# การประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร

# Evaluation of Groundwater Recharge Potential Zone Using GIS Approach A case study of Phichit Province, Thailand

รุจิรัตน์ ขันเมืองปัก

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ธันวาคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เรื่อง “การประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(อาจารย์ธัญญาลัคน์ จันทร์สมบัติ )

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รองศาสตราจารย์พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

.....

(อาจารย์ ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

# ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ธัญญาลัคน์ จันทร์สมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งได้ให้คำปรึกษา ติดตามผลการศึกษาอยู่เสมอ และข้อเสนอแนะ แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ให้แก่ผู้ศึกษา และขอขอบคุณคณาอาจารย์สาขาภูมิศาสตร์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะ อีกทั้งขอขอบพระคุณผู้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด

และขอกราบขอบพระคุณ มารดา พี่ชาย อาจารย์แก้วกร เมืองแก้ว เพื่อน รุ่นพี่และรุ่นน้องสาขาภูมิศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษา กำลังใจ และการสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์อย่างดีเสมอมา คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขออุทิศให้ผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้ทำการศึกษาหวังว่าวิทยานิพนธ์เรื่องการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร จะมีประโยชน์ต่อการวางแผน ปรับปรุง และพัฒนาการวางแผนการใช้ประโยชน์น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

รุจิรัตน์ ขันเมืองปัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**ชื่อเรื่อง** การประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร
**ผู้วิจัย** รุจิรัตน์ ขันเมืองปัก
**ประธานที่ปรึกษา** อาจารย์ ธัญญาลัคน์ จันทร์สมบัติ
**ประเภทสารนิพนธ์** วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
**คำสำคัญ** พื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล, วิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

## บทคัดย่อ

จังหวัดพิจิตรมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนที่ราบลุ่มและการสะสมตัวของตะกอนตะพักลำน้ำ ซึ่งสามารถที่จะกักเก็บน้ำบาดาลระดับตื้นได้ปริมาณมาก ในปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดพิจิตรสูบน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้เพื่อทำการเกษตรกรรมในช่วงหน้าแล้ง ส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลระดับตื้นลดระดับลงอย่างรวดเร็วในอัตรา 10-30 เซนติเมตรต่อปี การวิจัยนี้เป็นการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการกำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยวิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making : MCDM) โดยจะศึกษา 2 วิธีการ คือ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) เพื่อประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลในพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาแน่นทางน้ำ ความลาดชัน ข้อมูลชุดดินและข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลการศึกษาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลระดับปานกลางถึงระดับสูงที่สุด มีความเหมาะสมมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่จังหวัดพิจิตร เนื่องจากลักษณะภูมิประทศที่เป็นที่ราบ มีการไหลผ่านของแม่น้ำ และลักษณะของชุดดินที่มีการระบายน้ำได้ดี การเติมน้ำบาดาลทั้งหมดจะแบ่งออกเป็นห้าระดับ คือ มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลมากที่สุดไปจนถึงมีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลน้อยที่สุด ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้ประโยชน์น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

| | |
|---|---|
| **Title** | Evaluation of Groundwater Recharge Potential Zone Using GIS Approach A case study of Phichit Province, Thailand |
| **Author** | Rujirat Khanmuengpak |
| **Advisor** | Tanyaluck Chansombat |
| **Academic** | Paper Thesis B.S. Name of Degree in Geography, Naresuan University, 2018 |
| **Keyword** | Groundwater recharge, Multi-Criteria Decision Making, GIS |


**Abstract**

Phichit province is located in the Upper Chao Phraya Basin. Most of the area is accumulated by floodplain sediment, which is suitable for shallow groundwater storage. Shallow groundwater is used for rice crop farming during drought season, causing the shallow groundwater shortage which can be dropped sharply to 10-30 cm/year. This research aims to evaluate potential areas for groundwater infiltration through the pool system using Geographic Information Systems. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) is used in the study area. There are five related factors: Geological features drainage density slope soil series data and land use data. The outcome of this study will be useful for effective use of groundwater planning in the future.



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# สารบัญ


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | **บทนำ** | 1 |
| | 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 2 |
| | 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 2 |
| | 1.3 ขอบเขตการวิจัย | 2 |
| | 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| | 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ | 3 |
| | 1.6 กรอบแนวคิดการศึกษา | 3 |
| 2 | **เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | 5 |
| | 2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต | 5 |
| | 2.2 ลักษณะทางกายภาพ | 5 |
| | 2.2.1 กลุ่มชุดดิน | 5 |
| | 2.2.2 เส้นทางน้ำ | 8 |
| | 2.2.3การใช้ประโยชน์ที่ดิน | 8 |
| | 2.2.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา | 9 |
| | 2.3 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 9 |
| | 2.3.1 การเกิดน้ำบาดาล | 9 |
| | 2.3.2 การเติมน้ำบาดาล | 10 |
| | 2.3.3 การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making : MCDM). | 12 |
| | 2.3.4 การซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) | 16 |
| | 2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 16 |
| 3 | **วิธีการดำเนินการวิจัย** | 21 |
| | 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย | 22 |
| | 3.2 การรวบรวมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 22 |
| | 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย | 22 |
| | 3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล | 22 |
| | 3.5 วิเคราะห์ข้อมูลและการประมวลผล | 24 |
| | 3.6 การเปรียบเทียบวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายกับวิธีการเรียงลำดับตามอุดมคติ | 27 |



มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# สารบัญ(ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| **4** | **ผลการศึกษา** | 34 |
| | 4.1 ผลการศึกษา | 34 |
| | 4.2 ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์(Multi-Criteria Decision Making : MCDM) | 34 |
| | 4.2.1 การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) | 34 |
| | 4.2.3 เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) | 37 |
| **5** | **สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ** | 43 |
| | 5.1 สรุปผลการวิจัย | 43 |
| | 5.2 อภิปรายผลการวิจัย | 44 |
| | 5.3 ข้อเสนอแนะ | 45 |
| | **บรรณานุกรม** | 47 |
| | **ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์** | 50 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | แสดงลักษณะชุดดินในจังหวัดพิจิตร | 5 |
| 2.2 | แนวคิด ข้อดี ข้อจำกัดของวิธีการ TOPSIS และ SAW | 15 |
| 3.1 | ขั้นตอนการดำเนินงาน | 21 |
| 3.2 | การเก็บรวบรวมข้อมูล | 22 |
| 4.1 | การกำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้อง | 34 |
| 4.2 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยการวิเคราะห์แบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย | 35 |
| 4.3 | แสดงค่าน้ำหนักแต่ละหลักเกณฑ์ที่ทำการปรับค่าน้ำหนัก | 37 |
| 4.4 | การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของข้อมูลชุดดิน | 38 |
| 4.5 | การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของความหนาแน่นทางน้ำ | 39 |
| 4.6 | การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของความลาดชัน | 39 |
| 4.7 | การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของการใช้ประโยชน์ที่ดิน | 40 |
| 4.8 | การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติลักษณะทางธรณีวิทยา | 40 |
| 4.9 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยการวิเคราะห์แบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ | 41 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1.1 | พื้นที่ศึกษาจังหวัดพิจิตร | 2 |
| 1.2 | กรอบแนวคิดจากการศึกษาการประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร | 5 |
| 2.1 | แหล่งน้ำใต้ดิน | 10 |
| 2.2 | การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระ | 11 |
| 2.3 | การเติมน้ำผ่านบ่อวง | 12 |
| 2.4 | เติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงสู่บ่อน้ำบาดาลระดับตื้น | 12 |
| 2.5 | หลักการในการซ้อนทับข้อมูล | 16 |
| 2.6 | ศักยภาพการเติมน้ำบาดาลบริเวณแม่น้ำฮัวเหลียน ประเทศไต้หวัน | 17 |
| 2.7 | ศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่เมืองอัมบาลันโตตา ประเทศศรีลังกา | 19 |
| 4.1 | ข้อมูลชุดดิน | 29 |
| 4.2 | ความหนาแน่นทางน้ำ | 30 |
| 4.3 | ความลาดชัน | 31 |
| 4.4 | การใช้ประโยชน์ที่ดิน | 32 |
| 4.5 | ลักษณะทางธรณีวิทยา | 33 |
| 4.6 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลแบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย | 36 |
| 4.7 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ | 43 |



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นภาคการผลิตหลัก คิดเป็นร้อยละ 34 ของประชากรทั้งหมด (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2557) ปัญหาที่เกษตรกรมักประสบ คือ ปัญหาภัยแล้งที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำเป็นเวลานานจากฝนทิ้งช่วง ทำให้ประชาชนบางพื้นที่ขาดน้ำในการอุปโภค-บริโภค และเพื่อการเกษตร บางพื้นที่เป็นพื้นที่นอกเขตชลประทาน เกษตรกรจึงใช้น้ำบาดาลระดับตื้นเป็นอีกทางเลือกในการทำการเกษตรในฤดูแล้ง โดยในทางกฎหมายน้ำบาดาลที่มีความลึกที่ไม่เกิน 30 เมตร และไม่อยู่ในพื้นที่วิกฤติน้ำบาดาล ผู้ใช้น้ำบาดาลระดับตื้นไม่ต้องขออนุญาตจากรัฐ ทำให้เกิดปัญหาในการควบคุมการใช้น้ำบาดาล พื้นที่ที่มีการใช้น้ำบาดาลระดับตื้นปริมาณมากที่สุดคือ แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยา (กิจการ พรหมมา, 2555)

จังหวัดพิจิตรตั้งอยู่บนแอ่งน้ำเจ้าพระยาตอนบน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนที่ราบลุ่มและการสะสมตัวของตะกอนตะพักลำน้ำซึ่งสามารถที่จะกักเก็บน้ำบาดาลระดับตื้นได้ปริมาณมาก ในปัจจุบันการทำเกษตรในพื้นที่จังหวัดพิจิตรมีการสูบน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้เพื่อทำการเกษตรกรรมที่มากเกินความพอดี ส่งผลต่อระดับน้ำบาดาลลดระดับลงอย่างรวดเร็ว 10-30 เซนติเมตรต่อปี (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557) การเติมน้ำบาดาลเทียม เป็นวิธีการแก้ปัญหาน้ำบาดาลลดระดับได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเติมน้ำมี 3 วิธีการคือ

1. การเติมผ่านบ่อเติมน้ำ คือ ทำการขุดบ่อวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เมตร ความลึก 5-10 เมตร จนถึงชั้นน้ำบาดาลที่จะเติมน้ำ และใส่กรวดทรายกรองที่มีขนาดแตกต่างกันในแต่ละชั้นไว้ภายในบ่อวง ปล่อยให้น้ำไหลลงบ่อเติมน้ำ

2. การเติมผ่านสระหรือคลองก้นรั่ว โดยการขุดสระเติมน้ำ หรือขุดคูเติมน้ำ หรือใช้บ่อทรายเก่าที่มีอยู่แล้วลึกประมาณ 3-10 เมตร ใส่กรวดหรือทรายกรองเพื่อกรองน้ำที่ก้นสระ แล้วปล่อยให้น้ำไหลซึมลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น

3. การเติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงสู่บ่อน้ำระดับตื้น ทำได้โดยเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 หรือ 6 นิ้ว ความลึกตามระยะชั้นน้ำที่จะเติมหรือขุดเป็นบ่อวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เมตร ความลึกประมาณ 5-10 เมตร จากนั้นก่อสร้างถังเก็บน้ำฝน (Storage Tank) หรือใช้ถังเก็บน้ำฝนเดิมที่มีอยู่ และเติมน้ำลงในบ่อเติมน้ำ (กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557)

จากสภาพปัญหาดังที่กล่าวมาผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลโดยใช้แนวทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตรโดยจะใช้ปัจจัย 5 ปัจจัย คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา เส้นทางน้ำ ความลาดชัน ชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำมาตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making : MCDM) แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล ซึ่งงานวิจัยนี้จะมีประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้ประโยชน์น้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย**

1.2.1. เพื่อประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.2.2. เพื่อสร้างแผนที่พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล

**1.3 ขอบเขตการวิจัย**

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตวิจัยได้ดังนี้

1.3.1. ขอบเขตด้านพื้นที่คือ จังหวัดพิจิตร มีเนื้อที่ประมาณ 4,531.013 ตารางกิโลเมตร

1.3.2. ขอบเขตด้านเวลา คือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้อยู่ในช่วงปี พ.ศ. 2548 – 2556

ภาพ 1.1 พื้นที่ศึกษาจังหวัดพิจิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ**

1.4.1. ทราบพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล

1.4.2. แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล

**1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ**

1.5.1. น้ำบาดาล หมายถึง น้ำอยู่ใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวด ทรายหรือหิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาแต่จะกำหนดความลึกน้อยกว่าสิบเมตรมิได้ (พระราชบัญญัติ น้ำบาดาลปี 2520)

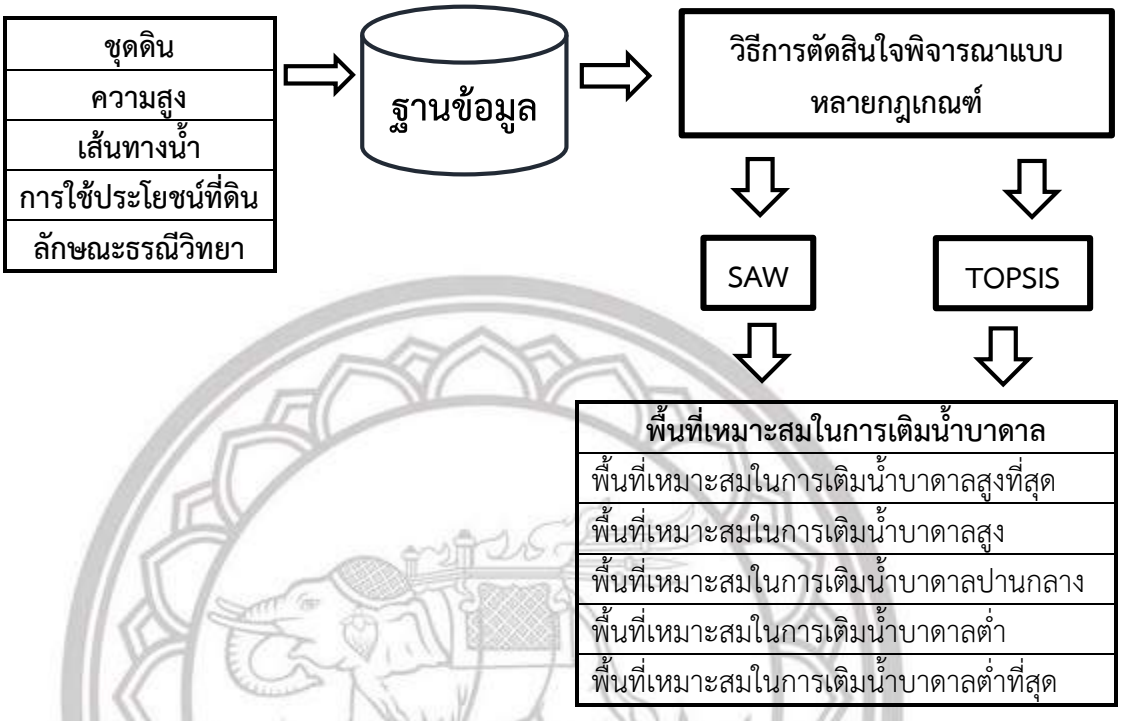
1.5.2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เป็นระบบสารสนเทศข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูลที่มีพิกัดตำแหน่ง ซึ่งเป็นการผสมผสานการทำงานระหว่างกระบวนวิธีวิเคราะห์ร่วมกับระบบฐานข้อมูลที่มีการอ้างอิงเชิงพิกัด

1.5.3 การเติมน้ำบาดาล หมายถึง วิธีการที่ช่วยเร่งกระบวนการการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลตามธรรมชาติ และสามารถนำน้ำบาดาลกลับมาใช้ใหม่ในช่วงเวลาหรือในพื้นที่ที่ต้องการ เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

**1.6 กรอบแนวคิดการศึกษา**

จากภาพ 1.2 แสดงกรอบแนวคิดการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พื้นที่ศึกษาจังหวัดประกอบด้วยปัจจัยทางกายภาพทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ ลักษณะธรณีวิทยา เส้นทางน้ำ ความสูง ชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้วิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์(Multi-Criteria Decision Making : MCDM) โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย(The Simple Additive Weighting : SAW) และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) นำแต่ละปัจจัยที่ได้มาทำการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยแบ่งระดับพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล 5 ระดับ คือ พื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด พื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูง พื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลาง พื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำ และพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 1.2 กรอบแนวคิดจากการศึกษาการประเมินหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 2
# เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดพิจิตรมีพื้นที่ 4,531 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,831,883 ไร่ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา 50 ลิปดา กับ 16 องศา และเส้นแวงที่ 99 องศา กับ 101 ตะวันออก ลักษณะทางกายเป็นพื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนที่ราบลุ่มและการสะสมตัวของตะกอนตะพักลำน้ำ เกิดจากการสะสมตัวของแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านไหลผ่านเป็นเส้นขนานจากทิศเหนือสู่ทิศใต้ การใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดพิจิตรพื้นที่ส่วนมากเป็นพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 87 ของพื้นที่ทั้งหมด

**อาณาเขตติดต่อ**

| | |
|---|---|
| **ทิศเหนือ** | ติดต่อกับอำเภอบางระกำ และอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก |
| ทิศใต้ | ติดต่อกับอำเภอชุมแสง และอำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ |
| ทิศตะวันออก | ติดต่อกับอำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ |
| ทิศตะวันตก | ติดต่อกับอำเภอไทรงาม จังหวัดกำแพงเพชร และอำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ |

จังหวัดพิจิตรแบ่งการปกครองออกเป็น 12 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอตะพานหิน อำเภอบางมูลนาก อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพทะเล อำเภอสามง่าม อำเภอวังทรายพูน อำเภอทับคล้อ อำเภอสากเหล็ก อำเภอดงเจริญ และอำเภอบึงนาราง

## 2.2 ลักษณะทางกายภาพ

### 2.2.1 กลุ่มชุดดิน

เป็นข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดินรวมชุดดินที่มีลักษณะ คุณสมบัติ ศักยภาพในการปลูกและการจัดการดินที่คล้ายคลึงกันมาอยู่ในชุดข้อมูลเดียวกัน โดยจะแบ่งชุดดินเป็น 62 ชุด 2 กลุ่มใหญ่ คือกลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม และ กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอน ดังตาราง 2.1

**ตาราง 2.1** แสดงลักษณะชุดดินในจังหวัดพิจิตร

| ประเภทของชุดดิน | กลุ่มชุดดิน | ชุดดินที่พบในพื้นที่ศึกษา | ลักษณะ |
|---|---|---|---|
| กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม | กลุ่มชุดดินที่1-25 และกลุ่มชุดดินที่ 57-59 | 1, 4, 5, 7, 15, 16,17, 18, 21, 22, และ25 | พบได้ทุกภาค ในบริเวณที่ลุ่ม การระบายน้ำของดินไม่ดี มักมีน้ำแช่ขังในฤดูฝน ไม่เหมาะสำหรับเพาะปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น |

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

| ประเภทของชุดดิน (ต่อ) | ประกอบ (ต่อ) | ชุดดินที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ) | ลักษณะ(ต่อ) |
|---|---|---|---|
| กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอน | กลุ่มชุดดินที่ 26-56 และ 60-62 | 28, 33, 36, 38 ,40, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56 และ62 | ดินบนพื้นที่ดอน หมายถึงดินที่ไม่มีน้ำแช่ขังพบบริเวณที่เป็นเนิน มีการระบายน้ำดี สภาพพื้นที่อาจเป็นที่ราบเรียบ เป็นลูกคลื่น หรือเนินเขา ใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ซึ่งต้องการน้ำน้อย ไม่มีน้ำแช่ขัง |

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน

**2.2.1.1 กลุ่มชุดดินในที่ลุ่มในพื้นที่ศึกษามีลักษณะดังต่อไปนี้**

กลุ่มชุดดินที่ 1 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินเหนียวสีดำลึกมาก มีรอยแตกระแหงกว้างและลึก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างเล็กน้อย การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว

กลุ่มชุดดินที่ 4 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำที่มีอายุยังน้อย ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง การระบายน้ำค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 5 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกลางหรือเป็นด่าง การระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 7 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินเหนียวลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง การระบายน้ำค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 15 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินทรายแป้งลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกลางหรือเป็นด่าง การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 16 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินทรายแป้งลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 17 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียดลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 18 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียดลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกิริยาดินกลางหรือเป็นด่าง การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 21 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำในส่วนต่ำของพื้นที่ริมแม่น้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง การระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 22 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำเนื้อหยาบ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 25 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินตื้น ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นด่างเล็กน้อย การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

**2.2.1.2 กลุ่มชุดดินในที่ดอนในพื้นที่ศึกษามีลักษณะดังต่อไปนี้**

กลุ่มชุดดินที่ 28 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินเหนียวลึกมากสีดำที่มีรอยแตกระแหงกว้างและลึก ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง

กลุ่มชุดดินที่ 33 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินทรายแป้งละเอียดหรือดินร่วนละเอียดลึกมากที่เกิดจากตะกอนแม่น้ำหรือตะกอนน้ำพารูปพัด ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 36 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนละเอียดลึกถึงลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือวัตถุ ต้นกำเนิดดินเนื้อหยาบ ปฏิกิริยาดินกลางหรือเป็นด่าง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 38 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบลึกมากที่เกิดจากตะกอนริมแม่น้ำ มีปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลางการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 40 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินร่วนหยาบลึกถึงลึกมากที่เกิดจากตะกอนลำน้ำหรือวัตถุต้นกำเนิดเนื้อหยาบ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดหรือเป็นกลาง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 46 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินตื้นถึงก้อนกรวด หรือเศษหินปนลูกรังหนามาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 47 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินตื้นถึงชั้นหินพื้น ปฏิกิริยาดินเป็นกรดถึงเป็นกลาง มีการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 48 มีลักษณะเป็น กลุ่มดินตื้นถึงก้อนหินหรือเศษหิน และอาจพบชั้นหินพื้นภายในความลึก 150 ซม. จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดถึงเป็นกลาง การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 49 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินตื้นถึงลูกรังหรือชั้นเชื่อมแข็งของเหล็กทับอยู่บนชั้นดินเหนียว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดถึงเป็นกลาง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 54 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินลึกปานกลางถึงชั้นมาร์ลหรือก้อนปูน ปฏิกิริยาดินเป็นด่าง การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 55 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้น เศษหิน ก้อนหินหรือลูกรัง ปฏิกิริยาดินเป็นกลางหรือเป็นด่าง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง

กลุ่มชุดดินที่ 56 มีลักษณะเป็นกลุ่มดินลึกปานกลางถึงชั้นหินพื้น เศษหินหรือลูกรัง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

กลุ่มชุดดินที่ 62 มีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่บริเวณนี้ยังไม่มีการศึกษา สำรวจและจำแนกดิน เนื่องจากสภาพพื้นที่มีความลาดชันสูง ซึ่งถือว่ายากต่อการจัดการดูแลรักษาสำหรับการเกษตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

**2.2.2 เส้นทางน้ำ**

จังหวัดพิจิตรมีแม่น้ำที่สำคัญไหลผ่าน 3 สาย ได้แก่

1) แม่น้ำน่าน มีต้นน้ำจากดอยภูแวในทิวเขาหลวงพระบาง จังหวัดน่าน แม่น้ำน่านไหลผ่านอำเภอเมือง อำเภอตะพานหิน อำเภอบางมูลนาก และไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดนครสวรรค์ มีความยาวทั้งสิ้น 97 กิโลเมตร พื้นที่ลุ่มน้ำน่านมีพื้นที่ประมาณ 2,602 ตารางกิโลเมตร

2) แม่ย้ายม มีต้นน้ำจากขุนยวมทิวเขาผีปันน้ำ จังหวัดเชียงราย แม่น้ำยมไหลผ่านจังหวัดพิจิตรที่ อำเภอสามง่าม อำเภอโพธิ์ประทับช้าง และอำเภอโพทะเล มีความยาวทั้งสิ้น 124 กิโลเมตร มีพื้นที่ลุ่มน้ำยมประมาณ 2,046 ตารางกิโลเมตร

3) แม่น้ำพิจิตร คือแม่น้ำน่านที่เคยไหลผ่านจังหวัดพิจิตร ต้นกำเนิดของแม่น้ำพิจิตรนั้นไหลแยกจากแม่น้ำน่านที่บ้านวังกระดี่ทอง ในพื้นที่อำเภอเมืองพิจิตร มีทิศทางการไหลของน้ำอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ สภาพ ลำน้ำคดเคี้ยว บางแห่งร่องน้ำตื้นเขินและแห้งในฤดูแล้ง เนื่องจากมีฝ่ายกั้นน้ำไว้เป็นช่วงๆเพื่อสูบขึ้นมาใช้ทำสวนผลไม้ต่างๆ โดยเฉพาะส้มโอในเขตโพธิ์ประทับช้าง (สำนักงานจังหวัดพิจิตร, 2555)

**2.2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน**

จากกรมพัฒนาที่ดิน (2556) มีการแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ 5 ประเภทดังต่อไปนี้

1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง (Urban and Built-up Land) หมายถึง พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อตั้งถิ่นฐาน ประกอบกิจการอาชีพ และกิจกรรมต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย ตัวเมืองและย่านการค้า (City, Commercial and Service), หมู่บ้าน (Village), สถานที่ราชการ (Institution), สถานีคมนาคมและขนส่ง (Transportation and Communication), ย่านอุตสาหกรรม (Industrial Land)และอื่นๆ ในจังหวัดพิจิตรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างร้อยละ 6.76 ของพื้นที่ทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

2) พื้นที่เกษตรกรรม(Agricultural Land) หมายถึง พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมและการเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วย นาข้าว (Paddy Field Crop), พืชไร่ (Field Crop), ไม้ยืนต้น(Perennial), ไม้ผล (Orchard), พืชสวน (Horticulture), ไร่หมุนเวียน (Swidden Cultivation), ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ (Pasture), พืชน้ำ (Aquatic Plant), สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquacultural Land)และเกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม (Integrated farm) ในจังหวัดพิจิตรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 87.02 ของพื้นที่ทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

3) พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) หมายถึง พื้นที่ที่มีต้นไม้นานาชนิด ขนาดต่างกันปกคลุมพื้นดินอย่างหนาแน่นในพื้นที่กว้างขวาง ซึ่งประกอบไปด้วย ป่าผลัดใบรอสภาพฟื้นฟู, ป่าผลัดใบสมบูรณ์และสวนป่าสมบูรณ์ ในจังหวัดพิจิตรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 1.07 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

4) พื้นที่น้ำ (Water) หมายถึง แหล่งน้ำที่เกิดเองตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นในจังหวัดพิจิตรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 2.6 ของพื้นที่ทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5) พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous) หมายถึง พื้นที่นอกเหนือจากการกล่าวถึง ประกอบด้วย ทุ่งหญ้าธรรมชาติ, ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม/ไม้ละเมาะ, ไผ่ป่า ไผ่หนาม, พื้นที่ลุ่ม, เหมืองเก่าบ่อขุดเก่า, เหมืองแร่, บ่อลูกรัง, บ่อดิน, พื้นที่ถมและที่ทิ้งขยะ ในจังหวัดพิจิตรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบพื้นที่เบ็ดเตล็ดร้อยละ 2.55 ของพื้นที่ทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556)

**2.2.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา**

จังหวัดพิจิตรมีตะกอนร่วนยุคควอเทอร์นารีครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ โดยตะกอนร่วนยุคควอเทอร์นารี มีลักษณะเป็น กรวด ทราย ดินและดินเหนียว ที่ยังไม่แข็งตัวกลายเป็นหิน มีอายุประมาณ 1.8 ล้านปีถึงปัจจุบันประกอบด้วยลักษะทางธรณีวิทยาดังต่อไปนี้

1) ตะกอนน้ำพา (Qa) ประกอบด้วย กรวด ดินเหนียว ทรายและทรายแป้ง ที่เกิดจากการพัดพาของน้ำในแม่น้ำปะสมตัวอย่างไม่เป็นระบบ ได้รับอิทธิพลของความลาดชันและน้ำบนผิวดินทำให้มีการสะสมตัวของตะกอนหลากหลายชนิด โดยทั่วไปสภาพดินจะเป็นดินร่วนมีแร่ธาตุเหมาะแก่การทำการเกษตร แต่ในพื้นที่จังหวัดพิจิตรเป็นพื้นที่ราบจึงมักจะมีน้ำท่วมขังในฤดูฝน (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

2) ตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt) ประกอบด้วย ตะกอนกรวด ดินเหนียว ทรายและทรายแป้ง บางบริเวณมีตะกอนกรวดที่มีขนาดเล็กไปถึงขนาดใหญ่ มีการคละขนาดของตะกอนทำให้การเรียงตัวของตะกอนมีการคัดขนาดไม่ดี เกิดจากการพัดพาของน้ำมาทับถมกันตั่งแต่ทางน้ำสมัยโบราณและเกิดการยกตัวพร้อมกับการกัดเซาะของทางน้ำยุคใหม่ (ปิตุพงศ์ ศรีขาวและคณะ, 2558)

3) หินภูเขาแยกประเภทไม่ได้ ยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (PTrv) ประกอบด้วย หินแอนดีไซต์ หิน เดไซต์ หินทัฟฟ์และหินแอนดีไซต์เนื้อบะซอลต์ มีลักษณะกักเก็บน้ำบาลดาลไว้ในรอยแตก รอยเลื่อนและช่องว่างชั้นไหล พบกระจายตัวเป็นเขาลูกโดดทางด้านตะวันออกของจังหวัด (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

4). หินอัคนียุคไทรแอสซิกและจูแรสซิก (TrJ) ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินกรวดมน (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร

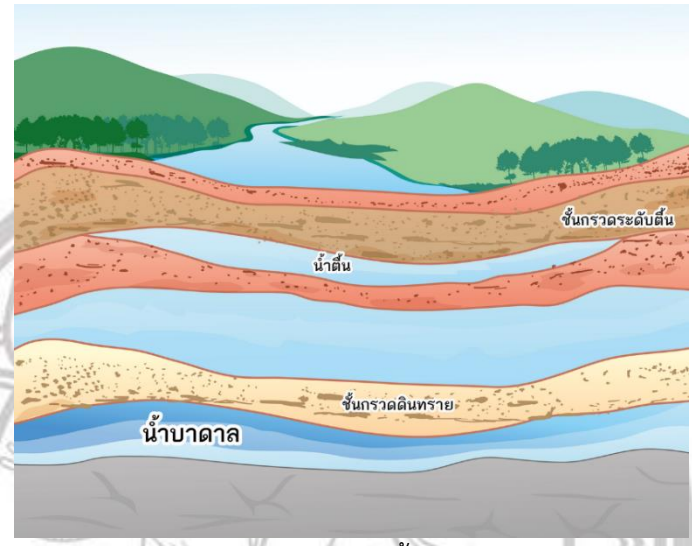
## 2.3 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**2.3.1 การเกิดน้ำบาดาล**

น้ำบาดาลเกิดจากน้ำที่ไหลลงซึมสู่พื้นดินจะถูกกักเก็บไว้ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ชั้นหิน ชั้นตะกอนหรือกรวด น้ำที่ไหลซึมบริเวณบนผิวจะเรียกว่า น้ำในดิน (Soil water) หากถูกแสงแดดส่องเป็นเวลานานจะทำให้น้ำส่วนนี้ระเหยออกไป และน้ำที่ไม่ถูกระเหยจะไหลลงสู่ชั้นหิน ชั้นตะกอน ชั้นกรวด รอยแตกและรอยแยกที่อยู่ต่อเนื่องของหิน เมื่อช่องว่างดังกล่าวถูกอิ่มตัวไปด้วยน้ำที่ไหลซึมลงมา เราจะเรียกว่า น้ำบาดาล (Ground water) โดยระดับของน้ำบาดาลจะแบ่งเป็นระดับบนสุดจะเป็นระดับที่เรียกว่า น้ำใต้ดิน (Water table) เป็นบริเวณที่มีทั้งน้ำและอากาศ ในระดับนี้จะมีแรงดันน้ำที่เท่ากับแรงดันบรรยากาศซึ่งใน ซึ่งอยู่ในเขตระดับผิวดินใน เขตไม่อิ่มน้ำ (unsaturated zone) และบริเวณที่ลึกลงไปจากระดับน้ำใต้ดินจะเป็นบริเวณที่มีแต่น้ำเท่านั้น ในชั้นนี้มีแรงดันน้ำที่มากกว่า

แรงดันบรรยากาศเนื่องจากระดับน้ำที่เพิ่มมากขึ้นเราเรียกว่า เขตอิ่มตัวของน้ำ (saturated zone) (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2558) ดังภาพที่ 2.1




ภาพ 2.1 แหล่งน้ำใต้ดิน

ที่มา: http://stemforlife.ipst.ac.th/2016/02/04/water-pollution/

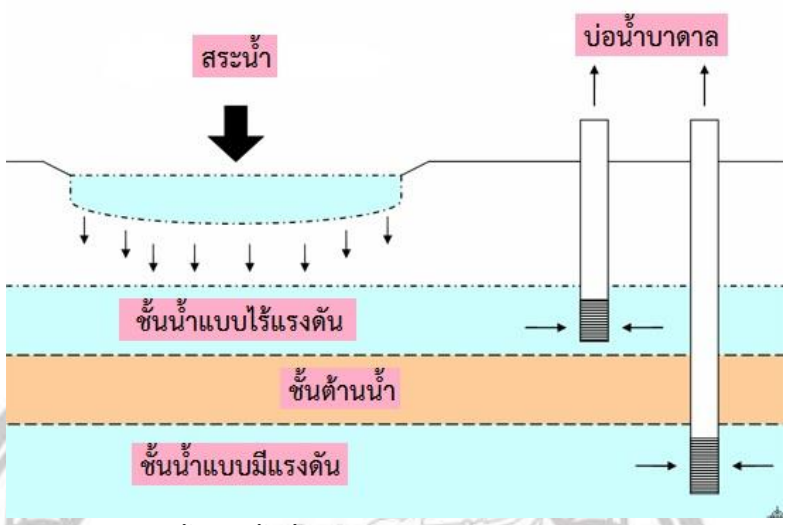
**2.3.2 การเติมน้ำบาดาล**

จากข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กล่าวว่าการเติมน้ำบาดาลเป็นวิธีการที่ช่วยเร่งกระบวนการการเติมน้ำฝน หรือน้ำท่วมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำน้ำบาดาลระดับตื้นกลับมาใช้ใหม่ในช่วงเวลาหรือในพื้นที่ที่ต้องการ โดยน้ำที่เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นจะต้องผ่านการกรองและระมัดระวังสารปนเปื้อน การเติมน้ำบาดาลระดับตื้น มี 3 วิธีการดังต่อไปนี้

**2.3.2.1 การเติมน้ำผ่านระบบสระ**

เป็นวิธีการเติมน้ำโดยปล่อยให้น้ำในสระซึมผ่านลงไปสู่ชั้นน้ำ อาจจะมีจำนวนหลายสระก็ได้ โดยจะทำการขุดสระเติมน้ำ หรือขุดคูเติมน้ำ หรือใช้บ่อทรายเก่าที่มีอยู่แล้วลึกประมาณ 3-10 เมตร ใส่กรวดหรือทรายกรองเพื่อกรองน้ำที่ก้นสระ ดังภาพที่ 2.2

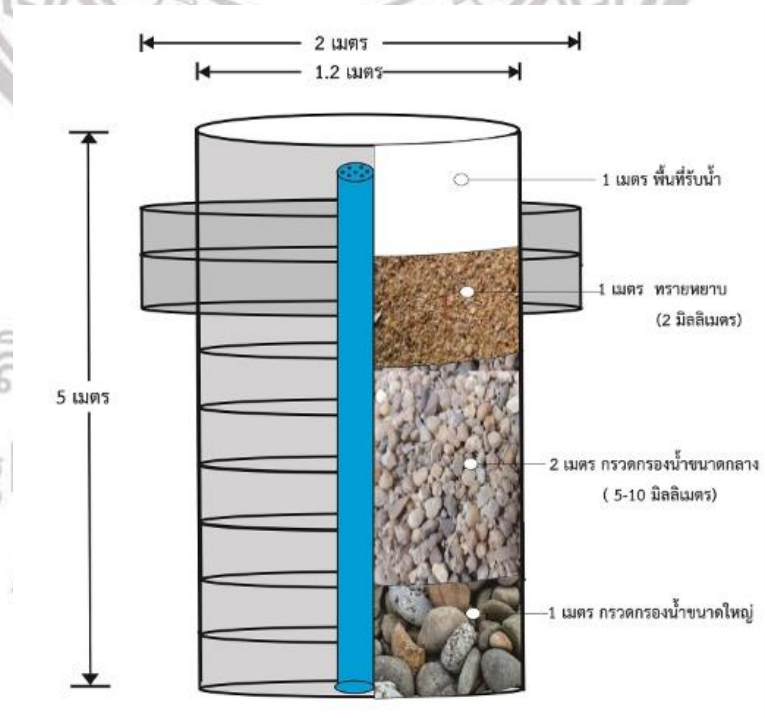
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 2.2 การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระ (นาถชนก อุ่นปิง, 2558)

**2.3.2.2 การเติมน้ำผ่านบ่อวง**

เป็นวิธีการเติมน้ำบาดาลโดยปล่อยให้น้ำไหลซึมลงสู่บ่อวง โดยบ่อวงที่นำมาเป็นบ่อที่ไม่ต้องการใช้เนื่องจากระดับน้ำบาดาลลดลงไปปริมาณที่มาก จนไม่สามารถนำเครื่องสูบนำน้ำบาดาลขึ้นมาได้ มาทำการใส่กรวด ทราย ขนาดต่างๆดัง ภาพที่ 2.3 เพื่อกรองน้ำที่ไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560)




ภาพ 2.3 การเติมน้ำผ่านบ่อวง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560)

ลิขสิทธิ์
Copyright

**2.3.2.3 เติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงสู่บ่อน้ำบาดาลระดับตื้น**

เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาบ้านเรือน ต่อให้ไหลลงบ่อน้ำตื้น หรือหลุมที่มีทรายหรือกรวดบรรจุอยู่ วิธีการนี้เปรียบเสมือนการนำน้ำฝนที่กักเก็บเกินพอใช้ ไปเก็บไว้ใต้ดิน เพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้ช่วงที่ขาดแคลน การเติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงสู่บ่อน้ำระดับตื้น ทำได้โดยเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 หรือ 6 นิ้ว ความลึกตามระยะชั้นน้ำที่จะเติมหรือขุดเป็นบ่อวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เมตร ความลึกประมาณ 5-10 เมตร จากนั้นก่อสร้างถังเก็บน้ำฝน (Storage Tank) หรือใช้ถังเก็บน้ำฝนเดิมที่มีอยู่ และเติมน้ำลงในบ่อเติมน้ำ ดังภาพที่ 2.4 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560)

ภาพ 2.4 เติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงสู่บ่อน้ำบาดาลระดับตื้น
ที่มา: http://202.129.59.73/tn/Water-/water1.htm

**2.3.3 การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making : MCDM)**

มีองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ การหาวิธีในการแก้ปัญหา การเสนอทางเลือก และการตัดสินใจ โดยเป้าหมายของการวิเคราะห์การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ คือการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกทั้งหมด การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสม โดยข้อมูลที่นำไปวิเคราะห์มีความสำคัญไม่เท่ากัน จึงมีการให้ค่าน้ำหนักของข้อมูลที่แตกต่างกันในแต่ละลำดับความสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**2.3.3.1 การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW)**

เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนและนิยมใช้มากที่สุดในการวิเคราะห์การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ โดยใช้แนวคิดการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรงซึ่งอยู่บนหลักการพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย และจะถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (อภิรดี สรวิสูตร, 2559)

โดยใช้สมการของ Fishburn, 1967 ในการคำนวณ

$$A= \sum X_i Y_{ij} \quad (1)$$

เมื่อ A คือ ระดับค่าคะแนนรวมแสดงศักยภาพของพื้นที่

$X_i$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนักที่ข้อมูลที่ i

$Y_{ij}$ คือ ค่าคะแนนของข้อมูล i ในลักษณะที่ j

ค่าที่คำนวณได้มาทำการซ้อนทับข้อมูลและทำการจัดเรียงลำดับจากมากไปน้อย

**2.3.3.2 เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS)**

ได้รับการพัฒนาจาก Hwang and Yoon 1981 จะให้ความสำคัญในการหาค่าใกล้เคียงค่าอุดมคติ เชิงบวก (Positive ideal solution: PIS) และค่าอุดมคติเชิงลบ (Negative ideal solution: NIS ) เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดและทางเลือกที่แย่ที่สุด เหมาะสำหรับการตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์เชิงปริมาณซึ่งสามารถประเมินผลทางเลือกออกมาเป็นตัวเลขได้ (กวินภพ ศรีวัฒนานุศาสตร์ และปนิทัศน์ สุรียธนาภาส, 2560 )

1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลของ TOPSIS เป็นตามขั้นตอนต่อไปนี้
กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละข้อมูลให้อยู่ในช่วง 0-1 โดยเมื่อรวมค่าถ่วงน้ำหนักของทุกข้อมูลแล้ว ต้องมีค่าเท่ากับ 1 ทำการปรับข้อมูลของแต่ละเกณฑ์ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันด้วยวิธีการแบบเวกเตอร์ ให้ได้เมทริกซ์ r ด้วยสมการต่อไปนี้

$$R_{ij}= \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^2}} \quad (2)$$

2) ทำการคูณค่าน้ำหนักกับค่าคะแนนของข้อมูลในแต่ละลักษณะ จากสมการ

$$V_{ij}=W_i R_{ij} \quad : \quad i=1...m,\ j=1...n \quad (3)$$

เมื่อ m คือ ลำดับทางเลือก

n คือ ลำดับหลักเกณฑ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3) หาค่าอุดมคติเชิงบวก $A^+$ (Positive ideal solution) และค่าอุดมคติเชิงลบ $A^-$ (Negative ideal solution)ในที่นี้ $A^+$คือค่าที่ดีที่สุดในแต่ละเกณฑ์และ $A^-$ คือค่าที่แย่ที่สุดในแต่ละเกณฑ์

$$A^+ = \{(\max v_{ij} \mid j \in J), (\min v_{ij} \mid j \in J'), i = 1,2,3, \dots, m\}$$

$$= \{ V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_n^+\} \quad (4)$$

$A^- = \{(\min vij \mid j \in J), (\max vij \mid j \in J'), i = 1,2,3, \dots, m\}$

$= \{ V1 -, V2 -, V3 -, \dots, Vn- \}$ (5)

โดยที่ $A^+$= ค่าที่มากที่สุดของ $V_{ij}$ ทุกตัว ($V_{1j}, V_{2j},\dots,V_{mj}$) และ $A^-$ = ค่าที่น้อยที่สุดของ $V_{ij}$ ทุกตัว

4) คำนวณค่าระยะห่างจากค่าเชิงอุดมคติของแต่ละทางเลือกจากสมการ

$$S^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_i^+)^2} \quad (6)$$

$$S^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(V_{ij} - V_i^-)^2} \quad (7)$$

เมื่อ $S^+$ คือ ระยะห่างค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก

$S^-$ คือ ระยะห่างค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก

5) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ (Closeness Coefficient: $C_i$) ของแต่ละทางเลือกจากสมการ

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (8)$$

6) จัดลำดับของทางเลือกจากค่า $C_i$ ที่คำนวณได้ โดยทั่วไปมักจะเลือกค่าที่ $C_i$ สูงที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์มีหลายวิธีการแต่ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายและเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลในจังหวัดพิจิตร โดยทำการสรุปแนวคิด ข้อดี ข้อจำกัดของวิธีการของทั้งสองวิธีการดังตารางที่ 2.2

**ตาราง 2.2** แนวคิด ข้อดี ข้อจำกัดของวิธีการ TOPSIS และ SAW

| **กระบวนการตัดสินใจ** | **แนวคิด** | **ข้อดี** | **ข้อจำกัด** |
|---|---|---|---|
| The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS | เปรียบเทียบทางเลือกที่ใช้ในการตัดสินใจจากการคำนวณระยะทางแต่ละทางเลือกโดยพิจารณาจากทางเลือกบวกและลบ | -เป็นวิธีที่ดีที่สุดในแง่ของการจัดลำดับ<br>-วิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวเลขได้ดี | -ไม่มีการกำหนดค่าน้ำหนักที่เฉพาะเจาะจง<br>-ค่าน้ำหนักที่ใช้ตัดสินใจต้องมีความสอดคล้องกัน |
| The Simple Additive Weighting : SAW | กำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจนั้น | -เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน<br>-ทางเลือกแต่ละเกณฑ์สามารถวัดค่าได้ | -หน่วยที่ใช้ตัดสินใจต้องมีหน่วยวัดที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน<br>-ไม่มีการจัดกลุ่มของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจจึงต้องมีการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญกับทุกเกณฑ์ |

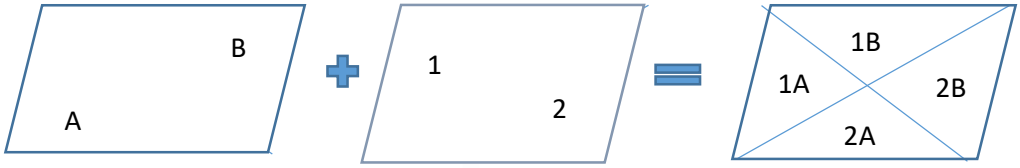
**2.3.4 การซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis)**

เป็นการรวมกันของชั้นข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป โดยการซ้อนทับข้อมูลอาจแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. การซ้อนทับเพื่อการมองเห็น (Visual overlay) เป็นการแสดงข้อมูลที่อยู่ในพื้นที่เดียวกันที่มีมากกว่า 2 ชั้นขึ้นไป เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ได้โดยง่าย

2. การซ้อนทับโดยการรวมข้อมูล (Data merging overlay) โดยหลักการการซ้อนทับชั้นด้วยการรวมกันข้อมูลนี้ จะดำเนินการต่างๆ ทั้งในส่วนของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงอธิบายดำเนินการซ้อนทับของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้วสร้างชั้นข้อมูลใหม่ขึ้นมา ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการรวมข้อมูล (กัมปนาท ปิยะธำรงชัย, 2556) ดังภาพ 2.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 2.5 หลักการในการซ้อนทับข้อมูล

**2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

จากการศึกษางานวิจัยของ Yeh Hsin-Fu และคณะ (2558) เรื่องการทำแผนที่พื้นที่ที่มีศักยภาพ ในการเติมน้ำบาดาลโดยใช้แนวทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในแม่น้ำฮัวเหลียนประเทศไต้หวัน (Mapping groundwater recharge potential zone using a GIS approach in Hualian River, Taiwan) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลและการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศจากลักษณะอุทกวิทยาทั่วไปของไต้หวัน ในแม่น้ำฮัวเหลียนมีน้ำไหลบ่าและมีตะกอนทับถม น้ำบาดาลส่วนใหญ่จึงถูกใช้เพื่อการเกษตร ในครัวเรือนและในภาคอุตสาหกรรม ในการศึกษานี้ได้มีการกำหนดน้ำหนักของปัจจัย 5 ปัจจัย ได้แก่:ลักษณะของหิน, การใช้ประโยชน์ที่ดิน, เส้นรอยเลื่อน การไหลของน้ำ และความลาดชัน การเติมน้ำบาดาลและคะแนนภายใต้ลักษณะต่างๆตามลักษณะพื้นที่ที่จะใช้วิธีการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทั้งห้าและถูกนำมารวมโดยใช้วิธีการรวมกันแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted linear combination method) มีสมการดังต่อไปนี้

$$P_r = LD_wLD_r + SG_wSG_r + DD_wDD_r + LC_wLC_r + LG_wLG_r \quad (9)$$

เมื่อ Pr คือ ศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล

$LD_wLD_r$ คือ เส้นรอยเลื่อน

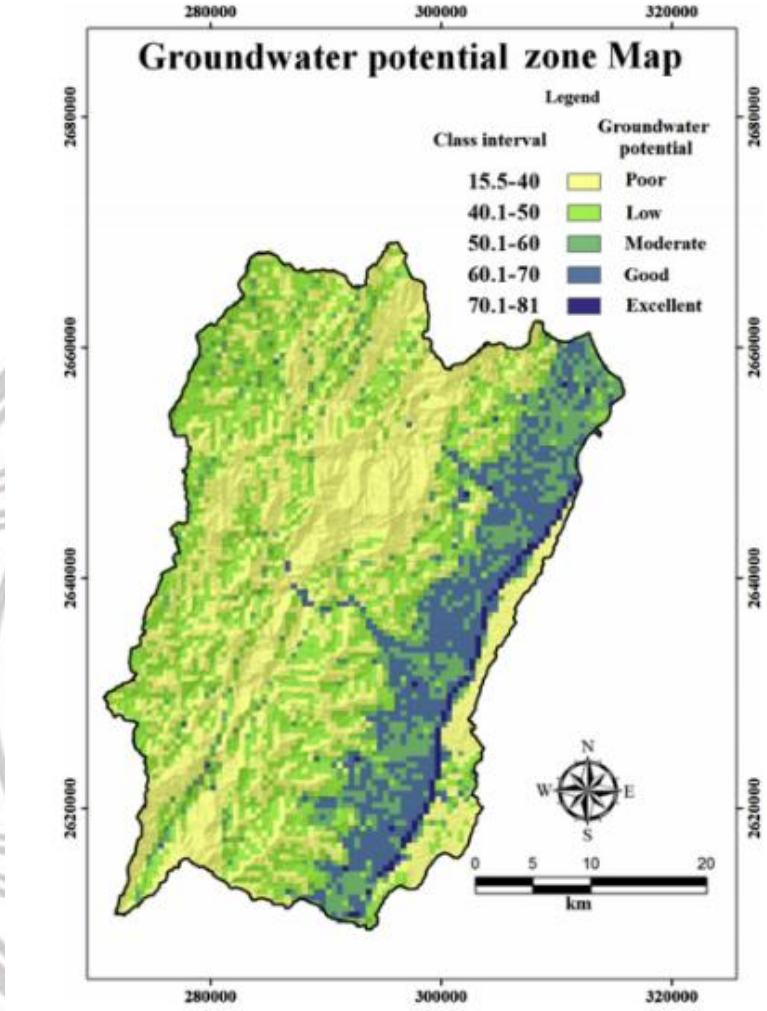
$SG_wSG_r$ คือ ความลาดชัน

$DD_wDD_r$ คือ ความหนาแน่นของทางน้ำ

$LC_wLC_r$ คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน

$LG_wLG_r$ คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 2.6 ศักยภาพการเติมน้ำบาดาลบริเวณแม่น้ำฮัวเหลียนประเทศไต้หวัน (Yeh et al. 2016)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเขตศักยภาพการเติมน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดตั้งอยู่ในหุบเขาฮัวเหลียน เนื่องจากในบริเวณนี้มีความเข้มข้นของการระบายน้ำช่วยในการเติมน้ำเข้าสู่ชั้นน้ำบาลดาลดังภาพ 2.6 แผนที่ที่ได้จากวิธีนี้สามารถใช้โดยผู้มีอำนาจตัดสินใจของรัฐบาลและผู้ตัดสินใจนโยบายด้านน้ำในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล เช่น การขุดเจาะหลุมเจาะใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการศึกษางานวิจัยของ นาถชนก อุ่นปิง (2558) เรื่อง การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติเพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำ ลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่าง จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร ในพื้นที่ดังกล่าวมีการเจาะบาดาลระดับตื้น ในชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนลุ่มน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร แต่การใช้น้ำบาดาลของเกษตรกรใช้ในปริมาณที่มากเกินไปกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงจัดทำโครงการศึกษาทดองเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระ การศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีเพื่อศึกษาการเรียงลำดับ ชั้นดิน ชั้นหินและภาพตัดขวาง ความหนา ความลึก การแผ่กระจายตัวของชั้นบาดาลและชั้นทึบน้ำ และความเหมาะสมทางอุทก

ธรณีวิทยาของแต่ละพื้นที่เป้าหมาย โดยใช้วิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ และการลงสำรวจพื้นที่ จากการทดลองพบว่าในพื้นที่มีลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาระดับตื้นของพื้นที่ศึกษาที่ประกอบด้วย ชั้นทึบน้ำและชั้นน้ำบาดาลวางตัวสลับกันตั้งแต่ 2-4 ชั้น มีความหนาและความลึกแตกต่างกันไปแต่ละพื้นที่ หากแต่การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระ จะต้องมีชั้นทึบน้ำด้านบนที่ไม่หนาเกินไป ชั้นน้ำบาดาลต้องมีความหนาสม่ำเสมอและแผ่กระจายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ บ้านงิ้วงาม หมู่ 4 ตำบลงิ้วงาม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

การศึกษาเรื่อง แบบจำลองการเติมน้ำบาดาลส่วนตะวันตกของแอ่งเชียงใหม่, ภาคเหนือของประเทศไทย (Groundwater Recharge Modelling of the Western Part of the Chiang Mai Basin, Northern Thailand)ของ วสันต์ จันทร์แสง (2556) ในการศึกษางานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลซ้อนทับระบบภูมิสารสนเทศและการสร้างแบบจำลองน้ำบาดาลเพื่อประเมินการเติมน้ำบาดาลของฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเชียงใหม่ เพื่อสร้างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เกี่ยวกับธรณีวิทยาของฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเชียงใหม่ โดยรวบรวบข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกันคือ ธรณีวิทยา อุทกวิทยา ธรณีสัณฐาน ตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลที่มีความสูงจากพื้นผิว ภูมิประเทศ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลประชากร ทางเศรษฐกิจและสังคมพารามิเตอร์ทางธรณีวิทยา ระบบการไหลของน้ำบาดาล คุณภาพน้ำใต้ดิน เป็นต้นและสร้างแบบจำลองสองมิติตามแนวเส้นทางการไหลของน้ำบาดาลพัฒนาโค้ดคอมพิวเตอร์โดยใช้ MODFLOW เวอร์ชัน 2.8.2 แล้วทำการถ่วงน้ำหนักของข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยพบว่าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการเติมน้ำบาดาลได้แก่ ธรณีวิทยา ดินและความลาดเอียง สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำบาดาลทียมตั้งอยู่บริเวณด้านตะวันตกของอำเภอแม่ริมและทางตะวันตกของอำเภอสันป่าตอง

การศึกษางานของ I.P. Senanayake และคณะ (2558) เรื่อง วิธีการในการกำหนดแหล่งพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลใน เมืองอัมบาลันโตตา ประเทศศรีลังกาโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (An approach to delineate groundwater recharge potential sites in Ambalantota, Sri Lanka using GIS techniques) เมืองอัมบาลันโตตา พบว่ามีพื้นที่แล้งปกคลุมมากกว่าสองในสามของพื้นที่ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของอัตราน้ำฝนและการระเหยของสภาพดินที่ไม่เหมือนกัน ทำให้เมืองอัมบาลันโตตา ขาดแคลนน้ำบาดาลเพื่อใช้ในครัวเรือน เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม งานวิจัยนี้ศึกษาเพื่อวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลเทียมโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยปัจจัยที่มีผลคือ ปริมาณน้ำฝน ความหนาแน่นของเส้นโครงสร้าง ความลาดชัน ความหนาแน่นของทางน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐานและชุดดิน ถูกนำมารวมโดยใช้วิธีการรวมกันแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted linear combination method) มีสมการดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$P_r = RF_wRF_r + LG_wLG_r + GG_wGG + SG_wSG_r + LDwLDr + DD_wDD_r + LC_wLC_r + SC_WSC_r \quad (10)$$

เมื่อ Pr คือ ศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล

$RF_wRF_r$ คือ ปริมาณน้ำฝน

$LG_wLG_r$ คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา

$GG_wGG_r$ คือ ธรณีสัณฐาน

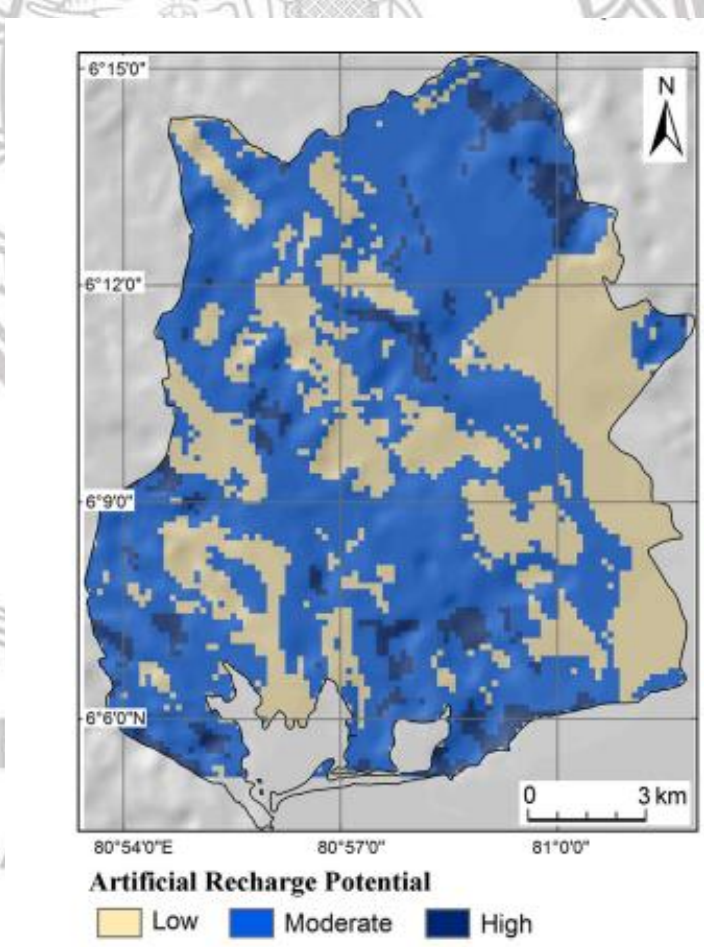
$SG_wSG_r$ คือ ความลาดชัน

$LD_wLD_r$ คือ ความหนาแน่นของเส้นโครงสร้าง

$DD_wDD_r$ คือ ความหนาแน่นของทางน้ำ

$LC_wLC_r$ คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน

$SC_WSC_r$ คือ ชุดดิน




ภาพ 2.7 ศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่เมืองอัมบาลันโตตา ประเทศศรีลังกา (Senanayake et al. 2016)

ลิขสิ
Copyrigl
sity

ผลการศึกษาพบว่าศักยภาพในการเติมน้ำบาดาล ที่อยู่ในระดับสูงถึงระดับปานกลาง มีอยู่ 49% ของพื้นที่เมืองอัมบาลันโตตา การศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับน้ำบาดาลและ สามารถใช้วิธีการนี้ได้กับพื้นที่อื่นดังภาพ 2.7

ในการศึกษาการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาจังหวัดพิจิตร ศึกษางานวิจัยของ Yeh et al. (2016) และ Senanayake et al. (2016)ที่ทำการศึกษามาแล้วมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดปัจจัยทางกายภาพทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ ลักษณะธรณีวิทยา เส้นทางน้ำ ความสูง ชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้วิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์(Multi-Criteria Decision Making : MCDM) โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) นำแต่ละปัจจัยที่ได้มาทำการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลผ่านระบบสระ เนื่องจากการเติมน้ำบาดาลผ่านระบบสระเป็นวิธีการที่เติมน้ำลงสู่ชั้นบาดาลได้ปริมาณมาก โดยบ่อเติมน้ำ 1 ไร่ สามารถ เติมน้ำลงสู่ชั้นใต้ดินได้ 2,600 ลบ.ม. (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2560) ผลที่ได้รับคาดว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบ มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเกษตรกรรมร้อยละ 87.02 ของพื้นทั้งหมด และมีแม่น้ำไหลผ่านพื้นที่ศึกษาในแนวเหนือ – ใต้ ซึ่งเป็นลักษณะพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การเติมน้ำบาดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

## 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การประเมินหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตรโดย จะศึกษาจากปัจจัยทางกายภาพทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา เส้นทางน้ำ ความลาดชัน ชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้วิธีการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making : MCDM) แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** ขั้นตอนการดำเนินงาน

| **แผนการดำเนินการ** | **ก.พ.** | **มี.ค.** | **เม.ย.** | **พ.ค.** | **มิ.ย.** | **ก.ค.** | **ส.ค.** | **ก.ย.** | **ต.ค.** | **พ.ย.** | **ธ.ค.** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) กำหนดหัวข้อวิจัย | ----------→ | | | | | | | | | | |
| 2) ศึกษางานวิจัย | ----------→ | | | | | | | | | | |
| 3) ตั้งปัญหาและกำหนดขอบเขต | ----------→ | | | | | | | | | | |
| 4) เขียนโครงร่าง | ----------→ | | | | | | | | | | |
| 5) นำเสนอโครงร่างวิจัย | ------→ | | | | | | | | | | |
| 6) รวบรวมข้อมูล | ----------→ | | | | | | | | | | |
| 7) ศึกษาและวิเคราะห์ | ----------→ | | | | | | | | | | |
| 8) รูปเล่มวิทยานิพนธ์ | ----------→ | | | | | | | | | | |
| 9) นำเสนอวิทยานิพนธ์ | ------→ | | | | | | | | | | |
| 10) ส่งวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ | -----→ | | | | | | | | | | |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**3.2 การรวบรวมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวทางในการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลตามทฤษฎี สิ่งสำคัญคือต้องทราบว่าปัจจัยที่ที่ใช้ในการวิเคราะห์มีปัจจัย การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทุติยภูมิ โดยแผนที่ธรณีวิทยาได้จากการดาวโหลดข้อมูลที่เว็บไซต์จากกรมทรัพยากรน้ำ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ได้จากการดาวโหลดข้อมูลที่เว็บไซต์สำนักงานสำรวจธรณีวิทยา (USGS) ข้อมูล ชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลที่ได้รับมาเป็นข้อมูลรูปแบบ Shapflies และ DEM ตามรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

**ตาราง 3.2** การเก็บรวบรวมข้อมูล

| ชนิดของข้อมูล | แหล่งที่มา | ปี |
|---|---|---|
| แผนที่ธรณีวิทยา | กรมทรัพยากรน้ำ | พ.ศ. 2548 |
| แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) | สำนักงานสำรวจธรณีวิทยา(USGS) | พ.ศ. 2561 |
| ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน | กรมพัฒนาที่ดิน | พ.ศ. 2553 |
| ข้อมูลชุดดิน | กรมพัฒนาที่ดิน | พ.ศ. 2554 |

**3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย**

- โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- โปรแกรม Microsoft Office

**3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล**

ในการศึกษาครั้งนี้การกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากการศึกษางานวิจัยของ Yeh et al. (2016) และ Senanayake et al. (2016) ที่ทำการศึกษามาแล้วมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา มีปัจจัยทางกายภาพทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาแน่นทางน้ำ ความลาดชัน ชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน การวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้ใช้พิกัดอ้างอิงแบบ Universal Transverse Mercator : UTM ตามแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร แล้วนำเข้าข้อมูลและสร้างฐานข้อมูลแต่ละปัจจัยด้วยระบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**3.4.1 ข้อมูลชุดดิน**

ชุดดินเป็นปัจจัยในการควบคุมการซึมผ่านของน้ำบาดาล เพราะดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันความสามารถของน้ำในการซึมผ่านชั้นดินก็แตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้รับมาเป็นรูปแบบของ Shapfiles ซึ่งข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน เดิมที่ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษามีลักษณะกลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม คือ กลุ่มชุดดินที่ 1, 4, 5, 7, 15, 16,17, 18, 21, 22, 25 และกลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอน คือ 28, 33, 36, 38 ,40, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 62 จะจัดกลุ่มข้อมูลใหม่โดยจะแบ่งตามลักษณะการระบาย

น้ำของชุดดินดังต่อไปนี้ การระบายน้ำดีถึงปานกลาง การระบายน้ำดี การระบายน้ำเลว การระบายน้ำเลวมาก และไม่มีการระบายน้ำ แล้วทำการตัดพื้นที่ที่ไม่มีการระบายน้ำจากข้อมูลชุดดิน เพื่อหาพื้นที่ที่สามารถเติมน้ำลงสู่ชั้นบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นทำการใส่ค่าคะแนนของแต่ละลักษณะการระบายน้ำของชุดดินดังตารางที่ 4.1

**3.4.2 ความหนาแน่นทางน้ำ**

ความหนาแน่นของทางน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเติมน้ำ เพราะพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของทางน้ำสูงก็จะเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำสูง ในทางตรงกันข้ามพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของทางน้ำต่ำก็จะเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำต่ำ ข้อมูลความหนาแน่นทางน้ำได้จากการแปลงไฟล์ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขให้เป็นข้อมูลเส้นทางน้ำ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในฟังก์ชันของ Hydrologic Modeling เมื่อได้เส้นทางน้ำนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความหนาแน่นทางน้ำด้วยเครื่องมือ Line Density ทำการแบ่งข้อมูลผ่านเครื่องมือ reclassify โดยจะแบ่งความหนาแน่นทางน้ำออกเป็น 7-10 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร 5-7 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร 2-5 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร และ0-2 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร จากนั้นทำการใส่ค่าคะแนน ตามตารางที่ 4.1

**3.4.3 ความลาดชัน**

ความลาดชันเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการซึมผ่านของน้ำ เนื่องจากบริเวณใดที่มีความลาดชันต่ำจะมีโอกาสในการที่น้ำจะไหลซึมลงสู่ด้านล่างสูงได้มากกว่าบริเวณที่มีความลาดชันสูงเช่น บริเวณภูเขา พื้นที่เนิน เป็นต้น ข้อมูลของความลาดชันได้มาจากข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขเปลี่ยนพิกัดให้เป็น WGS 1984 UTM Zone47N นำไปวิเคราะห์ Spatial Analyst > Slope ทำการแบ่งข้อมูลผ่านเครื่องมือ reclassify โดยจะแบ่งข้อมูลความลาดชันออกเป็น 4 ระดับ คือ 0-10 เปอร์เซ็นต์ 10-20 เปอร์เซ็นต์ 20-35 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการใส่ค่าคะแนน ตามตารางที่ 4.1

**3.4.4 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน**

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ และเป็นพื้นที่แสดงศักยภาพในการเติมน้ำ เช่น พื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่แหล่งน้ำ จะมีศักยภาพในการซึมผ่านของน้ำมากกว่าพื้นที่มีการปลูกสร้าง ข้อมูลที่ได้รับมาเป็นรูปแบบของ Shapflies ซึ่งข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดินจะแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ 5 ประเภท ดังนี้ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เบ็ดเตล็ด และพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง จากนั้นทำการใส่ค่าคะแนนตามตารางที่ 4.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

**3.4.5 ลักษณะธรณีวิทยา**

ธรณีวิทยาเป็นปัจจัยในการควบคุมการซึมผ่านของน้ำบาดาล เพราะลักษณะของหินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันความสามารถของน้ำในการซึมผ่านชั้นดินก็แตกต่างกัน เนื่องมาจากความพรุน รอยแตก การอัดแน่น และการเรียงตัวของหิน โดยในพื้นที่ศึกษามีชุดดินดังต่อไปนี้ ตะกอนธารน้ำพายุคควอเทอนารี(Qa) ตะกอนตะพักลำน้ำยุคควอเทอนารี(Qt) หินภูเขาไฟแยกประเภทไม่ได้

ยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก(PTrv) หินกรวดมนสลับกับหินดินดานยุคไทรแอสซิกถึงจูแรสซิก(TrJ) จากนั้นทำการใส่ค่าคะแนนตามตาราง 4.1

**3.5 วิเคราะห์ข้อมูลและการประมวลผล**

การศึกษาการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 5 ปัจจัย คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาแน่นทางน้ำ ความลาดชัน ข้อมูลชุดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำมาตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์โดยศึกษา 2 วิธีการ คือ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

**3.5.1 การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW)**

เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ใช้แนวคิดการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรงซึ่งอยู่บนหลักการพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย และจะถ่วงน้ำหนักและให้ค่าคะแนนที่แตกต่างกันตามความสำคัญ (อภิรดี สรวิสูตร, 2559) แล้วทำการซ้อนทับข้อมูล จะแบ่งเกณฑ์พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลออกเป็น 5 ระดับ โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$S = \sum X_i Y_{ij} \qquad (1)$$

เมื่อ S คือ ระดับค่าคะแนนรวมแสดงศักยภาพของพื้นที่

$X_i$ คือ ค่าถ่วงน้ำหนักที่ข้อมูลที่ i

$Y_{ij}$ คือ ค่าคะแนนของข้อมูล i ในลักษณะที่ j

**3.5.2 เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS)**

ได้รับการพัฒนาจาก Hwang and Yoon 1981 จะให้ความสำคัญในการหาค่าใกล้เคียงค่าอุดมคติเชิงบวก (Positive ideal solution) และค่าอุดมคติเชิงลบ (Negative ideal solution) เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดและทางเลือกที่แย่ที่สุด เหมาะสำหรับการตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์เชิงปริมาณซึ่งสามารถประเมินผลทางเลือกออกมาเป็นตัวเลขได้ (กวินภพและปนิทัศน์, 2560)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลของ TOPSIS เป็นตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) สร้างเมทริกซ์ สำหรับการตัดสินใจกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละข้อมูลให้อยู่ในช่วง 0-1 โดยเมื่อรวมค่าถ่วงน้ำหนักของทุกข้อมูลแล้ว ต้องมีค่าเท่ากับ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

Attributes ($B_j$)

| Alternative ($A_i$) | $B_1$ | $B_2$ | $\cdots$ | $B_n$ |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | $b_{11}$ | $b_{12}$ | $\cdots$ | $b_{1n}$ |
| $A_2$ | $b_{21}$ | $b_{22}$ | $\cdots$ | $b_{2n}$ |
| $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ | $\ddots$ | $\vdots$ |
| $A_m$ | $b_{m1}$ | $b_{m2}$ | $\cdots$ | $b_{mn}$ |

$$G = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{bmatrix}$$

เมื่อ A คือ ทางเลือก

B คือ ปัจจัยที่ใช้ตัดสินใจ

m คือ จำนวนทางเลือก

n คือ จำนวนปัจจัย

b คือ ข้อมูลเบื้องต้นของทางเลือกที่ i ภายใต้เกณฑ์ j (2)

2) ทำการปรับข้อมูลของแต่ละเกณฑ์ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ด้วยวิธีการแบบเวกเตอร์ ให้ได้ เมทริกซ์ r ด้วยสมการต่อไปนี้

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} X_{ij}^2}} \quad (3)$$

3) ทำการคูณค่าน้ำหนักกับค่าคะแนนของข้อมูลในแต่ละลักษณะ เพื่อให้ได้ค่า $V_{ij}$ จากสมการ

$$V_{ij} = W_i R_{ij} \quad : \quad i=1....m,\ j=1...n \quad (4)$$

เมื่อ m คือ ลำดับทางเลือก

n คือ ลำดับหลักเกณฑ์

4) หาค่าอุดมคติเชิงบวก A + (Positive ideal solution) และค่าอุดมคติเชิงลบ A– (Negative ideal solution)ในที่นี้ A +คือค่าที่ดีที่สุดในแต่ละเกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกทั้งหมดที่มีอยู่และ A– คือค่าที่แย่ที่สุดในแต่ละเกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกทั้งหมดที่มีอยู่

$$A^+ = \{(\max v_{ij} \mid j \in J), (\min v_{ij} \mid j \in J'), i = 1,2,3, \dots, m\}$$

$$= \{ V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_n^+\} \quad (5)$$

$$A^- = \{(\min v_{ij} \mid j \in J), (\max v_{ij} \mid j \in J'), i = 1,2,3, \dots, m\}$$

$$= \{ V_1^-, V_2^-, V_3^-, \dots, V_n^-\} \quad (6)$$

โดยที่ $A^+$= ค่าที่มากที่สุดของ $V_{ij}$ ทุกตัว (V1j, V2j, ...,$V_{mj}$) และ $A^-$ = ค่าที่น้อยที่สุดของ$V_{ij}$ ทุกตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5) คำนวณค่าระยะห่างจากค่าอุดมคติของแต่ละทางเลือกจากสมการ

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_i^+)^2} \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_i^-)^2} \quad (8)$$

เมื่อ S+ คือ ระยะห่างค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงบวก

S- คือ ระยะห่างค่าคะแนนเชิงตัวเลขของแต่ละหลักเกณฑ์แต่ละทางเลือกเมื่อเทียบกับคะแนนเชิงลบ

6) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ (Closeness Coefficient: $C_i$) ของแต่ละทางเลือกจากสมการ

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (9)$$

7) จัดลำดับของทางเลือกจากค่า $C_i$ ที่คำนวณได้ โดยทั่วไปมักจะเลือกค่าที่ $C_i$ สูงที่สุด

**3.6 การเปรียบเทียบวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายและวิธีการเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ**

ในการศึกษาการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา จังหวัดพิจิตร ใช้วิธีการวิเคราะห์สองวิธีการคือวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย และวิธีการเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติซึ่งอยู่ภายในกระบวนการพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ โดยการการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งสองวิธีการจะเปรียบเทียบจากพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำดาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บทที่ 4
# ผลการศึกษา

## 4.1 ผลการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์(Multi-Criteria Decision Making : MCDM) เพื่อประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิจิตร โดยประยุกต์จากแนวคิดงานวิจัยของ Yeh et al. (2016) และ Senanayake et al. (2016) มาใช้ในการจำแนกหาปัจจัยและกำหนดค่าคะแนนที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำบาดาล

### 4.1.1 ผลการจากการสร้างฐานข้อมูลของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

ผลการสร้างวิเคราะห์ที่ได้จากการสร้างฐานข้อมูลของทั้ง 5 ปัจจัยมีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

**1) ข้อมูลชุดดิน**

จากการจัดกลุ่มชุดดินที่มีข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษามีลักษณะกลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม คือ กลุ่มชุดดินที่ 1, 4, 5, 7, 15, 16,17, 18, 21, 22, 25 และกลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอน คือ 28, 33, 36, 38 ,40, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 62 จะจัดกลุ่มข้อมูลใหม่โดยจะแบ่ง 5 กลุ่มตามลักษณะการระบายน้ำของชุดดินดังต่อไปนี้ การระบายน้ำดีปานกลางมีพื้นที่ประมาณ 787.95 ตารางกิโลเมตร การระบายน้ำดีมีพื้นที่ประมาณ 117.60 ตารางกิโลเมตร การระบายน้ำเลวมีพื้นที่ประมาณ 2870.37 ตารางกิโลเมตร และการระบายน้ำเลวมากมีพื้นที่ประมาณ 291.933 ตารางกิโลเมตร พบว่าพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดีอยู่บริเวณทางด้านตะวันตกของจังหวัดและพื้นที่การระบายน้ำเลวจะกระจายตัวทั่วพื้นที่ศึกษาดังภาพ 4.1

**2) ความหนาแน่นทางน้ำ**

ในพื้นที่ศึกษาจะแบ่งประเภทของความหนาแน่นทางน้ำไว้ 4 ประเภทดังนี้ ความหนาแน่นทางน้ำ 7-10 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตรมีพื้นที่ประมาณ 12.73 ตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นทางน้ำ 5-7 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตรมีพื้นที่ประมาณ 166.76 ตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นทางน้ำ 2-5 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตรมีพื้นที่ประมาณ 1099.22 ตารางกิโลเมตร ความหนาแน่นทางน้ำ 0-2 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตรมีพื้นที่ประมาณ 2824.97 ตารางกิโลเมตร พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีค่าความหนาแน่นทางน้ำ 0-2 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตรเป็นส่วนมาก ดังภาพ 4.2

**3) ความลาดชัน**

จากการสร้างฐานแบ่งข้อมูลความลาดชันออกเป็น 4 ระดับ คือ 0-10 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ประมาณ 3964.87 ตารางกิโลเมตร 10-20 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ประมาณ 291.47 ตารางกิโลเมตร 20-35 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ประมาณ 9.135 ตารางกิโลเมตร และมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ประมาณ 0.11 ตารางกิโลเมตร พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีค่าความลาดชันอยู่ที่ 0-10 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพ 4.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

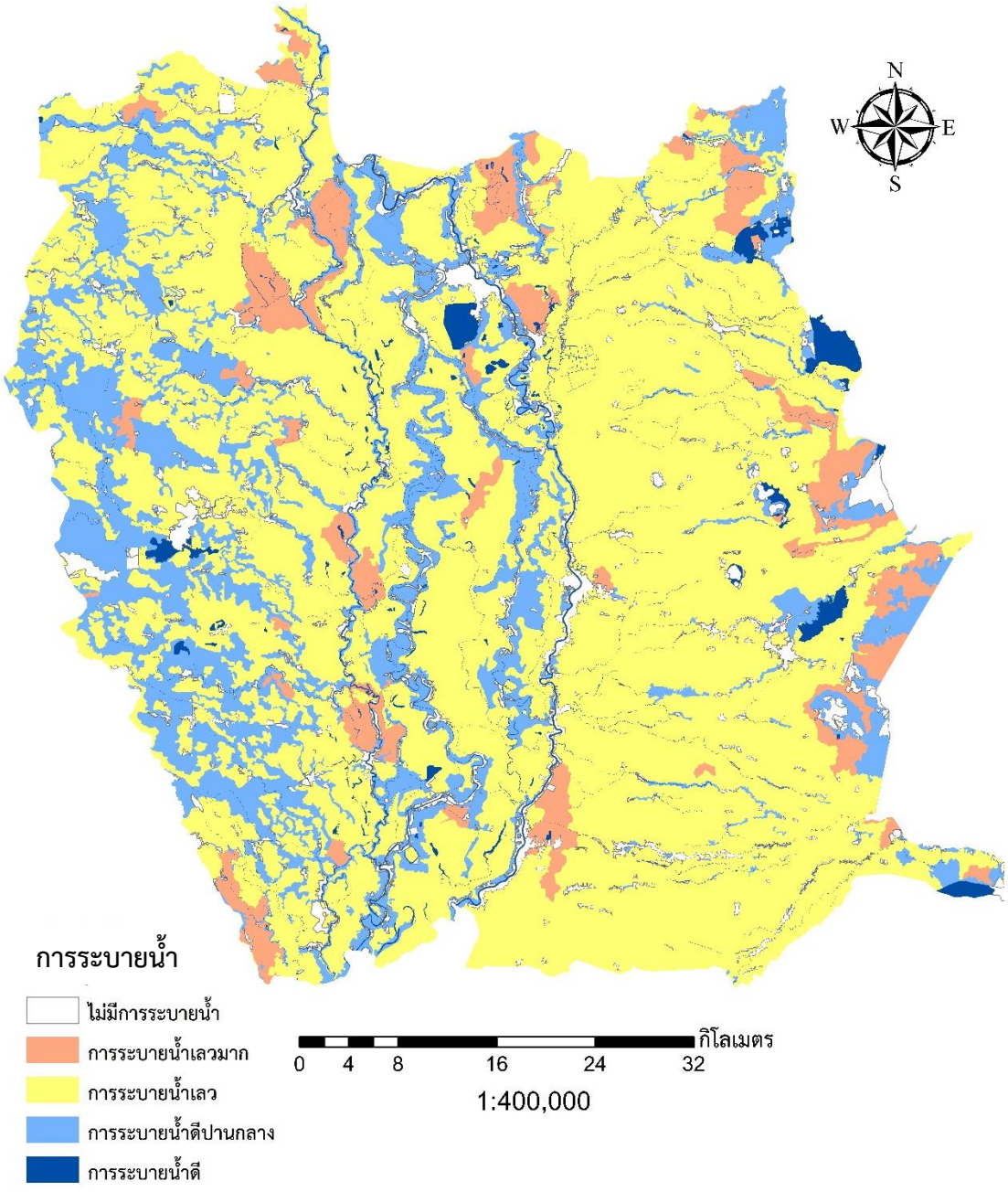
**4) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน**

จากการสร้างฐานจะแบ่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้ 5 ประเภท ดังนี้ พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่ประมาณ 97.73 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ประมาณ 3680.45 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าไม้มีพื้นที่ประมาณ 43.67 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เบ็ดเตล็ดมีพื้นที่ประมาณ 128.14 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างมีพื้นที่ประมาณ 274.29 ตารางกิโลเมตร พบว่าพื้นที่ส่วนมากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเกษตรกรรม และมีการการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างกระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ศึกษา ดังภาพ 4.4

**5) ลักษณะทางธรณีวิทยา**

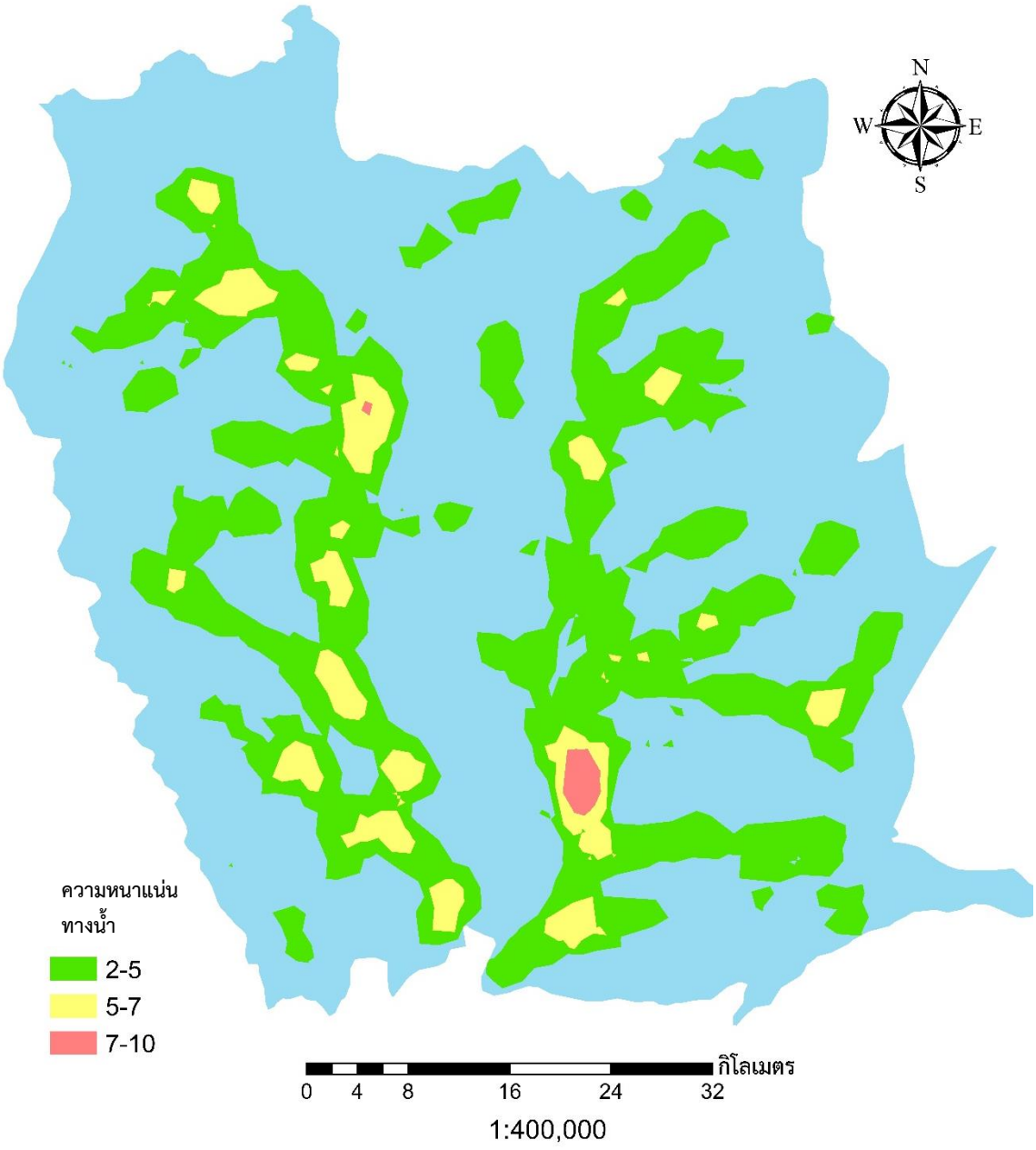
ในพื้นที่ศึกษามีลักษณะทางธรณีวิทยาดังต่อไปนี้ ตะกอนธารน้ำพายุคควอเทอนารี(Qa) มีพื้นที่ประมาณ 2840.78 ตารางกิโลเมตร ตะกอนตะพักลำน้ำยุคควอเทอนารี(Qt) มีพื้นที่ประมาณ 1359.01 ตารางกิโลเมตร หินภูเขาไฟแยกประเภทไม่ได้ยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก(PTrv) มีพื้นที่ประมาณ 13.12 ตารางกิโลเมตร หินกรวดมนสลับกับหินดินดานยุคไทรแอสซิกถึงจูแรสซิก(TrJ) มีพื้นที่ประมาณ 1.79 ตารางกิโลเมตร พบว่าพื้นที่ส่วนมากมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตะกอนธารน้ำพา และมีตะกอนตะพักลำน้ำ ดังภาพ 4.5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



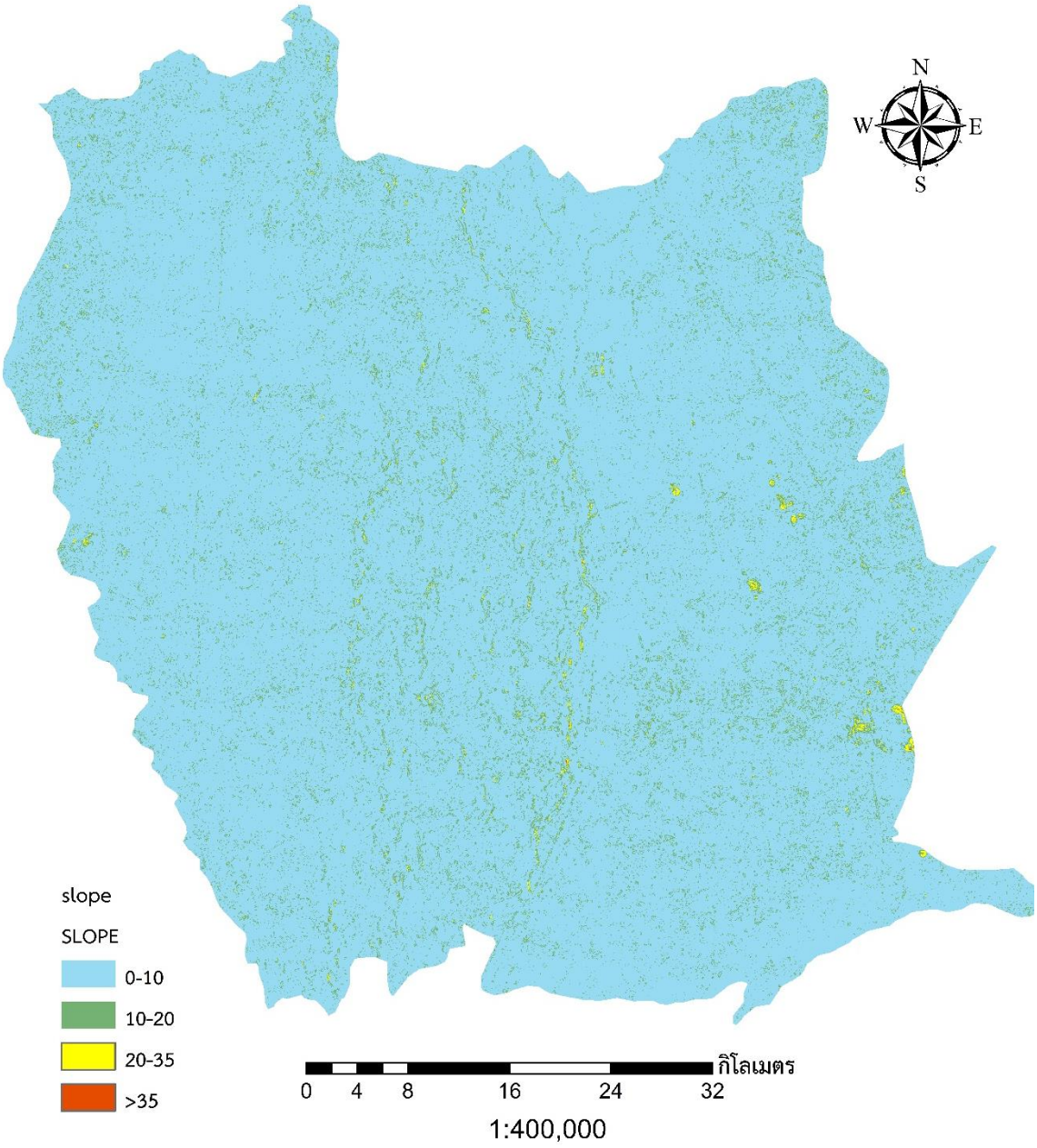

ภาพ 4.1 ข้อมูลชุดดิน

Copyright by Naresuan University
All rights reserved



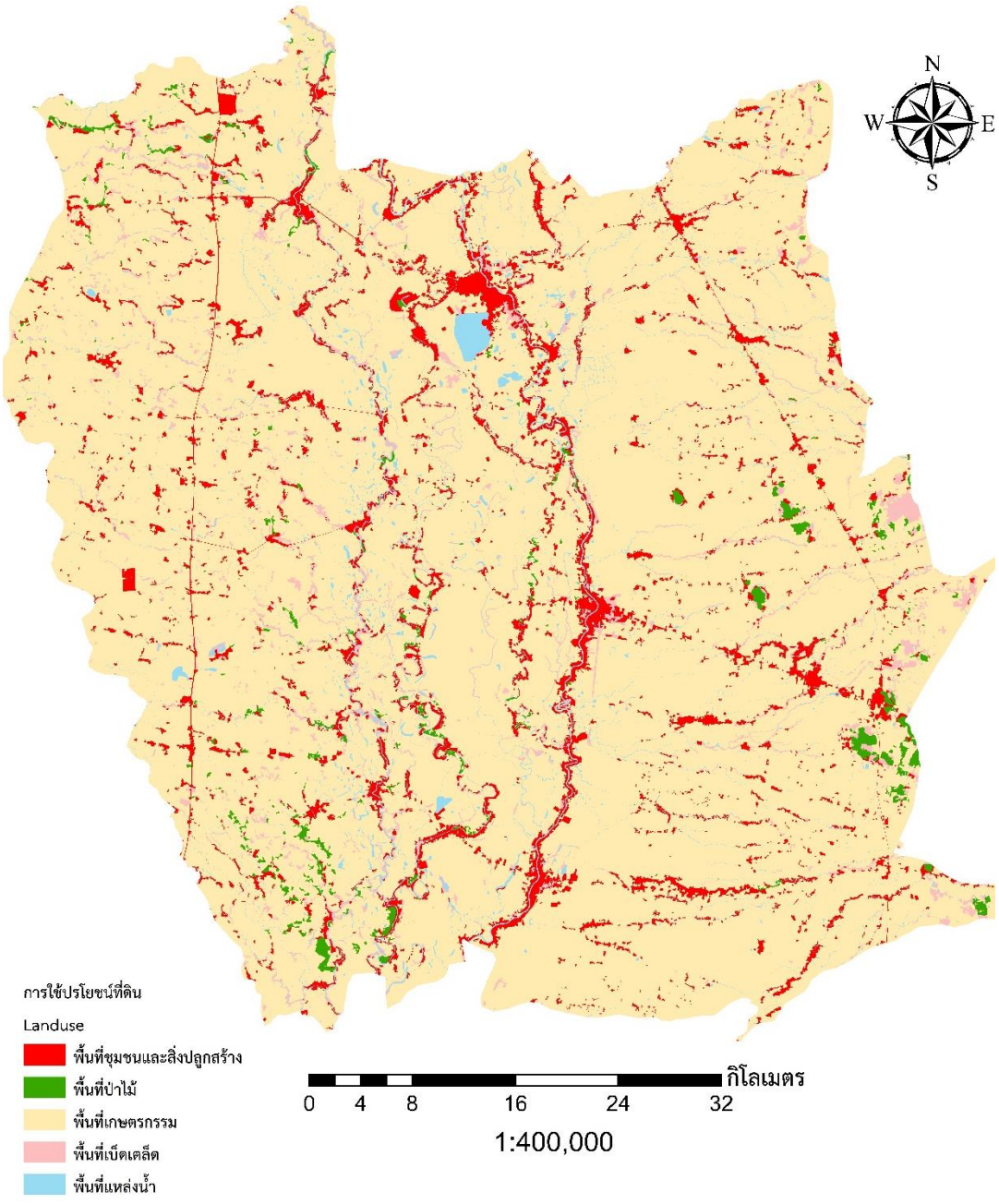

ภาพ 4.2 ความหนาแน่นทางน้ำ

Copyright by Naresuan University
All rights reserved



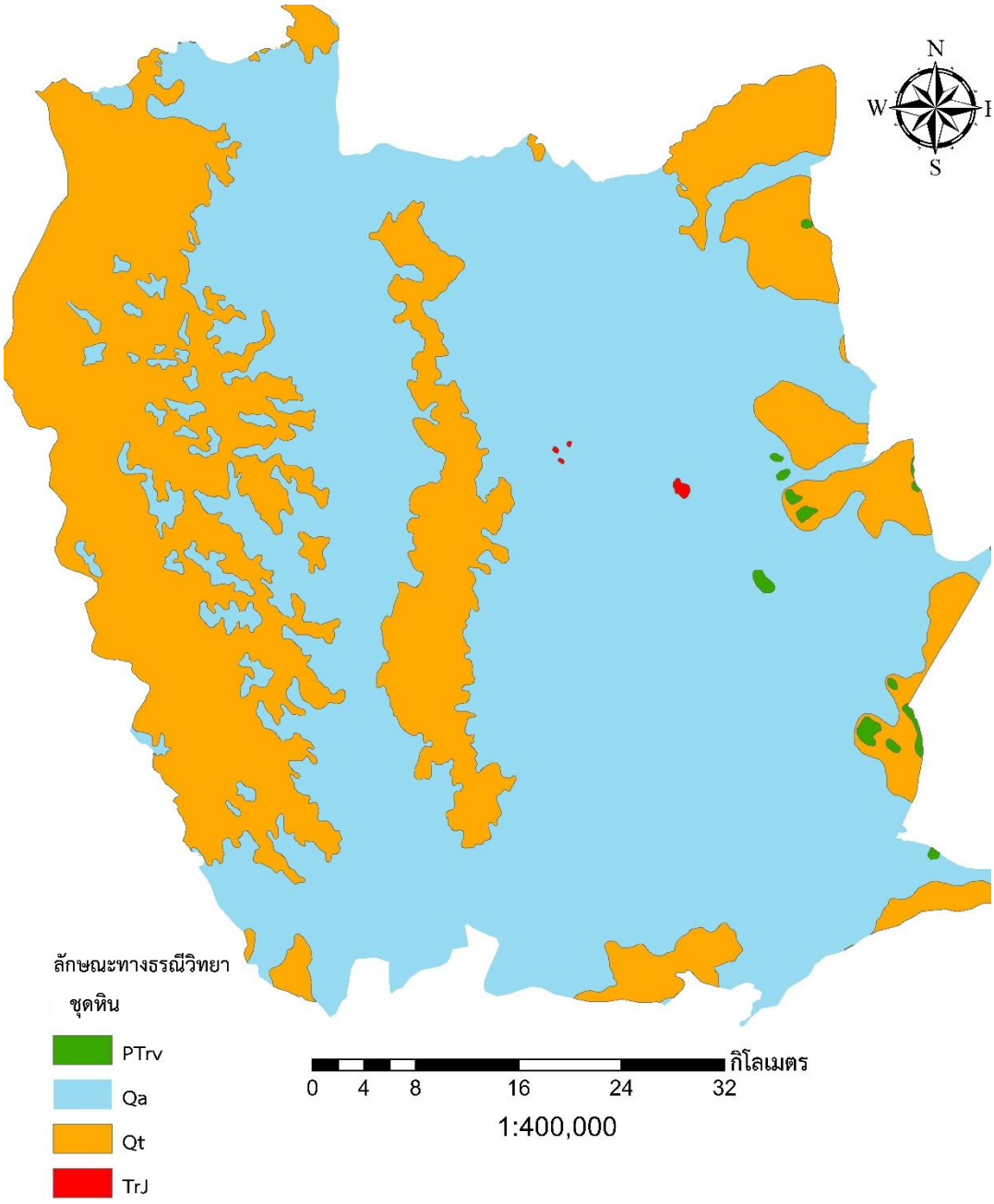

ภาพ 4.3 ความลาดชัน

Copyright by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 4.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

Copyright by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 4.5 ลักษณะทางธรณีวิทยา

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**4.2 ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจพิจารณาแบบหลายกฎเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making : MCDM)**

**4.2.1 การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW)**

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย เพื่อหาพื้นที่ที่มีเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลในจังหวัดพิจิตร มีวิธีการให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนตามตารางที่ 4.1 แล้วนำทุกปัจจัยมาทำการซ้อนทับข้อมูล (Overlay)

**ตาราง 4.1** การกำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (ประยุกต์จาก Yeh Hsin-Fu และคณะ, 2558)

| ปัจจัย | ค่าน้ำหนัก | ความสำคัญของปัจจัย | |
|---|---|---|---|
| | | รายละเอียด | ค่าคะแนน |
| ชุดดิน (Soil type) | 3.00 | การระบายน้ำดีถึงปานกลาง | 10.00 |
| | | การระบายน้ำดี | 8.00 |
| | | การระบายน้ำเลว | 5.00 |
| | | การระบายน้ำเลวมาก | 2.00 |
| ความความหนาแน่นทางน้ำ (drainage density) | 2.50 | 7-10 กิโลเมตรต่อตารากิโลเมตร | 10.00 |
| | | 5-7 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร | 8.00 |
| | | 2-5 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร | 6.50 |
| | | 0-2 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร | 5.00 |
| ความลาดชัน(%) (Slope) | 2.00 | 0-10 เปอร์เซ็นต์ | 10.00 |
| | | 10-20 เปอร์เซ็นต์ | 8.00 |
| | | 20-35 เปอร์เซ็นต์ | 6.50 |
| | | มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ | 5.00 |
| การใช้ประโยชน์ที่ดิน ( Land use) | 1.50 | พื้นที่แหล่งน้ำ | 10.00 |
| | | พื้นที่เกษตรกรรม | 8.00 |
| | | พื้นที่ป่าไม้ | 6.50 |
| | | พื้นที่เบ็ดเตล็ด | 5.00 |
| | | พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง | 3.00 |
| ธรณีวิทยา (Geological features) | 1.50 | ตะกอนธารน้ำพา ยุคควอเทอนารี(Qa) | 6.50 |
| | | ตะกอนตะพักลำน้ำ ยุคควอเทอนารี(Qt) | 5.00 |
| | | หินภูเขาไฟแยกประเภทไม่ได้ยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก(PTrv) | 2.00 |
| | | หินกรวดมนสลับกับหินดินดานยุคไทรแอสซิกถึงจูแรสซิก(TrJ) | 3.50 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากการศึกษาพบว่าในบริเวณพื้นที่ศึกษาจะพบพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด ส่วนมากจะอยู่บริเวณทางด้านตะวันตกของจังหวัดเนื่องจากคุณสมบัติลักษณะของชุดดินมีความสามารถการระบายน้ำได้ดี และพื้นที่ที่มีพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลน้อยที่สุดคือบริเวณที่มีการปลูกสร้างและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะแสดงดังภาพที่ 4.6 ซึ่งจะแบ่งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลได้ 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

1) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 245.97 ตารางกิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 6.27 ของพื้นที่ทั้งหมด

2) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำ มีพื้นที่ประมาณ 709.04 ตารางกิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 18.08 ของพื้นที่ทั้งหมด

3) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลาง มีพื้นที่ประมาณ 2024.58 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 51.63 ของพื้นที่ทั้งหมด

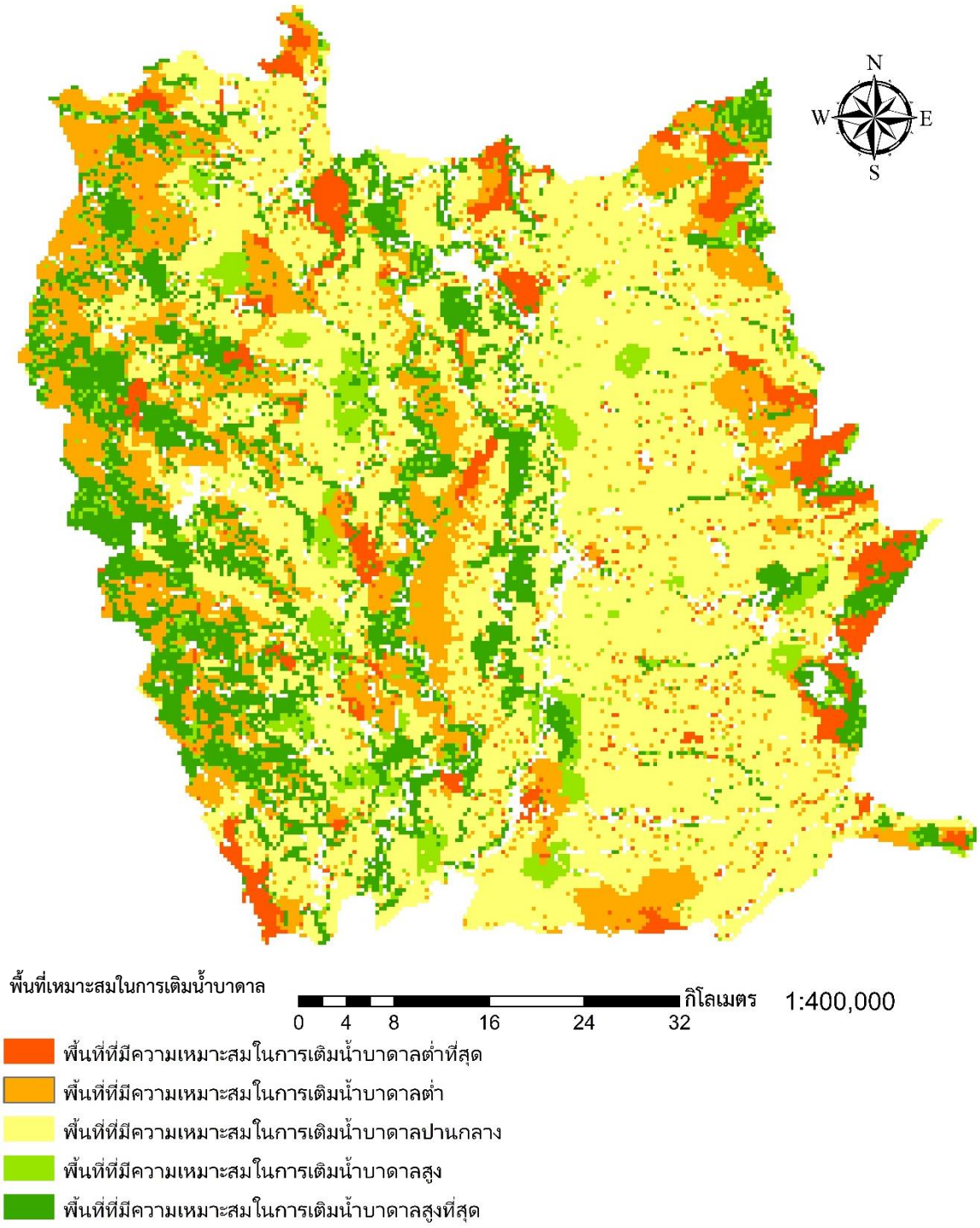
4) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูง มีพื้นที่ประมาณ 257.41 ตารางกิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 6.56 ของพื้นที่ทั้งหมด

5) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 684.55 ตารางกิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 17.46 ของพื้นที่ทั้งหมด

**ตาราง 4.2** พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยการวิเคราะห์แบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย

| ค่าระดับ | ระดับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์แบบ SAW | ผลรวมพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล | |
|---|---|---|---|
| | | ตร.กม | ร้อยละ |
| 1 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุด | 245.97 | 6.27 |
| 2 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำ | 709.04 | 18.08 |
| 3 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลาง | 2024.58 | 51.63 |
| 4 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูง | 257.41 | 6.56 |
| 5 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด | 684.55 | 17.46 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved




All rights reserved

ภาพ 4.6 พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลแบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย

**4.2.2 เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS)**

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติและการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่ที่มีเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล ในจังหวัด มีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จาการสร้างฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ มาทำการปรับค่าน้ำหนักทุกหลักเกณฑ์ให้รวมกันแล้วมีค่าเท่ากับหนึ่ง โดยค่าน้ำหนักแต่ละหลักเกณฑ์ได้มาจากการนำค่าน้ำหนักและค่าคะแนนในตารางที่ 4.1 แล้วทำการปรับค่าน้ำหนักดังตารางต่อไปนี้

**ตาราง 4.3** แสดงค่าน้ำหนักแต่ละหลักเกณฑ์ที่ทำการปรับค่าน้ำหนัก

| ปัจจัย | หลักเกณฑ์ | ค่าน้ำหนัก | ปรับค่าน้ำหนัก |
|---|---|---|---|
| ชุดดิน | การระบายน้ำดีถึงปานกลาง | 30.00 | 0.10 |
| (Soil type) | การระบายน้ำดี | 24.00 | 0.08 |
| | การระบายน้ำเลว | 15.00 | 0.05 |
| | การระบายน้ำเลวมาก | 6.00 | 0.02 |
| ความความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ | 7-10 กิโลเมตรต่อตารากิโลเมตร | 20.00 | 0.08 |
| (drainage density) | 5-7 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร | 15.00 | 0.07 |
| | 2-5 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร | 12.50 | 0.05 |
| | 0-2 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร | 20.00 | 0.04 |
| ความลาดชัน(%) | 0-10 เปอร์เซ็นต์ | 16.00 | 0.07 |
| (Slope) | 10-20 เปอร์เซ็นต์ | 13.00 | 0.05 |
| | 20-35 เปอร์เซ็นต์ | 10.00 | 0.04 |
| | มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ | 15.00 | 0.03 |
| การใช้ประโยชน์ที่ดิน | พื้นที่แหล่งน้ำ | 12.00 | 0.05 |
| ( Land use) | พื้นที่เกษตรกรรม | 9.75 | 0.04 |
| | พื้นที่ป่าไม้ | 7.50 | 0.03 |
| | พื้นที่เบ็ดเตล็ด | 4.50 | 0.02 |
| | พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง | 9.75 | 0.01 |
| ลักษณะทางธรณีวิทยา | ตะกอนธารน้ำพา (Qa) | 7.50 | 0.03 |
| (Geological | ตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt) | 3.00 | 0.02 |
| features ) | หินภูเขาไฟแยกประเภทไม่ได้(PTrv) | 5.25 | 0.01 |
| | หินกรวดมนสลับกับหินดินดาน(TrJ) | 3.00 | 0.01 |

2. ทำการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ ตามขั้นตอนการวิเคราะห์วิธีการเทคนิคเรียงตัวตามอุดมคติโดยจะทำการคำนวณทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาแน่นทางน้ำ ความลาดชัน ชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน แล้วนำค่าสัมประสิทธิ์ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ใกล้แนวคิดในอุดมคติแต่ละปัจจัยมาซ้อนทับกัน โดยการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติจะแสดงดังตารางที่ 4.3ถึง ตารางที่ 4.7 ดังต่อไปนี้

**ตาราง 4.4** การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของข้อมูลชุดดิน

| การระบายน้ำ | พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่าน้ำหนัก | การปรับค่าน้ำหนัก | การคูณค่าน้ำหนัก | อุดมคติเชิงบวก | อุดมคติเชิงลบ | ระยะห่างค่าอุดมคติเชิงบวก | ระยะห่างจากค่าอุดมคติลบ | ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| การระบายน้ำดีปานกลาง | 787.96 | 0.11 | 0.26 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 1.00 |
| การระบายน้ำดี | 117.60 | 0.09 | 0.04 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| การระบายน้ำเลว | 2870.37 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.69 |
| การระบายน้ำเลวมาก | 291.93 | 0.05 | 0.10 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.07 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**ตาราง 4.5** การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของความหนาแน่นทางน้ำ

| ความหนาแน่นทางน้ำ | พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่าน้ำหนัก | การปรับค่าน้ำหนัก | การคูณค่าน้ำหนัก | อุดมคติเชิงบวก | อุดมคติเชิงลบ | ระยะห่างค่าอุดมคติเชิงบวก | ระยะห่างจากค่าอุดมคติลบ | ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7-10 ตร.กม | 12.74 | 0.09 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 5-7 ตร.กม | 166.76 | 0.07 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.19 |
| 2-5 ตร.กม | 1099.22 | 0.05 | 0.36 | 0.02 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 1.00 |
| 0-2 ตร.กม | 2824.97 | 0.04 | 0.93 | 0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.65 |

**ตาราง 4.6** การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของความลาดชัน

| ความลาดชัน | พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่าน้ำหนัก | การปรับค่าน้ำหนัก | การคูณค่าน้ำหนัก | อุดมคติเชิงบวก | อุดมคติเชิงลบ | ระยะห่างค่าอุดมคติเชิงบวก | ระยะห่างจากค่าอุดมคติลบ | ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-10 เปอร์เซ็นต์ | 3964.87 | 0.07 | 1.00 | 0.07 | 0.07 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 1.00 |
| 10-20 เปอร์เซ็นต์ | 291.47 | 0.06 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.06 |
| 20-35 เปอร์เซ็นต์ | 9.14 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |
| มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ | 0.11 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.00 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**ตาราง 4.7** การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

| การใช้ประโยชน์ที่ดิน | พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่าน้ำหนัก | การปรับน้ำหนัก | การคูณค่าน้ำหนัก | อุดมคติเชิงบวก | อุดมคติเชิงลบ | ระยะห่างค่าอุดมคติเชิงบวก | ระยะห่างจากค่าอุดมคติลบ | ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| พื้นที่แหล่งน้ำ | 97.73 | 0.05 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.02 |
| พื้นที่เกษตรกรรม | 3680.45 | 0.04 | 1.00 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 1.00 |
| พื้นที่ป่าไม้ | 43.68 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 |
| พื้นที่เบ็ดเตล็ด | 128.15 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.01 |

**ตารางที่ 4.8** การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติลักษณะทางธรณีวิทยา

| ลักษณะทางธรณีวิทยา | พื้นที่ (ตร.กม.) | ค่าน้ำหนัก | การปรับน้ำหนัก | การคูณน้ำหนัก | อุดมคติเชิงบวก | อุดมคติเชิงลบ | ระยะห่างค่าอุดมคติเชิงบวก | ระยะห่างจากค่าอุดมคติลบ | ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qa | 2840.78 | 0.03 | 0.90 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 1.00 |
| Qt | 1359.01 | 0.03 | 0.43 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.37 |
| TrJ | 1.80 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| PTrv | 13.12 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |

การหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ TOPSIS ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าในบริเวณพื้นที่ศึกษาจะพบพื้นที่ที่มีพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด จะพบอยู่บริเวณเส้นทางน้ำ เนื่องจากพื้นที่บริเวณดังกล่าวมีการเติมน้ำอยู่ตลอดเวลา และพื้นที่ที่มีพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลน้อยที่สุดคือบริเวณที่มีการปลูกสร้างและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งจะแบ่งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล ได้ 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

1) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 580.80 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.78 ของพื้นที่ทั้งหมด

2) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำ มีพื้นที่ประมาณ 165.89 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.22 ของพื้นที่ทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

3) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลาง มีพื้นที่ประมาณ 1010.64 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 25.74ของพื้นที่ทั้งหมด

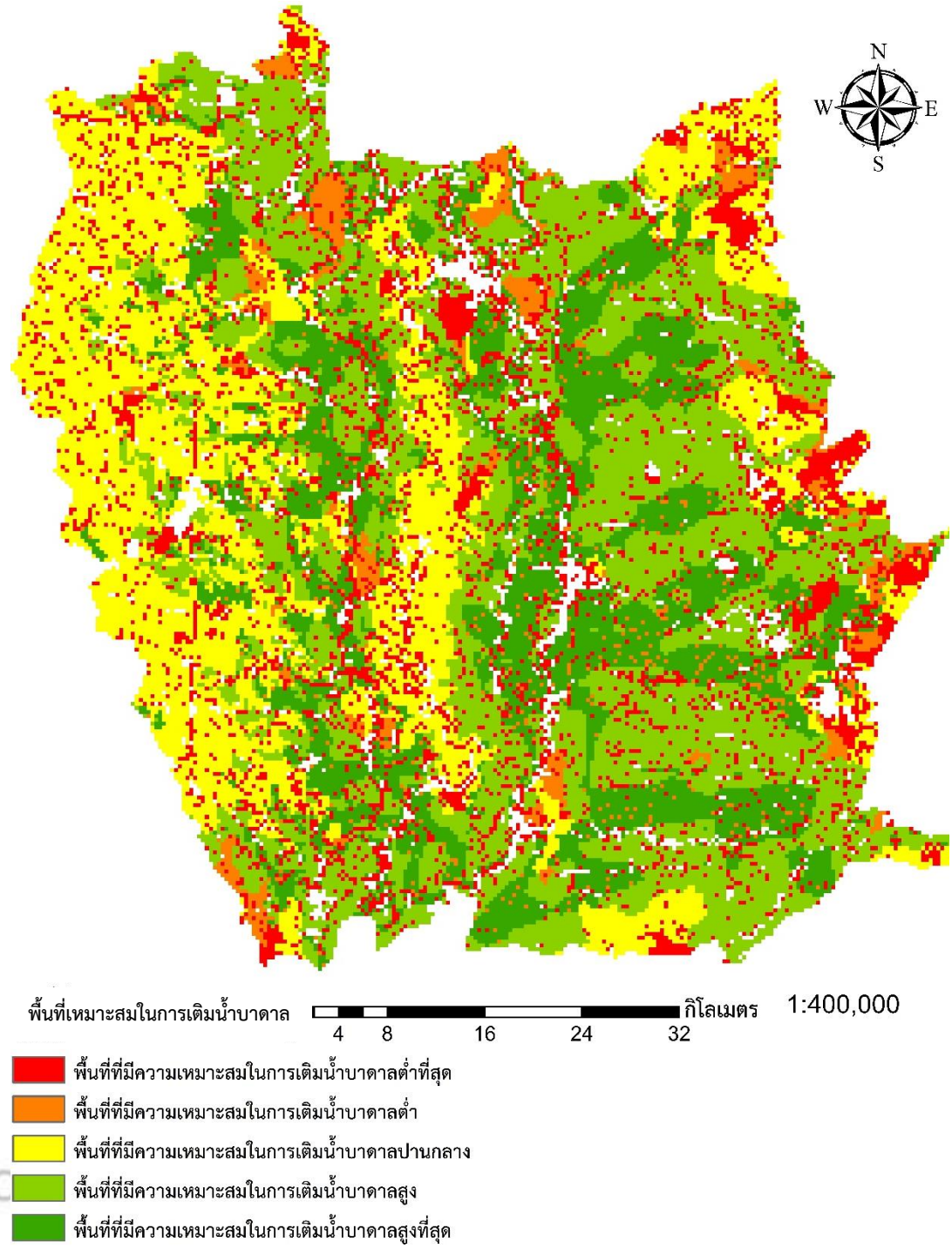
4) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงมีพื้นที่ประมาณ 1339.06 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34.10 ของพื้นที่ทั้งหมด

5) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด มีพื้นที่ประมาณ 830.61 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 21.15 ของพื้นที่ทั้งหมด

**ตาราง 4.9** พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยการวิเคราะห์แบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ

| ค่าระดับ | ระดับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์แบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ | ผลรวมพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล | |
|---|---|---|---|
| | | ตร.กม | ร้อยละ |
| 1 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุด | 580.80 | 14.79 |
| 2 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำ | 165.89 | 4.22 |
| 3 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลาง | 1010.64 | 25.74 |
| 4 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูง | 1339.06 | 34.10 |
| 5 | พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด | 830.61 | 21.15 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved




ภาพ 4.7 พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ

All rights reserved

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล พื้นที่ศึกษาจังหวัดพิจิตรมีปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด 5 ปัจจัย คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความหนาแน่นทางน้ำ ความลาดชัน ชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน มาวิเคราะห์ 2 วิธีการ คือ แบบวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) แล้วทำการตัดพื้นที่ที่ไม่สามารถระบายน้ำได้ พบว่าพื้นที่ที่มีเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด มีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 17.46 ของพื้นที่ทั้งหมด จะพบอยู่บริเวณทางด้านตะวันตกของจังหวัดเนื่องจากพื้นที่ที่มีคุณสมบัติของชุดดินที่ระบายน้ำได้ดีอยู่ใกล้บริเวณแหล่งน้ำ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 6.56 ของพื้นที่ทั้งหมดจะพบมากในบริเวณเส้นทางน้ำ พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลางมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 51.63 ของพื้นที่ทั้งหมด พบว่ามีการกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 18.08 ของพื้นที่ทั้งหมดจะพบในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุดมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 6.27 ของพื้นที่ทั้งหมด คือบริเวณพื้นที่บริเวณที่มีการปลูกสร้างและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ทำให้มีการเติมของน้ำได้น้อยกว่าพื้นที่บริเวณพื้นที่อื่นๆ และวิธีเคราะห์แบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 21.15 ของพื้นที่ทั้งหมด จะพบอยู่บริเวณความหนาแน่นทางน้ำ เนื่องจากพื้นที่บริเวณดังกล่าวมีการเติมน้ำอยู่ตลอดเวลา พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูง คิดเป็นร้อยละ 34.10 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 11.9 ของพื้นที่ทั้งหมด จะอยู่บริเวณพื้นที่ด้านตะวันตกของพื้นที่ศึกษา เนื่องจากชุดดินที่มีคุณสมบัติระบายน้ำได้ดี พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำ พบว่ามีการกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง คิดเป็นร้อยละ 4.22 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.79 ของพื้นที่ทั้งหมด คือบริเวณพื้นที่บริเวณที่มีการปลูกสร้างและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง

จากการศึกษาโดยใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) และวิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) มาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แล้วนำพื้นที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลของทั้งสองวิธีการ มาทำการเปรียบเทียบหาพื้นที่ความแตกต่าง โดยระดับพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุดของวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย มีพื้นที่ประมาณ 245.97 ตารางกิโลเมตร และวิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ มีพื้นที่ประมาณ 580.80 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุดแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติมีพื้นที่มากกว่าแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายอยู่ประมาณ 334.83ตารางกิโลเมตร
2) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำของวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย มีพื้นที่ประมาณ 709.04 ตารางกิโลเมตร และวิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ มีพื้นที่ประมาณ 165.89 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติมีพื้นที่น้อยกว่าแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายอยู่ประมาณ 543.15 ตารางกิโลเมตร
3) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลางของวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย มีพื้นที่ประมาณ 2024.58 ตารางกิโลเมตร และวิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ มีพื้นที่ประมาณ 1010.64 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลปานกลางแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายมีพื้นที่น้อยกว่าแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ อยู่ประมาณ 1013.94 ตารางกิโลเมตร
4) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงของวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย มีพื้นที่ประมาณ 257.41 ตารางกิโลเมตร และวิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ มีพื้นที่ประมาณ 1339.06 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติมีพื้นที่มากกว่าแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายอยู่ประมาณ 1081.65 ตารางกิโลเมตร
5) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุดของวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย มีพื้นที่ประมาณ 684.55 ตารางกิโลเมตร และวิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ มีพื้นที่ประมาณ 830.61 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุดแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติมีพื้นที่มากกว่าแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายอยู่ประมาณ 146.06ตารางกิโลเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**5.2 และอภิปรายผลการวิจัย**

จากการศึกษาการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา : จังหวัดพิจิตร โดยใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (The Simple Additive Weighting : SAW) และวิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (The Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution : TOPSIS) มาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน มีพื้นที่ที่มีเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุด พบอยู่บริเวณทางด้านตะวันตกของจังหวัดเนื่องจากพื้นที่ที่มีคุณสมบัติของชุดดินที่ระบายน้ำได้ดีอยู่ใกล้บริเวณแหล่งน้ำ แต่วิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ

เป็นวิธีการที่มีความละเอียดกว่าวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย เนื่องจากมีการถ่วงน้ำหนักทุกตัวแปรและการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติที่เข้าใกล้ 1 หรือเท่ากับ 1เพื่อหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลแบบการวิเคราะห์เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความน่าเชื่อถือกว่าวิธีการรวมแบบอื่นๆ และมีความละเอียดเชิงพื้นที่มากกว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลสูงที่สุดของการวิเคราะห์เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ จะพบอยู่บริเวณความหนาแน่นทางน้ำ เนื่องจากพื้นที่บริเวณดังกล่าวมีการเติมน้ำอยู่ตลอดเวลา และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุดของทั้งสองวิธีการคือบริเวณพื้นที่บริเวณที่มีการปลูกสร้างและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง โดยพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลต่ำที่สุดแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติมีพื้นที่มากกว่าแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายอยู่ประมาณ 334.83 ตารางกิโลเมตร

การประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พื้นที่ศึกษาจังหวัดพิจิตร มีผลการศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Senanayake et al. (2016) เนื่องจากมีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลระดับปานกลางถึงระดับสูงที่สุด มีความเหมาะสมมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่จังหวัดพิจิตร และลักษณะภูมิประเทศที่มีความใกล้เคียงกัน คือ มีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบ มีการไหลผ่านของแม่น้ำ และลักษณะของชุดดินที่มีการระบายน้ำได้ดี เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Yeh et al. (2016) เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีความเหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลที่สูงที่สุดโดยการวิเคราะห์วิธีแบบเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติอยู่บริเวณพื้นที่แหล่งน้ำ

**5.3 ข้อเสนอแนะ**

ในการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 การเลือกใช้ปัจจัย ควรพิจารณาถึงสภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา เพื่อกำหนดปัจจัยให้เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาลในสภาพพื้นที่ศึกษา

5.2.2 การประเมินหาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำบาดาล ยังมีปัจจัยอีกหลายปัจจัยที่มีผลต่อการเติมน้ำบาดาล เช่น ปริมาณน้ำฝน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# บรรณานุกรม


กิจการ พรหมมา. (2555). **การจัดการน้ำบาดาล**. อุทกธรณีวิทยา. (น. 237- 371) กรุงเทพ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรมพัฒนาที่ดิน (2556). **สรุปประเภทสภาพการใช้ที่ดินจังหวัดพิจิตร ปี พ.ศ.2556.** สืบค้น 25 มิถุนายน 2561 จาก http://www1.ldd.go.th/WEB_OLP/Lu_59/

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2560). **ทดลองเติมน้ำระดับตื้น.** สืบค้น 12 มีนาคม, 2561, จาก http://www2.dgr.go.th/2445.html

กรมทรัพยากรน้ำ (2548). **บริการดาวน์โหลดข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์.** สืบค้น 20 มีนาคม, 2561, จาก http://system.dwr.go.th/gisdwr/download.php?fbclid

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2557). **การเติมน้ำบาดาล.** สืบค้น 12 มีนาคม, 2561, จาก http://www.mnre.go.th

กัมปนาท ปิยะธำรงชัย. (2556**). การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วย GIS**. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. (น.147- 155)

กวินภพ ศรีวัฒนานุศาสตร์ และ ปนิทัศน์ สุรียธนาภาส. (2560). **การคัดเลือกผู้จัดส่งวัตถุดิบโดยใช้วิธีการ TOPSIS และ ROC : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมร้านอาหาร**.วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 40, 3: 385-403.

นาถชนก อุ่นปิง (2558). **การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติเพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำ ลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างจังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร**. [เอกสารที่เผยแพร่]. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

ปิตุพงศ์ ศรีขาว, ประเสริฐ หมู่มาก และจิรัฏศวิญ สีดอนช้าย. (2559). **การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล แอ่งหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา Groundwater Assessment of Haad Yai Basin.** กรมทรัพยากรธรณี

สำนักงานจังหวัดพิจิตร (2555). **ภูมิประเทศจังหวัดพิจิตร.** สืบค้น 12 ตุลาคม, 2561, จาก http://www.phichit.go.th/phichit/index.php/about/place

สำนักงานสำรวจธรณีวิทยา(USGS) (2561). **การดาวโหลดแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM).** สืบค้น 12 มีนาคม, 2561, จาก https://earthexplorer

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (2557). **ข้อมูลการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในประเทศ ไทย.** สืบค้น 15 มิถุนายน, 2561, จาก http://envocc.ddc.moph.go.th

อภิรดี สรวิสูตร (2559).**การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ : เปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS Multi-Criteria Decision Making : Comparison between SAW, AHP and TOPSIS Concept and Methods**. วารสารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 8, 2 : 180 – 192


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Senanayake. I.P, Dissanayake. D.M.D.O.K. , Mayadunna B.B. and Weerasekera W.L. (2558). **Anapproach to delineate groundwater recharge potential zone using a GIS approach recharge potential sites in Ambalantota, Sri Lanka using GIS techniques.** Geoscience Frontiers. 7: 115-124

Yeh, Hsin-Fu. , Cheng, Youg-Sin. , Lin, Hung-I. and Lee ,Cheng-Haw (2558). **Mapping groundwater recharge potential zone using a GIS approach in Hualian River, Taiwan**. Sustainable Environment Research. 26 : 33 - 43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

**ประวัติผู้จัดทำ**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

# ประวัติผู้จัดทำ


**ชื่อ – สกุล** นางสาว รุจิรัตน์ ขันเมืองปัก

**วัน เดือน ปีเกิด** 2 กุมภาพันธ์ 2539

**ที่อยู่** ที่อยู่ 91 หมู่ 8 ตำบลหนองระเวียง อำเภอเมือง
จังหวัดนครราชสีมา 30000

**ติดต่อ** โทร: 091-231-8467
อีเมล์: RujiratK58@email.nu.ac.th


**ประวัติการศึกษา**

| | |
|---|---|
| พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน | ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาภูมิศาสตร์)<br>มหาวิทยาลัยนเรศวร<br>เกรดเฉลี่ย 3.11 |
| พ.ศ. 2555 -2558 | มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเทศบาล 1 (บูรพาวิทยากร) นครราชสีมา<br>เกรดเฉลี่ย 2.65 |
| พ.ศ. 2552-2555 | มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทศบาล 1 (บูรพาวิทยากร) นครราชสีมา<br>เกรดเฉลี่ย 3.03 |

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved