บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG4630009

ชื่อโครงการ : ติดตามข้อมูลน้ำบาดาลในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง และการพัฒนาระบบเชื่องโยงข้อมูลน้ำบาดาล

ชื่อนักวิจัย :

รศ.ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ. วิชัย เย็ยงวีรชน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อ.ดร. ครรชิต ลิชิตเดชาโรจน์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อ.ดร.โปรดปราน พิตรสาธร	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายโชคชัย สุทธิธรรมจิต	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายธีรวัฒน์ ตั้งพานิช	กรมชลประทาน
คุณสมคิด บัวเพ็ง	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
คุณอรนุช หล่อเพ็ญศรี	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
คุณมานัต ยอดมนต์	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชัณสูตร
คุณเวทย์ ทิมงาม	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชัณสูตร
คุณวิเชียร ศรีศักดา	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชัณสูตร
คุณยุทธนา เพชรอินทร์	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชัณสูตร

e-mail address : waterCU@eng.chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : มกราคม 2546 – ธันวาคม 2547

โครงการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่างและการพัฒนาระบบเชื่องโยงข้อมูลน้ำบาดาล เป็นโครงการศึกษาต่อเนื่องมาจากโครงการศักยภาพและความต้องการใช้น้ำใต้ดินเพื่อการจัดการน้ำใต้ดิน ในพื้นที่ด้านเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า สามารถแบ่งชั้นน้ำบาดาลได้เป็น 4 ชั้น และมีการใช้น้ำบาดาลมากในชั้นที่ 1และ 2 การใช้น้ำบาดาลที่ผ่านมาประมาณปีละ 600-800 ล้าน ลบ.ม. โดยผลการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลพบว่าปริมาณการใช้น้ำที่ปลอดภัยเท่ากับปีละ 755 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณน้ำที่สามารถยอมให้สูบได้สูงสุดเท่ากับ 1,000 ล้าน ลบ.ม. นอกจากนี้ ยังพบว่าการเติมน้ำลงสู่แอ่งน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการบริหารต้นทุนน้ำบาดาล

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามสภาพระดับน้ำ และการใช้น้ำอย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับการเติมน้ำโดยธรรมชาติสู่แอ่งน้ำบาดาลให้แม่นยำขึ้นสำหรับ

ใช้ในแบบจำลองน้ำบาดาล พัฒนาระบบฐานข้อมูลน้ำบาดาลให้สามารถมีระบบถ่ายโอนข้อมูล รวมถึงการเชื่อมโยงกับแบบจำลองน้ำบาดาลและ GIS และนำมาประยุกต์ใช้ข้อมูลงานวิจัยและพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจจัดสรรน้ำระดับโครงการ

ในการศึกษานี้ได้ติดตามข้อมูลน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องจากโครงข่ายน้ำบาดาลที่กำหนดไว้ในการศึกษาโครงการระยะที่ 1 จำนวน 100 บ่อ ทุก 2 เดือน (เดือนพฤษภาคม 2543 - พฤษภาคม 2547) ผลของการติดตามค่าระดับน้ำบาดาลพบว่าระดับน้ำส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล มีการแกว่งตัวสูงขึ้นในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน - พฤศจิกายน) และระดับน้ำลดต่ำลงในฤดูแล้ง ในช่วงเดือนธันวาคม 2545 ถึงเดือน พฤษภาคม 2546 การแกว่งตัวอยู่ในช่วงประมาณ 2-10 เมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการสูบน้ำใช้เป็นอันมาก พฤติกรรมเช่นนี้จะปรากฏชัดเจนมากในชั้นน้ำที่ 1 และที่ 2 แต่เมื่อถึงช่วงฤดูฝนของปีต่อมา (2546) ระดับน้ำในพื้นที่โดยรวมมีค่าระดับน้ำสูงขึ้นตามฤดูกาล แต่ระดับน้ำลดลงประมาณ 0.5 เมตร ผลจากการติดตามคุณภาพน้ำบาดาลจากบ่อน้ำบาดาลที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่การศึกษาในระยะที่ 1 จำนวน 32 บ่อ โดยเก็บจำนวน 2 ครั้ง ในฤดูแล้ง (เมษายน - พฤษภาคม) 1 ครั้ง และฤดูฝน (กันยายน - ตุลาคม) 1 ครั้ง วิเคราะห์คุณสมบัติด้านกายภาพ ด้านเคมีนอกจากนี้ยังติดตามด้านสารพิษอีก *จำนวน 6 บ่อ ผลที่พบในช่วงฤดูแล้งคุณภาพน้ำในพื้นที่บริเวณจังหวัดสิงห์บุรี อ่างทอง และ* ชัยนาท มีปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำ ส่วนในช่วงฤดูฝนปริมาณความเข้มข้นของสารละลายในน้ำบาดาลมีปริมาณลดลง แต่ยังไม่เหมาะสมในการนำไปเป็นน้ำเพื่อการบริโภค ในด้านการประเมินการใช้น้ำบาดาลสรุปได้ว่าปริมาณการใช้น้ำบาดาลในปี 2542-2545 มีค่าเท่ากับปีละ 517 452 215 และ 219 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยจำแนกเป็นน้ำเพื่อการเกษตรกรรม เพื่อการอุปโภค-บริโภคและเพื่อการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม เป็นอัตราส่วนประมาณ 87:10 : 3 จากอัตราส่วนที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำในภาคเกษตรกรรมมีมากที่สุด ดังนั้นปัจจัยเรื่องสถานการณ์ปีน้ำจึงเป็นปัจจัยหลักต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษานี้

ในการศึกษาปรับปรุงค่าพารามิเตอร์เกี่ยวกับอัตราการสูบน้ำจากแอ่งน้ำบาดาลให้แม่นยำขึ้นสำหรับใช้ในแบบจำลองน้ำบาดาล ได้มีการศึกษาพฤติกรรมการใช้น้ำบาดาลของเกษตรกรและพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการปรับแต่งค่าสัดส่วนปริมาณการสูบน้ำในปีสถานการณ์น้ำแบบต่างๆ โดยใช้แบบสำรวจออกสอบถามข้อมูลการใช้น้ำในเขตพื้นที่ตัวอย่าง 16 พื้นที่จำนวนแบบสอบถาม 215 ชุด กระจายตามพื้นที่โดยอาศัยทฤษฎีทางสถิติและการสุ่มตัวอย่างขั้นพื้นฐาน พบว่าปริมาณการใช้น้ำเพื่อการบริโภคเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 ลิตร/คน/วัน ส่วนปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 133.8 ลิตร/คน/วัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยที่สำรวจในปี 2544 ซึ่งปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 112 ลิตร/คน/วัน การใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตร อัตราการสูบน้ำเข้าแปลงนาในปี 2547 และ2544 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือเท่ากับ 3.0 และ 3.3 ชั่วโมงต่อครั้ง

ต่อไร่ ตามลำดับ หรือช่วงเวลาการสูบประมาณ 112-148 ชั่วโมง/บ่อ/เดือน และการสำรวจยังพบว่า จำนวนชั่วโมงในการสูบน้ำบาดาลโดยเฉลี่ยยังให้ค่าสอดคล้องตามลักษณะสถานการณ์น้ำ โดยปีน้ำมาก น้ำปรกติ และน้ำแล้งจะสูบประมาณ 110 120 136 ชั่วโมง/บ่อ/เดือน ตามลำดับ

ในการศึกษาเพื่อปรับปรุงค่าอัตราการเติมน้ำ ได้ทำการติดตามข้อมูลปริมาณการซึมของน้ำฝนลงสู่น้ำบาดาล การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินชั้นตื้น และความชื้นในดินเพื่อปรับปรุงค่าอัตราการซึมของน้ำที่เคยใช้มาพบว่า การเติมน้ำสามารถแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ฤดูฝนและฤดูแล้ง อัตราการเติมน้ำขึ้นกับชนิดดิน และอยู่ในพื้นที่โครงการชลประทานหรือไม่ อัตราการเติมน้ำในช่วงฤดูฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่มีค่าระหว่าง $1*10^{-4} - 4.5*10^{-4}$ เมตรต่อวัน (หรือประมาณ 2 ถึง 10 % ของปริมาณฝนที่ตก) อัตราการเติมน้ำโดยธรรมชาติในพื้นที่โครงการชลประทานช่วงฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง $1*10^{-6} - 3*10^{-6}$ เมตรต่อวัน (หรือประมาณ 4% ของอัตราการซึมน้ำ) แต่ในพื้นที่นอกเขตโครงการชลประทาน ไม่มีการเติมน้ำ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ซึ่งเป็นพื้นที่ในเขตชลประทานมีอัตราสูงเติมน้ำกว่าบริเวณอื่น เมื่อนำค่าอัตราการเติมน้ำโดยธรรมชาติที่ได้มาใช้ในแบบจำลองน้ำบาดาลพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการคำนวณมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง

ในการศึกษารูปแบบการใช้น้ำร่วมระดับโครงการประกอบด้วยการศึกษาพื้นที่เพาะปลูก ความต้องการใช้น้ำชลประทาน การสำรวจภาคสนามเพื่อหาอัตราการซึม สัมประสิทธิ์ประตูน้ำ การทบทวนรูปแบบการจัดสรรน้ำของพื้นที่ศึกษา และระดับโครงการ ลักษณะการใช้น้ำบาดาลและน้ำจากคลองระบาย โดยมีการประมาณตัวเลขตามสถานการณ์น้ำชลประทานแต่ละปีย้อนหลัง 10 ปีพบว่า ปริมาณการใช้น้ำร่วมในพื้นที่ มีลักษณะแตกต่างกันตามสถานการณ์ปีน้ำ ในพื้นที่ตอนบนและพื้นที่ตอนล่าง และในฤดูแล้งและฤดูฝน โดยสามารถประเมินปริมาณการใช้น้ำจากคลองชลประทาน น้ำบาดาลและน้ำจากคลองระบายเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ ในช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝน ในแต่ละสถานการณ์น้ำ ผลการวิจัยสามารถสรุปรูปแบบการใช้น้ำร่วมรายโซนส่งน้ำชลประทานตามสภาพปีน้ำของฤดูแล้ง ฤดูฝน และสามารถแสดงสัดส่วนดังกล่าวในรายตำบลอันจะทำให้องค์กรท้องถิ่นสามารถใช้ประโยชน์และมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำได้

นอกจากนี้ ข้อมูลการวิเคราะห์นี้นำไปสู่การวางแผนการจัดสรร/ใช้น้ำในสถานการณ์น้ำและพื้นที่ดังกล่าว รวมทั้งเขียนโปรแกรมช่วยในการตัดสินใจเพื่อรองรับการจัดสรรน้ำในพื้นที่โครงการสำหรับอนาคต

ในการพัฒนาระบบการจัดเตรียมฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองน้ำบาดาล เนื่องจากการจัดเตรียมข้อมูลดิบที่ได้จากการรวบรวมมาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองในระยะที่ 1 นั้น ยังไม่สะดวกต่อการใช้งาน จึงมีการพัฒนาระบบการจัดเตรียมและถ่ายโอนข้อมูลที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้ง่าย และผิดพลาดน้อยสุด ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบการจัดเตรียมฐานข้อมูล

ในการจำลองสภาพน้ำใต้ดินขึ้น หรือโปรแกรม GWMMI_CU ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลเพื่อ การจำลองน้ำใต้ดิน โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล ในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล และจัดรูปแบบข้อมูลเพื่อนำเข้าโปรแกรม GMS/MODFLOW โดยมีรูปแบบในการอ้างถึงข้อมูลที่ไม่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางกายภาพของข้อมูล ด้วยการใช้ Query Language ในการติดต่อกับข้อมูลในฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ โดยไม่จำเป็นต้องทราบถึงประเภทของข้อมูล หรือขนาดของข้อมูลนั้น และสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบ GIS ได้

ในการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมช่วยตัดสินใจการจัดการบริหารน้ำในโครงการชลประทาน (DSSWM_CU) ประกอบด้วยแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบนี้เพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ด้านจัดสรรน้ำมีแนวทางการตัดสินใจและการทำงานดีขึ้น โดยใช้ข้อมูลงานวิจัยที่ทำมาประกอบในระบบนี้ คุณลักษณะที่ระบบนี้มีคือ สามารถนำเสนอทางเลือกการจัดสรรน้ำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของฝ่ายจัดสรรน้ำ สามารถรองรับสถานการณ์ที่ไม่อาจคาดเดาล่วงหน้าได้ สามารถวิเคราะห์ออกมาได้รูปแบบทั้งกราฟ รูปภาพ หรือข้อความ สามารถให้ผู้ใช้ปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆได้ เพื่อรองรับข้อมูลที่ไม่อาจพยากรณ์ได้ล่วงหน้า สามารถจัดทำเนื้อหาของรายงานเพื่อให้ผู้ใช้นำมาประกอบกันเป็นรายงานตามรูปแบบที่กำหนด แล้วส่งไปยังหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องได้

การใช้ประโยชน์จากงานวิจัยนั้น ประกอบด้วยประโยชน์จากงานวิจัยด้านน้ำบาดาลและด้านการจัดการน้ำร่วม ซึ่งประโยชน์งานวิจัยด้านน้ำบาดาลทำให้ทราบถึงศักยภาพของน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ศึกษา ค่าระดับน้ำ คุณภาพน้ำ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการสูบน้ำ และการนำเอาระบบฐานข้อมูลและโปรแกรมการจัดการข้อมูลน้ำบาดาล (GWMMI_CU) มาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบเตือนภัยน้ำบาดาลที่ได้เสนอขึ้น โดยมีระดับการเตือนภัยอยู่สองระดับที่ประสานงานกันคือระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่นซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดมาตรการเพื่อป้องกันหรือบรรเทาปัญหา อันอาจเกิดขึ้นเกี่ยวกับน้ำบาดาลได้เหมาะสมและสมบูรณ์ขึ้น ในส่วนประโยชน์ของงานวิจัยด้านการจัดการน้ำร่วมนั้น สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ในการจัดสรรน้ำของโครงการในขั้นตอนการวางแผนการจัดสรรน้ำรายฤดู และนำไปปรับปรุงโดยใช้สัดส่วนของการใช้น้ำร่วมสำหรับรายเดือนและรายสัปดาห์ตามข้อมูลที่มีการวิจัย และ/หรือที่มีการบันทึกไว้ได้ข้อมูลที่บันทึกในระบบ สามารถนำไปใช้วางแผนจัดสรรน้ำในฤดูกาลถัดไปโดยอัตโนมัติ ผลการศึกษารูปแบบการใช้น้ำร่วมรายกลุ่มพื้นที่ชลประทาน สามารถนำมาประเมินรูปแบบการใช้น้ำร่วมในรายโซนและในรายตำบล

ผลการศึกษานี้สามารถขยายผลไปใช้ในโครงการชลประทานพื้นที่อื่นได้โดยมีการเก็บข้อมูลเสริมเพิ่มเติม อันจะทำให้เพิ่มทางเลือกในการจัดการและเสริมระบบจัดสรรน้ำ/การใช้น้ำได้ดียิ่งขึ้น

คำหลัก : น้ำบาดาล แบบจำลองน้ำบาดาล พารามิเตอร์ของแบบจำลอง ระบบฐานข้อมูลน้ำบาดาล ระบบเตือนภัย การใช้น้ำร่วม DSS

Abstract

Project code : RDG4630009

Project Name : Groundwater Data Monitoring in the North of Lower Central Plain and the Development of Groundwater Data Linkage System

Project team : Assoc. Prof. Dr. Sucharit Koontanakulvong (CU)
Asst. Prof. Wichai Yieangweerachon (CU)
Dr. Kanchit Likidecharoj (CU)
Dr. Proadpran Phitsathorn (CU)
Mr. Chokchai Suthithammachit (CU)
Mr. Thirawat Thangphanich (RID)
Ms. Somkid Buapaeng (GRD)
Ms. Oranut Loapaensri (GRD)
Mr. Manat Yodmon (Chanasutr, RID)
Mr. Wait Timghaen (Chanasutr, RID)
Mr. Yuthana Phet-in (Chanasutr, RID)

Email address : waterCU@chula.ac.th

Project period : Jan 2003 – Dec 2004

The Project of Groundwater Data Monitoring in the north of Lower Central Plain and the development of groundwater data linkage system is a continuous research from the Project of Potential and Groundwater Use for Management (Phase 1) in the same area. The previous study revealed that the aquifers in the area can be defined into four layers and the most of the pumpage was in the first and second aquifers. The groundwater annual pumpage was estimated to be 600 to 800 Mcum and the safe yield was estimated to be 755 Mcum with the allowable pumpage up to 1000 Mcum. Besides, the groundwater recharge was found to be an important factor for groundwater supply management.

The study(Phase 2) aimed to monitor groundwater level, pumpage and improvement of recharge parameters in groundwater modeling, to develop a database which can transfer data and link groundwater model with GIS. Lastly, the research work could be applied to the water allocation decision support system in the irrigation project level.

The project continued monitoring groundwater level in the selected wells (100 wells) from the study phase 1 for every two months (May 2000-2004). From the monitoring results, groundwater level fluctuated by season, i.e., high in rainy season (June to November) and low in dry season (December to May). During December 2002 to May 2004, water fluctuated between 2 to 10 meters and at the end of rainy season, groundwater level became high according to season. The overall water level decline is about 0.5 meter during the study phase 2. From the 32 water quality sampling sites, water sampling were done twice a year, i.e., in dry and rainy seasons. The analyses covered physical, chemical properties with six additional wells for toxic elements. The sampling results showed that there were groundwater quality problem in the area of Singburi, Angthong and Chainart Provinces. During rainy season, water quality became diluted but still not appropriate for drinking. During 1999 to 2002, groundwater use were estimated to be 517, 452, 215, 219 Mcum respectively and the ratio for agriculture, domestic and industrial were 87:10:3 which revealed that agriculture sector is the main groundwater user and water situation of each year is the main factor to govern groundwater use in the area.

To improve the pumpage parameter in groundwater modeling, the agricultural groundwater use characteristrics were studied to compare with the previous pumpage factor for each month and water year by conducting questionnaires in the 16 typical area. The survey revealed that the domestic drinking consumption is in average 2.5 litre per capita and domestic use consumption is in average 133.8 liter per capita. This figure is higher than the previous survey in 2001 which was 112 litre per capita. The agricultural pumpage was found to be 3.0 hour per time per rai which is closed to the data in 2001 which was 3.3 hour per time per rai. The pumping hour were 112 – 148 hr per well per month and the pumping hour varied with water situation, i.e., 110, 120, 136 hour per well per month in the wet, normal, dry years respectively.

To improve the groundwater recharge parameter, the data of infiltration, shallow well water level, soil moisture were monitored. The data revealed that groundwater recharge can be divided into two period, i.e., during rainy and dry seasons. Recharge rate depended on soil type and the location whether in the irrigation area or not. The recharge rate during rainy season is between $1*10^{-4} - 4.5*10^{-4}$ meter per day (or about 2 to 10 % of the total rainfall) and recharge rate during dry season in the irrigation area is between $1*10^{-6} - 3*10^{-6}$ meter per day(or 4% of the infiltrantion rate). There is no recharge in the area outside irrigation area during dry season. In the central area of the study area, which is the irrigation area, had high recharge rate comparatively. The suggested recharge rate induced better computed water level from groundwater model, i.e., lower average error.

The conjunctive use study in the project level covered the study of cultivated area data, irrigation demand, site survey for infiltration, gate constant, water allocation in the study and project area. From the ten years data, the conjunctive use pattern can be characterized by water situation, upper/lower zone, dry/rainy season. The research estimated water use from irrigation canal, groundwater, water from drainage canal by each zone and water situation and also characterized conjunctive use ratio from each water sources in each zone and each sub district (tumbon). These data can be used by local authority to make use and participate in water management. The data can also be used in the DSS program for future water allocation in the project area.

In the phase 1 study, data processing was complex and inconvenient so in this phase, data transfer and preprocessing system was developed to ease the data operation and minimize error. The developed database system, called GWMMI_CU, is data management between user and database. The data were collected and prepared to be the input in GMS/MODFLOW model. Data structure is independent to physical data structure by using Query language for data transfer in the database. Data user can recall the data without any notification of data type or data size. The developed database can also display the analysis results in GIS base.

The water allocation DSS program development, called DSSWM_CU, covered data input, data analysis and user interface with the objectives to help water allocator to decide and work faster with the use of research works done from this Project. The DSS

system provided water allocation alternatives, covered also unpredictable conditions, for decision by water allocator. The results can be shown in graph, picture or text. User can change parameters for any uncertainty in the future and can produce report in the format to send to the concerned agencies.

The research works were applied in two area, i.e., groundwater and conjunctive use. In groundwater area, the research revealed groundwater potential, water level, water quality and the relationship of water level and pumpage. The developed database (GWMMI-CU) can be an important tool for the warning system of both regional and local level by which more appropriate and complete measures can be setup to mitigate or prevent groundwater issue in the area. The conjunctive use work can be used for seasonal water allocation planning. The studied conjunctive use ratio can also be used for monthly and weekly water allocation and the data will be automatically saved in the database which can be retrieved and used in the next season. The conjunctive use study can also be characterized by zone and district. This characteristics can also be extended and applied to other irrigation projects with some additional field survey which will induced more options for better water allocation and management.

Keywords : groundwater, groundwater modeling, model parameters, Groundwater database system, warning system, conjunctive use, DSS.