บทที่ 6

ผลการวิเคราะห์

6.1 ผลการวิเคราะห์ระดับน้ำและกระแสน้ำ

การไหลในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยธรรมชาติจะเป็นการไหลแบบ Unsteady flow เนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง แต่ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาการตกตะกอนจึงจำลองการไหลแบบ Steady flow การวิเคราะห์นี้เพื่อคำนวณหาระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำจะเป็นการเฉลี่ยรายวัน ในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำและศึกษาการไหลในแนวร่องน้ำ โดยใช้แบบจำลองคำนวณกระแสน้ำ

สำหรับการใช้แบบจำลองคำนวณกระแสน้ำนี้จะมีขั้นตอนการใช้ 2 ขั้นตอนคือ

- ขั้นตอนการทดสอบแบบจำลองคือทำการคำนวณระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงในช่วงวันที่ 18, 29, 30, 31 มีนาคม 2522 และวันที่ 1, 5, 6, 7 เมษายน พ.ศ. 2522 ซึ่งเป็นวันที่มีการตรวจวัดความเร็วกระแสน้ำ 8 สถานี ภายในอ่าวไทยตอนบน ดูรูปที่ 5.1 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับผลการคำนวณความเร็วกระแสน้ำจากแบบจำลองคำนวณกระแสน้ำ และในวันที่มีการวัดดังกล่าวก็จะนำข้อมูลระดับน้ำที่เกาะสีชังและสถานีนำร่องมาใช้เปรียบเทียบกับผลการคำนวณระดับน้ำจากแบบจำลองด้วย สำหรับพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองคำนวณกระแสน้ำนี้คือค่าคงที่ Chezy (CH) จะใช้ค่าเท่ากับ 60 $ม^{1/2}$/วินาที ดังได้กล่าวรายละเอียดการพิจารณาเลือกค่า CH ในหัวข้อ 4.1.2(ค) แล้ว สำหรับผลการทดสอบแบบจำลอง ดูภาคผนวก ข

- ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นการคำนวณหาระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยรายวันในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำเฉลี่ยรายวันที่ขอบเขตจากผลการคำนวณกระแสน้ำจากพื้นที่อ่าวไทยตอนบน มาใช้เป็นข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตในการคำนวณ (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 4.1) ข้อมูลระดับน้ำจะใช้วันตัวแทนในเดือนต่างๆของปีตัวแทนคือ ปีพ.ศ. 2526 และ พ.ศ. 2533 (รายละเอียดการหาปีตัวแทนของข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก และช่วงทดสอบ 5 ปีหลัง และวันตัวแทนของเดือนต่างๆ ดูรายละเอียดวิธีการพิจารณาในหัวข้อ 5.1.2 ผลที่ได้จากการคำนวณหาระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยรายวันในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำคือ ลักษณะความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยรายวันในบริเวณปากแม่น้ำผลการคำนวณพบว่า ในปี พ.ศ. 2526 ที่ตำแหน่ง กม. +1 ความเร็วกระแสน้ำมีมากถึง 49.37 ซม.ต่อวินาที ในเดือนตุลาคม และมีค่าน้อย

16.67 ซม.ต่อวินาที ในเดือนมีนาคม ส่วนในปี พ.ศ. 2533 ความเร็วกระแสน้ำมีมาก 187.81 ซม.ต่อวินาที ในเดือนตุลาคม และมีค่าน้อย 15.98 ซม.ต่อวินาที ในเดือนกุมภาพันธ์ (ดูลักษณะกระแสน้ำในรูปภาคผนวก จ)

สำหรับความเร็วกระแสน้ำในร่องน้ำ จะมีความเร็วมากที่ต้นร่องน้ำบริเวณใกล้ปากแม่น้ำแล้วค่อยๆ ลดลงเมื่อห่างปากแม่น้ำออกไป (ดูรูปในภาคผนวก ฉ) โดยความเร็วจะมากที่สุดที่ตำแหน่ง node C1 เพราะเป็นตำแหน่งที่อยู่ในปากแม่น้ำก่อนที่ปากแม่น้ำจะขยายกว้างขึ้น และมีความเร็วน้อยตั้งแต่ node ช่วงกลางคือ C2-C5 (เลยจากแนวโค้งของร่องน้ำ) ออกไป เพราะอยู่ห่างจากปากแม่น้ำออกมาและอยู่เลยแนวโค้งของร่องน้ำ ซึ่งมีผลทำให้ความเร็วลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำในร่องน้ำ โดยผลการคำนวณปี พ.ศ. 2526 ตารางผลการคำนวณกระแสน้ำในร่องน้ำ ความเร็วกระแสน้ำมากที่สุดที่ node C1 คือ 10.30 ซม.ต่อวินาที ในเดือนตุลาคม และน้อยที่สุดที่ node C9 คือ 0.09 ซม.ต่อวินาที ในเดือนมีนาคม สำหรับผลการคำนวณปี พ.ศ. 2533 ตารางผลการคำนวณกระแสน้ำในร่องน้ำ ความเร็วกระแสน้ำมากที่สุดที่ node C1 คือ 38.46 ซม.ต่อวินาที ในเดือนตุลาคม และน้อยที่สุดที่ node C9 คือ 0.14 ซม.ต่อวินาที ในเดือนมีนาคม

6.2 ผลการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของคลื่น

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของคลื่นในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ รวมถึงในแนวร่องน้ำ เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนของคลื่นเข้าสู่ชายฝั่งที่มีความลึกของท้องน้ำไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะความลึกในแนวร่องน้ำ และมีขนาดความสูงและทิศทางของคลื่นต่างๆ มาเกี่ยวข้องต่อลักษณะการเคลื่อนที่ของคลื่น

จากการศึกษาของโชคชัย (2539) ได้ทำการศึกษาทำนายคลื่นน้ำลึกจากข้อมูลลม ดังได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อ 4.2 ได้ผลการทำนายค่าความสูง คาบเวลา ทิศทางของคลื่นน้ำลึกและจำนวนชั่วโมงที่เกิดคลื่นในเดือนต่างๆ ในการศึกษานี้พิจารณาแบ่งข้อมูลคลื่นน้ำลึกในแต่ละเดือนออกเป็น 3 ช่วง ตามช่วงทิศทางของคลื่นคือ ช่วงทิศตะวันออก (ช่วงทิศตั้งแต่ 90°-150°) ช่วงทิศใต้ (151°-210°) ช่วงทิศตะวันตก (211°-270°) โดยการหาค่าเฉลี่ยของคาบเวลาและทิศทางของคลื่นในแต่ละช่วงทิศทาง หาค่าเฉลี่ยโดยให้น้ำหนักด้วยจำนวนชั่วโมงที่เกิดคลื่นด้วย สำหรับการหาค่าเฉลี่ยของความสูงคลื่นจะคำนวณหาจากค่าเฉลี่ยของค่าพลังงานคลื่น โดยใช้ค่าพลังงานคลื่นจากสมการที่ 3.9 นั่นคือ จากข้อมูลความสูงของคลื่นที่มีในแต่ละเดือนจะทำการคำนวณหาพลังงานคลื่น จากนั้นก็ทำการหาค่าเฉลี่ยพลังงานคลื่นในแต่ละช่วงทิศทางโดยให้น้ำหนักตามจำนวนชั่วโมงที่เกิดคลื่น เมื่อได้ค่าเฉลี่ยพลังงานคลื่นแล้วก็ทำการคำนวณค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย การเฉลี่ยข้อมูล

คลื่นในแต่ละเดือน จะทำการหาค่าเฉลี่ยข้อมูลคลื่นนี้ช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก (ปี พ.ศ.2525-2529) และช่วงทดสอบ 5 ปีหลัง (ปี พ.ศ. 2530-2534) ต่อไป และใช้แบบจำลองคำนวณคลื่น เพื่อคำนวณหาค่าความสูงคลื่นและทิศทางของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำ ผลการคำนวณคลื่นเฉลี่ยที่เคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณปากแม่น้ำ (ดูรูปในภาคผนวก จ และ ฉ) พบว่า ส่วนใหญ่คลื่นจะไม่แตกตัวเนื่องจากคลื่นจากน้ำลึกที่เฉลี่ยได้มีขนาดเล็ก สำหรับเดือนที่ขนาดคลื่นเล็กที่สุดคือ เดือนกรกฎาคม (ข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก) ขนาดคลื่นน้ำลึก 9.49 ซม. และในเดือนพฤศจิกายน (ข้อมูลช่วงทดสอบ 5 ปีหลัง) ขนาดคลื่นน้ำลึก 12.33 ซม. แต่ในบางเดือนที่ขนาดคลื่นน้ำลึกมีมากก็จะทำให้เกิดการแตกตัวเมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าใกล้ฝั่ง เช่น ในเดือนมีนาคม (ข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก) มีขนาดคลื่นน้ำลึก 67.60 ซม. เป็นที่น่าสังเกตุว่า แบบจำลองไม่สามารถคำนวณสภาพคลื่นหลังพัดผ่านร่องน้ำได้ดีนัก

6.3 ผลการวิเคราะห์หาการฟุ้งกระจายของตะกอน

การวิเคราะห์หาการฟุ้งกระจายของตะกอนในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและรวมถึงในแนวร่องน้ำ เพื่อดูถึงอิทธิพลของอัตราการไหลของน้ำจากปากแม่น้ำ อัตราการไหลของตะกอนจากปากแม่น้ำ ลักษณะการไหลของกระแสน้ำในพื้นที่ปากแม่น้ำ และลักษณะการเคลื่อนที่เข้ามาของคลื่น

วิธีการหาการฟุ้งกระจายของตะกอนจะพิจารณาแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

- กรณีการฟุ้งกระจายของตะกอนเนื่องจากคลื่นและกระแสน้ำจากแม่น้ำ เคลื่อนที่เข้ามาในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำในช่วงเวลาเดียวกันนั้น สมการที่ใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของตะกอน จะใช้สมการที่ 3.28

- กรณีการฟุ้งกระจายเนื่องจากกระแสน้ำจากแม่น้ำอย่างเดียว โดยไม่มีคลื่นเคลื่อนที่เข้ามา ในการคำนวณหาความเข้มข้นของตะกอนก็จะใช้สมการที่ 3.28 โดยกำหนดค่า $\Delta q_s = 0$

ผลการคำนวณลักษณะการฟุ้งกระจายของตะกอนคือจะมีการฟุ้งกระจายมากบริเวณปากแม่น้ำ มีบางเดือนที่มีการฟุ้งกระจายออกด้านข้างทั้งสองของปากแม่น้ำ สำหรับลักษณะการฟุ้งกระจายของตะกอนในร่องน้ำนั้น จะมีความฟุ้งกระจายมากในร่องน้ำใกล้ปากแม่น้ำและบริเวณทางโค้งของร่องน้ำ แล้วความเข้มข้นจะลดลงจนเป็นศูนย์ในช่วงท้ายร่องน้ำนอกชายฝั่ง (ดูรูปในภาคผนวก จ และ ช)

6.4 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์

พารามิเตอร์ที่สำคัญในการศึกษาหาอัตราการตกตะกอนคือ αc และ W_f ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองคำนวณการฟุ้งกระจายและตกตะกอน

โดยในการศึกษานี้จะทำการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก (ปี พ.ศ. 2525-2529) และช่วงทดสอบ (ปี พ.ศ. 2530-2534) โดยในช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก จะทำการปรับค่าพารามิเตอร์ αc และ W_f เพื่อคำนวณหาอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำให้ใกล้เคียงกับอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำจากข้อมูลขุดลอกร่องน้ำ เมื่อได้ αc และ W_f ที่เหมาะสมแล้วก็จะนำไปใช้ในการคำนวณอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำช่วงทดสอบ 5 ปีหลัง เพื่อตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดโดยพิจารณาเทียบกับค่าอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำจากข้อมูลขุดลอกร่องน้ำ ผลการคำนวณปรับเทียบและตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ αc และ W_f เป็นดังนี้

1. ผลการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ αc ตั้งแต่ 0.015, 0.15, 0.2, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5 โดยค่า W_f คงที่เท่ากับ 5.0 ซม.ต่อวินาที ได้ผลคำนวณค่าอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำใกล้เคียงกัน จึงพิจารณาเลือกค่า $\alpha c = 0.15$ (ดูตารางที่ 6.1)
2. ผลการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ W_f ตั้งแต่ 0.07, 0.5, 1.0, 2.0, 2.5, 5.0, 6.5 ซม. ต่อวินาทีโดยค่า αc คงที่เท่ากับ 0.15 ได้ผลคำนวณค่าอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำเฉลี่ยรายปีช่วง 5 ปีแรก จากผลนี้จึงพิจารณาเลือกค่า $W_f = 5.0$ ซม.ต่อวินาที ซึ่งได้ผลคำนวณค่าอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำเท่ากับ 3.80×10^6 ลบ.ม/ปี ใกล้เคียงกับค่าอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำจากการวัดจริง คือ 3.82×10^6 ลบ.ม/ปี (ดูผลการคำนวณค่าอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำที่ค่า W_f ต่างๆ ในตารางที่ 6.2 และภาคผนวก ช)
3. ผลการตรวจสอบข้อมูลช่วง 5 ปีหลัง โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ $W_f = 5.0$ ซม.ต่อวินาที และ $\alpha c = 0.15$ ได้ผลการคำนวณอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำเท่ากับ 3.84×10^6 ลบ.ม/ปี โดยอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำจากการวัดจริง คือ 3.86×10^6 ลบ.ม/ปี ซึ่งมีความแตกต่างคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 0.39% (ดูตารางที่ 6.3)

อย่างไรก็ตามเมื่อมาพิจารณาเทียบอัตราการตกตะกอนคำนวณรายเดือน เมื่อใช้ค่าพารามิเตอร์ค่าต่างๆ กับอัตราการตกตะกอนจริงจะพบว่าค่า Wf ที่มีค่าระหว่าง 2 - 2.5 ซม.ต่อวินาที ให้ค่าในช่วงเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม ได้ใกล้เคียงกับค่าวัดจริง แต่ในเดือนอื่นให้ค่าน้อยกว่า ขณะที่ค่า Wf ที่มีค่า 5.0 - 6.5 ซม.ต่อวินาที ให้ค่าในช่วงเดือนที่มีคลื่นแรงได้มากกว่าอัตราการวัดจริง และให้ค่าน้อยกว่าค่าวัดจริงในเดือนอื่น ซึ่งแสดงว่าค่า Wf ควรจะแปรเปลี่ยนตามรายเดือนได้

ตารางที่ 6.1 ผลคำนวณอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายเดือนที่ค่า α_C ต่าง ๆ (Wf=5.0)
(ข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก)

เดือน	Qsr (ลบ.ม./เดือน)	Qs (ลบ.ม./เดือน)				
		α_C = 0.15	α_C = 0.2	α_C = 0.5	α_C = 0.8	α_C = 1.0
มค.	159,830	41,745	41,745	41,745	41,746	41,746
กพ.	237,914	45,375	45,376	45,376	45,376	45,377
มีค.	339,716	314,319	314,319	314,319	314,320	314,320
เมย.	433,560	411,216	411,216	411,217	411,217	411,217
พค.	434,912	847,604	847,604	847,604	847,605	847,605
มิย.	385,492	1,333,934	1,333,933	1,333,933	1,333,934	1,333,934
กค.	144,047	422,962	422,963	422,963	422,963	422,964
สค.	176,398	250,020	250,021	250,021	250,021	250,022
กย.	335,420	1,474	1,474	1,474	1,475	1,475
ตค.	533,472	63,753	63,753	63,754	63,754	63,754
พย.	383,154	33,475	33,476	33,476	33,476	33,477
ธค.	255,766	36,676	36,677	36,677	36,677	36,678
รวม	3,819,681	3,802,553	3,802,557	3,802,559	3,802,564	3,802,569

Note : Q_{SR} คืออัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายเดือนคำนวณจากข้อมูลวัดจริง(ลบ.ม/เดือน)

Q_S คืออัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายเดือนคำนวณจากแบบจำลอง(ลบ.ม/เดือน)

ตารางที่ 6.2 อัตราส่วน Qs/Qsr ที่ค่า W_f ต่างๆ (α=0.15) (ข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก)

	Qs/Qsr						
เดือน	Wf = 0.07	Wf = 0.5	Wf = 1.0	Wf = 2.0	Wf = 2.5	Wf = 5.0	Wf = 6.5
มกราคม	-0.635	0.05	0.106	0.134	0.139	0.261	0.269
กุมภาพันธ์	-0.448	0.102	0.089	0.099	0.104	0.000	0.000
มีนาคม	-4.942	0.155	0.296	0.409	0.450	0.132	0.136
เมษายน	-0.7308	-0.049	0.372	0.417	0.458	0.104	0.108
พฤษภาคม	-28.240	-1.600	0.498	0.697	0.824	0.409	0.421
มิถุนายน	-60.103	-4.108	0.415	1.103	1.376	0.812	0.837
กรกฎาคม	-40.050	-2.299	0.841	0.994	1.204	2.182	2.249
สิงหาคม	-15.961	-0.688	0.373	0.495	0.594	2.895	2.985
กันยายน	-0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	1.226	1.263
ตุลาคม	-0.616	-0.002	0.031	0.053	0.059	0.771	0.794
พฤศจิกายน	-0.192	0.018	0.036	0.045	0.047	2.235	2.304
ธันวาคม	-0.344	0.025	0.057	0.073	0.076	3.135	3.231
ΣQs/ΣQsr	-12.981	-0.695	0.238	0.364	0.429	0.995	1.026

Note : Q_{SR} คืออัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายเดือนคำนวณจากข้อมูลวัดจริง(ลบ.ม/เดือน)

Q_S คืออัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายเดือนคำนวณจากแบบจำลอง(ลบ.ม/เดือน)

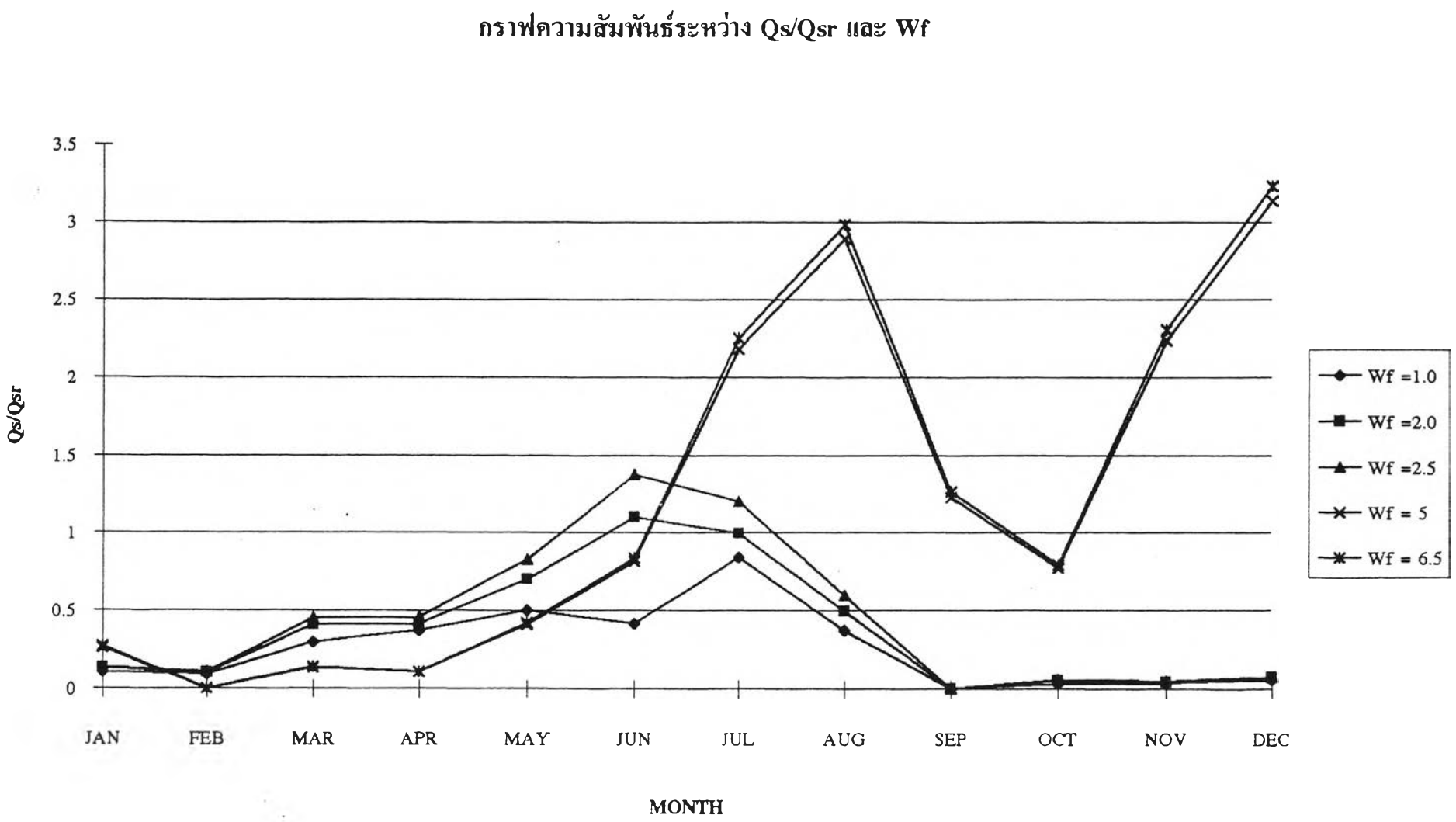
ΣQ_{SR} คืออัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายปีคำนวณจากข้อมูลวัดจริง(ลบ.ม/ปี)

ΣQ_S คืออัตราการตกตะกอนในร่องน้ำรายปีคำนวณจากแบบจำลอง(ลบ.ม/ปี)

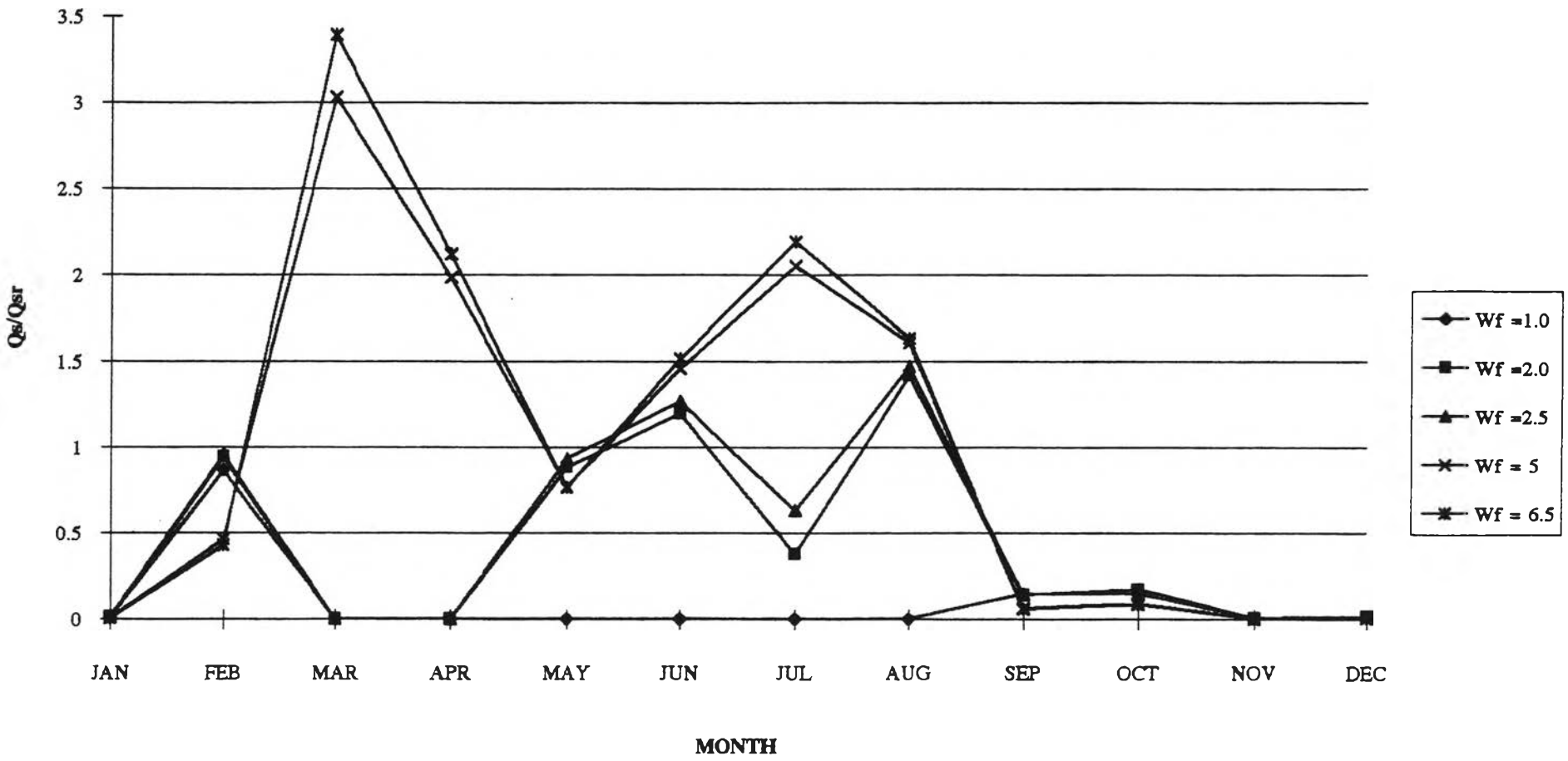
ค่าบวกหมายความว่า เกิดการตกตะกอน และค่าลบหมายความว่า เกิดการกัดเซาะ

ตารางที่ 6.3 อัตราส่วน Q_S/Q_{SR} ที่ค่า W_f ต่างๆ (α_c =0.15) (ข้อมูลช่วงทดสอบ 5 ปีหลัง)

	Q_s/Q_{sr}						
เดือน	Wf = 0.07	Wf = 0.5	Wf = 1.0	Wf = 2.0	Wf = 2.5	Wf = 5.0	Wf = 6.5
มกราคม	-0.007	0.009	0.008	0.009	0.009	0.003	0.003
กุมภาพันธ์	-15.895	0.266	0.866	0.943	0.960	0.463	0.428
มีนาคม	-782.641	-78.884	-20.937	-1.824	-0.760	3.031	3.394
เมษายน	-331.555	-42.322	-10.907	-1.094	-0.572	1.985	2.120
พฤษภาคม	-49.034	-5.717	-0.312	0.881	0.934	0.768	0.762
มิถุนายน	-138.147	-15.990	-2.172	1.195	1.266	1.457	1.514
กรกฎาคม	-224.726	-29.587	-6.109	0.377	0.630	2.052	2.189
สิงหาคม	-115.689	-13.262	-1.160	1.418	1.469	1.608	1.634
กันยายน	-0.200	0.115	0.145	0.138	0.139	0.061	0.056
ตุลาคม	-1.920	-0.042	0.145	0.169	0.171	0.089	0.084
พฤศจิกายน	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002
ธันวาคม	-0.008	0.013	0.015	0.017	0.017	0.008	0.007
$\sum Q_S/\sum Q_{SR}$	-123.968	-14.312	-2.878	0.344	0.487	0.996	1.044



รูปที่ 6.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Qs/Qsr และ Wf (ข้อมูลช่วงวิเคราะห์ 5 ปีแรก)



รูปที่ 6.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Qs/Qsr และ Wf (ข้อมูลช่วงทดสอบ 5 ปีหลัง)