บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเกษตรกรรมในประเทศไทย ยังต้องอาศัยอิทธิพลของธรรมชาติเนื่องจากในพื้นที่การเกษตรบางแห่งยังขาดแหล่งน้ำขนาดใหญ่ และระบบชลประทานของรัฐยังเข้าไปไม่ทั่วถึง ซึ่งทำให้ยังความขาดแคลนน้ำที่จะใช้ในด้านการเกษตรกรรม และอุปโภค-บริโภค ดังนั้นเกษตรกรจึงได้มีการเสาะหาแหล่งน้ำอื่น ๆ เพื่อหาน้ำขึ้นมาใช้ในการบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำซึ่งยังมีอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ

โดยที่แหล่งน้ำที่เกษตรกรให้ความสนใจเป็นส่วนมากก็คือ แหล่งน้ำใต้ดิน จึงทำให้ในปัจจุบันมีการเจาะบ่อน้ำใต้ดินกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมาใช้เป็นปริมาณมากนั้นย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพทางอุทกธรณีของแหล่งน้ำใต้ดิน

"น้ำบาดาล" หมายความว่า น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวด ทราย หรือหิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดิน เกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่จะกำหนดความลึกน้อยกว่าสิบเมตรมิได้ โดยในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรกำหนดให้น้ำบาดาลอยู่ที่ความลึกจากผิวดิน 30 เมตร (พระราชบัญญัติน้ำบาดาล, 2520)

พื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรที่ศึกษา เป็นจังหวัดหนึ่งในภาคเหนือตอนล่างและตั้งอยู่เยื้องไปทางตะวันตกของประเทศไทยตั้งอยู่ที่ ระหว่างเส้นรุ้ง (Latitude) ที่ 15 องศา 03 ลิปดา ถึง 16 องศา 31 วิลิปดาเหนือ และเส้นแวง (Longitude) ที่ 99 องศา 00 ลิปดา 42 วิลิปดา ถึง 100 องศา 04 ลิปดา 30 วิลิปดาตะวันออก โดยมีพื้นที่จังหวัดตากและสุโขทัยล้อมรอบด้านทิศตะวันตกและทิศเหนือ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดพิจิตรล้อมรอบด้านทิศตะวันออก และจังหวัดนครสวรรค์ล้อมรอบด้านทิศใต้ มีพื้นที่ทั้งหมด 8,623 ตารางกิโลเมตร

ปัจจุบันในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรมีการขุดเจาะน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้กันเป็นปริมาณมาก เนื่องจากพื้นที่ในจังหวัดนี้มีสภาพทางอุทกธรณีของน้ำใต้ดินที่เหมาะสม เพราะแอ่งน้ำใต้ดินเป็นแอ่ง

น้ำขนาดใหญ่ มีชนิด ขนาด และการเรียงตัวของชั้นใต้ดินที่เหมาะสม มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูงจึงให้ปริมาณน้ำได้มาก แต่เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการสูบน้ำขึ้นมาใช้กันเป็นจำนวนมาก ทั้งในทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม รวมทั้งใช้ในการอุปโภค บริโภค จึงเริ่มก่อให้เกิดปัญหาทางด้านระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างรวดเร็ว

ดังนั้นกรมโยธาธิการ จึงได้ริเริ่มโครงการต่าง ๆ ในรูปของการอนุรักษ์ และฟื้นฟูน้ำใต้ดินในจังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งในปี 2538-2539 ได้ทำการศึกษาข้อมูลในหลาย ๆ ด้าน เช่น การศึกษาลักษณะของน้ำใต้ดินในจังหวัดกำแพงเพชร การรวบรวมประวัติและแผนที่ ของบ่อบาดาลต่างๆ ศึกษาการสูบทดสอบ และศึกษาความเป็นไปได้ของการเติมน้ำใต้ดิน เพื่อยกระดับน้ำใต้ดินให้สูงขึ้น เป็นต้น

ในการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ เพื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ถึงสถานะภาพของน้ำใต้ดินในพื้นที่ จังหวัดกำแพงเพชร เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการที่เหมาะสม และเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาการลดลงของระดับน้ำใต้ดินต่อไป

1.2 <u>วัตถุประสงค์</u>

1.2.1 เพื่อศึกษาสภาพทางอุทกธรณี ของแอ่งน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร

1.2.2 ศึกษาข้อมูลอุตุ อุทก และการใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร

1.2.3 ศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.2.4 หาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เหมาะสม

1.2.5 จำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ จังหวัดกำแพงเพชร

1.2.6 เสนอแนะแนวทางการจัดการน้ำใต้ดิน ของพื้นที่ศึกษา

1.3 ขอบข่ายการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา แอ่งน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร (รูปที่ 1-1) โดยทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินในชั้นที่ 1 และ 2 เนื่องจากมีการสูบน้ำใต้ดินเป็นปริมาณมากจากแอ่งน้ำใต้ดินดังกล่าว

1.3.2 ข้อมูลที่นำมาใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้จากข้อมูลของโครงการอนุรักษ์และฟื้นฟูน้ำใต้ดินจังหวัดกำแพงเพชร (กรมโยธาธิการ, 2538, 2539) ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลในสนามและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังตารางที่ 1-1 เช่น กรมชลประทาน กรมโยธาธิการ เป็นต้น

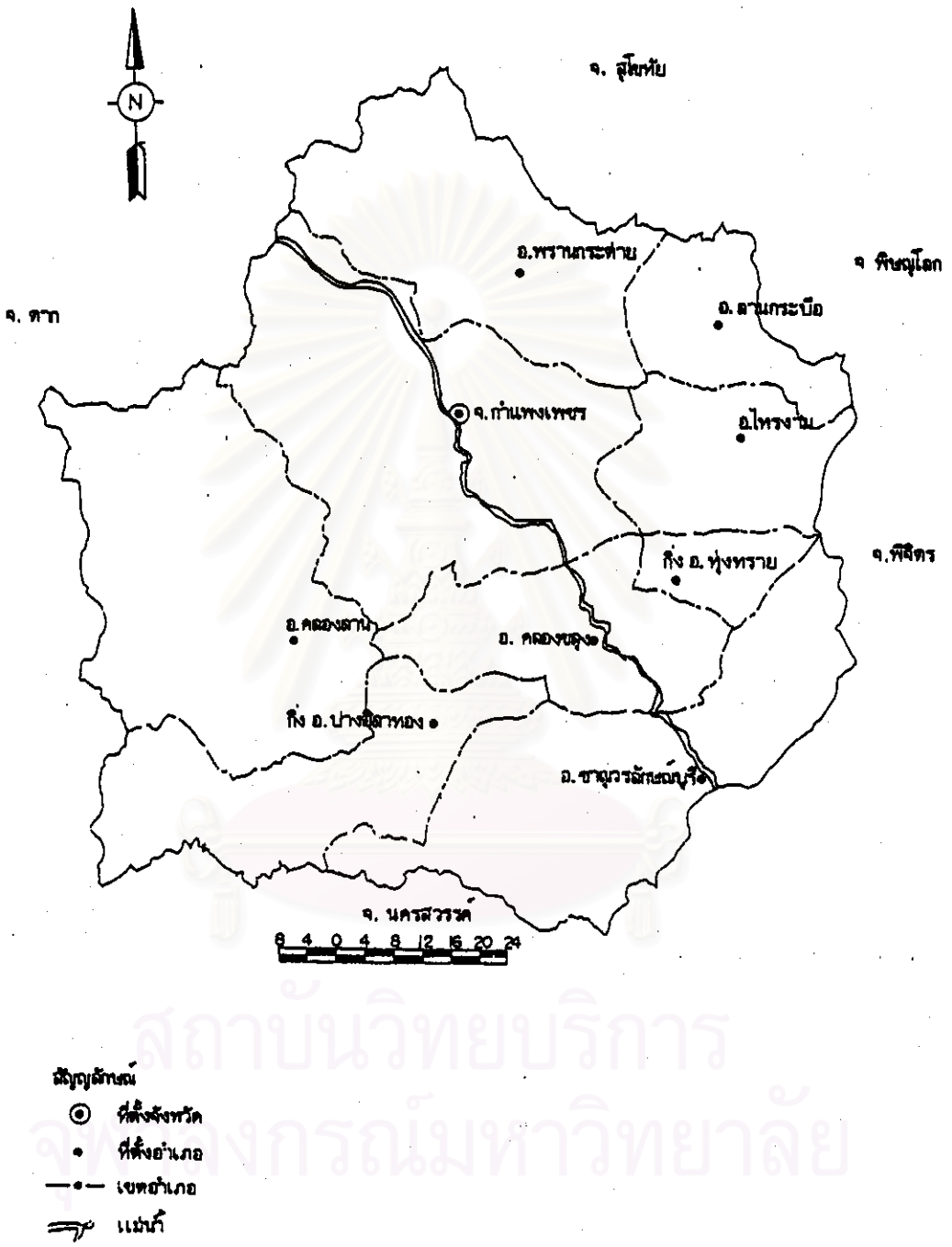
ตารางที่ 1-1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและแหล่งข้อมูล

ชนิดของข้อมูล	ที่มา	ปี
ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน	กรมโยธาธิการ	2538-2541
ข้อมูลชั้นดิน (Bore log)	กรมโยธาธิการ	2538
การสูบทดสอบ(pumping test)	กรมโยธาธิการ	2538-2540
ข้อมูลตำแหน่งต่างๆของบ่อสังเกตการณ์	กรมโยธาธิการ	2538-2540
ข้อมูลน้ำฝน จ.กำแพงเพชร	กรมอุตุนิยมวิทยา	2510-2540
ข้อมูลอัตราการระเหย จ.กำแพงเพชร	กรมอุตุนิยมวิทยา	2510-2540
ข้อมูลระดับน้ำของแม่น้ำปิง	กรมชลประทาน	2510-2540
ข้อมูลรูปหน้าตัดของแม่น้ำปิง	กรมชลประทาน	2538
แผนที่อุทกธรณีวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร	กรมทรัพยากรธรณี	2530

1.3.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาคือ GMS (Groundwater modeling system) และแบบจำลอง MODFLOW ในแบบจำลองใช้หลักทฤษฎีทางด้าน Finite Difference

1.3.4 ข้อมูลหลักที่ใช้ในแบบจำลอง

1. ลักษณะของอุทกธรณี ซึ่งมากำหนด จำนวนแถว จำนวนหลัก จำนวนชั้น ของ ดิน อุ้มน้ำ และช่วงระยะเวลาคำนวณ



รูปที่ 1-1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ชนิดของการจำลอง สภาพการไหลแบบคงที่ และไม่คงที่ (Steady & Transient Flow)
3. จำนวนของบ่อบาดาล ค่าพิกัดของบ่อบาดาล ปริมาณการสูบน้ำ
4. พื้นที่รับน้ำ อัตราการเติมน้ำโดยธรรมชาติ (Natural recharge)
5. ค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น Transmissivity Storage Coefficient

1.3.5 การเก็บข้อมูลเพิ่มเติมทางภาคสนาม เก็บข้อมูล และติดตามข้อมูลที่ใช้กับแบบจำลอง เช่น ระดับน้ำของบ่อสำรวจ ระดับน้ำในแม่น้ำ การเก็บข้อมูลของบ่อสังเกตการณ์ในส่วนที่ยังไม่มีข้อมูล สำรวจปริมาณการใช้น้ำของพื้นที่ที่ศึกษา เป็นต้น

1.3.6 ระยะเวลาการเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดินในภาคสนาม โดยเก็บข้อมูลประมาณทุกๆ 1 เดือน (ส.ค. 2539 - ก.พ. 2541)

1.3.7 แนวทางการจัดการน้ำใต้ดินที่พิจารณาจะดูจากการลดปริมาณการสูบน้ำให้ระดับน้ำใต้ดินสามารถฟื้นตัวได้เท่ากับระดับน้ำในปี 2540

1.4 การศึกษาที่ผ่านมา

1.4.1 การศึกษาในต่างประเทศ

Meyboom (1963) วิเคราะห์การไหลของน้ำใต้ดินภายในแอ่งน้ำ สามารถทำได้โดยอาศัยการใช้เทคนิคทางภาคสนาม เช่น การศึกษาทางธรณีวิทยา การพิจารณาถึงค่าระดับน้ำใต้ดิน (Piezometric head) และการใช้ geobotanical mapping

Freeze (1966) ใช้เทคนิคการสร้างแบบจำลอง หรือการใช้วิธี Mass Balance วิธีหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการใช้แบบจำลอง เรียกว่า Mathematical Model ซึ่งสามารถใช้แก้ปัญหาโดยในการคำนวนจากค่าที่วัดได้ในบริเวณที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้หารูปแบบการไหลของน้ำใต้ดิน

1.4.1.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models)

สมการการไหลน้ำใต้ดิน ถูกสร้างขึ้นโดยการรวมสมการของ Darcy's และสมการไหลต่อเนื่อง ผลของ partial differential equation สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของการไหล

ของน้ำภายในชั้นดินอุ้มน้ำ (aquifer) ในช่วงที่ผ่านมาได้มีการทดลองใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาของน้ำใต้ดิน และปัจจุบัน วิธีนี้ได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือที่สะดวกสำหรับการแก้ปัญหาในการศึกษาถึงอัตราการไหลของน้ำใต้ดิน

1.4.1.1.1 วิธีเชิงวิเคราะห์ (Analytical Methods)

Dee Glee (1930) และ Polubarinova-Koehina (1962) ได้อธิบายโดยใช้การวิเคราะห์พฤติกรรมของชั้น Single Aquifer ในสภาวะคงที่ (steady state) โดยสรุปว่าการซึมผ่านของน้ำเป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของระดับน้ำใต้ดิน (Hydraulic head) ที่ทอดผ่านชั้นดินทึบน้ำ (Aquitard) บริเวณใกล้เคียง

Huntush & Jacob (1955) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์หาคำตอบ ในสภาวะไม่คงที่ (unsteady) โดยสรุปว่าการซึมผ่านของน้ำ เป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของระดับน้ำใต้ดินที่ทอดผ่านชั้นดินทึบน้ำ บริเวณใกล้เคียง

Huntush (1967) ได้มีการพัฒนาการวิเคราะห์ การแก้ปัญหา สำหรับการลดตัวของระดับน้ำใต้ดินของชั้นดินอุ้มน้ำ 2 ชั้น ที่ถูกกั้นโดยส่วนของชั้นดินทึบน้ำ ที่มีความยาวต่อเนื่องไม่สิ้นสุดที่มีการพิจารณาถึงการไหลของน้ำผ่านชั้นดินทึบน้ำในแนวตั้ง

Chen et al (1986) ได้พัฒนาการแก้ปัญหา สำหรับกรณีของการไหลของน้ำในชั้นดินอุ้มน้ำทั้งสองชั้นที่มีชั้นของดินทึบน้ำกั้นอยู่ โดยไม่คำนึงถึงข้อจำกัดในการไหลในทิศตั้งฉากในชั้นดินทึบน้ำ

สำหรับการซึมผ่านของน้ำในชั้นดินอุ้มน้ำหลายๆ ชั้น ส่วนใหญ่ในการวิเคราะห์สรุปให้เป็นการไหลแบบสามมิติ เช่น การไหลในชั้นดินอุ้มน้ำ เป็นการไหลแนวนอนและการไหลในชั้นดินทึบน้ำ เป็นการไหลในแนวตั้งโดยไม่คำนึงถึงการอุ้มน้ำในชั้นดินทึบน้ำ ภายใต้ข้อสรุปข้างต้นในการแก้ปัญหาของการลดตัวของน้ำใต้ดินที่เกิดจากการสูบน้ำในอัตราคงที่

Mass (1986) กับการสมมุติตัวอย่างที่เหมือนจริง ได้แสดงถึงการรวบรวมข้อมูลในภาคสนามของการไหลของน้ำใต้ดินในชั้นดินอุ้มน้ำหลายๆ ชั้น ในรูปแบบของ metric differential equation ซึ่งถูกแก้ปัญหาโดยอาศัย metric function ในเวลาต่อมา โดยเทคนิคนี้เขาได้เสนอวิธีแก้ปัญหาของการไหลในสภาพไม่คงที่ตรงตำแหน่งที่ตั้งของบ่อ ณ จุดกึ่งกลางของชั้น ดินอุ้มน้ำหลายๆ ชั้นที่มีลักษณะเป็นชั้นๆ ล้อมรอบ โดยการแก้สมการนี้เป็นแบบการวิเคราะห์เชิงตัวเลข

Hemker และ Mass (1987) ได้พัฒนาการแก้ปัญหา ที่แน่ชัดสำหรับการคำนวณการหาค่าระยะน้ำใต้ดินลดตัว ที่เกิดขึ้นในชั้นของดินอุ้มน้ำหลายๆ ชั้น เนื่องจากการสูบด้วยอัตราต่อเนื่อง และพิจารณาถึงการอุ้มน้ำในชั้นของดินทึบน้ำ ในขั้นสุดท้ายของวิธีแก้ปัญหาต้องการการประมาณค่าของ numerical inversion ของ" Laplace transformation"

โดยทั่วไป ข้อสรุปที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาในการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะมีข้อจำกัด เช่น วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ต้องการ ตัวกลางที่เป็นแบบเนื้อเดียวกัน ในการที่จะจัดการให้รูปแบบของสมการใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น จึงจำเป็นต้องใช้การแก้ปัญหาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิคเชิงตัวเลข

1.4.1.1.2 วิธีเชิงตัวเลข (Numerical Methods)

Stallman (1956) เป็นคนแรกที่ใช้วิธีเชิงตัวเลข ในการแก้ปัญหาทางด้านน้ำใต้ดินโดยเป็นผู้ให้หลักการในการหาอัตราการซึมในชั้นดินอุ้มน้ำ จากการวิเคราะห์เชิงจำนวนโดยค่าระดับน้ำใต้ดิน

Freeze & Witherspoon (1966) ได้แสดงถึงกฎทางฟิสิกส์ ซึ่งใช้อธิบายการไหลของน้ำใต้ดินในสภาวะคงที่ในทางคณิตศาสตร์ ได้เปรียบเทียบผลของการใช้วิธี numerical และผลของการใช้ analytical และพบว่า numerical method เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกและเหมาะสมในการเก็บข้อมูลโดยใช้ คอมพิวเตอร์

Pinder & Bredehoeft (1968) ได้พัฒนารูปแบบ finite difference numerical model เพื่อที่จะจำลองการไหลของน้ำในแอ่งน้ำใต้ดินที่เป็นชั้นดินอุ้มน้ำแบบมีแรงดัน

เมื่อมีการเจาะบ่อสูบ ภายหลังวิธีนี้ได้มีการเปลี่ยนแปลงรูปเป็นการใช้ แบบจำลอง Quasi 3 มิติ สำหรับชั้นดินอุ้มน้ำหลายๆ ชั้น โดยการรวมเทอมของการซึมของน้ำในแนวตั้ง เชื่อมเข้ากับกลุ่มชั้นดินอุ้มน้ำ ในแนวนอน วิธีใช้ Quasi 3 มิตินี้จะใช้การจำลองตัวเลขของการไหล 2 มิติ ในแนวนอนในชั้นดินอุ้มน้ำ ควบกับการซึมผ่านของน้ำจากชั้นของดินทึบน้ำ ที่ถูกให้โดยการคำนวณค่าการไหลขึ้นกับวิธีเชิงวิเคราะห์ที่ดัดแปลง โดย Harshaw & Bredehoeft (1968) การคำนวณค่าการไหลนี้ สรุปได้ว่าการซึมผ่านของน้ำมีสาเหตุมาจากการระบายของน้ำในชั้นของดินทึบน้ำเกิดจากการไหลของน้ำผ่านชั้นดินทึบน้ำ แบบจำลองนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายและสามารถใช้ได้กับ ขอบเขตในลักษณะที่ต่างๆ กัน และแบบแผนของการสูบน้ำที่ไม่คงที่ตายตัว การใช้งานของแบบจำลองนี้ใกล้เคียงกันกับการใช้ แบบจำลอง 3 มิติ ทั้งหมด ถ้าค่าความแตกต่างของ Hydraulic Conductivity ใช้ชั้นดินทึบน้ำและ ดินอุ้มน้ำมากกว่า 100 ม./วัน (Neuman & Witherspoon , 1969)

Chorely (1978) ได้พัฒนาแบบจำลอง ของ Finite element multi-aquifer เพื่อที่จะสามารถใช้กับชั้นดินอุ้มน้ำที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (heterogeneous system) ที่มีรูปร่างของบ่อที่ไม่แน่นอนและมีการระบายของน้ำ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาจะทำแบบซ้ำๆ โดยเป็นการแก้ปัญหา ในชั้นดินอุ้มน้ำ และชั้นดินทึบน้ำสลับไปสลับมา อัตราการรวมกันในรูปนี้จะถูกเพิ่มโดยจำนวนชั้นของดินอุ้มน้ำ และดินทึบน้ำ โดยครึ่งหนึ่งของเวลาที่ใช้จะเท่ากับรูปแบบที่ถูกใช้โดย Neuman (1973)

Chu & Willis (1984) ได้พัฒนา numerical model สำหรับชั้นของดินอุ้มน้ำชนิดไม่มีแรงดันที่ใช้กับการวัด ณ จุดกึ่งกลางของพื้นที่ ที่เวลาต่างๆ กัน โดยใช้ทฤษฎีทางด้าน Finite difference

Khan (1986) ได้พัฒนาแบบจำลอง ที่จะใช้แก้ปัญหาในทางตรงกันข้ามของน้ำใต้ดิน นั่นคือเมื่อใช้การแจกแจงค่าของ Hydraulic parameters ที่ทราบค่าของ piezometric head โดยขึ้นกับพื้นที่และเวลา แบบจำลองนี้ได้จากดัดแปลงใช้กับ ชั้นดินอุ้มน้ำจริงๆ ในรัฐ Ohio, USA

Giuseppe et al (1986) ได้พัฒนา linear quasi three dimension finite element model ใช้วิธี integro-differential และปรับปรุง ให้ใช้กับชั้นหินกรวด สำหรับชั้นดิน

อุ้มน้ำหลายๆ ชั้นที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (complex heterogeneous multi-aquifer system) การซึมผ่านของน้ำข้ามชั้นของดินทึบน้ำได้ถูกพิจารณา โดยใช้วิธีการรวมปริมาตรน้ำแบบคงเดิมที่ดัดแปลงมาใช้โดย Herrera (1970)

On & Cheng (1989) ได้มีการพัฒนาโดยใช้ ลอการิทึม มาใช้คำนวณหาการไหลของน้ำใต้ดิน ในระบบชั้นดินอุ้มน้ำหลายๆ ชั้นที่พิจารณาถึงการอุ้มน้ำในชั้น ดินทึบน้ำด้วย โดยแกนของเวลาจะมีการลดลงตลอดเวลาใน Laplace transformation จนถึง Original Herrera's formulation Solution ต้องการค่าประมาณสำหรับ inversion of Laplace transformation

1.4.1.1.3 แบบจำลอง 3 มิติ (Three Dimension Models)

รูปแบบโครงสร้างการไหลของน้ำใต้ดินในลักษณะต่าง ๆ กันที่มีความซับซ้อนได้ถูกกำหนดขึ้น จากปี ค.ศ. 1970 ความสนใจได้มุ่งไปที่การศึกษาระบบของแบบจำลอง 3 มิติ

Freeze (1971) ผู้ซึ่งใช้วิธี finite difference ในการที่จะตรวจสอบธรรมชาติของตัวที่ทำให้เกิดการไหลในแอ่งน้ำขนาดเล็กที่สมมุติขึ้น Freeze ได้กำหนดจุดเหนือสุดของขอบเขตที่ใช้นำมาคิดที่บริเวณผิวหน้าดิน และสร้างสูตรที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาสำหรับทั้งการไหลแบบ อิ่มตัวและไม่อิ่มตัว

Prickett และ Lonnquist (1971) ได้ทำงานโดยใช้เทคนิคทางด้านดิจิตอลคอมพิวเตอร์ สำหรับการประเมินแหล่งน้ำใต้ดิน ขนาดใหญ่ ทั้งคู่ได้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจำลองในสภาพการไหลไม่คงที่ 1 มิติ, 2 มิติ และ 3 มิติ ของชั้นดินอุ้มน้ำ ที่มีความแตกต่างของระดับน้ำใต้ดินและปราศจากการรั่วของชั้นดินอุ้มน้ำ โดยที่โปรแกรมได้รวมเทคนิคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเวลาซึ่งแปรผันกับการสูบน้ำจากบ่อ และอัตราการเติมน้ำต่าง ๆ

Narasmnhan & Witherspoon (1976) ได้พัฒนาแบบจำลองทั่วไปสำหรับทั้งการไหลแบบไม่อิ่มตัวของการไหล 2 มิติ และ 3 มิติ โดยอาศัยวิธี integrate finite difference ซึ่งยังสามารถนำไปใช้ได้กับการไหลแบบอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว แบบจำลองนี้มีข้อได้เปรียบ

ของทั้งวิธี finite difference และ finite element และต่างจาก finite element ส่วนใหญ่ในส่วนที่ finite element จะถูกให้ข้อจำกัดทางเรขาคณิต โดยโหนด และ subregion

Gupta & Tayi (1976) ใช้โครงสร้างแบบ 3 มิติ isoparametric finite element ในการวิเคราะห์การไหลของน้ำใต้ดินใน Sutter Basin ในรัฐแคลิฟอเนีย แบบจำลองนี้ถูกพบว่าเหมาะสมสำหรับในกรณีของสภาวะคงที่

1.4.1.1.4 รูปแบบของการแก้ปัญหา สำหรับโครงสร้างการคำนวณแบบตัวเลข (Numerical Models)

ในที่นี้มีอยู่ 3 วิธีหลัก ที่ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ปัญหาของสมการ finite differential equation ในโครงสร้างที่ใช้การคำนวณตัวเลขของน้ำใต้ดิน ได้แก่

— Alternating Direction Implicit Procedure (ADIP) (Peachman & Rachford, 1955 : Douglass & Rachford, 1956)

— Strongly Implicit Procedure (SIP) Technique (Stone, 1968)

ซึ่งแต่ละ Technique ก็จะมีข้อที่โดดเด่นสำหรับแต่ละกรณี ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการคำนวนได้แทบจะไม่แตกต่างกัน และมักจะอยู่ภายในช่วง 10-25%

— The Line Successive Over Relaxation Technique (LSOR) (Young, 1972)

Pinder & Breadhoeft (1970) จะใช้รูปแบบ ADIP โดยส่วนใหญ่ เนื่องจากข้อได้เปรียบของความต้องการในการอุ้มน้ำน้อยกว่า วิธี Gaussian elimination method

Freeze (1971) ใช้วิธี LSOR ในโครงสร้างแบบ 3 มิติ ในฐานะที่เป็นวิธีที่เร็วและง่ายกว่าในการคำนวน เมื่อเทียบกับการใช้ ADIP

Biby & Sunada (1971) ใช้วิธี Gaussion elimination method ในการแก้ปัญหาในกรณีของ implicit central difference finite scheme

Rushton (1972) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของ ADIP, Crank Nicholson and Backward and Difference methods ในการแก้ปัญหาในชั้นดินอุ้มน้ำ เขาสรุปว่า ข้อผิดพลาดสำคัญเกิดจากการใช้ช่วงเวลาที่แตกต่างในการวิเคราะห์ตัวเลขของชั้นดินอุ้มน้ำ ที่มีการสูบน้ำออกเมื่อ ADIP และแบบของ Crank Nicholson ถูกใช้การจำกัดช่วงของเวลาสามารถลดข้อผิดพลาดเหล่านี้ไม่ให้ขยายออกไป แต่อย่างไรก็ตามวิธีการทำ backward difference ถูกพิสูจน์ว่าเป็นวิธีที่รัดกุมและเชื่อถือได้ แม้ว่าจะใช้เวลาในการจัดเก็บมาก สำหรับการแก้ปัญหาของทุก ๆ สมการ

1.4.1.1.5 องค์ประกอบที่มีผลต่อวิธีแก้ปัญหาโดยใช้การคำนวณตัวเลข และข้อสรุป

Freeze & Witherspoon (1967) พบว่าองค์ประกอบเหล่านี้จะต้องถูกพิจารณาในการใช้คอมพิวเตอร์ ในการแก้ปัญหาของการสำรวจการไหลของน้ำใต้ดิน

1. อัตราส่วนของความลึกต่อจำนวนชั้นของดินอุ้มน้ำ
2. ลักษณะของระดับผิวน้ำ
3. Stratigraphy และความแตกต่างของความสามารถในการซึมผ่านของน้ำที่ผิว

1.4.2 การศึกษาในประเทศ

Herath (1983) ให้การวิเคราะห์ถึงการบ่งชี้ค่าพารามิเตอร์ ของแบบจำลองแบบผสมของชั้นดินอุ้มน้ำในกรุงเทพฯ โดยมีค่าพารามิเตอร์ แสดงให้เห็นโดยการพิสูจน์กับชุดของค่าพารามิเตอร์ ที่เริ่มต้น ว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก จากการสังเกตและการคำนวณค่าระยะน้ำลดตัว (drawdown) โดยอาศัยการวิเคราะห์ที่มีความอ่อนไหวของแบบจำลองเบื้องต้น ประกอบด้วยสมการการไหลในชั้นดินอุ้มน้ำ 1 ชั้น การรั่วซึมในแนวดิ่ง สัมประสิทธิ์การซึมได้ สัมประสิทธิ์การเก็บกัก และการรั่วไหลในชั้นดินอุ้มน้ำ เป็นองค์ประกอบของแบบจำลอง ซึ่งยังไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ แนวทางในการเลือก Implicit Finite Difference Method ในการใช้แก้ปัญหา non-linear partial differential equation ในขอบเขตจำกัดกับหลาย ๆ ขอบเขต และสภาพเริ่มแรก ถูกนำมาวิเคราะห์ใช้กับ grid number spacing and discharge และแบบจำลองดังกล่าวได้นำไปใช้กับสภาพพื้นที่ ของชั้นดินอุ้มน้ำกรุงเทพฯ เพื่อหาค่าต่าง ๆ เช่น อัตราการทรุดตัว

Suddiqui (1987) ใช้แบบจำลอง Quasi 3 มิติ ซึ่งถูกพัฒนาในช่วงปี 1978-1981 สำหรับชั้นดินอุ้มน้ำ ในกรุงเทพฯ และทำการปรับเทียบแบบจำลอง (Caribrated model) จนกระทั่งในปี 1986 เริ่มการจำลองสภาพจากปี 1955 แผนที่ความสูงของระดับน้ำในปี 1982 และ 1985 ถูกนำมาใช้ในวัตถุประสงค์ของการปรับเทียบ พบว่าผลของแบบจำลองสำหรับการต่อข้อมูลในช่วง 1982-1986 เมื่อเปรียบเทียบกับการสังเกตในสนามแล้วมีค่าที่ให้ความใกล้เคียง

กรมโยธาธิการ (1995) ได้ใช้แบบจำลอง MODFLOW ในการจำลองสภาพน้ำใต้ดินในจังหวัดกำแพงเพชร เพื่อหาความเหมาะสมในการเติมน้ำลงไปในชั้นของดินอุ้มน้ำ สรุปผลได้ว่า ชั้นของดินอุ้มน้ำมีความเหมาะสม และน้ำดิบที่มีอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ แต่มีตะกอนปะปนอยู่เพียงเล็กน้อย

กรมโยธาธิการ (1996) ได้ใช้แบบจำลอง MODFLOW ในการศึกษาความเป็นไปได้ของการเติมน้ำ (Recharge) ลงไปในชั้นของดินอุ้มน้ำ และทำการทดลองเติมน้ำใต้ดินในบริเวณ บ้านกิโลสอง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร

1.5 แนวทางการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดแนวทางการศึกษาไว้ดังนี้

1.5.1 ทำการศึกษาถึงทฤษฎีต่างๆ และแบบจำลองของน้ำใต้ดิน ศึกษาข้อมูลทางด้านอุทกธรณีธรณี สภาพภูมิประเทศของจังหวัดกำแพงเพชร

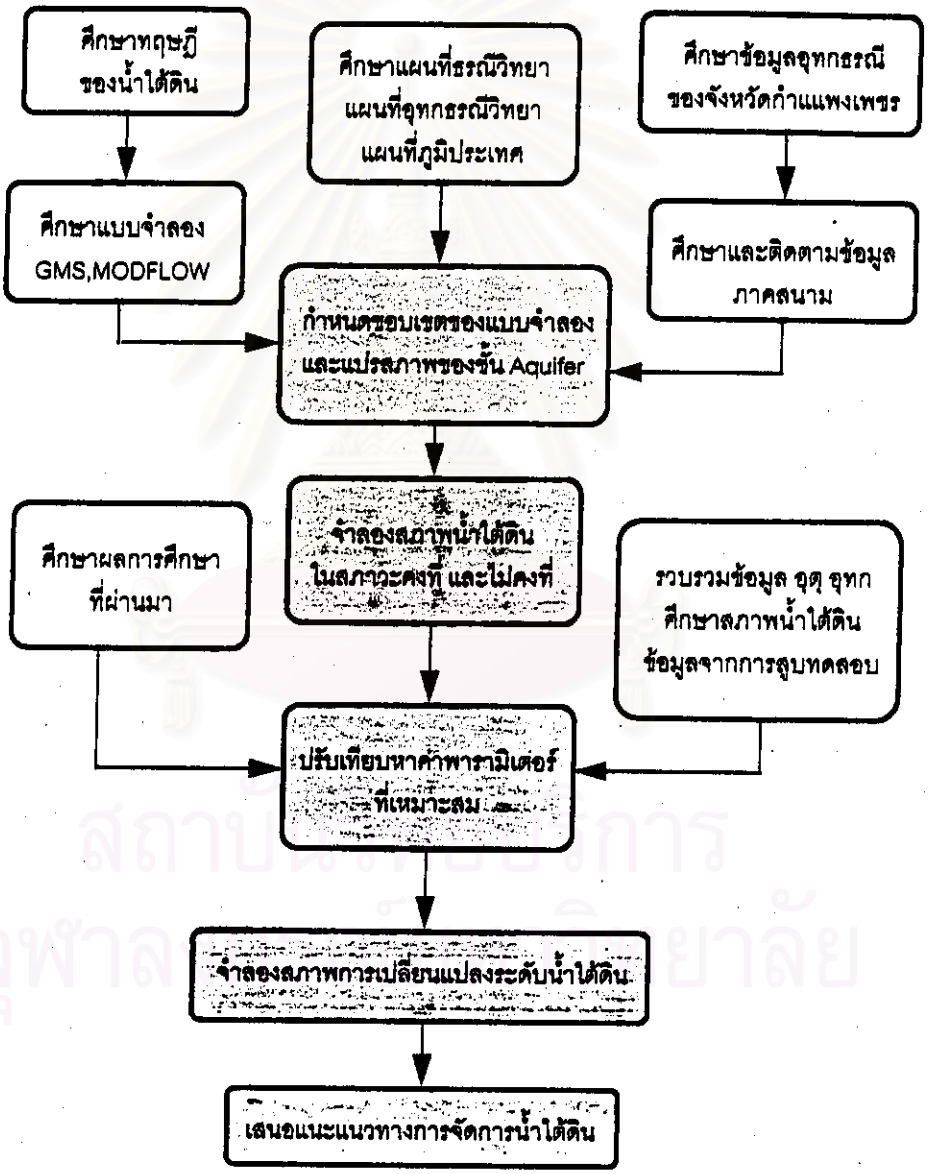
1.5.2 การเก็บข้อมูลในสนาม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเก็บข้อมูลที่ใช้ในจำลองสภาพของน้ำใต้ดิน คือ ค่าระดับน้ำใต้ดิน ผลการสูบทดสอบ แบบสอบถามเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำใต้ดินของพื้นที่ศึกษา

1.5.3 การกำหนดขอบเขตของชั้นดินอุ้มน้ำโดยสภาพทั่วๆ ไป กำหนดจากข้อมูลทางธรณีวิทยาของจังหวัดกำแพงเพชรและในการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ จะแบ่งชั้นดินอุ้มน้ำออกเป็นชั้นๆ ตามความเหมาะสมทางอุทกธรณีวิทยา ธรณีวิทยา และสภาพภูมิประเทศ

1.5.4 การจำลองสภาพน้ำใต้ดินจะประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในสภาพคงที่และไม่คงที่ มีลักษณะชั้นดินอุ้มน้ำที่เป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous)

1.5.5 ปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีความสำคัญในการจำลองสภาพ ของน้ำใต้ดินโดยค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ได้จากข้อมูลที่เก็บในภาคสนาม และจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลเดิมของโครงการอนุรักษ์ และฟื้นฟูน้ำใต้ดินจังหวัดกำแพงเพชร (1995 และ1996)

1.5.6 ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับแก้แล้วจำลองสภาพ และทำนายเกี่ยวกับผลกระทบต่อระดับน้ำใต้ดินแล้ว สรุปผล เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการจัดการน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1-2 แนวทางการวิเคราะห์