่ย | ค่า ET/E<br>(KP) | น้ำใช้<br>ของพืช<br>ต่อวัน<br>(มม.) | น้ำใช้ของพืช<br>ตลอดอายุ |                      |
|--------------|--------------------|-------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------|
|              |                    | (วัน)       | (วัน)                         | (มม.)                     |                  |                                     | มม.                      | ม. <sup>3</sup> /ไร่ |
| (1)          | (2)                | (3)         | (4)                           | (5)                       | (6)              | (7)                                 | (8)                      | (9)                  |
| 1            | ข้าว กข.           | 100         | 86                            | 4.8                       | 1.30             | 7.7                                 | 666                      | 1065                 |
| 2            | ข้าวขาวดอกมะลิ 105 | 100         | 86                            | 4.8                       | 1.14             | 7.0                                 | 600                      | 959                  |
| 3            | ข้าวบาสมาดิ        | 100         | 86                            | 4.8                       | 1.29             | 7.7                                 | 662                      | 1058                 |
| 4            | ข้าวสาลี           | 100         | 86                            | 4.8                       | 0.71             | 3.4                                 | 293                      | 469                  |
| 5            | ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ | 100         | 86                            | 4.8                       | 0.80             | 3.8                                 | 330                      | 528                  |
| 6            | ข้าวโพดหวาน        | 75          | 68                            | 4.8                       | 0.79             | 3.8                                 | 258                      | 413                  |
| 7            | ข้าวฟ่าง           | 110         | 96                            | 4.8                       | 0.79             | 3.8                                 | 364                      | 582                  |
| 8            | ถั่วเหลือง         | 100         | 86                            | 4.8                       | 0.85             | 4.1                                 | 351                      | 561                  |
| 9            | ถั่วลิสง           | 105         | 91                            | 4.8                       | 0.80             | 3.8                                 | 349                      | 559                  |
| 10           | ถั่วเขียว          | 70          | 63                            | 4.8                       | 0.67             | 3.2                                 | 203                      | 324                  |
| 11           | งา                 | 90          | 76                            | 4.8                       | 0.76             | 3.6                                 | 277                      | 444                  |
| 12           | ยาสูบ              | 90          | 83                            | 4.8                       | 0.94             | 4.5                                 | 374                      | 599                  |
| 13           | ทานตะวัน           | 110         | 96                            | 4.8                       | 0.80             | 3.8                                 | 369                      | 590                  |
| 14           | แตงโม              | 85          | 78                            | 4.8                       | 1.05             | 5.0                                 | 393                      | 629                  |
| 15           | ฝ้าย               | 160         | 130                           | 4.8                       | 0.71             | 3.4                                 | 443                      | 709                  |
| 16           | อ้อย               | 300         | 270                           | 4.8                       | 0.71             | 3.4                                 | 920                      | 1472                 |
| 17           | ละหุ่ง             | 230         | 200                           | 4.8                       | 0.73             | 3.5                                 | 701                      | 1121                 |
| 18           | เผือก              | 170         | 156                           | 4.8                       | 1.48             | 7.1                                 | 1108                     | 1773                 |
| 19           | หน่อไม้ฝรั่ง       | 365         | 365                           | 4.8                       | 0.82             | 3.9                                 | 1437                     | 2299                 |
| 20           | มะเขือเทศ          | 110         | 96                            | 4.8                       | 1.01             | 4.8                                 | 465                      | 745                  |
| 21           | หอมหัวใหญ่         | 100         | 86                            | 4.8                       | 0.90             | 4.3                                 | 372                      | 594                  |
| 22           | หอมแดง             | 85          | 71                            | 4.8                       | 0.84             | 4.0                                 | 286                      | 458                  |

### ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

| ลำดับ<br>ที่ | ชื่อพืช        | อายุ  | จำนวน      | ค่าการ |          | น้ำใช้ | น้ำใช้ของพืช |                      |
|--------------|----------------|-------|------------|--------|----------|--------|--------------|----------------------|
|              |                | พืช   | วันที่ต้อง | ระเหย  | ค่า ET/E | ของพืช | ตลอดอายุ     |                      |
|              |                | (วัน) | ส่งน้ำ     | เฉลี่ย | (KP)     | ต่อวัน |              |                      |
|              |                |       | (วัน)      | (มม.)  |          | (มม.)  | มม.          | ม. <sup>3</sup> /ไร่ |
| (1)          | (2)            | (3)   | (4)        | (5)    | (6)      | (7)    | (8)          | (9)                  |
| 23           | กระเทียม       | 110   | 96         | 4.8    | 0.55     | 2.6    | 253          | 406                  |
| 24           | มันฝรั่ง       | 95    | 81         | 4.8    | 0.89     | 4.3    | 346          | 554                  |
| 25           | พริกขี้หนู     | 150   | 120        | 4.8    | 0.79     | 3.8    | 455          | 728                  |
| 26           | มะระ           | 75    | 68         | 4.8    | 0.94     | 4.5    | 307          | 491                  |
| 27           | กะหล่ำดอก      | 45    | 45         | 4.8    | 0.86     | 4.1    | 186          | 297                  |
| 28           | คะน้า          | 55    | 55         | 4.8    | 0.59     | 2.8    | 156          | 249                  |
| 29           | ถั่วฝักยาว     | 80    | 73         | 4.8    | 0.77     | 3.7    | 270          | 432                  |
| 30           | ถั่วลันเตา     | 85    | 78         | 4.8    | 0.76     | 3.6    | 285          | 455                  |
| 31           | ถั่วพู         | 135   | 105        | 4.8    | 0.74     | 3.6    | 373          | 597                  |
| 32           | ผักกาดขาว      | 45    | 45         | 4.8    | 0.59     | 2.8    | 127          | 204                  |
| 33           | ผักกาดขาวปลี   | 60    | 60         | 4.8    | 0.64     | 3.1    | 184          | 295                  |
| 34           | ผักกาดหัว      | 45    | 45         | 4.8    | 0.81     | 3.9    | 175          | 280                  |
| 35           | ข้าวโพดฝักอ่อน | 65    | 58         | 4.8    | 0.97     | 4.7    | 270          | 432                  |
| 36           | มันเทศ         | 125   | 95         | 4.8    | 0.96     | 4.6    | 438          | 700                  |

หมายเหตุ 1. ลำดับที่ 1,2,3 ช่องที่ 7 ได้บวกค่าซึมลึก 1.5 มม.ด้วยแล้ว

2. น้ำเตรียมแปลงข้าว 200-300 มิลลิเมตร

3. น้ำเตรียมแปลงพืชไร่ 60-90 มิลลิเมตร

ที่มา : กรมชลประทาน (2552)

ตารางผนวกที่ 2 เนื้อที่ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่ (ไร่)  
โดยกรมพัฒนาที่ดิน (2551)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก      | ประเภทการใช้ที่ดินรอง              | เนื้อที่ (ไร่) |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------|
| ที่อยู่อาศัย, สถานที่ราชการ | การประปาจอมทอง                     | 9              |
|                             | เขตทหาร                            | 119            |
|                             | ค่ายฝึกสำรวจคณะวิศวกรรมศาสตร์      | 19             |
|                             | โครงการฟาร์มตัวอย่างฯ บ้านขุ       | 25             |
|                             | โครงการหลวงขุนห้วยแห้ง             | 323            |
|                             | โครงการหลวงบ้านห้วยส้มป่อย         | 3              |
|                             | จอมทองค้ำของเก่า                   | 2              |
|                             | จันจิราพีชผล                       | 5              |
|                             | จุดกางเต็นท์หน่วยพิทักษ์ค้อยผาด    | 7              |
|                             | ด่านตรวจที่ 6 ขุนยะ                | 0              |
|                             | ที่ทำการอุทยานแห่งชาติค้อยอินทนนท์ | 19             |
|                             | บ้านกลาง                           | 23             |
|                             | บ้านกู่ฮ่อ                         | 16             |
|                             | บ้านช่วงเปา                        | 7              |
|                             | บ้านขุนกลาง                        | 96             |
|                             | บ้านขุนกลางใหม่                    | 13             |
|                             | บ้านขุนแตะใต้                      | 113            |
|                             | บ้านขุนแตะเหนือ                    | 27             |
|                             | บ้านขุนยะปากกล้วย                  | 61             |
|                             | บ้านจีนาย                          | 8              |
|                             | บ้านเชิงค้อย                       | 84             |
|                             | บ้านค้อยแก้ว                       | 18             |
|                             | บ้านเด่น                           | 20             |
|                             | บ้านตาดหมื่น                       | 35             |
|                             | บ้านดินตก                          | 15             |

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก      | ประเภทการใช้ที่ดินรอง | เนื้อที่ (ไร่) |
|-----------------------------|-----------------------|----------------|
| ที่อยู่อาศัย, สถานที่ราชการ | บ้านดินผา             | 5              |
|                             | บ้านท่ามณี            | 18             |
|                             | บ้านทุ่งปุ่น          | 68             |
|                             | บ้านทุ่งหมากหนุ่ม     | 24             |
|                             | บ้านแท่นคำ            | 0              |
|                             | บ้านนาสา              | 11             |
|                             | บ้านน้ำตกแม่กลาง      | 30             |
|                             | บ้านน้ำลัด            | 60             |
|                             | บ้านบนใหม่            | 15             |
|                             | บ้านปะ                | 66             |
|                             | บ้านปะหัวเสือ         | 69             |
|                             | บ้านป่าเกี๊ยะใน       | 20             |
|                             | บ้านป่าแขม            | 16             |
|                             | บ้านผาหมอน            | 56             |
|                             | บ้านผาหมอนใหม่        | 17             |
|                             | บ้านมะนาวใต้          | 47             |
|                             | บ้านมะนาวเหนือ        | 1              |
|                             | บ้านเมืองกลาง         | 46             |
|                             | บ้านเมืองอ่าง         | 33             |
|                             | บ้านแม่กาหลวง         | 42             |
|                             | บ้านแม่ตั้น           | 44             |
|                             | บ้านแม่เตี๋ย          | 16             |
|                             | บ้านแม่เตี๋ยะ         | 27             |
|                             | บ้านแม่เตี๋ยะใต้      | 56             |
|                             | บ้านแม่ปอน            | 47             |

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก      | ประเภทการใช้ที่ดินรอง | เนื้อที่ (ไร่) |
|-----------------------------|-----------------------|----------------|
| ที่อยู่อาศัย, สถานที่ราชการ | บ้านแม่ปาก่อ          | 26             |
|                             | บ้านแม่ยะน้อย         | 22             |
|                             | บ้านแม่ยะน้อย (ม้ง)   | 39             |
|                             | บ้านแม่หอย            | 42             |
|                             | บ้านแม่หอยใน          | 18             |
|                             | บ้านแม่แอบนอก         | 24             |
|                             | บ้านสบเตี๋ย           | 391            |
|                             | บ้านสบหาด             | 9              |
|                             | บ้านสบแอบ             | 15             |
|                             | บ้านสัน               | 8              |
|                             | บ้านสันดินแดง         | 18             |
|                             | บ้านสันมะมื่น         | 2              |
|                             | บ้านหนองหล่ม          | 43             |
|                             | บ้านหล่ายกลาง         | 110            |
|                             | บ้านหล่ายห้วย         | 10             |
|                             | บ้านห้วยแก็ด          | 108            |
|                             | บ้านห้วยขุ่น          | 20             |
|                             | บ้านห้วยขุ่น2         | 20             |
|                             | บ้านห้วยขุ่น3         | 24             |
|                             | บ้านห้วยคองสัก        | 58             |
|                             | บ้านห้วยน้ำปี         | 13             |
|                             | บ้านห้วยน้ำอุ่น       | 12             |
|                             | บ้านห้วยปูลิง         | 25             |
|                             | บ้านห้วยวอก           | 7              |
|                             | บ้านห้วยส้มป่อยใหม่   | 53             |

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก      | ประเภทการใช้ที่ดินรอง          | เนื้อที่ (ไร่) |
|-----------------------------|--------------------------------|----------------|
| ที่อยู่อาศัย, สถานที่ราชการ | บ้านห้วยส้มป่อยใหม่            | 27             |
|                             | บ้านห้วยหลวง                   | 8              |
|                             | บ้านห้วยอีราง                  | 129            |
|                             | บ้านห้วยเฮี้ยะใต้              | 7              |
|                             | บ้านห้วยเฮี้ยะเหนือ            | 14             |
|                             | บ้านหินเหล็กไฟ 1.5 กม.         | 11             |
|                             | บ้านใหม่                       | 30             |
|                             | บ้านใหม่แม่เตี้ยะ              | 43             |
|                             | บ้านใหม่สวรรค์                 | 11             |
|                             | บ้านองครักษ์                   | 58             |
|                             | บ้านอ่างกาน้อย                 | 24             |
|                             | บ้านฮากเกียะ                   | 44             |
|                             | พระธาตุคอกยพระเจ้า             | 9              |
|                             | พระธาตุโมกคัลลานะ              | 2              |
|                             | พื้นที่ค่ายลูกเสือภาคเหนือ     | 99             |
|                             | มหาวิทยาลัยราชวมงคลล้านนา      | 1,317          |
|                             | รีสอร์ทร้าง                    | 27             |
|                             | รีสอร์ทร้าง (วนาสินธุ์วัลเลย์) | 41             |
|                             | โรงงานอุตสาหกรรม               | 11             |
|                             | โรงเรียนนิคมไพรผาหมอน          | 4              |
|                             | โรงเรียนบ้านน้ำตกแม่กลาง       | 8              |
|                             | โรงเรียนบ้านแม่เตี้ยะ          | 9              |
|                             | โรงเรียนวัดพระบาท              | 7              |
|                             | ลานจอดเฮลิคอปเตอร์             | 1              |
|                             | ลิตเติลโฮมรีสอร์ท              | 11             |

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก      | ประเภทการใช้ที่ดินรอง        | เนื้อที่ (ไร่) |
|-----------------------------|------------------------------|----------------|
| ที่อยู่อาศัย, สถานที่ราชการ | วัดคอยน้อย                   | 45             |
|                             | วัดท่าตันแห่น                | 4              |
|                             | วัดทุ่งปูน                   | 9              |
|                             | วัดนิโรธาราม                 | 2              |
|                             | วัดพระเกี้ยว                 | 21             |
|                             | วัดพระบาท                    | 6              |
|                             | วัดเมืองกลาง                 | 4              |
|                             | วัดลำนานาญานสังวราราม        | 62             |
|                             | วัดห้วยตอง                   | 24             |
|                             | วิทยาลัยการอาชีพจอมทอง       | 84             |
|                             | สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ | 15             |
|                             | สถานีอนามัยบ้านขุนกลาง       | 3              |
|                             | สถานีอนามัยบ้านเมืองกลาง     | 7              |
|                             | สถานีอนามัยแม่เตี๊ยะ         | 1              |
|                             | สำนักสงฆ์รุกงค์สถานคอยขุนยะ  | 0              |
|                             | สุสาน,ป่าช้า                 | 30             |
|                             | หมู่บ้าน                     | 8              |
|                             | หมู่บ้านจัดสรรร้าง           | 6              |
|                             | หมู่บ้านชาวไทยภูเขา          | 60             |
|                             | หน่วยพิทักษ์คอยผาดั้ง        | 75             |
|                             | อบต.คอยแก้ว                  | 1              |
|                             | อบต.สบเตี๊ยะ                 | 3              |
|                             | อาศรมพรหมธาตุพุทธสถาน        | 33             |
|                             | อำเภอจอมทอง                  | 847            |
| ที่อยู่อาศัย ผลรวม          |                              | 6,317          |

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก | ประเภทการใช้ที่ดินรอง      | เนื้อที่ (ไร่) |
|------------------------|----------------------------|----------------|
| นาข้าว                 | นาข้าว                     | 15,675         |
|                        | นาร้าง                     | 26             |
| นาข้าว ผลรวม           |                            | 15,701         |
| ป่าไม้                 | ป่าดิบรอสภาพฟื้นฟู         | 1,205          |
|                        | ป่าดิบสมบูรณ์              | 144,640        |
|                        | ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู      | 8,070          |
|                        | ป่าผลัดใบสมบูรณ์           | 148,891        |
| ป่าไม้ ผลรวม           |                            | 302,806        |
| พืชไร่                 | กะหล่ำปลี                  | 42             |
|                        | กะหล่ำปลี ( ไร่หมุนเวียน ) | 5,165          |
|                        | ข้าวไร่                    | 327            |
|                        | ข้าวไร่ ( ไร่หมุนเวียน )   | 195            |
|                        | ถั่วลิสง                   | 54             |
|                        | พืชไร่ผสม                  | 5,742          |
|                        | พืชไร่ผสม ( ไร่หมุนเวียน ) | 17,056         |
|                        | มะเขือเทศ                  | 20             |
|                        | ไร่ร้าง                    | 4,732          |
| พืชไร่ ผลรวม           |                            | 33,333         |
| พืชสวน                 | พืชผัก                     | 3,936          |
|                        | พืชสวนผสม                  | 183            |
|                        | ไม้ดอก                     | 4              |
| พืชสวน ผลรวม           |                            | 4,123          |
| ไม้ยืนต้น ไม้ผล        | กล้วย                      | 76             |
|                        | กาแฟ                       | 48             |

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก | ประเภทการใช้ที่ดินรอง    | เนื้อที่ (ไร่) |
|------------------------|--------------------------|----------------|
| ไม้ยืนต้นไม้ผล         | ฝรั่ง                    | 23             |
|                        | มะขาม                    | 19             |
|                        | มะนาว                    | 7              |
|                        | มะม่วง                   | 35             |
|                        | มะละกอ                   | 11             |
|                        | ไม้ผลผสม                 | 112            |
|                        | ไม้ผลเมืองหนาว           | 318            |
|                        | ลำไย                     | 13,093         |
|                        | ลิ้นจี่                  | 165            |
|                        | ส้ม                      | 28             |
|                        | สั้ก                     | 132            |
| ไม้ยืนต้นไม้ผล ผลรวม   |                          | 14,067         |
| แหล่งน้ำ               | น้ำแม่กลาง               | 412            |
|                        | น้ำแม่ยะ                 | 21             |
|                        | บ่อน้ำในไร่นา            | 221            |
|                        | บึง                      | 9              |
|                        | ฝายเหมืองใหม่            | 6              |
|                        | แม่น้ำปิง                | -              |
|                        | หนองเต่า                 | 12             |
|                        | อ่างเก็บน้ำ              | 20             |
|                        | อ่างเก็บน้ำแม่แต๊ะ       | 66             |
|                        | อ่างเก็บน้ำราชมงคลล้านนา | 24             |
|                        | อ่างเก็บน้ำห้วยตองสัก    | 20             |
| แหล่งน้ำ ผลรวม         |                          | 812            |

## ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

| ประเภทการใช้ที่ดินหลัก | ประเภทการใช้ที่ดินรอง          | เนื้อที่ (ไร่) |
|------------------------|--------------------------------|----------------|
| อื่นๆ                  | ทุ่งหญ้า                       | 101            |
|                        | บ่อดิน                         | 58             |
|                        | บ่อลูกรัง                      | 8              |
|                        | ไผ่                            | 23             |
|                        | ไม้ละเมาะ                      | 5,002          |
|                        | โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และม้า | 30             |
|                        | โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก         | 12             |
|                        | โรงเรือนเลี้ยงสุกร             | 11             |
|                        | หาดทราย                        | 2              |
| อื่นๆ ผลรวม            |                                | 5,246          |
| ผลรวมทั้งหมด           |                                | 382,406        |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, 2551

ตารางผนวกที่ 3 ค่าเปอร์เซ็นต์ coincided value : CV ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่  
ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| ปัจจัยหลัก       | ปัจจัยย่อย | S    | R      | F      | CV%    |
|------------------|------------|------|--------|--------|--------|
| ความ             | 0.00058    | 0    | 37,153 | 24,667 | 0.000  |
| หนาแน่น          | 0.00061    | 0    | 37,153 | 23,233 | 0.000  |
| ของลำธาร/<br>ไร่ | 0.00063    | 4077 | 37,153 | 64,887 | 7.991  |
|                  | 0.00064    | 1369 | 37,153 | 83,516 | 2.269  |
|                  | 0.00065    | 6878 | 37,153 | 54,732 | 14.971 |
|                  | 0.00067    | 7791 | 37,153 | 29,384 | 23.419 |
|                  | 0.00071    | 103  | 37,153 | 15,141 | 0.394  |
|                  | 0.00072    | 3663 | 37,153 | 29,625 | 10.971 |
|                  | 0.00073    | 0    | 37,153 | 21,909 | 0.000  |

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก       | ปัจจัยย่อย                 | S     | R      | F       | CV%    |
|------------------|----------------------------|-------|--------|---------|--------|
| ความ             | 0.00074                    | 7     | 37,153 | 38,491  | 0.019  |
| หนาแน่น          | 0.00075                    | 11379 | 37,153 | 61,650  | 23.034 |
| ของลำธาร/<br>ไร่ | 0.00076                    | 318   | 37,153 | 79,233  | 0.546  |
|                  | 0.00079                    | 0     | 37,153 | 33,693  | 0.000  |
|                  | 0.00081                    | 0     | 37,153 | 33,108  | 0.000  |
|                  | 0.00084                    | 1563  | 37,153 | 21,202  | 5.357  |
|                  | 0.00086                    | 0     | 37,153 | 14,590  | 0.000  |
|                  | 0.00094                    | 0     | 37,153 | 20,730  | 0.000  |
|                  | 0.00104                    | 0     | 37,153 | 30,734  | 0.000  |
| ค่าการใช้น้ำ     | พืชไร่ 3.775               | 3495  | 37,153 | 49,092  | 8.105  |
| ของพืช           | ป่าผลัดใบสมบูรณ์ 3.500     | 23139 | 37,153 | 264,811 | 15.326 |
| มม./วัน          | นาข้าว 7.700               | 2767  | 37,153 | 28,851  | 8.384  |
|                  | ที่อยู่อาศัย,สถานที่ 0.000 | 757   | 37,153 | 11,346  | 3.122  |
|                  | ไม้ตะเภา 4.374             | 258   | 37,153 | 8,990   | 1.118  |
|                  | พืชผัก 3.700               | 0     | 37,153 | 6,998   | 0.000  |
|                  | ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู      |       |        |         |        |
|                  | 3.500                      | 881   | 37,153 | 14,388  | 3.419  |
|                  | ป่าดิบรอสภาพฟื้นฟู 3.500   | 106   | 37,153 | 2,143   | 0.539  |
|                  | ไม้ผล 3.093                | 113   | 37,153 | 24,775  | 0.365  |
|                  | แหล่งน้ำ 0.000             | 0     | 37,153 | 1,462   | 0.000  |
|                  | มะม่วง 7.750               | 0     | 37,153 | 62      | 0.000  |
|                  | บ่อดิน 0.000               | 0     | 37,153 | 104     | 0.000  |
|                  | กะหล่ำปลี 3.700            | 1251  | 37,153 | 9,290   | 5.387  |
|                  | กล้วย 3.314                | 0     | 37,153 | 141     | 0.000  |
|                  | ถั่วลิสง 4.000             | 20    | 37,153 | 97      | 0.107  |
|                  | พืชสวนผสม 3.700            | 188   | 37,153 | 329     | 1.003  |
|                  | ฝรั่ง 2.872                | 0     | 37,153 | 40      | 0.000  |
|                  | ไม้ดอก 5.490               | 0     | 37,153 | 8       | 0.000  |

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก           | ปัจจัยย่อย                 | S     | R      | F       | CV%    |
|----------------------|----------------------------|-------|--------|---------|--------|
| ค่าการใช้น้ำ         | ทุ่งหญ้า 7.000             | 0     | 37,153 | 188     | 0.000  |
| ของพืช               | ส้ม 6.900                  | 0     | 37,153 | 52      | 0.000  |
| มม./วัน              | มะเขือเทศ 5.050            | 0     | 37,153 | 34      | 0.000  |
|                      | มะขาม 3.000                | 0     | 37,153 | 34      | 0.000  |
|                      | มะนาว 6.900                | 0     | 37,153 | 14      | 0.000  |
|                      | ไผ่ 3.500                  | 0     | 37,153 | 39      | 0.000  |
|                      | ป่าดิบสมบูรณ์ 3.500        | 4075  | 37,153 | 257,248 | 2.768  |
| การใช้ประโยชน์ที่ดิน | พืชไร่ผสม                  | 2422  | 37,153 | 40,590  | 6.231  |
|                      | ป่าผลัดใบสมบูรณ์           | 23153 | 37,153 | 264,833 | 15.334 |
|                      | นาข้าว                     | 2752  | 37,153 | 27,901  | 8.461  |
|                      | ที่อยู่อาศัย/สถานที่ราชการ | 761   | 37,153 | 11,233  | 3.146  |
|                      | ไม้ละเมาะ                  | 256   | 37,153 | 8,994   | 1.109  |
|                      | ไร่ร้าง                    | 1084  | 37,153 | 8,454   | 4.754  |
|                      | พืชผัก                     | 0     | 37,153 | 7,001   | 0.000  |
|                      | ป่าผลัดใบกำลังฟื้นฟู       | 878   | 37,153 | 14,392  | 3.407  |
|                      | ป่าดิบกำลังฟื้นฟู          | 104   | 37,153 | 2,141   | 0.529  |
|                      | ลำไย                       | 89    | 37,153 | 23,396  | 0.294  |
|                      | แหล่งน้ำ                   | 95    | 37,153 | 1,470   | 0.492  |
|                      | บ่อลูกรัง                  | 0     | 37,153 | 13      | 0.000  |
|                      | มะม่วง                     | 0     | 37,153 | 61      | 0.000  |
|                      | สัก                        | 0     | 37,153 | 242     | 0.000  |
|                      | ไม้ผลผสม                   | 8     | 37,153 | 194     | 0.043  |
|                      | บ่อดิน                     | 0     | 37,153 | 103     | 0.000  |
|                      | กะหล่ำปลี                  | 1252  | 37,153 | 9,293   | 5.391  |
|                      | กล้วย                      | 0     | 37,153 | 137     | 0.000  |
|                      | มะละกอ                     | 0     | 37,153 | 19      | 0.000  |
|                      | ถั่วลิสง                   | 20    | 37,153 | 99      | 0.107  |
|                      | พืชสวนผสม                  | 185   | 37,153 | 323     | 0.987  |

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก                             | ปัจจัยย่อย          | S      | R      | F       | CV%    |
|----------------------------------------|---------------------|--------|--------|---------|--------|
| การใช้ประโยชน์ที่ดิน                   | ข้าวไร่             | 0      | 37,153 | 930     | 0.000  |
|                                        | ฝักรั้ว             | 0      | 37,153 | 39      | 0.000  |
|                                        | ไม้ผลเมืองหนาว      | 0      | 37,153 | 559     | 0.000  |
|                                        | ไม้ดอก              | 0      | 37,153 | 9       | 0.000  |
|                                        | โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ | 0      | 37,153 | 96      | 0.000  |
|                                        | ทุ่งหญ้า            | 0      | 37,153 | 186     | 0.000  |
|                                        | สัสม                | 0      | 37,153 | 52      | 0.000  |
|                                        | มะเขือเทศ           | 0      | 37,153 | 35      | 0.000  |
|                                        | กาแฟ                | 0      | 37,153 | 87      | 0.000  |
|                                        | ลิ้นจี่             | 10     | 37,153 | 293     | 0.053  |
|                                        | มะขาม               | 0      | 37,153 | 35      | 0.000  |
|                                        | มะนาว               | 0      | 37,153 | 10      | 0.000  |
|                                        | ไผ่                 | 0      | 37,153 | 41      | 0.000  |
|                                        | หาดทราย             | 0      | 37,153 | 1       | 0.000  |
|                                        | ป่าดิบสมบูรณ์       | 4083   | 37,153 | 257,270 | 2.774  |
| ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน           | สูง                 | 1      | 7,763  | 243,686 | 0.001  |
|                                        | ปานกลาง             | 36,278 | 7,763  | 387,632 | 18.350 |
|                                        | ต่ำ                 | 871    | 7,763  | 49,164  | 3.060  |
| ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (2522 – 2552 ) | 875 - 900           | 0      | 37,153 | 442,541 | 0.000  |
|                                        | 900 - 925           | 0      | 37,153 | 767,558 | 0.000  |
|                                        | 925 - 950           | 0      | 37,153 | 565,403 | 0.000  |
|                                        | 950 - 975           | 0      | 37,153 | 544,809 | 0.000  |
| มิลลิเมตร                              | 975 - 1000          | 0      | 37,153 | 531,545 | 0.000  |
|                                        | 1000 - 1025         | 0      | 37,153 | 511,773 | 0.000  |
|                                        | 1025 - 1050         | 0      | 37,153 | 567,184 | 0.000  |
|                                        | 1050 - 1075         | 0      | 37,153 | 558,869 | 0.000  |

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก  | ปัจจัยย่อย  | S    | R      | F       | CV%   |
|-------------|-------------|------|--------|---------|-------|
| ปริมาณ      | 1075 - 1100 | 1658 | 37,153 | 564,922 | 0.551 |
| น้ำฝนเฉลี่ย | 1100 - 1125 | 2222 | 37,153 | 584,919 | 0.714 |
| 30 ปี (2522 | 1125 - 1150 | 962  | 37,153 | 567,648 | 0.318 |
| – 2552 )    | 1150 - 1175 | 1380 | 37,153 | 556,622 | 0.465 |
| มิลลิเมตร   | 1175 - 1200 | 1761 | 37,153 | 588,763 | 0.563 |
|             | 1200 - 1225 | 2123 | 37,153 | 643,316 | 0.624 |
|             | 1225 - 1250 | 2188 | 37,153 | 688,918 | 0.603 |
|             | 1250 - 1275 | 2387 | 37,153 | 749,769 | 0.607 |
|             | 1275 - 1300 | 2881 | 37,153 | 766,421 | 0.717 |
|             | 1300 - 1325 | 3122 | 37,153 | 778,731 | 0.765 |
|             | 1325 - 1350 | 2752 | 37,153 | 801,517 | 0.656 |
|             | 1350 - 1375 | 2378 | 37,153 | 833,226 | 0.546 |
|             | 1375 - 1400 | 2366 | 37,153 | 893,647 | 0.508 |
|             | 1400 - 1425 | 1506 | 37,153 | 857,211 | 0.337 |
|             | 1425 - 1450 | 1413 | 37,153 | 770,069 | 0.350 |
|             | 1450 - 1475 | 518  | 37,153 | 667,362 | 0.147 |
|             | 1475 - 1500 | 92   | 37,153 | 596,374 | 0.029 |
|             | 1500 - 1525 | 291  | 37,153 | 571,531 | 0.096 |
|             | 1525 - 1550 | 274  | 37,153 | 578,281 | 0.089 |
|             | 1550 - 1575 | 122  | 37,153 | 547,657 | 0.042 |
|             | 1575 - 1600 | 3    | 37,153 | 518,039 | 0.001 |
|             | 1600 - 1625 | 0    | 37,153 | 525,227 | 0.000 |
|             | 1625 - 1650 | 0    | 37,153 | 514,067 | 0.000 |
|             | 1650 - 1675 | 0    | 37,153 | 504,383 | 0.000 |
|             | 1675 - 1700 | 0    | 37,153 | 481,579 | 0.000 |
|             | 1700 - 1725 | 0    | 37,153 | 476,507 | 0.000 |
|             | 1725 - 1750 | 0    | 37,153 | 504,015 | 0.000 |

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก    | ปัจจัยย่อย  | S     | R      | F         | CV%    |
|---------------|-------------|-------|--------|-----------|--------|
| ปริมาณ        | 1750 - 1775 | 1165  | 37,153 | 888,481   | 0.252  |
| น้ำฝนเฉลี่ย   | 1775 - 1800 | 3576  | 37,153 | 1,593,701 | 0.439  |
| 30 ปี         | 1800 - 1825 | 11    | 37,153 | 396,469   | 0.005  |
| ความลาด       | 0-5         | 3992  | 37,153 | 2,252,047 | 0.349  |
| ชั้น( องศา )  | 5-10        | 9914  | 37,153 | 2,801,626 | 0.698  |
|               | 10-15       | 11168 | 37,153 | 4,409,657 | 0.502  |
|               | 15-20       | 7355  | 37,153 | 5,244,375 | 0.279  |
|               | 20-25       | 3197  | 37,153 | 4,509,444 | 0.141  |
|               | 25-30       | 1110  | 37,153 | 2,926,274 | 0.075  |
|               | 30-35       | 299   | 37,153 | 1,459,535 | 0.040  |
|               | 35-40       | 88    | 37,153 | 581,816   | 0.028  |
|               | 40-45       | 22    | 37,153 | 199,641   | 0.019  |
|               | 45-50       | 3     | 37,153 | 72,528    | 0.005  |
|               | 50-55       | 3     | 37,153 | 26,764    | 0.009  |
|               | 55-60       | 0     | 37,153 | 9,140     | 0.000  |
|               | 60-65       | 0     | 37,153 | 3,361     | 0.000  |
|               | 65-70       | 0     | 37,153 | 1,420     | 0.000  |
|               | 70-75       | 0     | 37,153 | 931       | 0.000  |
|               | 75-80       | 0     | 37,153 | 473       | 0.000  |
|               | 80-85       | 0     | 37,153 | 10        | 0.000  |
|               | 85-90       | 0     | 37,153 | 12        | 0.000  |
| ขอบเขต        | 8203        | 0     | 7,763  | 14,499    | 0.000  |
| พื้นที่ลุ่ม   | 8518        | 103   | 7,763  | 15,048    | 0.903  |
| น้ำย่อย (ไร่) | 10616       | 0     | 7,763  | 18,870    | 0.000  |
|               | 11663       | 0     | 7,763  | 20,707    | 0.000  |
|               | 11839       | 209   | 7,763  | 21,054    | 1.451  |
|               | 11933       | 1,566 | 7,763  | 21,214    | 10.809 |

## ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก    | ปัจจัยย่อย | S      | R     | F      | CV%    |
|---------------|------------|--------|-------|--------|--------|
| ขอบเขต        | 12324      | 0      | 7,763 | 21,896 | 0.000  |
| พื้นที่ลุ่ม   | 13066      | 0      | 7,763 | 23,222 | 0.000  |
| น้ำย่อย (ไร่) | 13313      | 1,080  | 7,763 | 23,668 | 6.872  |
|               | 13750      | 940    | 7,763 | 24,431 | 5.840  |
|               | 13873      | 0      | 7,763 | 24,674 | 0.000  |
|               | 16526      | 7,728  | 7,763 | 29,376 | 41.617 |
|               | 16667      | 3,663  | 7,763 | 29,555 | 19.631 |
|               | 17034      | 5,938  | 7,763 | 30,182 | 31.298 |
|               | 17280      | 0      | 7,763 | 30,677 | 0.000  |
|               | 17578      | 4,132  | 7,763 | 31,209 | 21.205 |
|               | 18623      | 0      | 7,763 | 33,091 | 0.000  |
|               | 18923      | 0      | 7,763 | 33,602 | 0.000  |
|               | 18951      | 0      | 7,763 | 33,596 | 0.000  |
|               | 21362      | 10,294 | 7,763 | 37,975 | 45.013 |
|               | 21652      | 6      | 7,763 | 38,508 | 0.026  |
|               | 22119      | 9      | 7,763 | 39,235 | 0.038  |
|               | 23431      | 1,371  | 7,763 | 41,593 | 5.556  |
|               | 23545      | 0      | 7,763 | 41,740 | 0.000  |

ตารางผนวกที่ 4 ค่าคะแนนมาตรฐานของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ภัยแล้งบริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง

| ปัจจัยหลัก                          | ความสัมพันธ์กับสภาพความแห้งแล้ง | ปัจจัยย่อย (Xi) | คะแนนมาตรฐาน  |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------|
| ปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี<br>(มิลลิเมตร) | แปรผกผัน                        | 884-924         | 1.000 - 0.957 |
|                                     |                                 | 924-964         | 0.957 - 0.913 |
|                                     |                                 | 964-1004        | 0.913 - 0.870 |
|                                     |                                 | 1004-1044       | 0.870 - 0.826 |
|                                     |                                 | 1044-1084       | 0.826 - 0.783 |
|                                     |                                 | 1084-1124       | 0.783 - 0.739 |
|                                     |                                 | 1124-1164       | 0.739 - 0.696 |
|                                     |                                 | 1164-1204       | 0.696 - 0.652 |
|                                     |                                 | 1204-1244       | 0.652 - 0.609 |
|                                     |                                 | 1244-1284       | 0.609 - 0.565 |
|                                     |                                 | 1284-1324       | 0.565 - 0.522 |
|                                     |                                 | 1324-1364       | 0.522 - 0.478 |
|                                     |                                 | 1364-1404       | 0.478 - 0.435 |
|                                     |                                 | 1404-1444       | 0.435 - 0.391 |
|                                     |                                 | 1444-1484       | 0.391 - 0.348 |
|                                     |                                 | 1484-1524       | 0.348 - 0.304 |
|                                     |                                 | 1524-1564       | 0.304 - 0.261 |
|                                     |                                 | 1564-1604       | 0.261 - 0.217 |
|                                     |                                 | 1604-1644       | 0.217 - 0.174 |
|                                     |                                 | 1644-1684       | 0.174 - 0.130 |
|                                     |                                 | 1684-1724       | 0.130 - 0.087 |
|                                     |                                 | 1724-1764       | 0.087 - 0.043 |
|                                     |                                 | 1764-1804       | 0.043 - 0.000 |

## ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก                   | ความสัมพันธ์กับสภาพความแห้งแล้ง | ปัจจัยย่อย (Xi) | คะแนนมาตรฐาน |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------|
| ขนาดของกลุ่มน้ำย่อย<br>(ไร่) | แปรผกผัน                        | 8202.99         | 1.000        |
|                              |                                 | 8518.25         | 0.979        |
|                              |                                 | 10616.41        | 0.843        |
|                              |                                 | 11663.19        | 0.774        |
|                              |                                 | 11839.24        | 0.763        |
|                              |                                 | 11933.02        | 0.757        |
|                              |                                 | 12324.18        | 0.731        |
|                              |                                 | 13065.92        | 0.683        |
|                              |                                 | 13312.70        | 0.667        |
|                              |                                 | 13750.34        | 0.638        |
|                              |                                 | 13872.64        | 0.630        |
|                              |                                 | 16525.85        | 0.458        |
|                              |                                 | 16667.37        | 0.448        |
|                              |                                 | 17034.36        | 0.424        |
|                              |                                 | 17279.99        | 0.408        |
|                              |                                 | 17577.97        | 0.389        |
|                              |                                 | 18622.89        | 0.321        |
|                              |                                 | 18922.70        | 0.301        |
|                              |                                 | 18950.85        | 0.299        |
|                              |                                 | 21362.25        | 0.142        |
|                              |                                 | 21652.20        | 0.123        |
|                              |                                 | 22118.73        | 0.093        |
|                              |                                 | 23430.51        | 0.007        |
|                              |                                 | 23544.77        | 0.000        |

## ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก                       | ความสัมพันธ์กับ<br>สภาพความแห้งแล้ง | ปัจจัยย่อย (Xi) | คะแนน<br>มาตรฐาน |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------|
| ความหนาแน่นของลำน้ำ<br>ลำธาร/ไร่ | แปรผกผัน                            | 0.00061         | 1.000            |
|                                  |                                     | 0.00069         | 0.978            |
|                                  |                                     | 0.00114         | 0.854            |
|                                  |                                     | 0.00151         | 0.752            |
|                                  |                                     | 0.00176         | 0.683            |
|                                  |                                     | 0.00180         | 0.672            |
|                                  |                                     | 0.00201         | 0.614            |
|                                  |                                     | 0.00252         | 0.474            |
|                                  |                                     | 0.00268         | 0.430            |
|                                  |                                     | 0.00272         | 0.419            |
|                                  |                                     | 0.00273         | 0.416            |
|                                  |                                     | 0.00280         | 0.397            |
|                                  |                                     | 0.00305         | 0.328            |
|                                  |                                     | 0.00313         | 0.306            |
|                                  |                                     | 0.00316         | 0.298            |
|                                  |                                     | 0.00328         | 0.264            |
|                                  |                                     | 0.00332         | 0.253            |
|                                  |                                     | 0.00351         | 0.201            |
|                                  |                                     | 0.00353         | 0.196            |
|                                  |                                     | 0.00372         | 0.143            |
|                                  |                                     | 0.00378         | 0.127            |
|                                  |                                     | 0.00391         | 0.091            |
|                                  |                                     | 0.00421         | 0.008            |
|                                  |                                     | 0.00424         | 0.000            |

## ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก                             | ความสัมพันธ์กับ<br>สภาพความแห้งแล้ง | ปัจจัยย่อย (Xi)             | คะแนน<br>มาตรฐาน |
|----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| ปริมาณการใช้น้ำของพืช<br>มิลลิเมตร/วัน | แปรตามกัน                           | พืชสวนผสม 3.700             | 0.477            |
|                                        |                                     | กล้วย 3.314                 | 0.428            |
|                                        |                                     | กะหล่ำปลี 3.700             | 0.477            |
|                                        |                                     | ถั่วลิสง 4.000              | 0.516            |
|                                        |                                     | ที่อยู่อาศัย,สถานที่ 0.000  | 0.000            |
|                                        |                                     | ทุ่งหญ้า 7.000              | 0.903            |
|                                        |                                     | นาข้าว 7.700                | 0.994            |
|                                        |                                     | บ่อดิน 0.000                | 0.000            |
|                                        |                                     | ป่าดิบกำลังฟื้นตัว 5.500    | 0.710            |
|                                        |                                     | ป่าดิบสมบูรณ์ 5.500         | 0.710            |
|                                        |                                     | ป่าผลัดใบกำลังฟื้นตัว 4.470 | 0.577            |
|                                        |                                     | ป่าผลัดใบสมบูรณ์ 4.470      | 0.577            |
|                                        |                                     | ไผ่ 3.500                   | 0.452            |
|                                        |                                     | ฝรั่ง 2.872                 | 0.371            |
|                                        |                                     | พืชผัก 3.700                | 0.477            |
|                                        |                                     | พืชไร่ 3.775                | 0.487            |
|                                        |                                     | มะขาม 3.000                 | 0.387            |
|                                        |                                     | มะเขือเทศ 5.050             | 0.652            |
|                                        |                                     | มะนาว 6.900                 | 0.890            |
|                                        |                                     | มะม่วง 7.750                | 1.000            |
|                                        |                                     | ไม้ดอก 5.490                | 0.708            |
|                                        |                                     | ไม้ผล 3.093                 | 0.399            |
|                                        |                                     | ไม้ละเมาะ 4.374             | 0.564            |
|                                        |                                     | สั้ม 6.900                  | 0.890            |

## ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

| ปัจจัยหลัก                       | ความสัมพันธ์กับ<br>สภาพความแห้งแล้ง | ปัจจัยย่อย (Xi) |   | คะแนน<br>มาตรฐาน |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------|---|------------------|
| ความสามารถใน<br>การอุ้มน้ำของดิน | แปรผกผัน                            | ต่ำ             | 5 | 0.000            |
|                                  |                                     | ปานกลาง         | 3 | 0.500            |
|                                  |                                     | สูง             | 1 | 1.000            |
| ความลาดชันของ<br>พื้นที่ (องศา)  | แปรตามกัน                           | 0-5             |   | 0.000 - 0.056    |
|                                  |                                     | 5-10            |   | 0.056 - 0.111    |
|                                  |                                     | 10-15           |   | 0.111 - 0.167    |
|                                  |                                     | 15-20           |   | 0.167 - 0.222    |
|                                  |                                     | 20-25           |   | 0.222 - 0.278    |
|                                  |                                     | 25-30           |   | 0.278 - 0.333    |
|                                  |                                     | 30-35           |   | 0.333 - 0.389    |
|                                  |                                     | 35-40           |   | 0.389 - 0.444    |
|                                  |                                     | 40-45           |   | 0.444 - 0.500    |
|                                  |                                     | 45-50           |   | 0.500 - 0.556    |
|                                  |                                     | 50-55           |   | 0.556 - 0.611    |
|                                  |                                     | 55-60           |   | 0.611 - 0.667    |
|                                  |                                     | 60-65           |   | 0.667 - 0.722    |
|                                  |                                     | 65-70           |   | 0.722 - 0.778    |
|                                  |                                     | 70-75           |   | 0.778 - 0.833    |
|                                  |                                     | 75-80           |   | 0.833 - 0.889    |
|                                  |                                     | 80-85           |   | 0.889 - 0.944    |
|                                  |                                     | 85-90           |   | 0.944 - 1.000    |

ตารางผนวกที่ 5 รายชื่อหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลาง จังหวัดเชียงใหม่

| อำเภอ   | ตำบล                | หมู่บ้านที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ |                  |                   |             |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------|------------------|-------------------|-------------|-----------|------------------|
|         |                     | ไม่เสี่ยง                                           | น้อย             | ปานกลาง           | มาก         | มากที่สุด |                  |
| จอมทอง  | ช่วงเปา             | -                                                   | -                | บ้านองครักษ์      | บ้านช่วงเปา | -         | 2                |
|         |                     | -                                                   | -                | บ้านห้วยตองสัก    | -           | -         | 1                |
|         | รวม                 | -                                                   | -                | 2                 | 1           | -         | 3                |
| ดอยแก้ว | บ้านห้วยส้มป่อยใหม่ | บ้านห้วยขุน 2                                       | บ้านมะนาวใต้     | บ้านใหม่แม่เตี๊ยะ | บ้านท่ามณี  |           | 5                |
|         | -                   | บ้านห้วยขุน 3                                       | บ้านมะนาวเหนือ   | บ้านดอยแก้ว       | -           |           | 3                |
|         | -                   | บ้านห้วยขุน 1                                       | บ้านห้วยส้มป่อย  | -                 | -           |           | 2                |
|         | -                   | บ้านหินเหล็กไฟ                                      | บ้านแม่เตี๊ยะ    | -                 | -           |           | 2                |
|         | -                   | บ้านป่าเกี๊ยะใน                                     | บ้านวังปิ่น      | -                 | -           |           | 2                |
|         | -                   | บ้านขุนตะเตไต้                                      | บ้านขุนตะเตเหนือ | -                 | -           |           | 2                |
|         | -                   | บ้านลุ่มไต้                                         | -                | -                 | -           |           | 1                |
|         | รวม                 | 1                                                   | 7                | 6                 | 2           | 1         | 17               |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| อำเภอ  | ตำบล     | หมู่บ้านที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ |                    |                 |                  |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|--------|----------|-----------------------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------|-----------|------------------|
|        |          | ไม่เสี่ยง                                           | น้อย               | ปานกลาง         | มาก              | มากที่สุด |                  |
| จอมทอง | บ้านหลวง | บ้านชินาย                                           | บ้านห้วยเสียวใต้   | บ้านปะหั่วเสือ  | บ้านหลวงใต้      | -         | 4                |
|        |          | บ้านเด่น                                            | บ้านห้วยเสียวเหนือ | บ้านตาดหมื่น    | บ้านปะ           | -         | 4                |
|        |          | บ้านสัน                                             | บ้านใหม่           | บ้านแม่ปอน      | บ้านห้วยแก้ว     | -         | 4                |
|        |          | บ้านฮากเกียะ                                        | บ้านสี่แยกน้อย     | บ้านห้วยอีราง   | บ้านบนใหม่       | -         | 4                |
|        |          | บ้านห้วยหลวง                                        | บ้านน้ำลัด         | บ้านกลาง        | บ้านคู้อ้อ       | -         | 4                |
|        |          | บ้านดินตก                                           | บ้านขุนยะปากกล้วย  | บ้านแม่หอย      | บ้านเมืองกลาง    | -         | 4                |
|        |          | บ้านใหม่                                            | บ้านห้วยปูลิง      | บ้านขุนกลางใหม่ | บ้านน้ำตกแม่กลาง | -         | 4                |
|        |          | บ้านป่าเขม                                          | บ้านใหม่สวรรค์     | บ้านแม่กาหลวง   | บ้านหล่ายกลาง    | -         | 4                |
|        |          | บ้านแม่ปากก่อ                                       | บ้านฮากเกียะ       | บ้านขุนกลาง     | -                | -         | 3                |
|        |          | บ้านหนองหล่ม                                        | บ้านแม่ยะน้อย      | บ้านหลายห้วย    | -                | -         | 3                |
|        |          |                                                     | บ้านแม่ยะน้อย      |                 |                  |           |                  |
|        |          | บ้านผาหมอน                                          | (ม้ง)              | -               | -                | -         | 2                |
|        |          | บ้านผาหมอนใหม่                                      | บ้านสันดินแดง      | -               | -                | -         | 2                |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| อำเภอ  | ตำบล     | หมู่บ้านที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ |                 |         |     |           | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|--------|----------|-----------------------------------------------------|-----------------|---------|-----|-----------|------------------|
|        |          | ไม่เสี่ยง                                           | น้อย            | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |                  |
| จอมทอง | บ้านหลวง | -                                                   | บ้านสันมะมื่น   | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านห้วยวอก     | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านแม่เอบใน    | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านแม่เอบนอก   | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านดินผา       | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านสบเอบ       | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านแม่หอยใน    | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านสบหาด       | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านอังกาน้อย   | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านแม่ป่าก่อ   | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านห้วยน้ำปี   | -       | -   | -         | 1                |
|        |          | -                                                   | บ้านห้วยน้ำอุ่น | -       | -   | -         | 1                |

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

| อำเภอ                 | ตำบล     | หมู่บ้านที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยแล้งระดับต่าง ๆ |               |             |                  |              | ผลรวม<br>ทั้งหมด |
|-----------------------|----------|-----------------------------------------------------|---------------|-------------|------------------|--------------|------------------|
|                       |          | ไม่เสี่ยง                                           | น้อย          | ปานกลาง     | มาก              | มากที่สุด    |                  |
| จอมทอง                | บ้านหลวง | -                                                   | บ้านเมืองอ่าง | -           | -                | -            | 1                |
|                       | รวม      | 12                                                  | 25            | 10          | 8                | -            | 55               |
|                       | สบเตี๊ยะ | -                                                   | -             | บ้านเชิงคอย | บ้านแม่เตี๊ยะใต้ | บ้านสบเตี๊ยะ | 3                |
|                       |          | -                                                   | -             | -           | บ้านทุ่งปุ่น     | -            | 1                |
|                       | รวม      | -                                                   | -             | 1           | 2                | 1            | 4                |
| จอมทอง ผลรวม          |          | 13                                                  | 32            | 19          | 13               | 2            | 79               |
| ดอยหล่อ(กิ่งอ.)       | สันติสุข | บ้านแม่แดง                                          | -             | -           | บ้านแม่ตื่น      | -            | 2                |
|                       |          | บ้านนาสา                                            | -             | -           | -                | -            | 1                |
|                       | รวม      | 2                                                   | -             | -           | 1                | -            | 3                |
| ดอยหล่อ(กิ่งอ.) ผลรวม |          | 2                                                   | -             | -           | 1                | -            | 3                |
| ผลรวมทั้งหมด          |          | 15                                                  | 32            | 19          | 14               | 2            | 82               |

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

|                      |                                                                 |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ชื่อ –นามสกุล        | นางสาวจิตราพร สวัสดิ์                                           |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด | วันที่ 23 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2523                                 |
| สถานที่เกิด          | จังหวัดเชียงใหม่                                                |
| ประวัติการศึกษา      | พ.ศ. 2545 วิทยาศาสตรบัณฑิต<br>(ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| ตำแหน่งปัจจุบัน      | เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน                                |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์                            |