

แอ่งหาคีใหญ่มีลักษณะเป็นแอ่งที่ราบระหว่างหุบเขา บริเวณกลางแอ่งมีการสะสมตัวของตะกอนยุคควอเตอร์นารี น้ำบาดาลส่วนใหญ่ได้จากชั้นตะกอนหินร่วน ซึ่งประกอบด้วยชั้นกรวด ทราย และดินเหนียว สามารถแบ่งชั้นน้ำบาดาลได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นน้ำหาคีใหญ่ ชั้นน้ำคูเต่า และชั้นน้ำคองหงส์ ตามลำดับ ปัจจุบันพบที่มีการสูบน้ำบาดาลจากแอ่งหาคีใหญ่มาใช้มากขึ้น ซึ่งอาจทำให้สมดุลระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและปริมาณน้ำที่สูบน้ำบาดาลออกไป และอาจส่งผลให้เกิดการรुक้าของน้ำเค็มจากทะเลสาบสงขลาสู่ชั้นน้ำบริเวณเมืองหาคีใหญ่ได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาระบบการไหล สมดุลน้ำบาดาลและขอบเขตการแพร่กระจายของคลอไรด์ในสภาวะการสูบน้ำใช้ในปัจจุบัน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวณค่าการกระจายการไหล การไหลของน้ำ 3 มิติด้วยโปรแกรม Visual MODFLOW 4.1 Pro ทำการปรับค่าและตรวจสอบความถูกต้อง โดยใช้ระดับน้ำและคุณภาพน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์ 47 บ่อ แบบจำลองถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการทำนายการรुक้าของน้ำเค็มสู่ชั้นน้ำบาดาลในกรณีที่มีการสูบน้ำเพิ่มขึ้นในอนาคต

ผลการจำลองการไหลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา พบว่าการไหลของน้ำบาดาลมีทิศการไหลจากพื้นที่เติมน้ำทิศตะวันออก ทิศตะวันตกและทิศใต้ ไปยังที่ราบตอนกลางของพื้นที่แล้วไหลออกสู่ทะเลสาบสงขลา ผลการศึกษาสมดุลน้ำบาดาลปี พ.ศ. 2550 พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่แบบจำลองมาจากการเติมน้ำจากชั้นหินอุ้มน้ำของน้ำบาดาลในหินแข็ง (เทือกเขาด้านตะวันออก-ตะวันตก) 53.40 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี การเพิ่มเติมน้ำสุทธิจากน้ำฝน 28.20 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ปริมาณน้ำที่กักเก็บอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำ 23.96 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี มีการไหลซึมของน้ำจากคลองรัตภูมิและคลองอู่ตะเภาเข้าสู่แบบจำลอง 7.72 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และจากทะเลสาบสงขลา 1.72 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี รวมปริมาณน้ำไหลเข้าระบบทั้งหมด 115.00 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ส่วนปริมาณน้ำที่ไหลออกจากแบบจำลองไหลออกไปกักเก็บในชั้นหินอุ้มน้ำ 66.88 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ออกจากบ่อบาดาลที่มีการสูบน้ำ 25.03 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี คลองรัตภูมิและคลองอู่ตะเภา 10.20 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ทะเลสาบสงขลา 7.83 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และหินแข็ง 5.06 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี รวมปริมาณน้ำไหลออกจากแบบจำลองทั้งหมด 115.00 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

ผลจากการจำลองการรुक้าของน้ำเค็มพบว่า ในสภาวะการใช้น้ำปัจจุบันบริเวณที่มีการกระจายตัวของคลอไรด์สูงกว่ามาตรฐานจะจำกัดขอบเขตอยู่ในพื้นที่ใกล้ทะเลสาบสงขลาและริมทะเลอ่าวไทยของชั้นน้ำหาคีใหญ่ ได้แก่ บริเวณบ้านใต้ บ้านหนองหิน บ้านควน บ้านบาง

โหนด บ้านคิหลวงนอก เป็นต้น มีขอบเขตความเต็มคิดเป็นระยะทางตามแนวเหนือ-ใต้ประมาณ 7.50 กิโลเมตร จากทะเลสาบสงขลาและอยู่ห่างจากเมืองหาดใหญ่ประมาณ 8 กิโลเมตร โดยพื้นที่นี้ ได้แก่ ต.บ้านหาร อ.บางกล่ำ ต.คลองแหและ ต.คลองอู่ตะเภา อ.หาดใหญ่ ซึ่งเป็นพื้นที่กันชน (Buffer zone) ส่วนชั้นน้ำคุเต้และคองส์พบว่าปริมาณคลอไรด์อยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนผลการจำลองกรณีกำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำไม่คงที่พบว่า การเคลื่อนที่ของคลอไรด์จากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงเข้าสู่เขตเทศบาลหาดใหญ่เกิดขึ้นน้อยเนื่องจากยังมีทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน ไปสู่ทะเลสาบสงขลา

ผลการจำลองเพื่อประเมินปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาล (Safe yield) พบว่า ในสภาพการใช้น้ำปัจจุบันหากมีอัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้นปีละ 5% และ 10% ในช่วง 20 ปีข้างหน้า (พ.ศ.2569) จะส่งผลให้ระดับน้ำลดลงมากกว่า 5 เมตร ภายใน 8 ปี และ 6 ปี ตามลำดับ ส่วนการรุกราน้ำเค็มพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและเข้าใกล้เมืองหาดใหญ่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นยังไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจึงกำหนดปริมาณใช้น้ำปลอดภัยของแอ่งหาดใหญ่เท่ากับ 36 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือประมาณ 98,630 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

A flood plain part of the Hat Yai basin, located at the center of the basin, was filled with quaternary deposits. Groundwater is mainly withdrawn from three main unconsolidated aquifers namely; Hat Yai aquifer, Kutao aquifer, and Korhong aquifer. Recent increase in groundwater pumpage may overcome the groundwater balance resulting in the seawater intrusion from the Songkhla Lake into Hat Yai City. The objectives of this study were to study the groundwater flow, the boundary of chloride contaminated areas and the water balance as a result from present groundwater pumpage. A 3-dimensional numerical groundwater model was developed using Visual MODFLOW v. 4.1 to predict the possible seawater intrusion due to projected groundwater pumpage. The model was calibrated and verified using groundwater head and chloride concentration data measured from 47 monitoring wells from 2002 to 2008.

Transient simulation results showed that the direction of groundwater flow was from the recharge areas in the east, the west and the south toward the center of the basin and to the Songkhla Lake. Groundwater balance results in 2007 revealed that inflows from recharge areas, rainfall, storage, rivers, and the Songkhla Lake were 53.40, 28.20, 23.96, 7.72, and 1.72  $\text{Mm}^3/\text{yr}$ , respectively. The outflows from the model to storage, pumping wells, rivers, the Songkhla Lake, and recharge areas, were 66.88, 25.03, 10.20, 7.83, 5.06  $\text{Mm}^3/\text{yr}$ , respectively. Total inflow and outflow were 115.00  $\text{Mm}^3/\text{yr}$ .

Seawater intrusion simulation results indicated that for current pumpage, the areas that the Hat Yai aquifer was affected by higher-than-standard chloride concentration were limited in the adjacent areas of the Songkhla Lake, namely: Ban Nong Hin, Ban Kaun, Ban Bang Hnode and Ban Dee Hlung Nok. The seawater affected areas approximately covered the distance of 7.59 kilometers inland from the Songkhla Lake. There was so-called "the buffer zone" at which fresh groundwater was found in the Hat Yai aquifer. The buffer zone covered the distance about 8 kilometers from seawater affected area to Hat Yai City. Fresh groundwater was observed from both Kutao and Korhong aquifers in all areas. Variable density simulation results showed that there was no significant migration of chloride from chloride affected area toward Hat Yai City because the direction of flow was still outward to the Songkhla Lake.

Simulation results also indicated that for projected groundwater pumpage of 5 and 10% annual increment, a drawdown of 5 meters at Hat Yai City was observed at Hat Yai City within 8 and 6 years, respectively. Seawater intrusion into Hat Yai City did not observed as the change of chloride concentration was less than 50 mg/L and still lower than groundwater standard. Groundwater safe yield of the Hat Yai Basin evaluated using the developed model was 36  $\text{Mm}^3/\text{yr}$  or 98,630 cubic meters per year.