

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. ผลการวิจัย

ในส่วนผลการวิจัย เป็นการนำเสนอรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจำลองโดยแยกเป็นผลการวิเคราะห์กรณีที่เกิดค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X และกรณีที่เกิดค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y ในรูปกราฟ ตาราง พร้อมคำอธิบายและการสรุปผล โดยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังนี้

n	หมายถึง	ขนาดตัวอย่าง
ρ	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่กำหนดสำหรับการทดสอบ
r_{xy}	หมายถึง	ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน
r_s	หมายถึง	ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน
T_a	หมายถึง	ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์
r_b	หมายถึง	ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก

ผลการวิจัยสำหรับแต่ละสถานการณ์ ปรากฏดังนี้

1.1 กรณีเกิดค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X

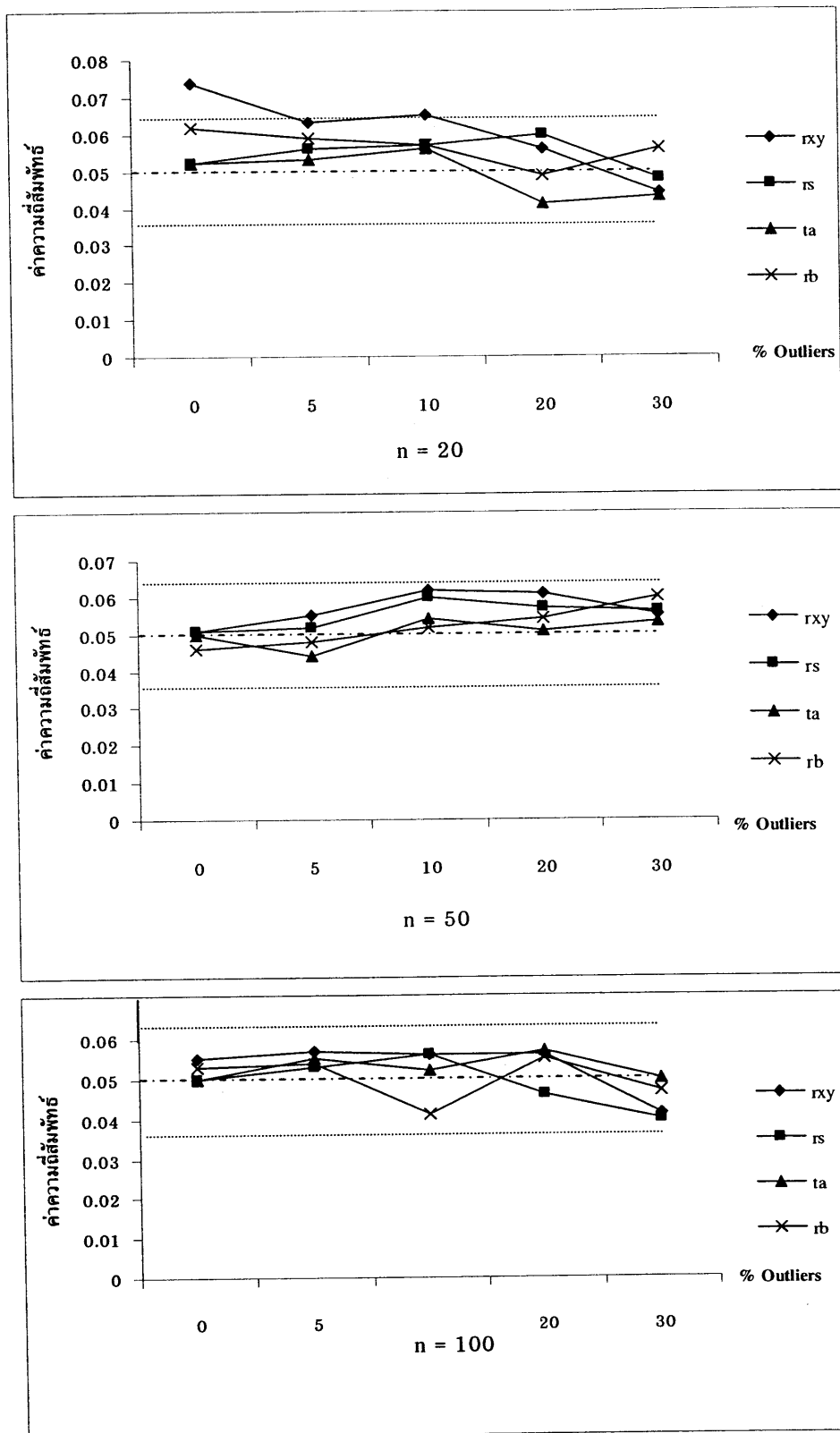
โปรแกรมจะทำการจำลองข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยในเบื้องต้นจะกำหนดข้อมูลตัวแปร Y ให้คงที่ จากนั้นจำลองค่าผิดปกติจากกลุ่มให้เกิดขึ้นในตัวแปร X ตามจำนวนที่กำหนด แล้วทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ เพื่อเปรียบเทียบความแกร่งของตัวประมาณค่าในแต่ละสถานการณ์ ผลการศึกษาเป็นดังนี้

1.1.1 ความแกร่งในการทดสอบทางสถิติ

1.1.1.1 ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จะพิจารณาจากความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง ($\rho=0$) แล้วนำค่าความถี่สัมพัทธ์ไปเปรียบเทียบกับช่วงของระดับนัยสำคัญที่กำหนด ถ้าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบใดมีความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริง อยู่ภายในช่วง 0.036 ถึง 0.064 แสดงว่าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์นั้นมีความแกร่งหรือสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

การศึกษานี้ทำการจำลองข้อมูลทั้งสิ้น 60 สถานการณ์ แตกต่างกันตามขนาดตัวอย่าง และจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่ม กำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบเท่ากับ 0.05 พบว่า สถานการณ์ส่วนใหญ่ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ยกเว้น เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 มีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างเท่ากับ 0% และ 10% พบว่า ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยมีความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงเท่ากับ 0.074 และ 0.065 ตามลำดับ (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงของตัวประมาณค่าทั้ง 4 แบบ จำแนกตามเปอร์เซ็นต์ของค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่าง X และขนาดตัวอย่าง

1.1.1.2 อำนาจการทดสอบ

ในกรณีนี้จะพิจารณาตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สามารถควบคุมความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง ($p \neq 0$) โดยจะพิจารณาจากค่าความถี่สัมพัทธ์ของผลการทดสอบที่สรุปว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักจากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แต่ละแบบ ถ้าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใดมีความถี่สัมพัทธ์ของผลการทดสอบสูงกว่าตัวประมาณค่าแบบอื่น ๆ แสดงว่าตัวประมาณค่านั้นมีความแข็งแกร่งกว่าตัวประมาณค่าอื่น ๆ ที่เหลือ และถ้าตัวประมาณค่า 2 แบบมีความถี่สัมพัทธ์เท่ากัน แสดงว่าตัวประมาณค่าทั้งสองมีความแข็งแกร่งไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้หากจำนวนครั้งที่ทำการทดลองเพิ่มขึ้นมาก ๆ ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง จะมีค่าใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับค่าอำนาจของการทดสอบ โดยจำลองสถานการณ์จำแนกตามขนาดตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 240 สถานการณ์ ผลการศึกษาคุณสมบัติของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า

(1) ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20

เมื่อไม่มีค่าผิดปกติจากกลุ่ม ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ตามลำดับ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50 และ 0.80 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์เคนดอลล์ ตามลำดับ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์เคนดอลล์ มีอำนาจในการทดสอบไม่แตกต่างกัน

เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 5% ของขนาดตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์มีอำนาจในการทดสอบต่ำที่สุด เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีอำนาจในการทดสอบต่ำที่สุด เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50 และ 0.80 เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจในการทดสอบไม่แตกต่างกัน

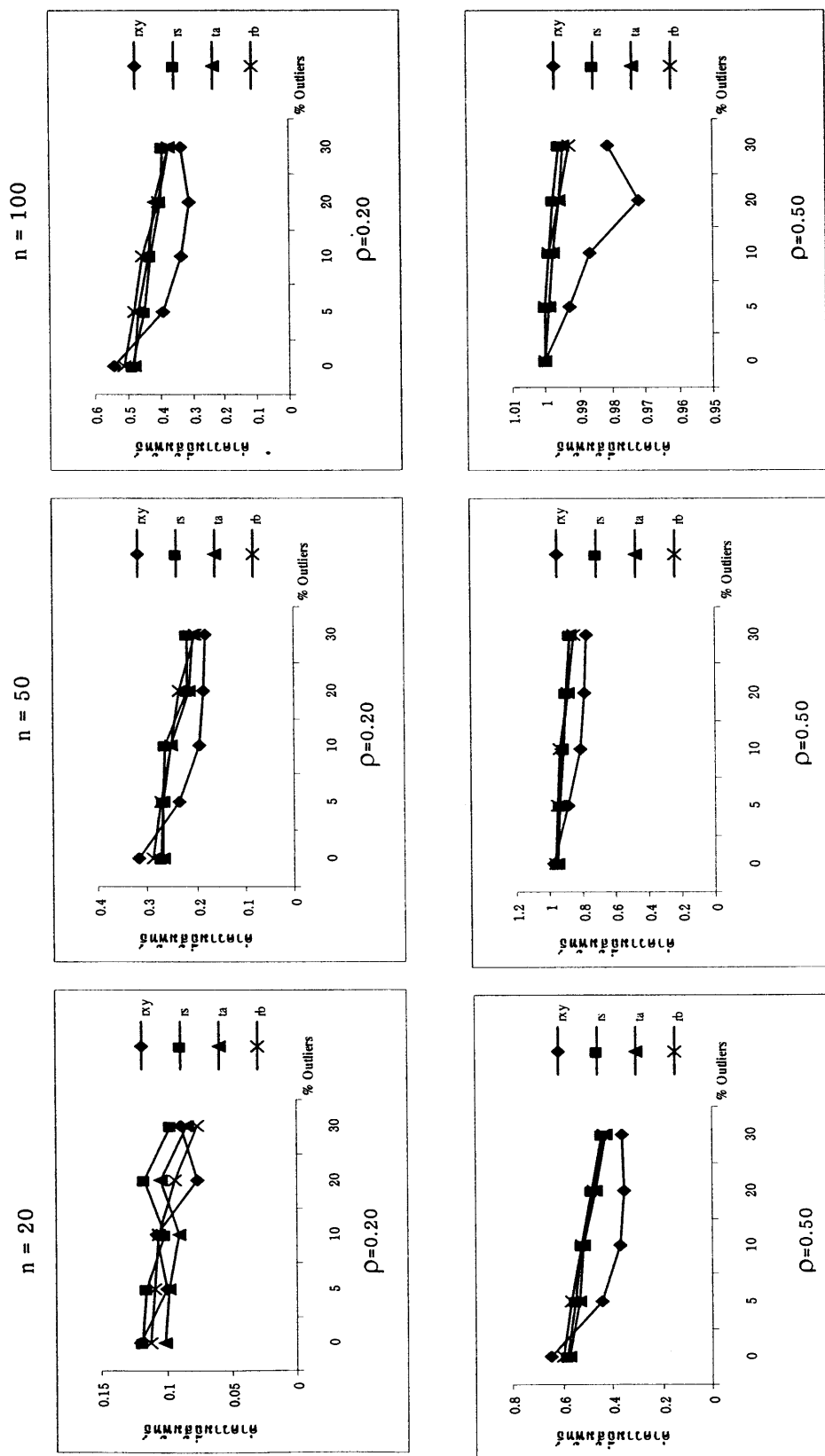
เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 10% ของขนาดตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ และเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 ตัวประมาณค่า

เมื่อค่าผิดปกติดังกล่าวเกิน 10% ของขนาดตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน มีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีอำนาจในการทดสอบต่ำที่สุด เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

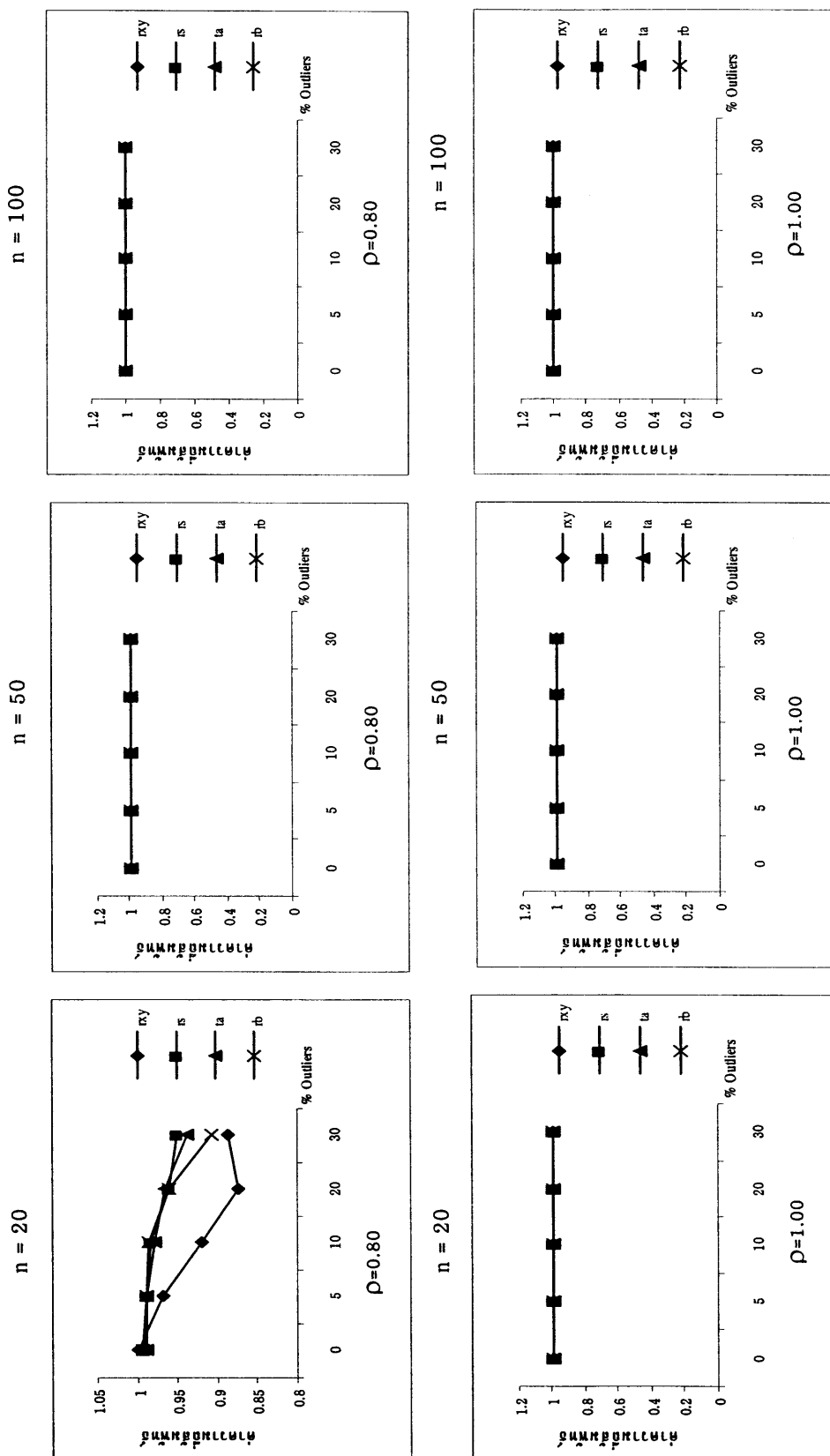
น้ำหนัก มีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีอำนาจในการทดสอบต่ำที่สุด เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 และ 1.00 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจในการทดสอบไม่แตกต่างกัน

เมื่อค่าผิดปกติดิจากกลุ่มเท่ากับ 20% ของขนาดตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์มีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน มีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก และ สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีอำนาจในการทดสอบต่ำที่สุดในทุกสถานการณ์ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 และ 1.00 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจในการทดสอบไม่แตกต่างกัน

เมื่อค่าผิดปกติดิจากกลุ่มเท่ากับ 30% ของขนาดตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20 และ 0.50 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน มีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์และสหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีอำนาจในการทดสอบต่ำที่สุด เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80 และ 1.00 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจในการทดสอบไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติกจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่างและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์



ภาพที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและค่าผิดปกติกจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่างและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ต่อ)

1.1.1.3 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์

ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์จะพิจารณาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง โดยมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง เปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีค่าผิดปกติจากกลุ่ม เพื่อพิจารณาว่าการมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างในจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละแบบอย่างไร ได้ทำการจำลองข้อมูลตามขนาดตัวอย่างและร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่ม โดยแยกพิจารณาในแต่ละขนาดความสัมพันธ์ จำนวนสถานการณ์ในแต่ละขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 48 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 192 สถานการณ์ ผลการศึกษาคุณสมบัติของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่า

(1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20

เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่าง 20 50 และ 100 มีค่าคงที่แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่อร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.9708, 0.9343 0.8467 และ 0.7591 ตามลำดับ เมื่อจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างคงที่ อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น

(2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50

เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่าง 20 50 และ 100 มีค่าคงที่แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่อร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.9779, 0.8927, 0.8186 และ 0.7461 ตามลำดับ เมื่อจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างคงที่ อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 5% ของขนาดตัวอย่าง และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 50 และ 100 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีค่าเท่ากับ 0.9381, 0.9884 และ 1.00 ตามลำดับ

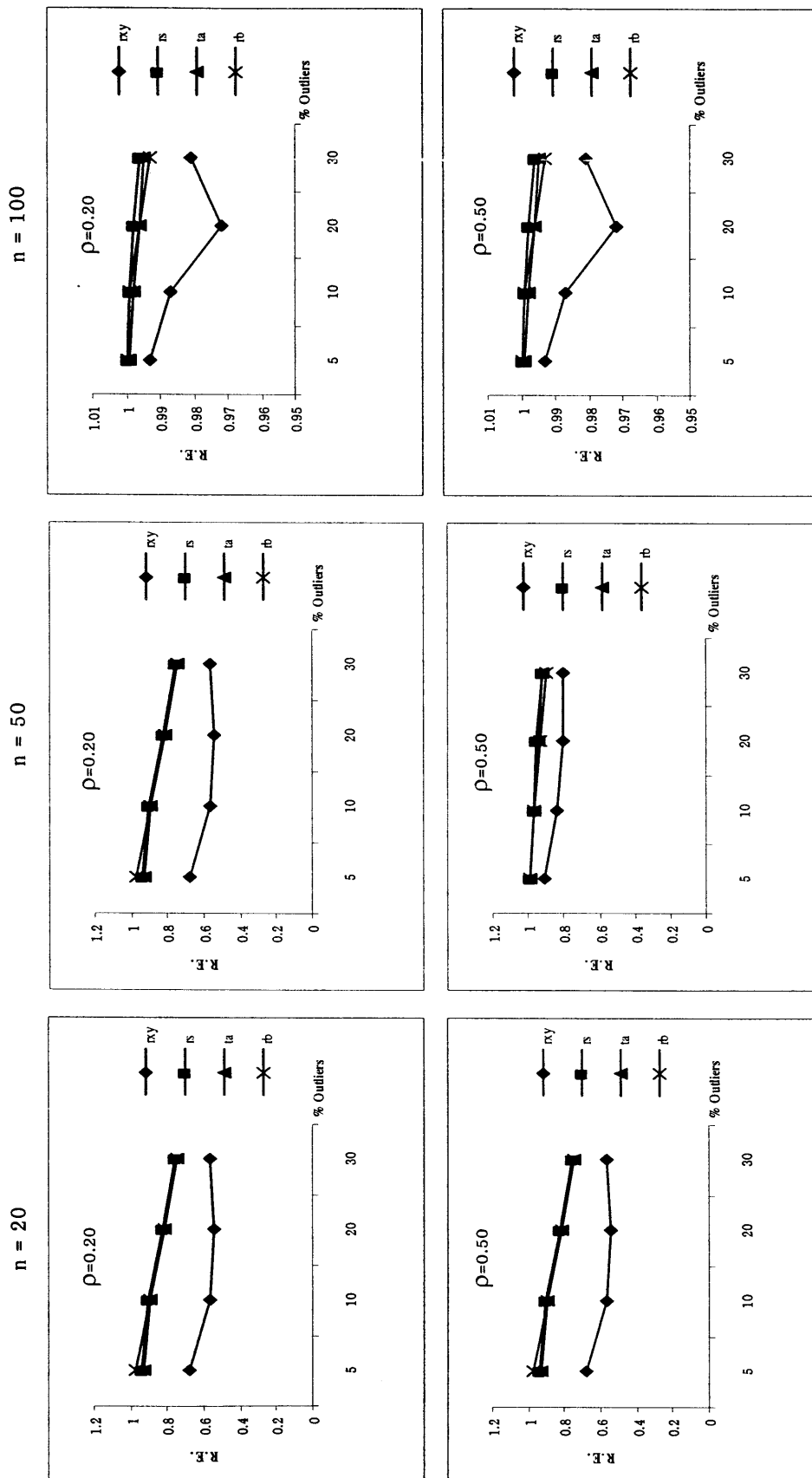
(3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80

เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่อร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.9980, 0.9879, 0.9758 และ 0.9475 ตามลำดับ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 100 มีค่าคงที่ และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเท่ากับ 1 ในทุกสถานการณ์ ยกเว้น ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 อัตราการ

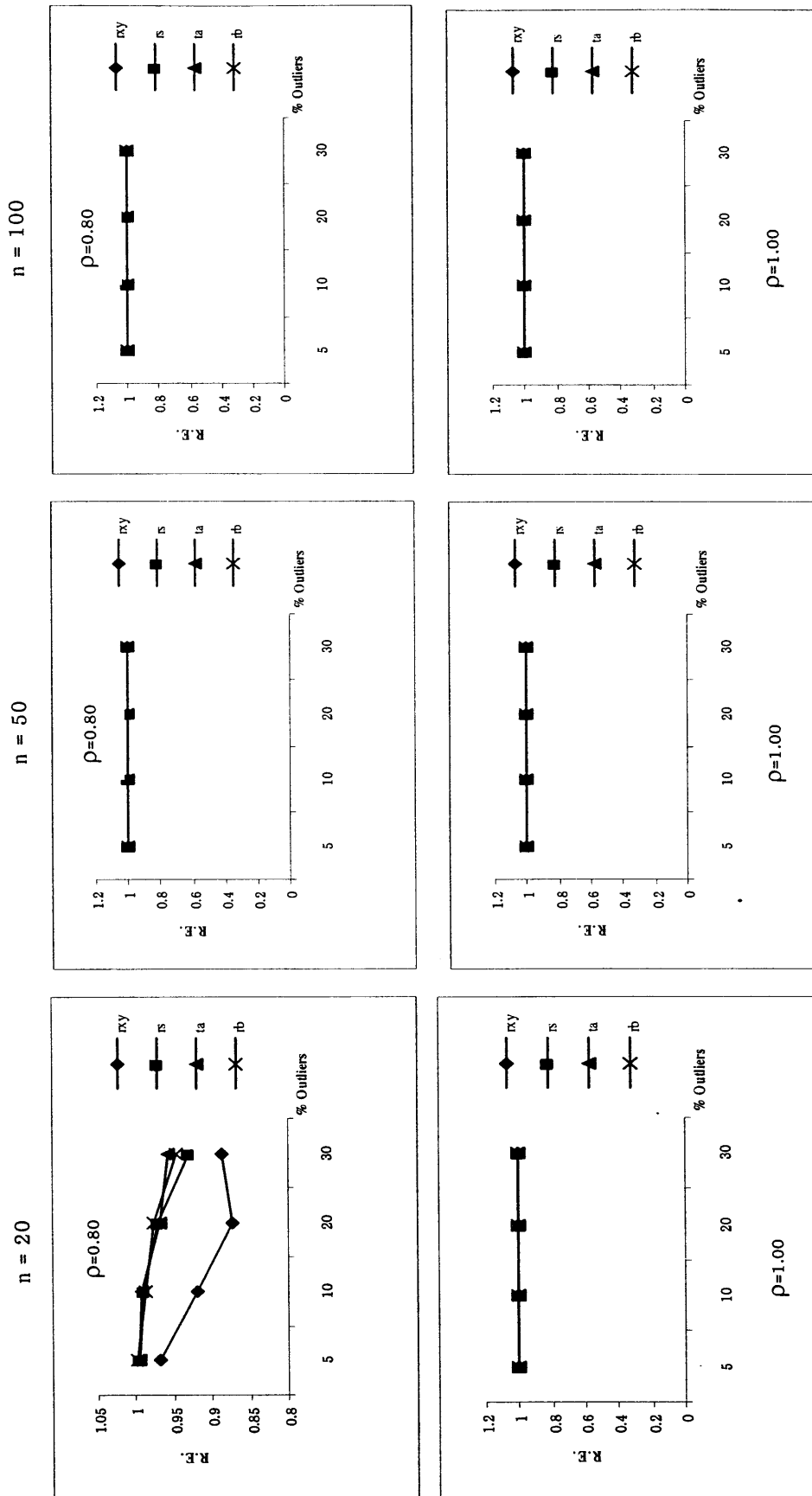
เปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ จะมีค่าลดลงเป็น 0.999 เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่าง เท่ากับ 30%ของขนาดตัวอย่าง

(4) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00

ในทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับของจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่าง อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเท่ากับ 1 ในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีความผิดพลาดจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่าง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์



ภาพที่ 17 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ของตัวประมาณค่าสัมพัทธ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่าง และ ค่าสัมพัทธ์สหสัมพันธ์ (ต่อ)

1.1.2 ความแกร่งในการประมาณค่า

ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่าง ดังนั้นตัวประมาณค่าที่มีความแกร่งจะให้ค่าประมาณที่เท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ เกณฑ์การตัดสินใจว่าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใดมีความแกร่งในการประมาณค่า จะเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) จากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ โดยตัวประมาณค่าใดที่ให้ค่า MSE ต่ำกว่าจะมีประสิทธิภาพมากกว่า ซึ่งถือว่าเป็นตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีความแกร่งมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวประมาณค่าอื่น ๆ ทำการจำลองข้อมูลตามขนาดตัวอย่างและร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่ม โดยแยกพิจารณาในแต่ละขนาดความสัมพันธ์ทั้งหมด 5 ขนาด จำนวนสถานการณ์ในแต่ละขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 48 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 240 สถานการณ์ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองที่ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละสถานการณ์ เป็นดังนี้

1.1.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0

เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และมีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 5% - 20% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์เคนดอลล์ ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะให้ค่า MSE สูงที่สุด เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ และสหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก ตามลำดับ

เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และมีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 5% - 10% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์เคนดอลล์ ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะให้ค่า MSE สูงที่สุด เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 20% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก และสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ และสหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก ตามลำดับ

เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และมีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 5% - 20% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์เคนดอลล์ ตามลำดับ เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ และสหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะให้ค่า MSE สูงที่สุด (ภาพที่ 18)

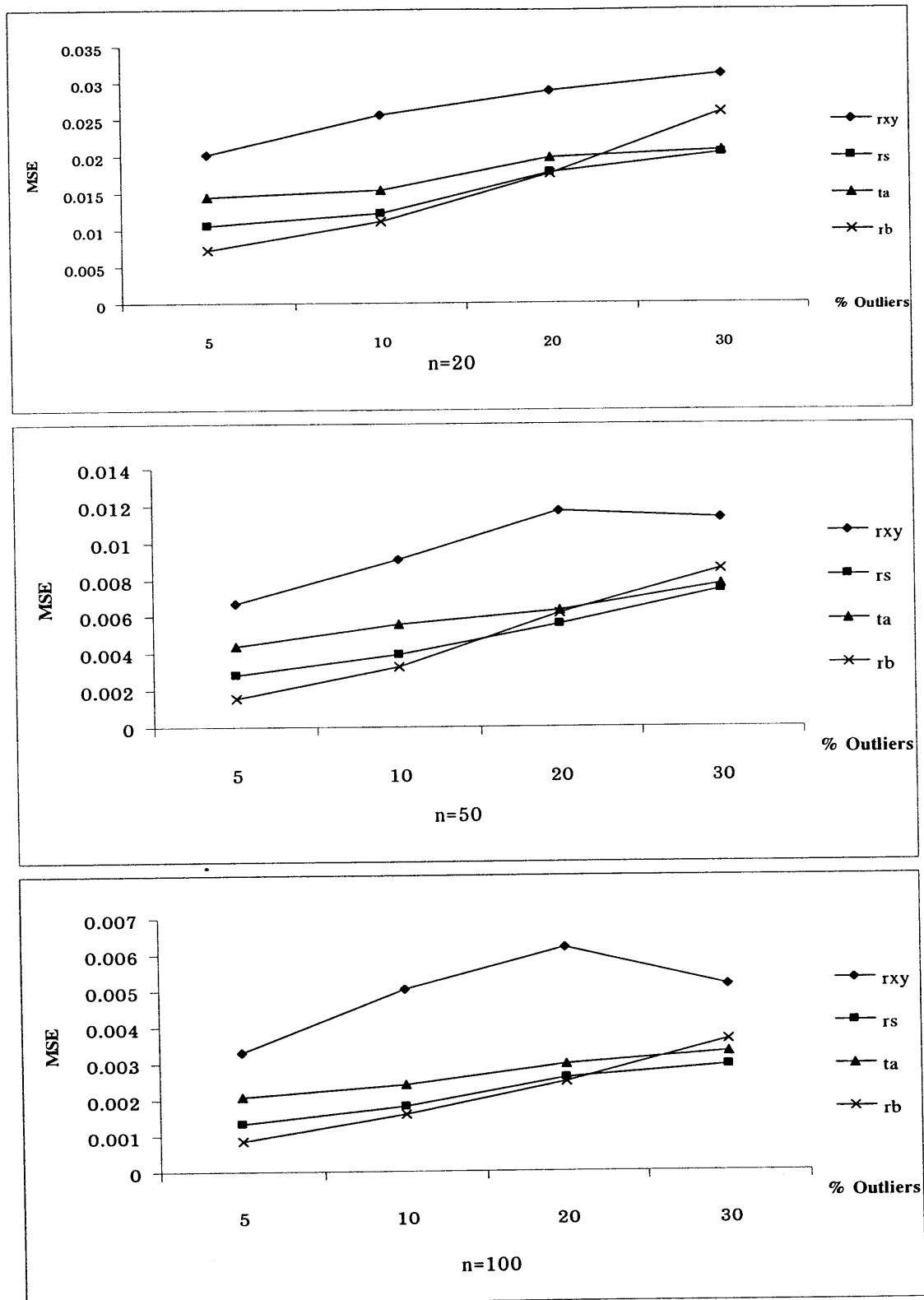
1.1.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20

เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และมีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 5% - 10% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 20%-30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

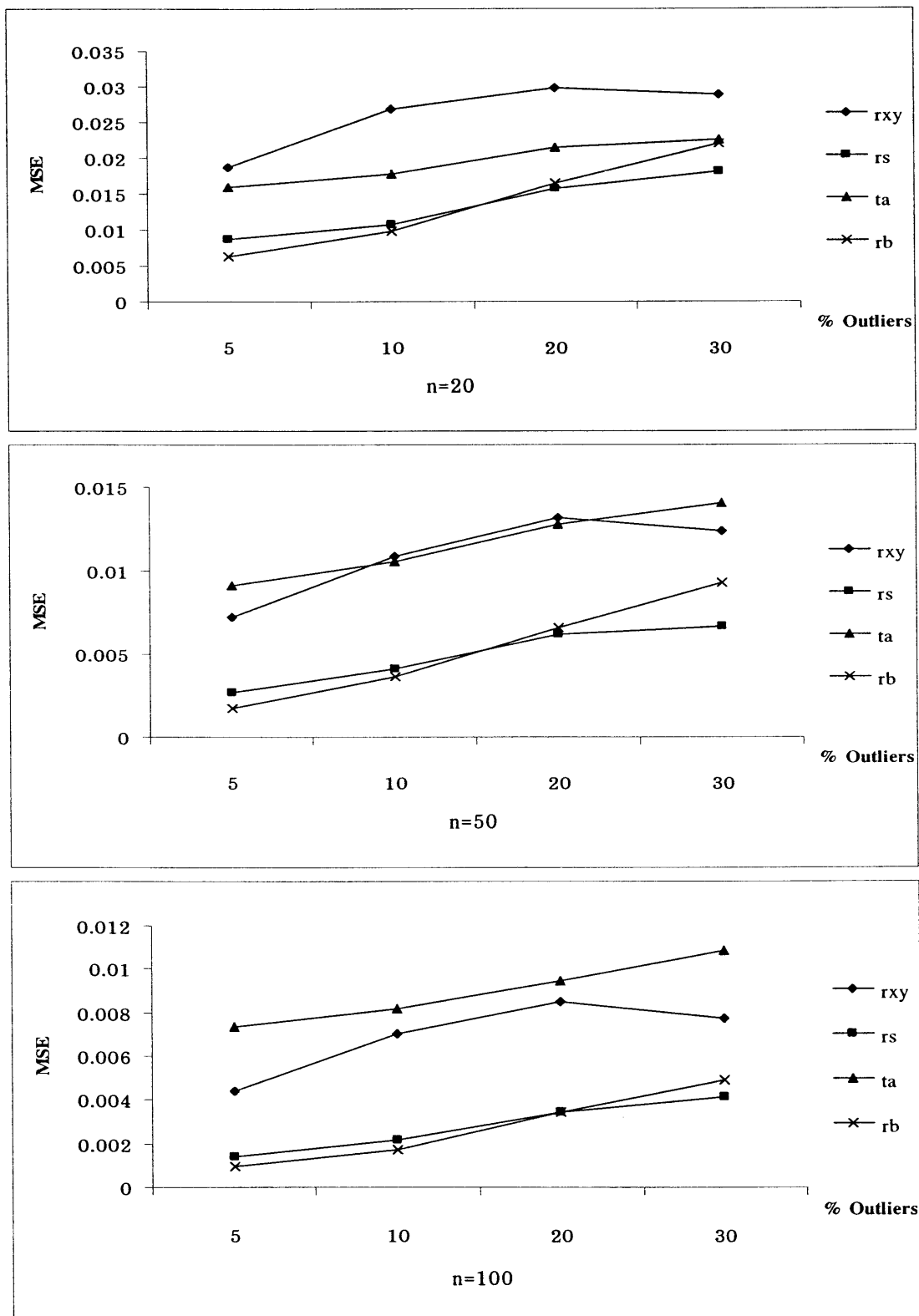
เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 100 มีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 5% - 10% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 20% - 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก และสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์จะให้ค่า MSE สูงที่สุดในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 20)

เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 มีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 5% ของขนาดตัวอย่าง พบว่าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 10% - 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก และสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์จะให้ค่า MSE สูงที่สุดในทศฐานการณ (ภาพที่ 21)

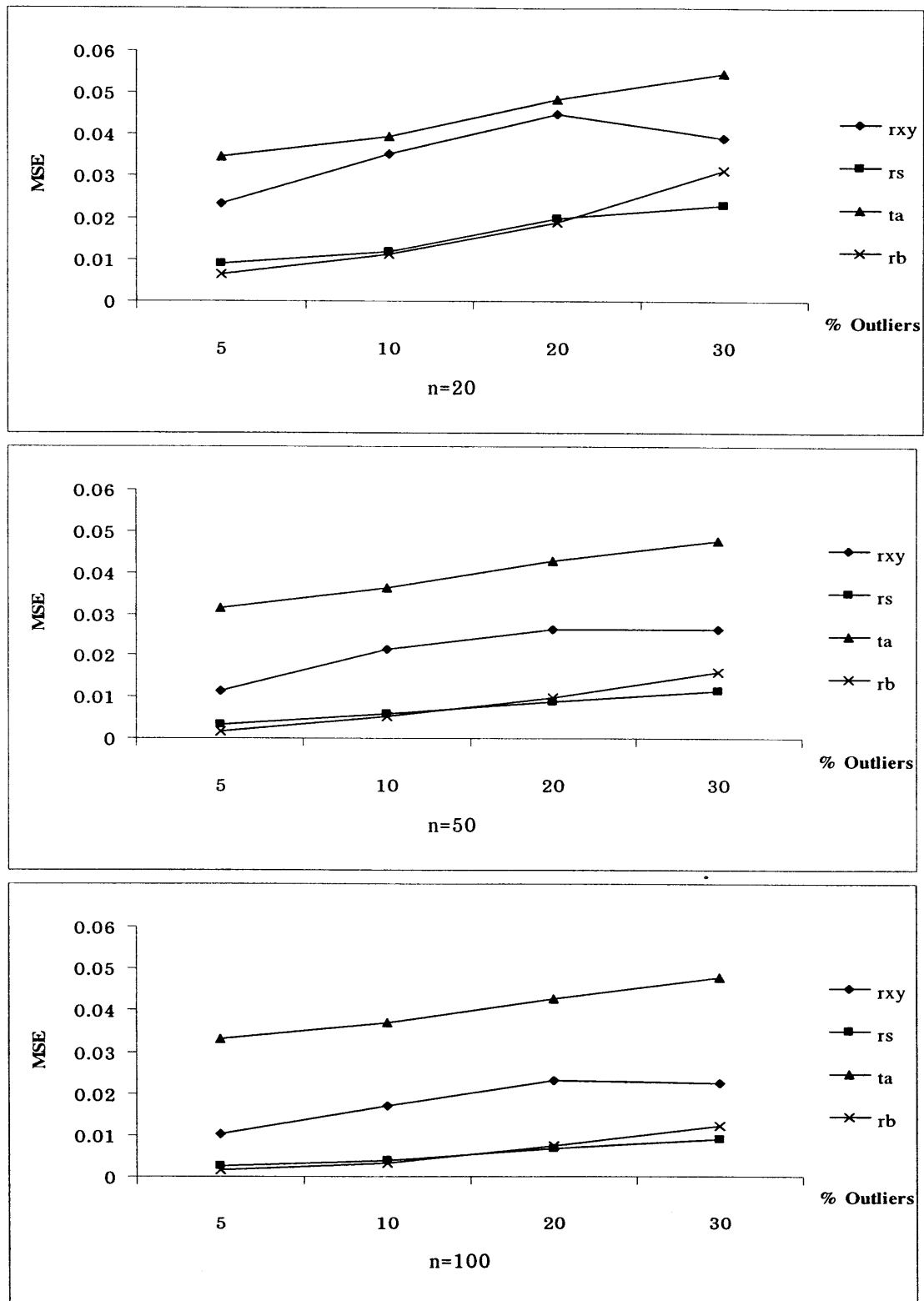
เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มเกิดในตัวแปร X ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะให้ค่า MSE สูงที่สุดในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 22)



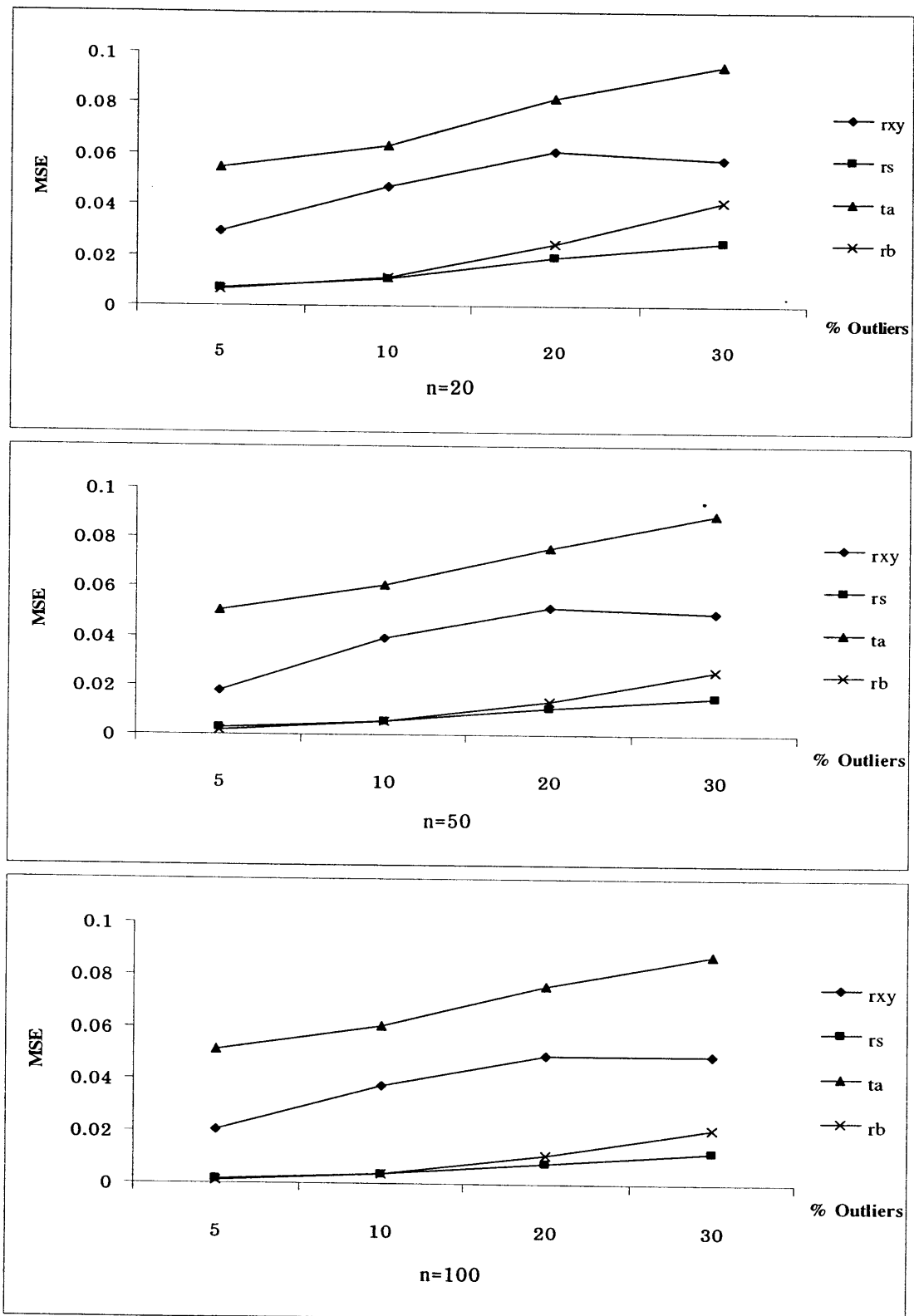
ภาพที่ 18 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.00



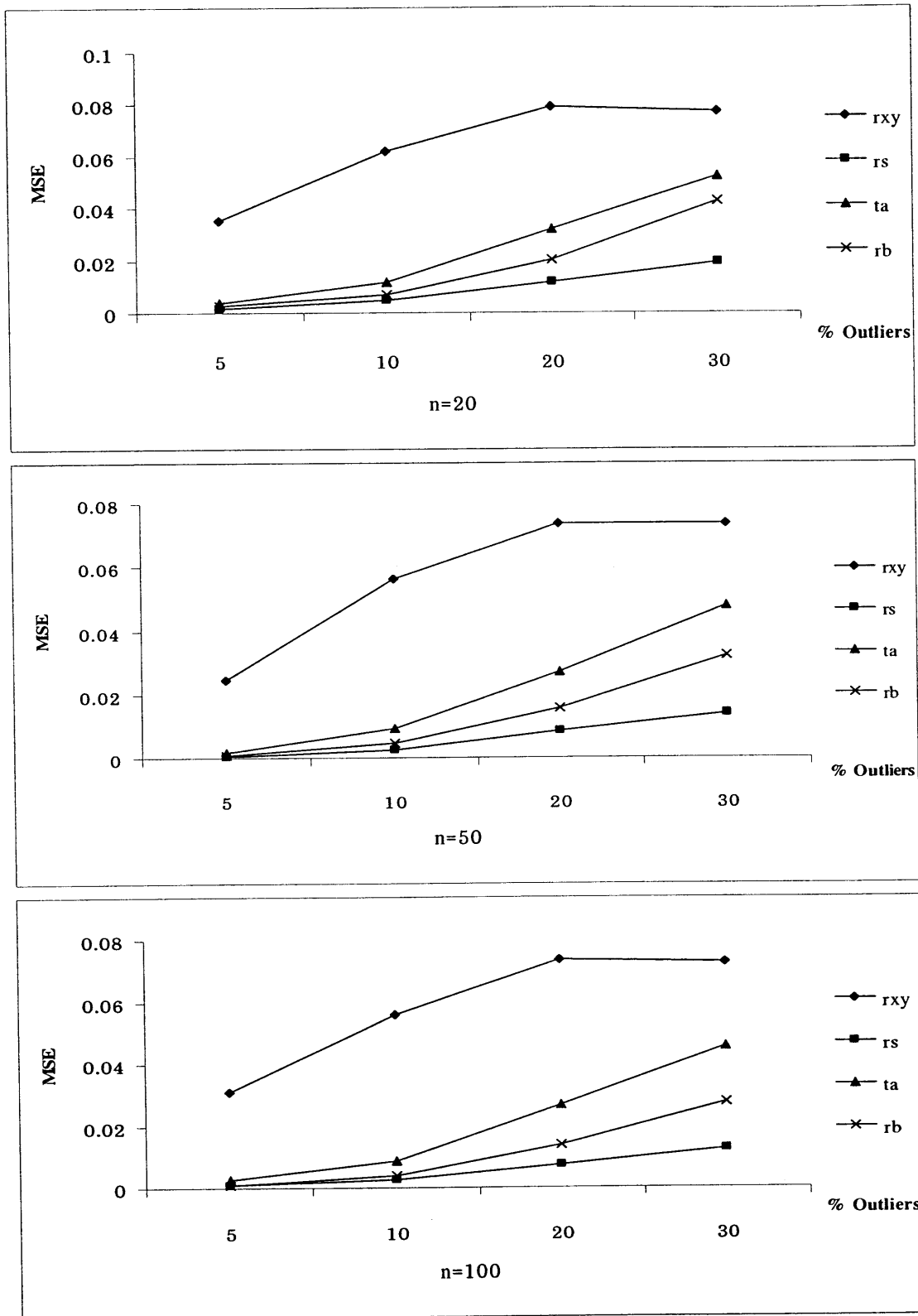
ภาพที่ 19 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.20



ภาพที่ 20 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.50



ภาพที่ 21 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.80



ภาพที่ 22 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 1.00

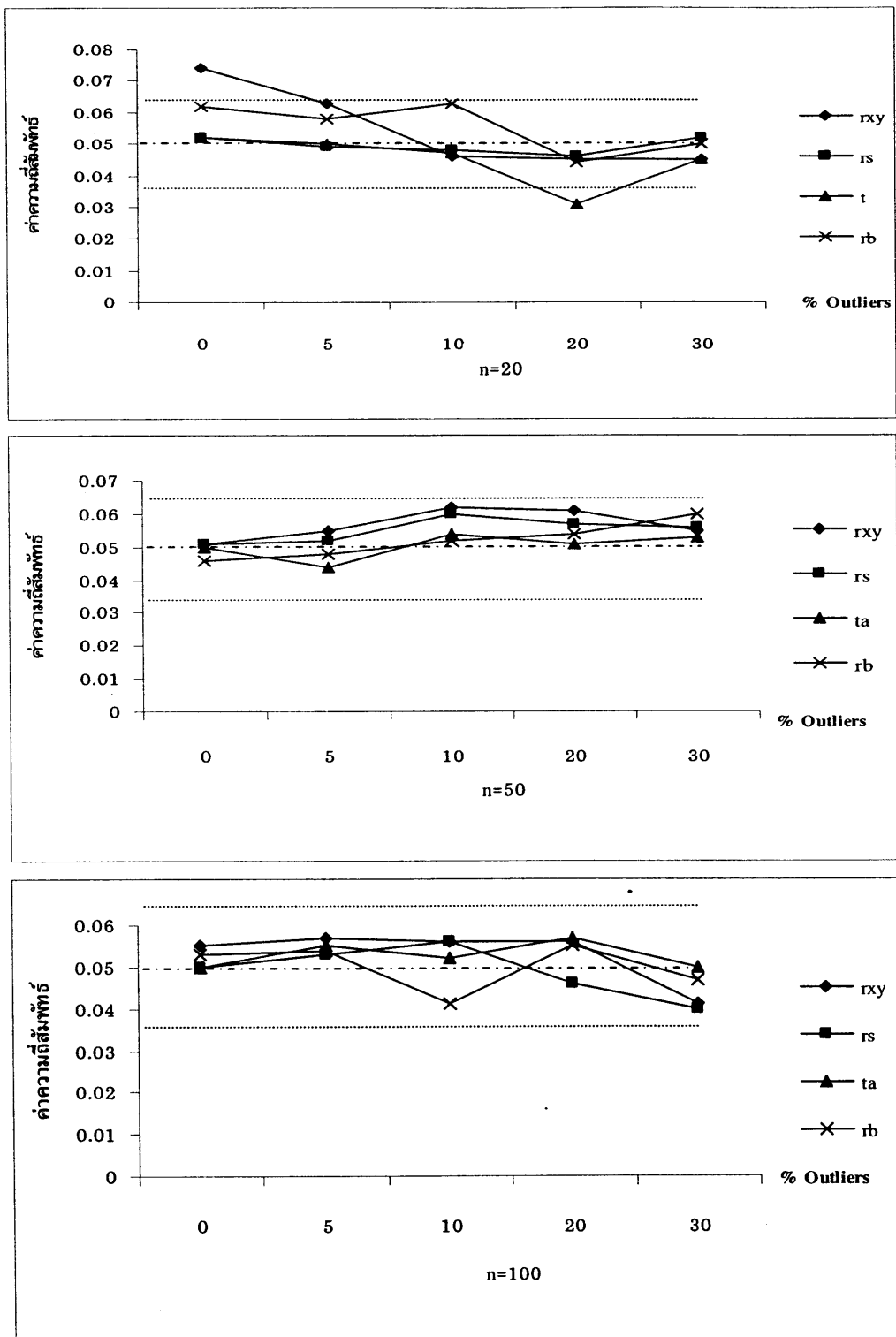
1.2 กรณีเกิดค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y

โปรแกรมจะทำการจำลองข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยในเบื้องต้นจะกำหนดข้อมูลในตัวแปร X ให้คงที่ จากนั้นจำลองค่าผิดปกติจากกลุ่มให้เกิดขึ้นในตัวแปร Y ตามจำนวนที่กำหนด แล้วทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ เพื่อเปรียบเทียบความแกร่งของตัวประมาณค่าในแต่ละสถานการณ์ ผลการศึกษาเป็นดังนี้

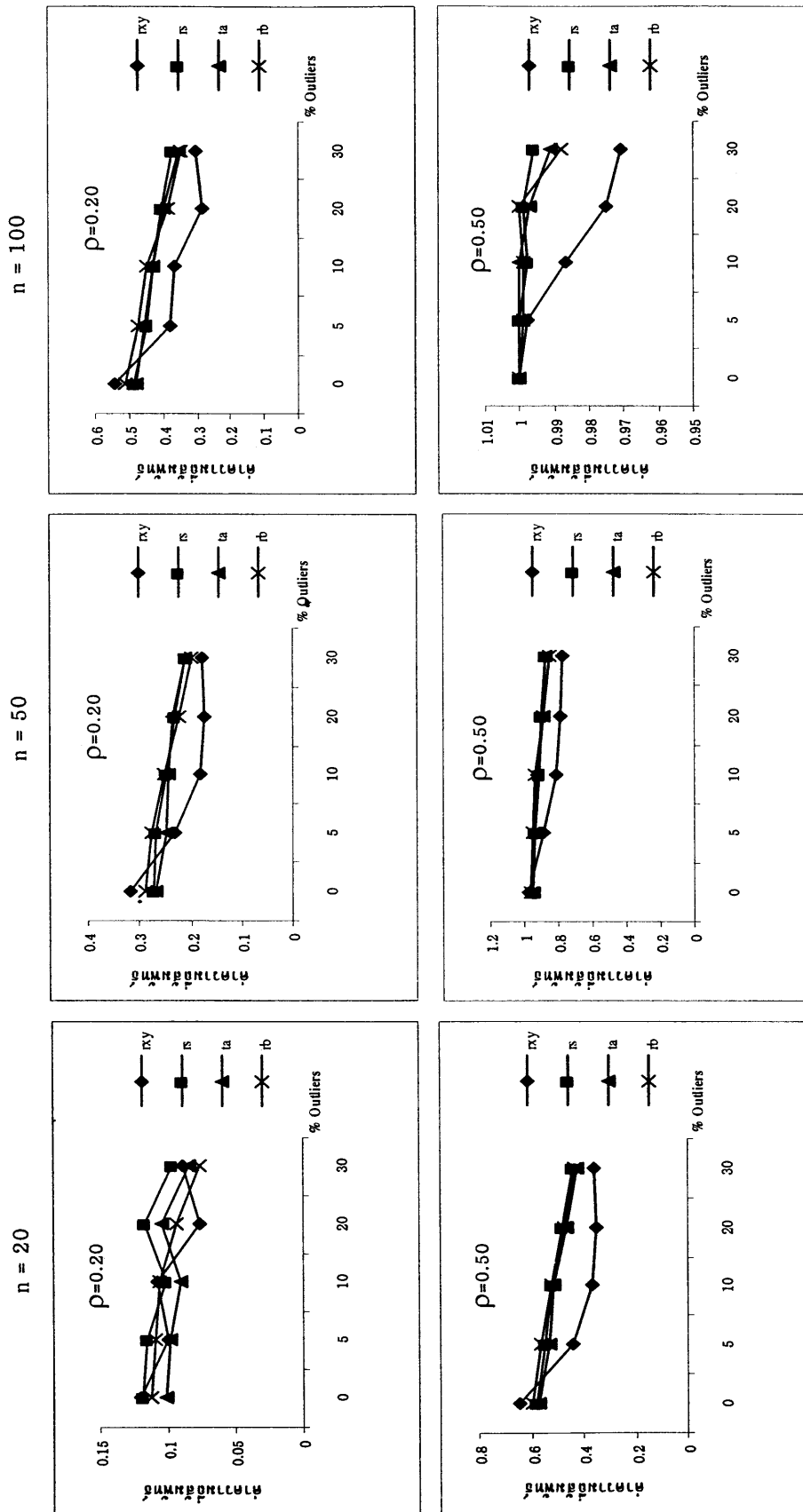
1.2.1 ความแกร่งในการทดสอบทางสถิติ

1.2.1.1 ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

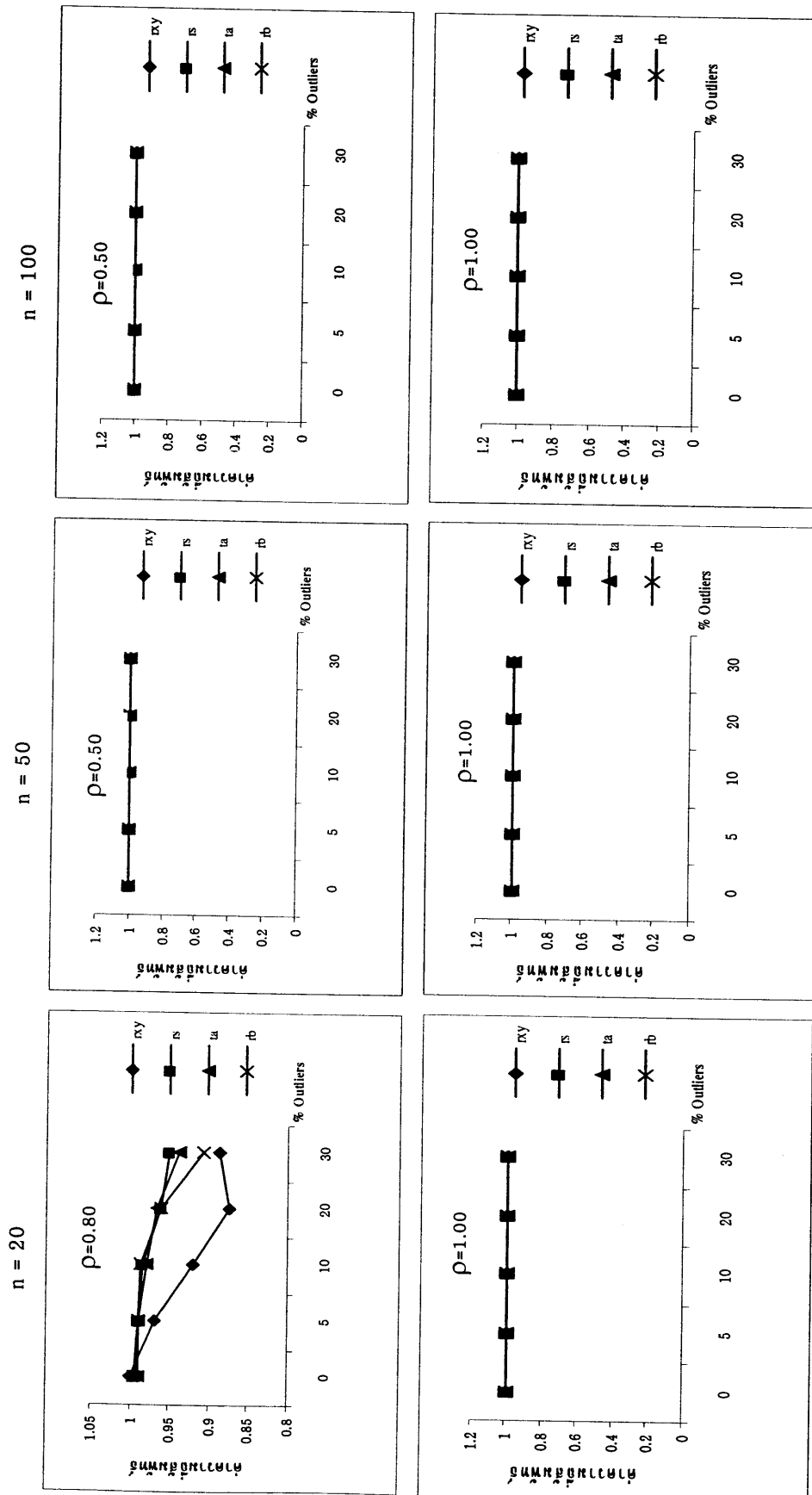
การศึกษานี้ทำการจำลองข้อมูลทั้งสิ้น 48 สถานการณ์ แตกต่างกันตามขนาดตัวอย่าง และจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่ม กำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบเท่ากับ 0.05 พบว่า สถานการณ์ส่วนใหญ่ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ยกเว้น เมื่อขนาดตัวอย่างไม่เท่ากับ 20 มีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างเท่ากับ 20% พบว่า ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ โดยมีความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงเท่ากับ 0.031 (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงของตัวประมาณค่าทั้ง 4 แบบ จำแนกตามจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y และขนาดตัวอย่าง



ภาพที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติกกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่างและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์



ภาพที่ 24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติกกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่างและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ต่อ)

1.2.1.3 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์

จำลองข้อมูลตามขนาดตัวอย่างและร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่ม โดยแยกพิจารณาในแต่ละขนาดความสัมพันธ์ จำนวนสถานการณ์ในแต่ละขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 48 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 192 สถานการณ์ ผลการศึกษาคุณสมบัติของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์ พบว่า

(1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.20

เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่าง 20 50 และ 100 มีค่าคงที่แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.9635, 0.9270, 0.8759 และ 0.7226 ตามลำดับ เมื่อจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างคงที่แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 10% ของขนาดตัวอย่างขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 50 และ 100 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน มีค่าเท่ากับ 0.9746, 0.9084 และ 0.8845 ตามลำดับ

(2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50

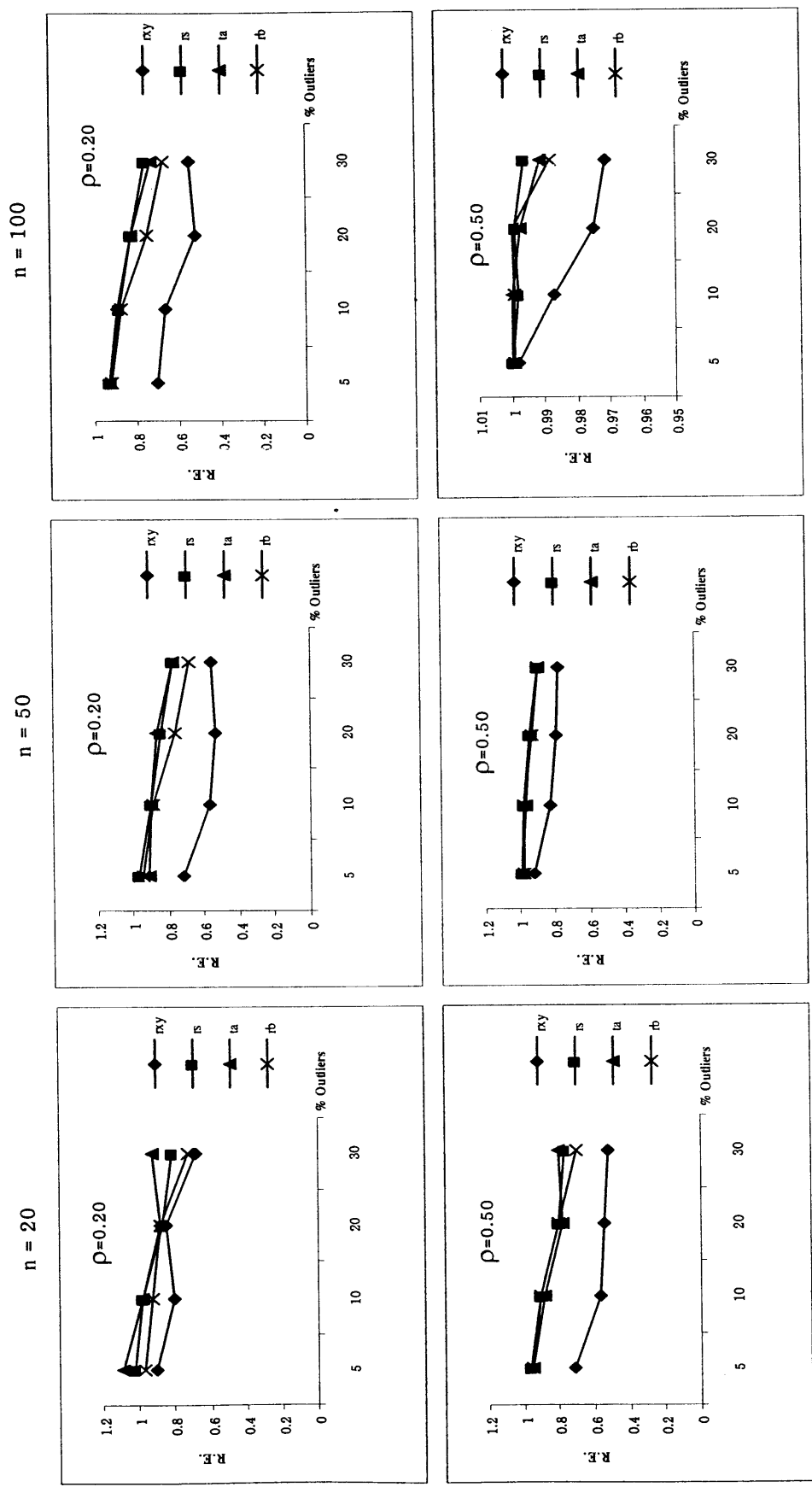
เมื่อกำหนดให้ขนาดตัวอย่าง 20, 50 และ 100 มีค่าคงที่แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่อร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.9844, 0.9730, 0.9356 และ 0.8982 ตามลำดับ เมื่อจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างคงที่แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 5% ของขนาดตัวอย่าง และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20, 50 และ 100 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.9527, 0.9844 และ 0.9990 ตามลำดับ

(3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.80

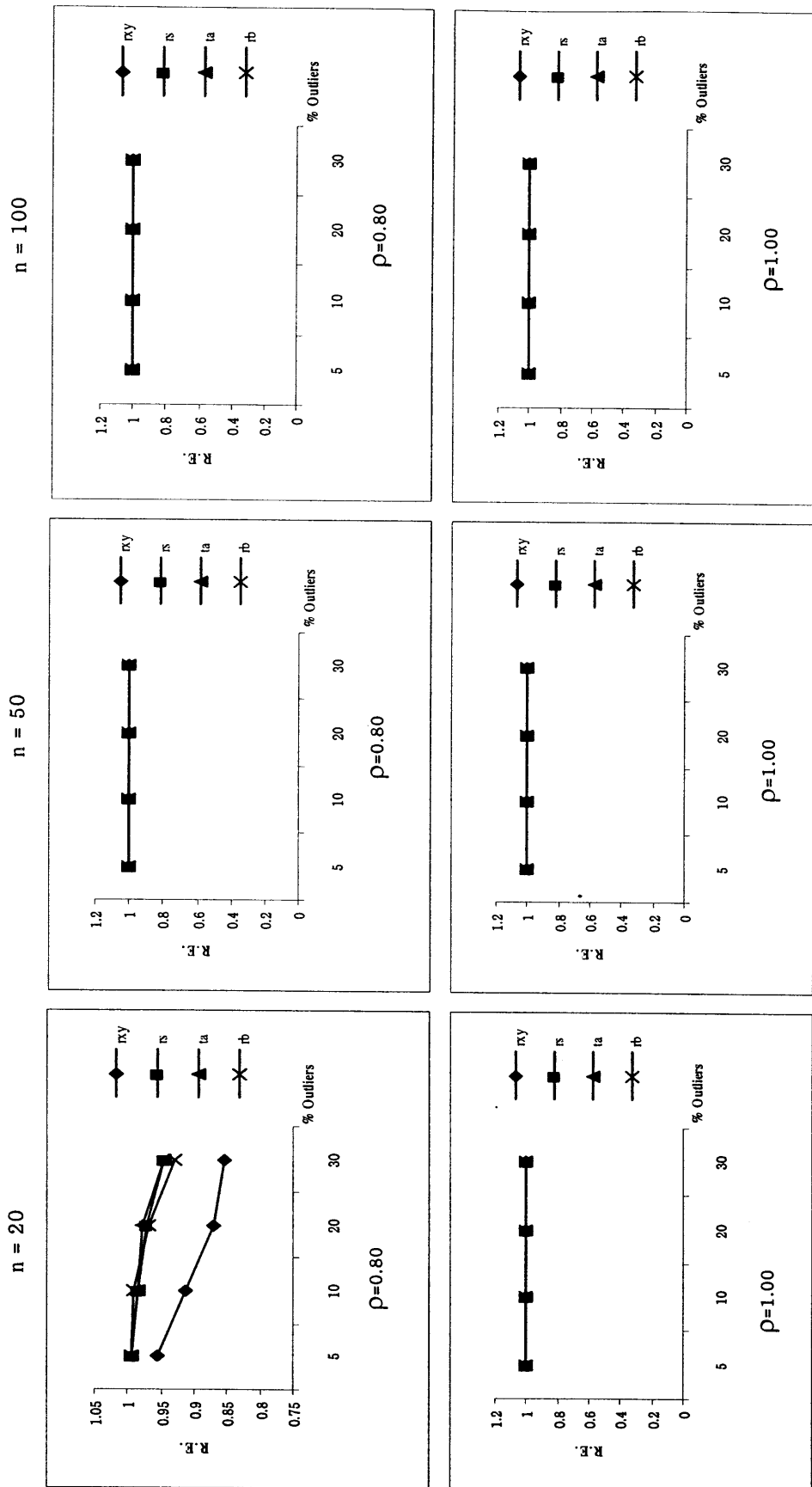
เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่อร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่างเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 0.997 0.991 0.974 และ 0.938 ตามลำดับ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 100 มีค่าผิดปกติจากกลุ่มในจำนวน 5%, 10%, 20% และ 30% ของขนาดตัวอย่าง อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเท่ากับ 1 ในทุกสถานการณ์

(4) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00

ในทุกขนาดตัวอย่าง และทุกระดับของจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่าง อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเท่ากับ 1 ในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่าง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์



ภาพที่ 25 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ของตัวประมาณค่าสัมพัทธ์สลับกันทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่าง และค่าสัมพัทธ์สลับกัน (ต่อ)

เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 และมีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 5% - 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์จะให้ค่า MSE สูงที่สุดในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 31)

4-11-2019

10% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ เมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 20% - 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก และสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์จะให้ค่า MSE สูงที่สุดในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 32)

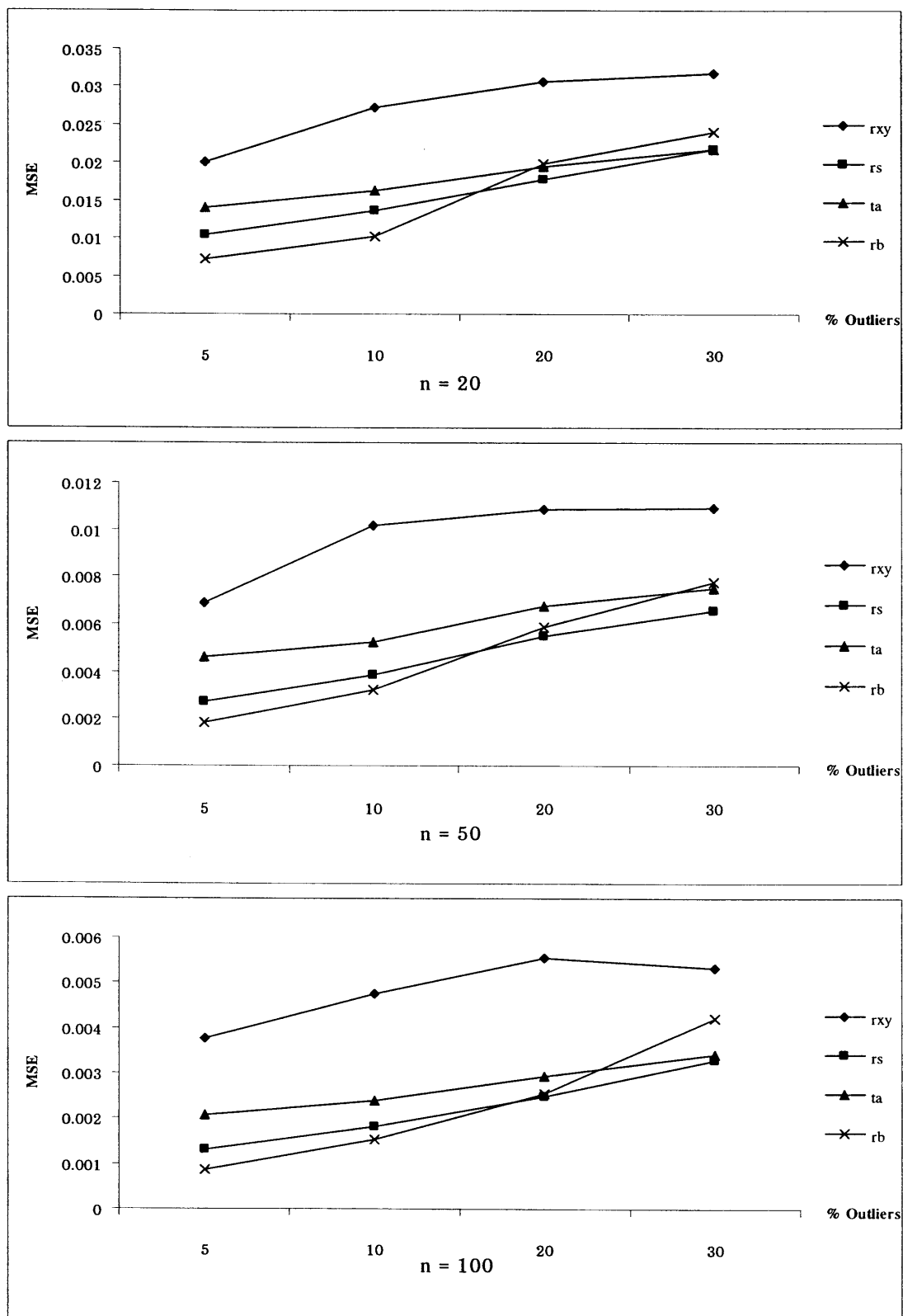
4

1.2.2.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00

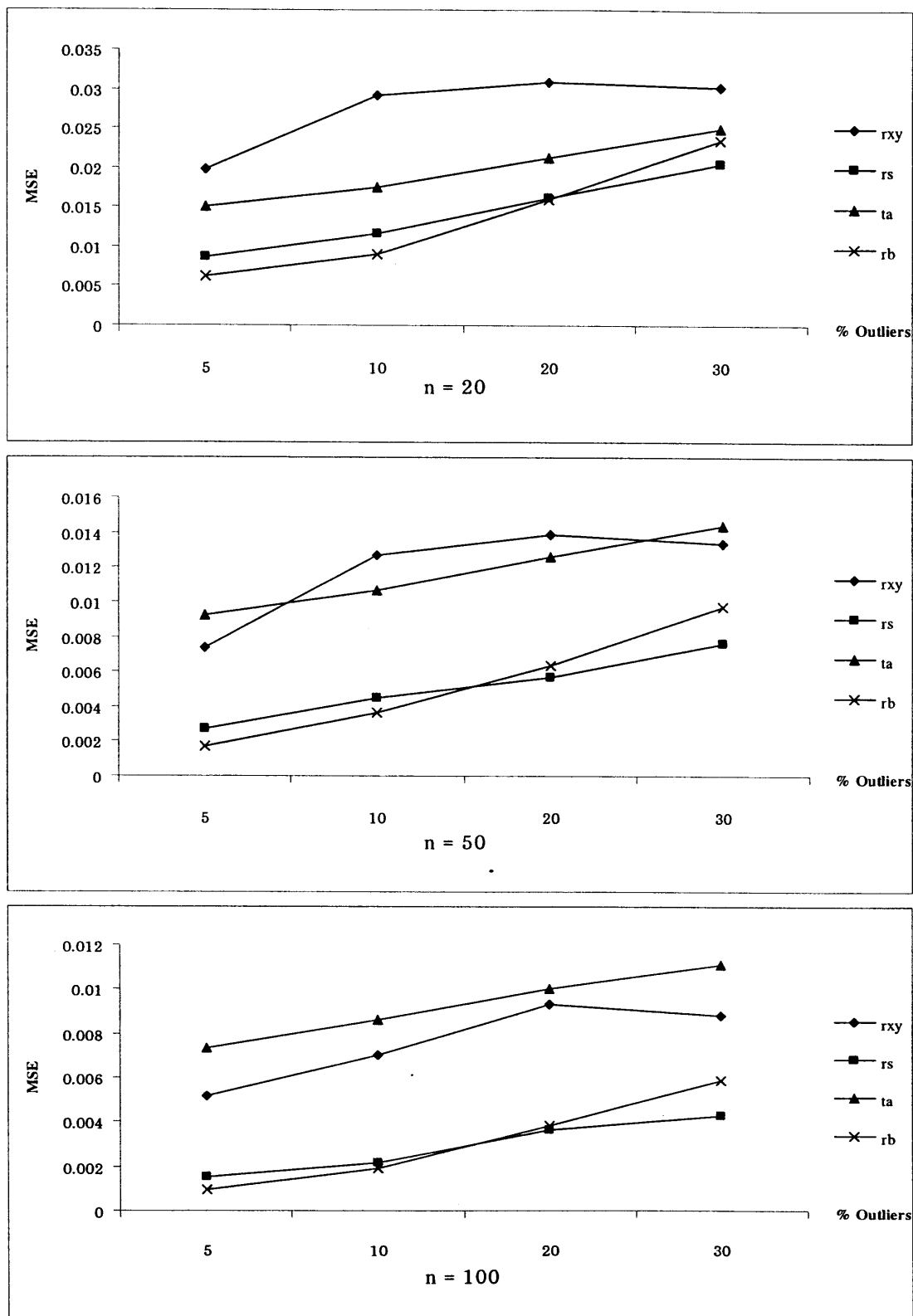
เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 และมีค่าผิดพลาดจากกลุ่มเกิดในตัวแปร Y ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะให้ค่า MSE สูงที่สุดในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 34)

— 10 —

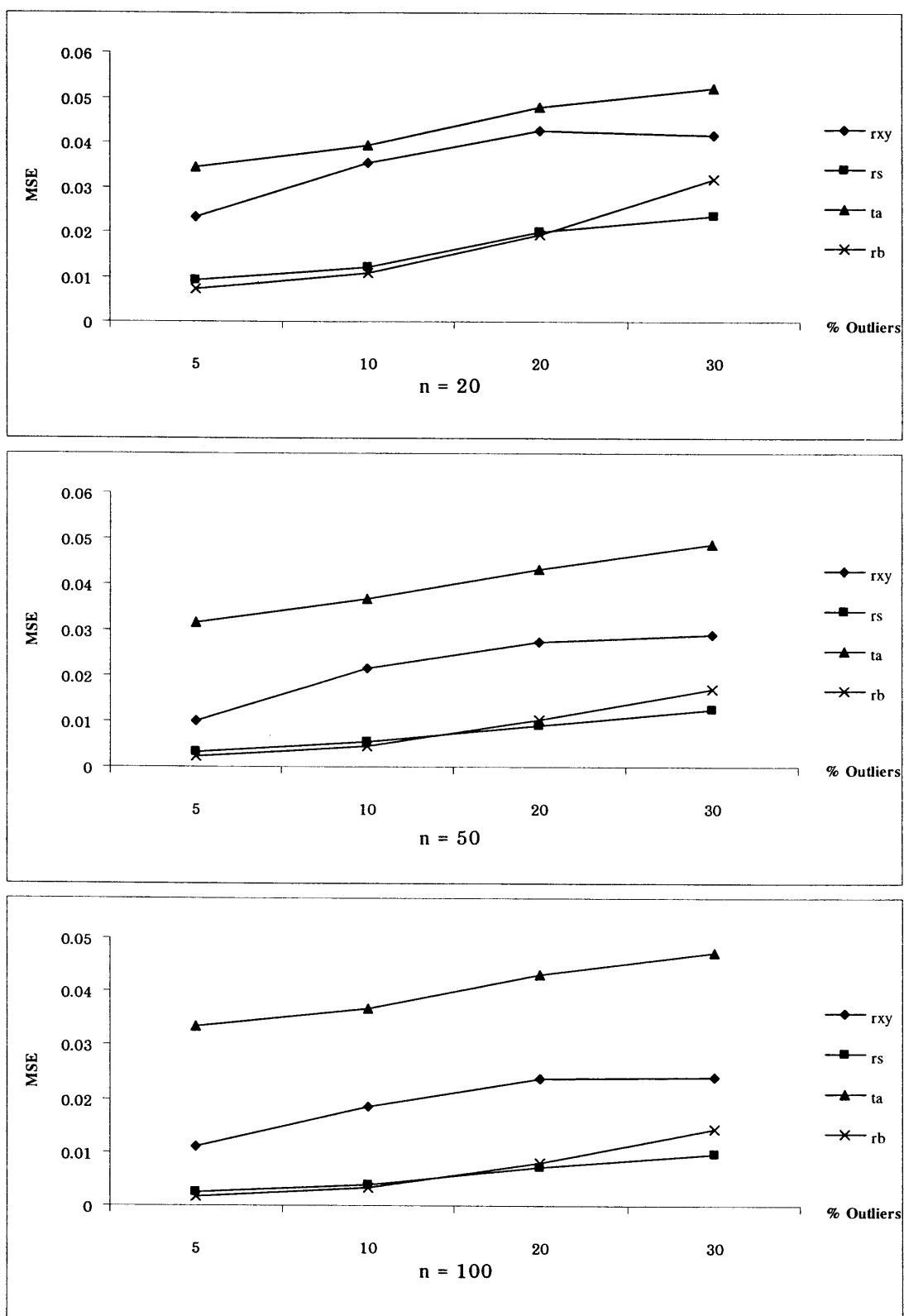
เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มเกิดในตัวแปร Y ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะให้ค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ตามลำดับ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะให้ค่า MSE สูงที่สุดในทุกสถานการณ์ (ภาพที่ 34)



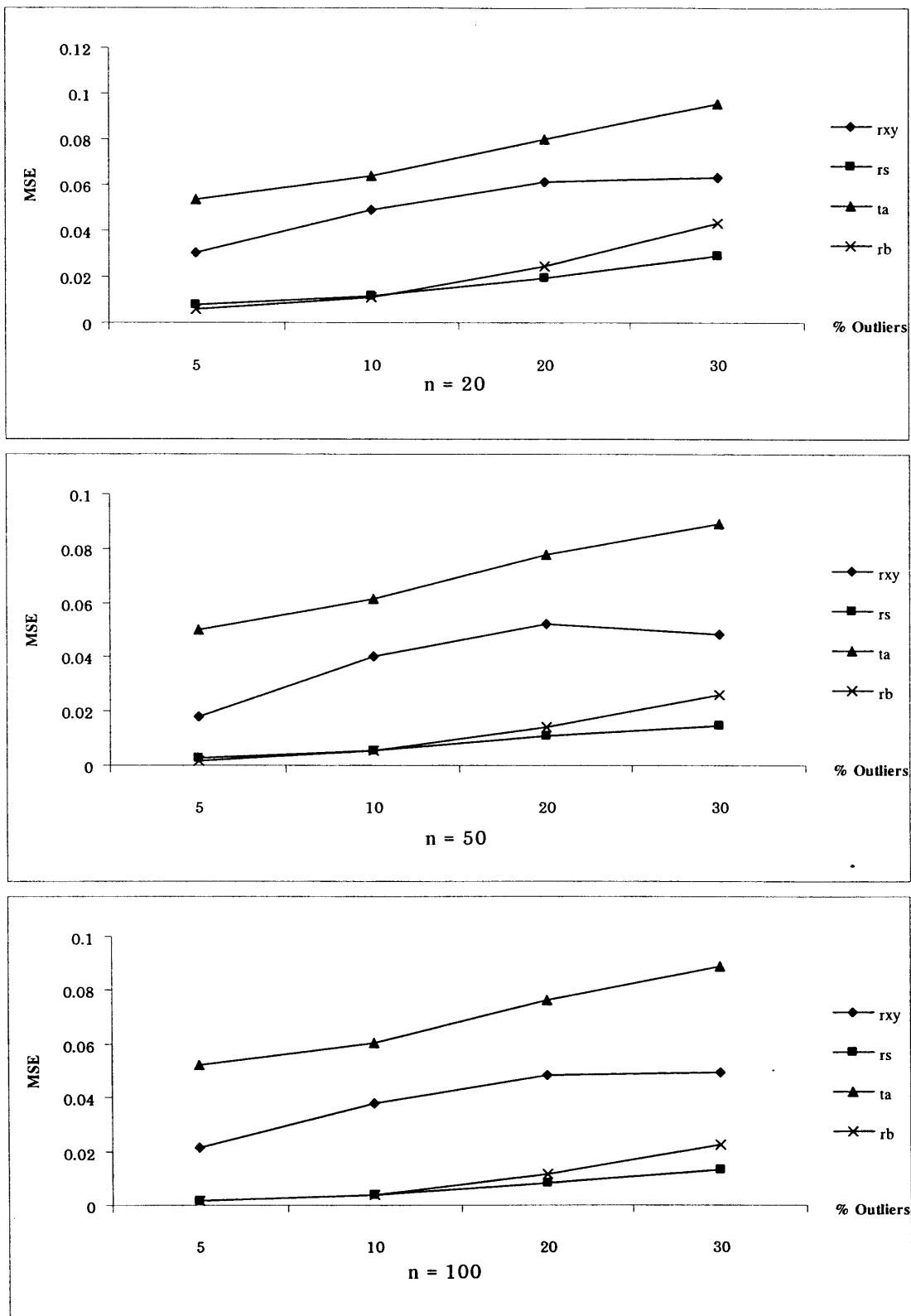
ภาพที่ 26 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.00



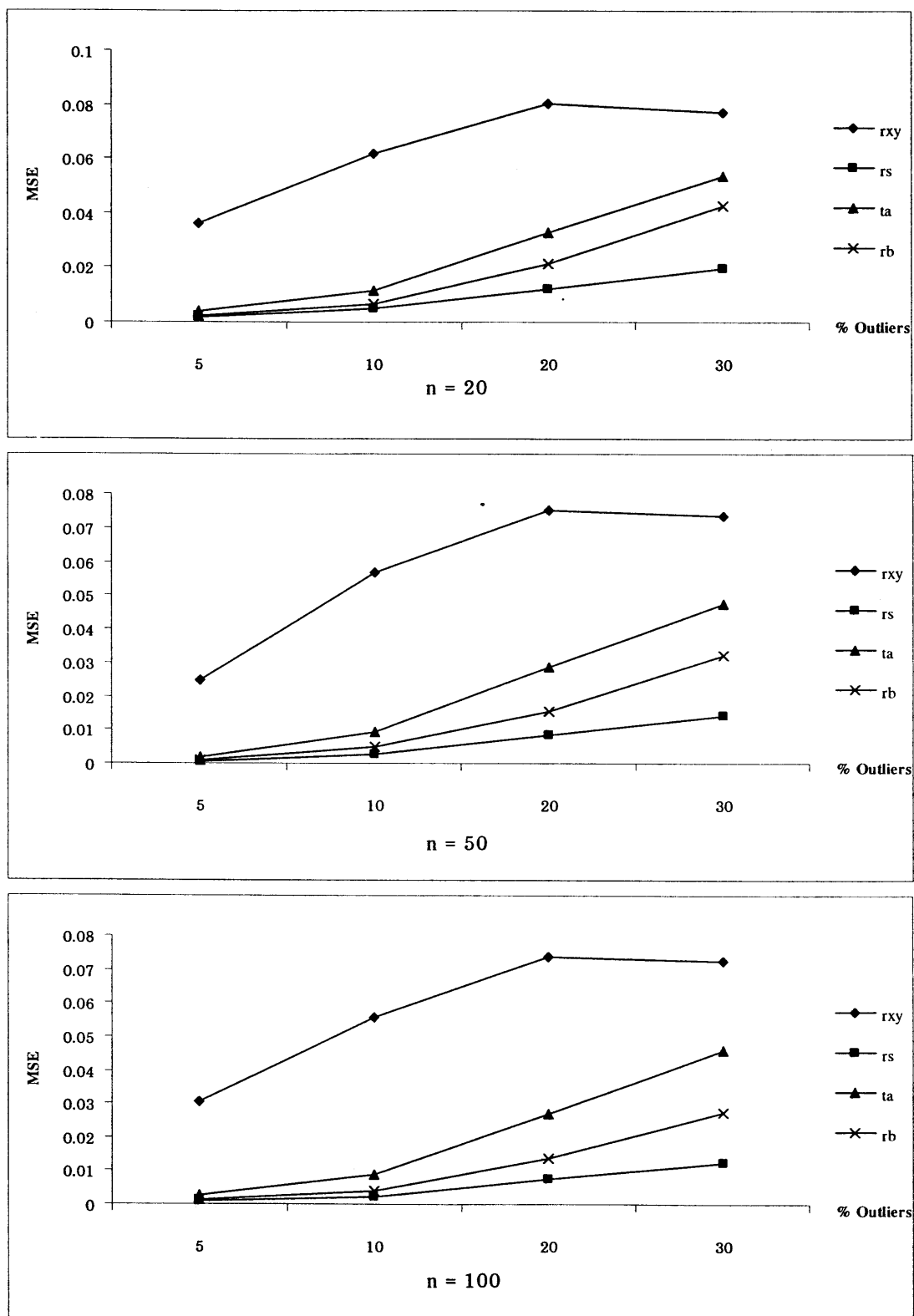
ภาพที่ 27 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.20



ภาพที่ 28 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.50



ภาพที่ 29 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 0.80



ภาพที่ 30 กราฟแสดงค่า MSE ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบและมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำแนกตามขนาดตัวอย่าง โดยขนาดความสัมพันธ์เท่ากับ 1.00

2. การอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อแยกการวิเคราะห์ตามการเกิดค่าผิดปกติจากกลุ่มในแต่ละตัวแปร พบว่าการเกิดค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X และ ตัวแปร Y จะให้ผลการทดสอบความแข็งแกร่งในการทดสอบทางสถิติและความแข็งแกร่งในการประมาณค่าที่สอดคล้องกันทั้งสองกรณี จึงสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 ความแข็งแกร่งในการทดสอบทางสถิติ

2.1.1 ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

จากการศึกษาพบว่า ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงที่ได้จากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดตัวอย่างและจำนวนค่าผิดปกติเพิ่มขึ้น สถานการณ์ส่วนใหญ่ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ยกเว้น ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n = 20$) โดยตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร X เท่ากับ 0% และ 10% ของขนาดตัวอย่าง โดยผลจากการทดสอบพบว่า ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงเท่ากับ 0.074 และ 0.065 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าขอบเขตบนของ α , (0.064) แต่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 5%, 20% และ 30% ซึ่งมีค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงจากการทดสอบเท่ากับ 0.063, 0.056 และ 0.44 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 1 ในภาคผนวก ก ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y จำนวน 20 % ของขนาดตัวอย่าง โดยผลจากการทดสอบพบว่า ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงเท่ากับ 0.031 มีค่าน้อยกว่าขอบเขตล่างของ α , (0.036) แต่ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มเท่ากับ 0% ,5%, 10% และ 30% ซึ่งมีค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักเป็นจริงจากการทดสอบเท่ากับ 0.052, 0.050, 0.047 และ 0.045 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ดังนั้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 และจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวแปร Y มีความผันแปร ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ไม่มีความต้านทาน (Resistance) ต่อค่าผิดปกติจากกลุ่ม ส่งผลให้การทดสอบทางสถิติเปลี่ยนแปลงมาก

ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ จารุณี ไชยมูล (2542) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบทางสถิติ ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและแบบสเปียร์แมน เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ผลการวิจัยพบว่า ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับ ความคลาดเคลื่อนที่ระบุทั้งในระดับ 0.05 และ 0.01 ทั้งนี้อาจเกิดจากการกำหนดสถานการณ์ในการศึกษาที่แตกต่างกัน แต่สอดคล้องกับผลการศึกษาของพินิตา แก้วกูร (2539) ที่ได้ศึกษาการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่ากับ ความคลาดเคลื่อนที่ระบุ

ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดคืออยู่ระหว่าง 0.036 ถึง 0.064 ในทุก

สถานการณ์ ดังนั้นเมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะมีความต้านทานต่ออิทธิพลของค่าผิดปกติจากกลุ่มและไม่ได้รับผลกระทบจากค่าผิดปกติจากกลุ่ม

แต่ในสถานการณ์ที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 100 และมีค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 0% - 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีในทุกระดับของจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ทองดี แยมสรวล (2530) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ซึ่งพบว่าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่าเทียมกัน ดังนั้นเมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ การมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างจะไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ

2.1.2 อำนาจการทดสอบ

จากการศึกษาพบว่า เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่าน้อย ($\rho \leq 0.20$) ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง จากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น และค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงจะลดลงเมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในประชากรมีค่าตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไป ($\rho \geq 0.50$) ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง จะมีค่าเท่ากับ 1 หรือมีค่าเข้าใกล้ 1 ดังนั้นอำนาจในการทดสอบทางสถิติของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ขึ้นอยู่กับขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ขนาดตัวอย่าง และค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่าง โดยตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่จะพิจารณาอำนาจในการทดสอบจะต้องมีความสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ในสถานการณ์นั้นได้เท่านั้น ซึ่งผลการศึกษาสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.2.1 กรณีที่ไม่มีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่าง

เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n = 20$) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในประชากรมีค่าน้อย ($\rho \leq 0.20$) ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจในการทดสอบต่ำกว่า 0.80 แต่เมื่อพิจารณาตัวประมาณค่าที่มีอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกขนาดตัวอย่างพบว่า ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chow et al. (1974) และการเสนอแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Daniel (1978) และ Zar (1999) ที่เสนอแนะให้ใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์แบบสเปียร์แมน ซึ่งเป็นสถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็ก เนื่องจากมีอำนาจในการทดสอบสูง แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในประชากรมีค่าตั้งแต่ระดับปานกลาง ($\rho = 0.50$) ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในประชากรมีค่าตั้งแต่ระดับมากขึ้นไป ($\rho \geq 0.80$) ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจในการทดสอบมากกว่า 0.80 ซึ่งเป็นค่าอำนาจทดสอบที่ยอมรับได้ (Daniel, 1995) เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรเท่ากับ 0.80 ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักมีอำนาจการทดสอบสูงที่สุด รองลงมาคือตัว

ประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน และเมื่อความสัมพันธ์ของประชากรเป็นแบบสมมาตร ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจการทดสอบเท่ากันคือเท่ากับ 1.00 ดังนั้นตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก จึงเป็นตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีความเหมาะสมใช้เป็น ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อตัวอย่างมีขนาดเล็กและไม่มีค่าผิดปกติจากกลุ่ม เช่นเดียวกับตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน

เมื่อขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 50 ขึ้นไป และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในประชากรมีค่าน้อยถึงปานกลาง ($0.20 \leq \rho \leq 0.50$) พบว่า ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีอำนาจในการทดสอบสูงที่สุด แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในประชากรมีค่าระดับมากขึ้นไป ($\rho \geq 0.80$) ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ มีอำนาจในการทดสอบเท่ากัน คือ มีค่าเท่ากับ 1 สอดคล้องกับ ผลการศึกษาของ พนิดา แก้วกูร (2539) และ จารุณี ไชยมูล (2542)

2.1.2.2 กรณีที่มีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่าง

ในทุกขนาดตัวอย่างที่ศึกษา เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ของประชากรมีค่าน้อย จะพบว่าการมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างจะทำให้ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริง มีค่าลดลงเมื่อค่าผิดปกติจากกลุ่มมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มตั้งแต่ 5%- 20% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนมีอำนาจในการทดสอบทางสถิติสูงที่สุดและมีความใกล้เคียงกัน รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะมีอำนาจในการทดสอบต่ำสุด เมื่อมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างเท่ากับ 30% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน มีอำนาจในการทดสอบทางสถิติสูงที่สุดในทุกสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Shevlyakov และ Vilchevski (2001) ที่สรุปว่า การใช้สถิติวัดสหสัมพันธ์แบบไม่อิงพารามิเตอร์ เช่น สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน มีความแกร่งมากที่สุด และ การศึกษาของ Croux และ Dehon (2005) ที่สรุปว่า ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวประมาณค่าสหสัมพันธ์แบบไม่อิงพารามิเตอร์กับตัวประมาณค่าสหสัมพันธ์ที่ใช้กับตัวแปรที่มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติสองตัวแปร ด้วยวิธีการจำลองข้อมูลให้มีการปลอมปนด้วยค่าผิดปกติจากกลุ่มในระดับสูง พบว่าสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน มีความแกร่งและมีประสิทธิภาพสูง แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของประชากรมีค่าตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไป ($\rho \geq 0.50$) ค่าความถี่สัมพัทธ์ของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงจากตัวประมาณค่าทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเท่ากับ 1 หรือมีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่ามากแล้ว การมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างจะไม่ส่งผลกระทบต่ออำนาจในการทดสอบทางสถิติของตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ

2.1.3 ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์

จากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากตัวประมาณค่าทั้ง 4 แบบ มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า การมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างส่งผลกระทบต่อตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นั้น ทำให้มีโอกาสปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงน้อยลง ในสถานการณ์ที่ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์มีค่ามากกว่า 1 พบเพียง 3 สถานการณ์เท่านั้น คือ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 เกิดค่าผิดปกติจากกลุ่มจำนวน 5% ในตัวแปร Y ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนและสหสัมพันธ์แบบเคนดอลล์มีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เท่ากับ 1.0254 และ 1.0865 ตามลำดับ และเมื่อเกิดค่า

ผิดปกติจากกลุ่มจำนวน 20% ของตัวอย่างในตัวแปร X ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเคนดัลล์มีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เท่ากับ 1.0096 ซึ่งเป็นจากค่าผิดปกติจากกลุ่มที่ทำให้เกิดการปฏิเสธสมมติฐานหลักมากขึ้น แต่ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่มากกว่า 1 ทั้ง 3 กรณีนี้ มีความผันแปรจาก 1 น้อยมาก

เมื่อพิจารณาในแต่ละขนาดตัวอย่าง ไม่ว่าขนาดตัวอย่างจะเป็นเท่าใด พบว่า ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่าน้อยถึงปานกลาง ($0.20 \leq \rho \leq 0.50$) อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อร้อยละของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่พบในตัวอย่างเพิ่มขึ้น และความผันแปรของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์จะมากขึ้น แต่เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ความผันแปรของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์จะน้อยลง แสดงว่าจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มมีผลต่อการปฏิเสธสมมติฐานหลัก โดยทำให้ปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงน้อยลงเมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ไม่มีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่าง แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่าตั้งแต่ระดับมากขึ้นไป ($\rho \geq 0.80$) ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งไม่ได้รับผลกระทบจากค่าผิดปกติจากกลุ่มเลย

เมื่อพิจารณาในแต่ละจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่ม ไม่ว่าค่าผิดปกติจากกลุ่มจะมีจำนวนเท่าใด พบว่า ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่าน้อย ($\rho \leq 0.20$) การเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เมื่อใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่าตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไป ($\rho \geq 0.50$) ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นและจะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 และ 100 ดังนั้นนอกจากค่าผิดปกติจากกลุ่มจะมีผลต่อการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงแล้ว ระดับความสัมพันธ์ก็มีผลต่อการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงเช่นกัน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่าน้อย ($\rho \leq 0.20$) การมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างจะทำให้เกิดการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงมากขึ้น แต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรมีค่าระดับปานกลางขึ้นไป ($\rho \geq 0.50$) การมีค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างจะทำให้เกิดการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักไม่เป็นจริงน้อยลง

เมื่อพิจารณาผลกระทบจากค่าผิดปกติจากกลุ่มที่มีต่อตัวประมาณค่าในแต่ละแบบ พบว่าในทุกสถานการณ์ที่ทดสอบ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะมีความผันแปรมากที่สุด ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน สหสัมพันธ์แบบเคนดัลล์และสหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนักจะมีความผันแปรน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Devlin et al. (1975) ที่ได้ศึกษาความแกร่งในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เมื่อพบค่าผิดปกติจากกลุ่มในข้อมูลที่เกิดโดยความบังเอิญจากการสุ่ม โดยใช้วิธีการวัดอิทธิพลค่าผิดปกติจากกลุ่ม พบว่าตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะได้รับผลกระทบจากค่าผิดปกติจากกลุ่มมากที่สุด แต่ผลกระทบเหล่านี้เกิดขึ้นน้อยในการทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้สถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์

2.2 ความแกร่งในการประมาณค่า

การพิจารณาความแกร่งในการประมาณค่าจากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) โดยตัวประมาณค่าที่ให้ค่า MSE เท่ากับ 0 จะเป็นตัวประมาณค่าที่มีความแกร่งและเป็นตัวประมาณค่าที่ไม่มีความลำเอียง (Unbiased Estimators) ผลจากการศึกษาพบว่า ในทุกสถานการณ์ไม่มีตัวประมาณค่าใดที่ให้ค่า MSE เท่ากับ 0 การพิจารณาความแกร่งในการ

ประมาณค่าจึงพิจารณาจากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดถือว่าเป็นตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีความแกร่งในการประมาณค่า เมื่อเทียบกับตัวประมาณค่าอื่นในสถานการณ์เดียวกัน ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรจากตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบ พบว่า MSE จะแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรและขนาดตัวอย่าง แต่จะแปรผันตามค่าผิดปกติจากกลุ่ม โดยเมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรเพิ่มขึ้น ค่า MSE จะลดลง ในทำนองเดียวกัน ถ้าขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นค่า MSE จะลดลงด้วย แต่ถ้าในตัวอย่างมีค่าผิดปกติจากกลุ่ม จะพบว่า ถ้าค่าผิดปกติจากกลุ่มมีจำนวนมากขึ้น ค่า MSE จะเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างจึงมีผลต่อการประมาณค่าพารามิเตอร์ ทำให้ผลการประมาณค่าที่ได้มีความเอนเอียง ผลของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่มีต่อความแกร่งในการประมาณค่าสามารถอธิบายได้ดังนี้

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากรเท่ากับ 0.00 - 08.00 และมีจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างตั้งแต่ 5% - 10% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก จะมีค่า MSE ต่ำที่สุด รองลงมาคือ ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mosteller และ Tukey (1977) ที่สรุปว่า ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบถ่วงน้ำหนัก เป็นสถิติวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่มีความแกร่งในการทดสอบดีที่สุด และการเสนอแนะของ Wilcox (1977) ที่เสนอวิธีการแปลงข้อมูลที่จะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ โดยวิธีถ่วงน้ำหนักเพื่อลดอิทธิพลของค่าผิดปกติจากกลุ่มที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แต่เมื่อจำนวนค่าผิดปกติจากกลุ่มในตัวอย่างมากกว่า 10% ของขนาดตัวอย่าง ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะมีค่า MSE ต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Shevlyakov และ Vilchevski (2001) และ การศึกษาของ Croux และ Dehon (2005) ที่สรุปว่า เมื่อข้อมูลมีการปลอมปนด้วยค่าผิดปกติจากกลุ่มจำนวนมาก การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนจะให้ผลการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนคำนวณความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีพื้นฐานจากการจัดอันดับ จึงได้รับผลกระทบจากค่าผิดปกติจากกลุ่มน้อย ส่วนตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันจะให้ค่า MSE สูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Devlin et al. (1975) ถ้าประชากรมีความสัมพันธ์แบบสมมาตร ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน จะมีค่า MSE ต่ำที่สุดในทุกสถานการณ์