7. สรุปผลการศึกษา

7.1 การสำรวจภาคสนามสมุทรศาสตร์กายภาพของทะเลน้อย

การสำรวจสมุทรศาสตร์ทะเลน้อยทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งระหว่างปี 2545-2546 สามารถอธิบายสภาพสมุทรศาสตร์ของทะเลน้อยในปัจจุบันได้ดังต่อไปนี้

ทะเลน้อยมีความลึกอยู่ระหว่าง 1.2-1.5 ม จากผิวน้ำ บริเวณชายฝั่งทิศเหนือและทิศตะวันออกตื้นเขินมากกว่าทางทิศตะวันตกและทิศใต้ พืชน้ำที่ขึ้นหนาแน่น ได้แก่ สาหร่ายฉัตร บัวหลวง ผักตบชวา บัวสาย จูดหนู กง บัวบา ในอดีตคลองนางเรียมซึ่งมีความกว้างประมาณ 17 ม และลึก ลึก 2.2-3.2 ม เป็นลำน้ำสำคัญที่ระบายน้ำออกสู่ทะเลหลวง ต่อมา (ก่อนปี 2538) มีการขุดคลองบ้านกลางที่มีความกว้าง 16 ม ลึกเฉลี่ย 2.1 ม เพื่อใช้ในการคมนาคม และประมาณปี 2545 ถนนสาย พท 3037 (บ้านไสกลิ้ง-บ้านหัวป่า) เริ่มเปิดใช้งานซึ่งตัดผ่านพื้นที่ลุ่มระบายน้ำทางทิศตะวันออกของทะเลน้อยที่ติดกับทะเลหลวง

ในฤดูฝน ทะเลน้อยมีพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกับอ่างเก็บน้ำ ที่รับน้ำหลากมาจากพื้นที่โดยรอบและค่อยๆระบายผ่านทางลำน้ำสายเล็กๆ เช่นคลองนางเรียมและคลองบ้านกลาง ทำให้ระดับน้ำในทะเลน้อยมีอัตราการเพิ่มขึ้น (rising limb) มากกว่าอัตราการลดลง (falling limb) จากข้อมูลระดับน้ำระหว่างปี 2540-2545 พบว่าอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 14.4 ซม/วัน ขณะที่ลดลงในอัตราเฉลี่ย 4.3 ซม/วัน ปริมาณน้ำที่สะสมอยู่ในทะเลน้อยจะยกระดับน้ำให้สูงขึ้นจนท่วมพื้นที่ลุ่มระบายน้ำของทะเลน้อยก่อนที่จะไหลบ่าอย่างช้าๆออกสู่ทะเลหลวง ถนนสาย พท 3037 ทำให้กีดขวางการไหล โดยน้ำจะแยกไหลไปสองทิศทางเลาะไปตามถนนออกสู่คลองนางเรียมและคลองบ้านกลาง เพิ่มความรุนแรงของกระแสน้ำในคลองทั้งสอง ความเร็วกระแสน้ำในคลองนางเรียมและคลองบ้านกลางมีค่าอยู่ระหว่าง 0.35-0.41 ม/วินาที และ 0.56-0.65 ม/วินาที ตามลำดับ ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากทะเลน้อยในช่วงที่ทำการวัดมีค่าประมาณ 27 ลบ.ม/วินาที และมีสัดส่วนการไหลผ่านคลองบ้านกลางต่อคลองนางเรียมประมาณ 1.4 เป็นที่น่าสังเกตว่า ในคลองนางเรียมน้ำมีสภาพใสมากตลอดช่วงฤดูฝน

การสำรวจพบว่าในฤดูฝนสีของน้ำในทะเลน้อยเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและแตกต่างกันไปในแต่ละตำแหน่ง เนื่องจากการฟุ้งกระจายของอินทรีสารและตะกอนแขวนลอย โดยตั้งแต่กึ่งกลางทะเลน้อยไปถึงชายฝั่งทิศใต้และตะวันตกน้ำมีสีน้ำตาลอ่อนและเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่นมีความเข้มข้นตะกอนแขวนลอย 10-30 มก/ล ในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งระบายผ่านทางคลองบ้านกลาง ขณะที่ตอนบนของทะเลน้อยเป็นน้ำใส

จากลักษณะภูมิประเทศโดยรอบทะเลน้อยและทิศทางลม พบว่า ลมตะวันตกเฉียงเหนือสามารถก่อให้เกิดคลื่นสูง 0.15 ม ที่ชายฝั่งทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทะเลน้อยได้ ซึ่งก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนท้องน้ำทำให้น้ำมีสีน้ำตาล ขณะที่ลมตะวันตกจะถูกบังโดยเนินเขาทำให้ไม่สามารถก่อให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าพืชน้ำสามารถลดความรุนแรงของคลื่นลงได้มาก

จากการสำรวจการไหลเวียนในทะเลน้อยในฤดูฝน ชี้ว่าการไหลเวียนมีทิศทางไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับคลื่นและลม โดยความเร็วมีค่าอยู่ระหว่าง 3.7-8.0 ซม./วินาที

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทยกับในทะเลน้อยในฤดูแล้ง แสดงให้เห็นว่า น้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทยทำให้ระดับน้ำในทะเลน้อยมีพิสัยการแกว่งน้อยกว่า 1 ซม. แม้กระนั้นยังคงมีอิทธิพลต่อการไหลเวียนและการรุกของน้ำเค็มในทะเลน้อย โดยพบว่าความเร็วในคลองบ้านกลางมีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.13 ม/วินาที ส่วนในคลองนางเรียมมีค่า 0.05-0.18 ม/วินาที

ในช่วงฤดูแล้ง ตะกอนในทะเลหลวงแพร่เข้ามาในคลองนางเรียมทำให้น้ำมีสภาพขุ่นขาว ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยประมาณ 30 มก/ล และพบว่าตะกอนแขวนลอยในทะเลหลวงแพร่เข้าสู่ทะเลน้อยในรัศมีประมาณ 1 กม จากปากคลอง จากนั้นน้ำจะเริ่มใสขึ้น โดยเฉพาะบริเวณที่มีสาหร่ายหางกระรอกขึ้นหนาแน่นน้ำมีความใสมาก

จากการวัดความเค็มรายเดือนในทะเลน้อยในปี 2546 พบว่า น้ำเค็มเริ่มรุกเข้าทะเลน้อยในเดือนมีนาคม และความเค็มสูงสุดวัดได้ในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม โดยในคลองบ้านกลางและคลองนางเรียมมีความเค็มประมาณ 1.7 ppt และ 1.4 ppt ตามลำดับ และในทะเลน้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-0.9 ppt

7.2 การศึกษาสภาพอุทกพลศาสตร์และการรุกของน้ำเค็มในทะเลน้อยด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์

แบบจำลองคณิตศาสตร์ทางอุทกพลศาสตร์แบบ 2 มิติ (2D Mathematical Model of Hydrodynamics : WQMAP) ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท Applied Sciences Associates, Inc. (ASA) ประเทศสหรัฐอเมริกา ถูกนำมาประยุกต์กับระบบทะเลสาบสงขลาและทะเลน้อย เพื่ออธิบายการไหลเวียนและกลไกการรุกของน้ำเค็มในทะเลน้อย ผลการปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง (model calibration and verification) พบว่า แบบจำลองให้คำตอบการไหลของน้ำท่าในฤดูฝนออกสู่ทะเลหลวงผ่านทางคลองบ้านกลางต่อคลองนางเรียมไปในทางเดียวกับค่าที่วัดได้ในสนาม ทั้งนี้แบบจำลองฯพยากรณ์การไหลผ่านคลองบ้านกลางมากกว่าที่วัดได้เล็กน้อย ส่วนในฤดูแล้งพบว่าแบบจำลองฯสามารถอธิบายการไหลในคลองบ้านกลางได้สอดคล้องกับที่วัดได้ ขณะที่กระแสน้ำในคลองนางเรียมที่วัดได้มีความแปรปรวนมาก จึงเปรียบเทียบได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

การไหลเวียนในทะเลน้อย

ผลการคำนวณความเร็วในทะเลน้อยในฤดูฝน พบว่ามีความเร็วอยู่ระหว่าง 1-2 ซม/วินาที และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในรัศมีประมาณ 200 ม จากปากคลองบ้านกลางและคลองนางเรียม ความเร็วบริเวณปากคลองบ้านกลางคำนวณได้ระหว่าง 3-7.7 ซม/วินาที โดยน้ำจะไหลเลาะตามชายฝั่งด้านบนแล้วออกสู่คลองบ้านกลาง ขณะที่บริเวณปากคลองนางเรียมคำนวณความเร็วได้ 1-3.2 ซม/วินาที

ในฤดูแล้ง ความเร็วสูงสุดบริเวณปากคลองบ้านกลางและคลองนางเรียมที่คำนวณได้มีค่าประมาณ 2.5 ซม/วินาที และ 1.1 ซม/วินาที ตามลำดับ โดยน้ำขึ้นน้ำลงมีอิทธิพลในรัศมีประมาณ 500 ม จากปากคลอง

แบบจำลองฯถูกนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพสมุทรศาสตร์ของทะเลน้อยเนื่องจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความลึกในทะเลน้อยและการขุดคลองเพื่อพัฒนาการคมนาคมทางน้ำ ผลการพยากรณ์ชี้ว่า เมื่อมีการขุดลอกทะเลน้อยให้ลึกเพิ่มขึ้น 50% ความเร็วในทะเลน้อยมีค่าลดลง 27-31% จากสภาพปัจจุบัน และเมื่อเกิดการตื้นเขิน 50% จะทำให้ความเร็วในทะเลน้อยเพิ่มขึ้นถึง 82-134% การขุดคลองบ้านกลางทำให้การไหลผ่านคลองนางเรียมลดลงอย่างมาก โดยในอดีตความเร็วในทะเลน้อยตอนบนมีค่ามากกว่าในปัจจุบันประมาณ 31% ขณะที่บริเวณคลองบ้านกลางในอดีตเป็นจุดอับการไหล

การรุกของน้ำเค็ม

กลไกการรุกของน้ำเค็มในทะเลน้อยสามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กระแสน้ำขึ้นน้ำลงในคลองบ้านกลางและคลองนางเรียมเป็นปัจจัยแรกที่ทำให้เกิดการพัดพา (advection) ความเค็มจากทะเลหลวงเข้าสู่ทะเลน้อย และก่อให้เกิดการแพร่ของความเค็มเนื่องจากความปั่นป่วน (turbulent diffusion) กระบวนการนี้ดำเนินไปอย่างช้าๆ ในกรณีที่ความเค็มในทะเลหลวงมีค่าเท่ากับ 2 ppt น้ำเค็มที่รุกเข้าสู่ทะเลน้อยในเวลา 1 เดือนทำให้ที่ระยะทาง 1 กม. จากปากคลองบ้านกลางมีความเค็ม 0.3 ppt และเมื่อรวมกับการระเหยที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่สุทธิของมวลน้ำเข้าสู่ทะเลน้อยอย่างต่อเนื่องจะทำให้ความเค็มในทะเลน้อยที่ระยะทาง 1 กม. มีความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 0.8 ppt และในกรณีที่มีการใช้น้ำจากทะเลน้อยจะทำให้การรุกของน้ำเค็มรุนแรงขึ้น จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำใช้กับการรุกของน้ำเค็ม พบว่าความเค็มเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ย 0.2 ppt ต่อ 0.1 ล้าน ลบ.ม/วัน (mcm/day)

การขุดคลองบ้านกลางเพื่อประโยชน์ในการคมนาคม ได้รับการจำลองการรุกของน้ำเค็มเพื่อเปรียบเทียบกับในอดีต พบว่ารูปแบบการแพร่ของน้ำเค็มในอดีตเริ่มจากคลองนางเรียมแล้วแพร่ครอบคลุมทะเลน้อยอย่างช้าๆ ทำให้ตอนบนของทะเลน้อยจะมีความเค็มมากกว่าในสภาพปัจจุบัน และตอนล่างถึงบริเวณชุมชนทะเลน้อยมีโอกาสเป็นน้ำเค็มน้อยมาก ซึ่งแตกต่างจากสภาพปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ การพัฒนาทะเลน้อยด้วยการขุดลอกได้รับการศึกษา ซึ่งชี้ว่าเมื่อขุดลอกทะเลน้อยให้ลึกเพิ่มขึ้น 50% การรุกของความเค็มจะลดลงกว่าปัจจุบันประมาณ 30% ขณะที่การตื้นอีก 50% ความเค็มจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 90% เพราะความลึกที่ลดลงทำให้ความเร็วในทะเลน้อยเพิ่มขึ้น การพัดพาและการแพร่ดีขึ้นขณะที่การเจือจางความเค็มลดลง อย่างไรก็ตามการตื้นเขินเนื่องจากการตกตะกอนเป็นกระบวนการที่ดำเนินไปอย่างช้าๆจึงไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยเฉียบพลัน

ความสามารถในการชะล้างความเค็มออกจากทะเลน้อย ได้รับการวิเคราะห์ในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหลากของน้ำท่ากับการลดลงของความเค็ม ซึ่งพบว่าน้ำท่าที่ไหลใน

อัตรา 12 m^3/s สามารถชะล้างความเค็มในทะเลน้อยได้ในเวลา 20 วัน โดยในช่วง 1-2 วันแรกความเค็มจะลดลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นลดลงอย่างช้าๆในอัตรา 0.06 ppt ต่อวัน ตามลำดับ