การเปรียบเทียบสถิติเดอร์บินวัตสัน สถิติวอลลิส กับตัวสถิติบูทสแตรปสำหรับการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในตัวแบบถดถอยเชิงเส้น

นายกิตติพงษ์ ไตรทิพย์พานิชย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF DURBIN-WATSON STATISTIC , WALLIS STATISTIC , AND BOOTSTRAPPED STATISTIC FOR CHECKING AUTOCORRELATION IN LINEAR REGRESSION MODEL

Mr. Kittipong Tritipphanit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Statistics Program in Statistics
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบสถิติเดอร์บินวัตสัน สถิติวอลลิส กับตัวสถิติบูทสแตรปสำหรับการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในตัวแบบถดถอยเชิงเส้น
โดย	นายกิตติพงษ์ ไตรทิพย์พานิชย์
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ ตันละมัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติพงษ์ ไตรทิพย์พานิชย์ : การเปรียบเทียบสถิติเดอร์บินวัตสัน สถิติวอลลิส กับตัวสถิติบูทสแตรปสำหรับการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในตัวแบบถดถอยเชิงเส้น.(A COMPARISON OF DURBIN-WATSON STATISTIC ,WALLIS STATISTIC , AND BOOTSTRAPPED STATISTIC FOR CHECKING AUTOCORRELATION IN LINEAR REGRESSION MODEL) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา , 98 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้ ต้องการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ ของความคลาดเคลื่อนในสถานการณ์ดังต่อไปนี้

1) เปรียบเทียบสถิติ 3 วิธี คือ ตัวสถิติเดอร์บินวัตสัน บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน และ บูทสแตรปโรล ในการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1

2) เปรียบเทียบสถิติ 3 วิธี คือ ตัวสถิติวอลลิส บูทสแตรปวอลลิส และบูทสแตรปโรล และในการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4

เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1, 2 และ 5 และกำหนดขนาดตัวอย่างที่ทำการศึกษา คือ 15, 20, 50, 60, 90 และ 100 สำหรับในแต่ละสถานการณ์ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้จากการทดลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยจำลองการทดลองด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ 1000 ครั้ง สำหรับแต่ละสถานการณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อมีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ตัวสถิติบูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน และ บูทสแตรปโรล สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกรณี และเมื่อมีอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4 ตัวสถิติบูทสแตรปวอลลิส และ บูทสแตรปโรล สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกรณี

2. อำนาจการทดสอบ เมื่อมีอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 โดยทั่วไปตัวสถิติบูทสแตรปเดอร์บินวัตสันให้อำนาจการทดสอบสูงที่สุด และเมื่อมีอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4 ตัวสถิติบูทสแตรปวอลลิส จะให้ค่าอำนาจการทดสอบที่สูงสุด

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต กิตติพงษ์ ไตรทิพย์พานิชย์

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2550

488 21595 26 : MAJOR STATISTICS

KEYWORD : DURBIN-WATSON STATISTIC, WALLIS STATISTIC, BOOTSTRAPPED STATISTIC ,AUTOCORRELATION

KITTIPONG TRITIPPHANIT : A COMPARISON OF DURBIN-WATSON STATISTIC , WALLIS STATISTIC , AND BOOTSTRAPPED STATISTIC FOR CHECKING AUTOCORRELATION IN LINEAR REGRESSION MODEL.

THESIS ADVISER : ASSOC. PROF. SUPOL DURONGWATTANA ., Ph.D. 98 pp.

The objective of this study is to investigate the probability of type I error and the power of the test statistics in the following situations:

1) Using Durbin-Watson statistic, Bootstrapped Durbin-Watson statistic and Bootstrapped rho statistic for checking the first ordered autocorrelation.
2) Using Wallis statistic, Bootstrapped Wallis statistic and Bootstrapped rho statistic for checking the fourth ordered autocorrelation.

From these 2 situations, the factors used to determined are 3 different numbers of independent variables, ie. 1, 2 and 5 independent variables. The data simulation is generated under 15, 20, 50, 60, 90 and 100 sample sizes. A computer program is designed to calculate these values in 1,000 replications for each case. And the level of significance is 0.05.

The results of this study are as follow :

1) Considering the ability to control the type I error, Bootstrapped Durbin-Watson statistic and Bootstrapped rho statistic can control the probability of type I error in every cases. For the fourth ordered autocorrelation, Bootstrapped Wallis statistic and Bootstrapped rho statistic can control the probability of type I error in every cases.

2) Considering the power of the test, Bootstrapped Durbin-Watson statistic is the most powerful for the first ordered autocorrelation. For the fourth ordered autocorrelation, Bootstrapped Wallis statistic is the most powerful.

Department : Statistics
Field of Study : Statistics
Academic Year : 2007

Student's Signature kittipong tritipphanit
Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สุพล ดุรงค์วัฒนา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนควบคุม แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์มาด้วยความรู้สึกซาบซึ้งอย่างยิ่ง

ขอกราบของพระคุณคณะกรรมการการสอบ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ผกาวดี ศิริรังษี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ ที่ได้ช่วยตรวจและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนของผู้วิจัย ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 3

1.3 สมมติฐานการวิจัย 4

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 4

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.6 คำจำกัดความ 6

1.7 ประโยชน์ของการวิจัย 7

บทที่ 2 สถิติทดสอบและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ตัวสถิติที่ใช้ในการศึกษา 8

2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบ 14

2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 16

3.1 แผนการทดลอง 16

3.2 ขั้นตอนการวิจัย 16

บทที่ 4 ผลการวิจัย 26

4.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 26

4.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ 30

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 79

5.1 สรุปผลการวิจัยอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 79

5.2 ข้อเสนอแนะอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 81

หน้า

5.3 สรุปผลการวิจัยอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4 82
5.4 ข้อเสนอแนะอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4 81
รายการอ้างอิง 85
ภาคผนวก 86
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 98

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่สร้างขึ้นจากการทดลองโดย ความคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์ 0.1 และขนาดตัวอย่างเป็น 20 เมื่ออัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 10

2.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่สร้างขึ้นจากการทดลองโดย ความคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์ 0.1 และขนาดตัวอย่างเป็น 20 เมื่ออัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 12

4.1 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ภายใต้ H_0 เป็นจริง หรืออัตตสหสัมพันธ์เป็นศูนย์ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีเมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 27

4.2 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ภายใต้ H_0 เป็นจริง หรืออัตตสหสัมพันธ์เป็นศูนย์ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีเมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 28

4.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 31

4.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 35

4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 39

4.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 43

4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 47

ตารางที่ หน้า

4.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 51

4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 55

4.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 59

4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 63

4.12 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 67

4.13 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 71

4.14 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 75

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

4.1 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 32

4.2 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 36

4.3 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 40

4.4 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 44

4.5 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 48

4.6 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 52

4.7 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 56

4.8 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 60

รูปที่ หน้า

4.9 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 64

4.10 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 68

4.11 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 72

4.12 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 กลุ่ม โดยตัวแปรกลุ่มที่หนึ่ง เรียกว่าตัวแปรตามหรือตัวแปรตอบสนอง (Dependent Variable or Response Variable) นิยมเขียนแทนด้วย Y ซึ่งจะถูกกำหนดโดยตัวแปรอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรพยากรณ์ (Independent Variable) นิยมเขียนแทนด้วย X ซึ่งอาจจะมีตัวเดียวหรือหลายตัวก็ได้ และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองกลุ่ม มีลักษณะความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปเป็นดังนี้ คือ

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + ... + \beta_p X_{pt} + U_t \quad ; \quad t = 1,2,3,...,n$$

โดยที่

Y_t คือ ตัวแปรตามหรือตัวแปรตอบสนอง

X_{it} คือ ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรพยากรณ์ ; i = 1 , 2 , … , p

β_i คือ พารามิเตอร์ มีชื่อเรียกว่า สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficients)

U_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม หรือค่าผิดพลาดสุ่ม (Random Error)

ในงานวิจัยที่อาศัยเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยนั้น เมื่อเราสามารถที่จะหาตัวแปรที่เราสนใจและกำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระแล้ว ขั้นต่อไปที่จะต้องทำก็คือ การประมาณค่าพารามิเตอร์หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย β_i ด้วย $\hat{\beta}_i$ ซึ่งการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้นมีได้หลายวิธีแต่วิธีที่มีใช้อย่างแพร่หลายได้แก่ วิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบสามัญ (Ordinary Least Squares Method) เรียกย่อๆว่า OLS เป็นเทคนิควิธีหาประมาณพารามิเตอร์ของสมการถดถอยที่ให้คุณสมบัติ 3 ประการ คือ มีความเป็นเส้นตรง (Linear) เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียง (Unbiased Estimator) และมีความแปรปรวนต่ำที่สุด (Minimum Variance) ในบรรดาตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงอื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเรียกว่าเป็น BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) แต่ทั้งนี้จะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นของความคลาดเคลื่อน (U_t) ดังนี้

1. U_t มีค่าคาดหวัง (Expected Value) เป็น 0 $E(U_t) = 0$
2. ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ $\sigma^2_{U_t} = \sigma^2$
3. U_i และ U_j ไม่มีสหสัมพันธ์หรือความแปรปรวนร่วม (Covariance) เป็น 0 , $E(U_i U_j) = 0 \ ; i \neq j$

จากข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าวมีความสำคัญอย่างมากในการที่จะหาตัวประมาณ BLUE สำหรับการทำการวิจัยในครั้งนี้เราจะสนใจในข้อตกลงเบื้องต้นข้อที่ 3 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถที่จะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดร้ายแรงได้ในการอนุมานจนทำให้ตัวประมาณที่ได้นั้นไม่มีประสิทธิภาพ

จากข้อมูลในเรื่องธุรกิจและเศรษฐศาสตร์มักจะเก็บรวบรวมตามลำดับเวลา ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมการถดถอยที่เก็บมาตามลำดับเวลา เรียกว่า ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ข้อมูลลักษณะนี้มักเกิดปัญหาขาดคุณสมบัติในข้อสมมติเกี่ยวกับค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน นั่นคือ U_i และU_j ; $i \neq j$ ในข้อมูลอนุกรมเวลามีความสัมพันธ์กัน เรียกว่าเกิด อัตตสหสัมพันธ์ Autocorrelation หรือ Serial Correlation

ดังนั้นเมื่อเกิดปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ และยังใช้วิธี OLS ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ β_i จะทำให้ตัวประมาณที่ได้ไม่เป็น BLUE คือ ทำให้ตัวประมาณมีความแปรปรวนไม่ต่ำสุด ถึงแม้จะยังคงเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงก็ตาม จากเหตุผลข้างต้นทำให้การอนุมานมีความผิดพลาดร้ายแรงได้ เช่น เมื่อความคลาดเคลื่อนมี อัตตสหสัมพันธ์ทางบวก จะมีผลทำให้ Residual Mean Square (MSE) ซึ่งเป็นค่าประมาณของ σ^2 มีค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริง ทำให้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยมีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นช่วงแห่งความเชื่อมั่นจะแคบกว่าที่ควรจะเป็น และการทดสอบสมมติฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยอาจสรุปผลว่ามีนัยสำคัญ เมื่อความเป็นจริงแล้วไม่เป็นเช่นนั้น กล่าวโดยสรุปว่าการที่ค่าประมาณของค่า σ^2 ต่ำกว่าความเป็นจริงทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดจากความเป็นจริง

จากผลกระทบที่เกิดจากปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นหรือเปล่า โดยเฉพาะข้องตกลงในข้อที่ 3 ก่อนที่เราจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์

สำหรับตัวสถิติที่นิยมใช้ในการตรวจสอบ อัตตสหสัมพันธ์ก็คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน (Durbin-Watson Statistic) แต่เนื่องจากตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน มีข้อจำกัดในการหาข้อสรุปในการทดสอบ เช่น ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสันจะมีช่วงที่ไม่สามารถหาข้อสรุปได้ จึงทำให้มีปัญหาในการทดสอบ จึงได้มีผู้คิดค้นสถิติสำหรับการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ และผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าในบรรดาตัวสถิติเหล่านั้น น่าจะมีตัวสถิติบางตัวที่มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสันในบางเงื่อนไขหรือในบางสถานการณ์ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนที่มีรูปแบบเป็น อัตตสหสัมพันธ์ในตำแหน่งที่ 1 และอัตตสหสัมพันธ์ในตำแหน่งที่ 4 โดยสนใจที่จะศึกษาตัวสถิติตัวอื่นๆ นอกเหนือจากตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน

Bootstrapped จะเป็นวิธีการการสุ่มซ้ำๆที่เรียกว่า “Resample” จากตัวอย่างพื้นฐาน ดังนั้นเราจึงนำวิธีการบูทสแตรป มาประยุกต์ใช้กับตัวสถิติเดอร์บินวัตสัน ที่จะเรียกว่าบูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน เป็นตัวสถิติที่ใช้หลักการพื้นฐานที่ว่าตัวอย่างที่ดีจะสามารถบ่งบอกถึงการแจกแจงของประชากรได้ ซึ่ง บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน จะสามารถที่จะกำจัดช่วงที่ครุมเครือของตัวสถิติเดอร์บินวัตสันได้ดังนั้นจึงน่าจะทำให้ สามารถปรับปรุงอำนาจการทดสอบ (Power of Test) ของตัวสถิติเดอร์บินวัตสันได้อีกด้วย แต่ตัวสถิติ บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน เป็นตัวสถิติที่ทำการทดสอบแบบอ้อม เนื่องจากเราไม่ได้ประมาณค่าของ $\hat{\rho}$ อย่างแท้จริง ดังนั้น ตัวสถิติบูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ))จะเป็นตัวสถิติที่ทำการทดสอบแบบตรงโดยการประมาณการแจกแจงของ $\hat{\rho}$ แทน

เหตุที่ผู้วิจัยเลือกศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 นอกเหนือจากตำแหน่งที่ 1 เพราะว่าข้อมูลในด้านของรัฐและเอกชนต่างๆส่วนใหญ่จะเก็บข้อมูลเป็นแบบอนุกรมเวลารายไตรมาศ (Quarterly Time Series Data) เพราะเหตุนี้เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์การถดถอยจึงต้องตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น นั้นคือความคลาดเคลื่อนสุ่มไม่มีสหสัมพันธ์ในตำแหน่งที่ 4

สำหรับตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ผู้วิจัยได้เลือกตัวสถิติมา 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic) บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ))

สำหรับตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ผู้วิจัยได้เลือกตัวสถิติมา 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ))

การศึกษาเปรียบเทียบนั้นจะศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I Error) และตัวสถิติที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1ได้ จะเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ (Power of Test) ของตัวสถิติเหล่านั้นต่อไป ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปในการหาตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายในสถานการณ์ต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 4 ของความคลาดเคลื่อนในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับความเหมาะสมในการทดสอบ โดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นของควมคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติต่อไปนี้

ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1

1. ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic)
2. บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W)
3. บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B- ρ))

ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4

1. ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test)
2. บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis)
3. บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B- ρ))

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ในการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 ตัวสถิติทดสอบ เดอร์บินวัตสัน (Durbin-Watson Statistic) จะให้อำนาจการทดสอบต่ำที่สุด และ ตัวสถิติทดสอบ บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) จะให้อำนาจการทดสอบที่สูงที่สุดในทุกกรณี และในการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4 ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) จะให้อำนาจการทดสอบต่ำที่สุด และ ตัวสถิติทดสอบ บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) จะให้อำนาจการทดสอบที่สูงที่สุดในทุกกรณี

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

สมการถดถอยที่ใช้ในการศึกษาเป็นสมการถดถอยแบบพหุเชิงเส้น (Multiple Linear Regression Equation) มีรูปแบบดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + ... + \beta_p X_{pt} + U_t \quad ; \quad t = 1,2,3,...,n$$

โดยที่

Y_t คือ ตัวแปรตามหรือตัวแปรตอบสนอง

X_{it} คือ ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรพยากรณ์ ; i = 1 , 2 , … , p

β_i คือ พารามิเตอร์ มีชื่อเรียกว่า สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficients)

U_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม หรือค่าผิดพลาดสุ่ม (Random Error)

โดยกำหนดรูปแบบของอัตตสหสัมพันธ์ U_t เป็นแบบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1

$$U_t = \rho U_{t-1} + e_t$$

เมื่อ ρ คือ สัมประสิทธิ์อัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1

e_t คือ ความเคลาดเคลื่อนสุ่ม

และรูปแบบของอัตตสหสัมพันธ์ U_t เป็นแบบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4

$U_t = \rho U_{t-4} + e_t$

เมื่อ ρ คือ สัมประสิทธิ์อัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4

e_t คือ ความเคลาดเคลื่อนสุ่ม

$X_{it} = \theta_{i1} X_{it-1} + \theta_{i4} X_{it-4} + V_t \quad ; i = 1,2,...$

เมื่อ θ_{i1}, θ_{i4} คือพารามิเตอร์

V_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม

ในการกำหนดรูปแบบการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลของ U_t และ X_{it} ข้างต้นนั้น เป็นวิธีหนึ่งสำหรับการสร้างข้อมูล Y_t ให้มีความโน้มเอียงที่เป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายไตรมาศตามที่ต้องการ

1.5 <u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

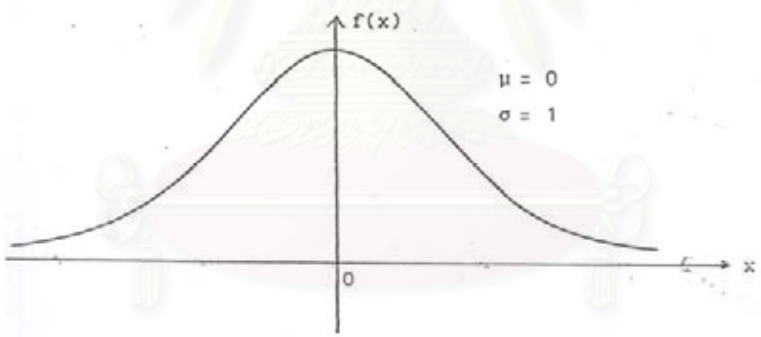
1.5.1 ศึกษาภายใต้ลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม e_t

การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

มีฟังก์ชันความหนาแน่น f และรูปดังนี้

$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left[-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2\right] \quad -\infty < X < \infty$$

กำหนดพารามิเตอร์ $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$



1.5.2 ตัวแปรอิสระ (X_t) มีรูปแบบดังนี้

<u>อัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1</u>

X_t มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวน 1

<u>อัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4</u>

$X_{it} = \theta_{i1} X_{it-1} + \theta_{i4} X_{it-4} + V_t \quad ; i = 1,2,...$

เมื่อ θ_{i1}, θ_{i4} คือพารามิเตอร์ : ซึ่งกำหนดให้มีค่า เท่ากับ 0.1 ทั้งสองตัว

V_t คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวน 1

1.5.3 กำหนดค่าให้ $\beta's = 1$

ในที่นี้กำหนดให้ $\beta's = 1$ เนื่องจากผู้ทำการวิจัยได้ทดลองทำที่ β อื่นๆด้วยแต่ผลที่ออกมาไม่มีความแตกต่างกันดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงได้เสนอผลที่เป็น $\beta's = 1$ เท่านั้นเพื่อไม่ให้มีจำนวนกรณีตัวอย่างมากเกินไป

1.5.4 ค่า ρ ที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ระดับต่ำ ρ = 0.0 0.1 0.2 0.3

ระดับกลาง ρ = 0.4 0.5 0.6

ระดับสูง ρ = 0.7 0.8 0.9

1.5.5 ขนาดตัวอย่างแบ่งเป็น 3 ขนาด

ขนาดเล็ก n = 15 20

ขนาดกลาง n = 50 60

ขนาดใหญ่ n = 90 100

1.5.6 จำนวนตัวแปรอิสระ

ค่าของ p = 1 2 5 ในแต่ละขนาดตัวอย่าง

1.5.7 ระดับนัยสำคัญ = 0.05

1.5.8 การวิจัยครั้งนี้ จำลองข้อมูลขึ้นตามสถานการณ์ที่ต้องการศึกษา โดยใช้เทคนิคจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Technique) ในการคำนวณค่าสถิติต่างๆ ซึ่งจะทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำๆกัน 200 ครั้ง และ ทำการจำลองแบบ 1000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ของการวิจัย

1.6 <u>คำจำกัดความ</u>

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Type I error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ H_0 ถูกต้อง

ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (Type II error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐาน H_0 เมื่อ H_0 ไม่ถูกต้อง

อำนาจการทดสอบ (Power of the test) เป็นความน่าจะเป็นที่ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ H_0 ไม่ถูกต้อง

อัตตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) หมายถึงตัวแปรสุ่ม U_t , $t = \pm1,\pm2,...$ มีความสัมพันธ์ต่อกัน กล่าวคือ $E(U_iU_j) \neq 0$ เมื่อ $i \neq j$

1.7 <u>ประโยชน์ของการวิจัย</u>

1.7.1 เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจ เลือกตัวสถิติทดสอบในการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 4 ในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น ที่ให้อำนาจการทดสอบสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกันในสถานการณ์ต่างๆ

1.7.2 เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติตัวอื่นๆ ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
สถิติทดสอบและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบความคลาดเคลื่อนวี่อัตตสหสัมพันธ์หรือไม่ ในการวิเคราะห์การถดถอย ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบมีอยู่หลายตัวแต่ตัวสำหรับตัวสถิติ ที่นำมาศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ก็คือ

สำหรับตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ผู้วิจัยได้เลือกตัวสถิติมา 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic) บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B- ρ))

สำหรับตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ผู้วิจัยได้เลือกตัวสถิติมา 3 ตัว ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B- ρ))

ดังนั้นในบทนี้ จะกล่าวถึงรายละเอียดของสถิติทดสอบแต่ละวิธี พร้อมทั้งตัวอย่างการคำนวณ รวมทั้งนำเสนอผลงานที่เกี่ยวข้องพอเป็นสังเขป ซึ่งรายละเอียดต่างๆ เป็นดังนี้

2.1 ตัวสถิติที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 สถิติทดสอบเดอร์บิน – วัตสัน (Durbin – Watson test)

เดอร์บินและวัตสัน เป็นผู้ที่เสนอสถิติทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ของความคลาดเคลื่อน ในการวิเคราะห์สมการถดถอย ซึ่งเป็นวิธีที่มีผู้นิยมกันมากที่สุดในปัจจุบันเห็นได้จากการที่โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆที่ออกมายังท้องตลาด จะค่าสถิติเดอร์บิน – วัตสัน แสดงไว้ด้วยเสมอ โดยสถิติเดอร์บิน – วัตสัน มีขั้นตอนการคำนวณดังต่อไปนี้

2.1.2.1 นำค่าสังเกตุ (Y_t, X_{it}) ; $t = 1,2,...,n$ มาประมาณค่าพารามิเตอร์ $\hat{\beta}_i$ ด้วยวิธี OLS

2.1.2.1 นำค่า $\hat{\beta}_i$ มาหาค่าพยากรณ์

2.1.2.1 หาค่า $\hat{U}_t$ โดยที่ $\hat{U}_t = Y_t - \hat{Y}_t$

2.1.2.1 นำค่า $\hat{U}_t$ มาหาค่าตัวสถิติทดสอบเดอร์บิน – วัตสัน (DW)

$$D-W = \frac{\sum_{t=2}^{n}(\hat{U}_t - \hat{U}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n}\hat{U}_t^2}$$

2.1.2.1 เกณฑ์การตัดสินใจ

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho > 0$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_0 เมื่อ $d < d_L$

จะตัดสินใจยอมรับ H_0 เมื่อ $d > d_U$

จะไม่สามารถตัดสินใจได้ เมื่อ $d_L < d < d_U$

โดยที่ d_L, d_U เป็นค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางค่าของเดอร์บิน – วัตสัน ที่ระดับนัยสำคัญ α และขนาดตัวอย่าง n

2.1.2 ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test)

เค.เอฟ.วอลลิส (K.F. Wallis) ได้มีการพัฒนาการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์จากแนวความคิดของเดอร์บิน – วัตสัน โดยใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 มีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

2.1.2.1 นำค่าสังเกตุ (Y_t, X_{it}) ; $t = 1,2,...,n$ มาประมาณค่าพารามิเตอร์ $\hat{\beta}_i$ ด้วยวิธี OLS

2.1.2.2 นำค่า $\hat{\beta}_i$ มาหาค่าพยากรณ์

2.1.2.3 หาค่า $\hat{U}_t$ โดยที่ $\hat{U}_t = Y_t - \hat{Y}_t$

2.1.2.4 นำค่า $\hat{U}_t$ มาหาค่าตัวสถิติทดสอบวอลลิส (W – L)

$$W - L = \frac{\sum_{t=5}^{n} (\hat{U}_t - \hat{U}_{t-4})^2}{\sum_{t=1}^{n} \hat{U}_t^2}$$

2.1.2.5 เกณฑ์การตัดสินใจ

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho > 0$

จะตัดสินใจปฏิเสธ H_0 เมื่อ $W - L < d_{4L}$

จะตัดสินใจยอมรับ H_0 เมื่อ $W - L > d_{4U}$

จะไม่สามารถตัดสินใจได้ เมื่อ $d_{4L} < W - L < d_{4U}$

โดยที่ d_{4L}, d_{4U} เป็นค่าวิกฤตที่เปิดจากตารางทดสอบของวอลลิส ที่ระดับนัยสำคัญ α และขนาดตัวอย่าง n

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างวิธีคำนวณหาค่าสถิติทดสอบ

ศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำลองข้อมูลภายใต้ข้อกำหนดของ พารามิเตอร์ β_0, β_1 และ ρ ดังนี้

$Y_t = 1 + 1X_t + U_t$

X_t = มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1

$U_t = 0.1U_{t-1} + e_t$

$n = 20$

e_t = เป็นตัวแปรสุ่มอิสระ และมีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1

จากข้อมูลข้างต้น สามารถจำลองข้อมูลได้ดังนี้

ตาราง 2.1 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่สร้างขึ้นจากการทดลอง

t	X_t	Y_t
1	1.39206265	2.1307058
2	-1.34344808	0.9362560
3	0.10858299	0.3179287
4	-1.45752495	-0.5806550
5	-0.56941727	1.1394396
6	-0.02157588	0.9831318
7	1.95752735	0.6622297
8	1.27155017	1.6363225
9	-0.37944628	1.3757802
10	-0.36979014	0.6319262
11	2.49690421	4.2668821
12	-0.54191295	1.0726311
13	1.31497958	2.8995257
14	0.90381875	2.9857515
15	1.72752609	2.7205041
16	0.68953595	2.2193244
17	0.82339579	1.8575629
18	-1.56124206	-0.2001082
19	-0.49704500	0.1103733
20	-0.47397848	2.6012320

วิธีการคำนวณหาค่าสถิติทดสอบเดอร์บิน – วัตสัน (DW) มีสูตรและวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้ นำข้อมูล (Y_t, X_t) มาหาค่า $\hat{\beta}$ โดยวิธี OLS

คำนวณค่า $\hat{U} = Y - \hat{Y}; \hat{Y} = X\hat{\beta}$

$\hat{U}_t$	$\hat{U}_t^2$	$(\hat{U}_t - \hat{U}_{t-1})^2$
-0.1901432	0.036154437	
0.6514092	0.424333946	0.708210442
-1.0476444	1.097558789	2.886783136
-0.7805959	0.609329959	0.071314901
0.2784926	0.077558128	1.121668451
-0.2855659	0.081547883	0.318161991
-2.0794868	4.324265351	3.218152195
-0.5948308	0.353823681	2.204203438
0.3734404	0.139457732	0.937549117
-0.3776005	0.142582138	0.564062433
1.1237151	1.262735626	2.253948531
0.1912130	0.036562411	0.869560167
0.6360486	0.404557822	0.197878711
1.0282956	1.057391841	0.153857709
0.1499743	0.022492291	0.771448306
0.4213562	0.177541047	0.073648136
-0.0400353	0.001602825	0.212882116
-0.3228540	0.104234705	0.079986417
-0.8044394	0.647122748	0.231924497
1.6692512	2.786399569	6.119145185
	13.787252930	22.994385880

$$D-W = \frac{\sum_{t=2}^{n}(\hat{U}_t - \hat{U}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n}\hat{U}_t^2}$$

$$= \frac{22.99438588}{13.78725293}$$

$$= 1.667800395 > d_U = 1.41$$

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ไม่มีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 เกิดขึ้น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

ศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำลองข้อมูลภายใต้ข้อกำหนดของ พารามิเตอร์ β_0, β_1 และ ρ ดังนี้

$$Y_t = 1 + 1X_t + U_t$$

$$X_{1t} = 0.1X_{1t-1} + 0.1X_{1t-4} + V_t$$

$$U_t = 0.1U_{t-4} + e_t$$

$$n = 20$$

e_t, V_t =เป็นตัวแปรสุ่มอิสระ และมีการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1

จากข้อมูลข้างต้น สามารถจำลองข้อมูลได้ดังนี้

ตาราง 2.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่สร้างขึ้นจากการทดลอง

t	X_t	Y_t
1	0.8814051	2.18791921
2	0.1784880	4.31609980
3	-0.9734256	0.05448906
4	-0.4592633	-1.31957152
5	0.2214042	1.41157993
6	0.7201974	2.25152115
7	0.7246004	0.64860972
8	-0.6031455	0.72325660
9	-0.2050187	1.13553615
10	0.7760156	-0.22008550
11	-1.5918674	-0.43716819
12	0.8400308	2.10180554
13	-0.3837979	0.18602156
14	-0.1516423	-0.15939000
15	1.1242596	1.19945792
16	0.1462968	2.23979721
17	-1.7140057	-0.40164796
18	0.8859510	2.89204986
19	0.3608130	2.38460600
20	-0.9996518	-1.39875868

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการคำนวณหาค่าตัวสถิติทดสอบวอลลิส (W – L) มีสูตรและวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

นำข้อมูล (Y_t, X_t) มาหาค่า $\hat{\beta}$ โดยวิธี OLS

คำนวณค่า $\hat{U} = Y - \hat{Y}; \hat{Y} = X\hat{\beta}$

$\hat{U}_t$	$\hat{U}_t^2$	$(\hat{U}_t - \hat{U}_{t-4})^2$
0.23853112	0.056897095	
3.12244170	9.749642170	
0.09929252	0.009859005	
-1.82756147	3.339980927	
0.17178125	0.029508798	0.004455545
0.47545290	0.226055460	7.006549707
-1.13219235	1.281859517	1.516554985
0.36995926	0.136869854	4.829097359
0.35419921	0.125457080	0.033276312
-2.05616584	4.227817962	6.409093445
0.27254302	0.074279698	1.973281460
0.19690030	0.038769728	0.029949404
-0.40310383	0.162492698	0.573507894
-0.99811375	0.996231058	1.119474225
-1.01103136	1.022184411	1.647563189
1.08074903	1.168018466	0.781188578
0.43937837	0.193053352	0.709776257
0.93777432	0.879420675	3.747662620
0.99492413	0.989874024	4.023857428
-1.32575852	1.757635653	5.791278588
	26.465907630	40.196567000

$$W - L = \frac{\sum_{t=5}^{n} (\hat{U}_t - \hat{U}_{t-4})^2}{\sum_{t=1}^{n} \hat{U}_t^2}$$

$$= \frac{40.196567}{26.46590763}$$

$$= 1.518805535 > d_{4U} = 1.428$$

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ไม่มีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 เกิดขึ้น ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2 เกณฑ์ในการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบ

การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน ตำแหน่งที่ 1 โดยการเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะดำเนินการ 2 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้

1. พิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 โดยใช้ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองในแต่ละสถานการณ์ เป็นตัวกำหนดการความคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ในการตรวจสอบว่า ตัวสถิติทดสอบใดสามารถความคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้หรือไม่นั้น ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ของแบรดเลย์ (Bradley) ดังนี้ ถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากการทดลองในแต่ละสถานการณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่าอยู่ในช่วง (0.025,0.075) จะได้ว่าตัวสถิตินั้น มีความสามารถในการความคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้สำหรับสถานการณ์นั้น

2. พิจารณาเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบ

เมื่อทำการทดลองและตรวจสอบแล้วว่า ตัวสถิติทดสอบในสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในสถานการณ์ใดบ้าง จะทำการพิจารณาหาค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเหล่านั้น สำหรับสถานการณ์นั้น แล้วจึงนำค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกันว่า ตัวสถิติใดให้อำนาจการทดสอบสูงสุดในสถานการณ์นั้นๆ ต่อไป

สำหรับตัวสถิติทดสอบใดที่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้จะไม่นำมาพิจารณาหาค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบนั้นๆ สำหรับสถานการณ์นั้น

2.3 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jinook Jeong และ Seoung Chung ได้ศึกษาการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติในการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์จากสถิติทดสอบ 5 ตัว คือ ตัวสถิติเดอร์บินวัตสัน ตัวสถิติ $a + bd_u$ ตัวสถิติบูตสแตรปเดอร์บินวัตสัน ตัวสถิติบูตสแตรปโรล และตัวสถิติ $BC_a - \rho$ และจากการศึกษาพบว่าตัวสถิติที่นำบูตสแตรปมาใช้จะช่วยกำจัดช่วงที่คลุมเครือของตัวสถิติเดอร์บินวัตสันได้ และช่วยเพิ่มอำนาจการทดสอบให้สูงขึ้น

ลักขณา เสาธยะนันท์ ได้ศึกษาถึงการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติสำหรับทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย 3 ตัวคือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน ตัวสถิติทดสอบอัลเตอร์เนทีฟเดอร์บินวัตสัน และตัวสถิติทดสอบ

การวิ่ง โดยจะศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้งสาม ซึ่งได้ผลดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกรูปแบบของตัวแปรอิสระและทุกลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ยกเว้นในกรณีที่ขนาดตัวอย่างขนาดเล็ก สถิติทดสอบทั้ง 3 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในกรณีที่รูปแบบของตัวแปรอิสระและการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่มมีลักษณะสมมาตร
2. อำนาจการทดสอบโดยทั่วไปสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสันจะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ยกเว้นในบางสถานการณ์

วิชัย สุรเชิดเกียรติ ได้ศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ของความคลาดเคลื่อนในสมการถดถอย ซึ่งประกอบด้วยตัวสถิติ 4 ตัว คือ สถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน ตัวสถิติทดสอบวอลลิส ตัวสถิติทดสอบโทมัสวอลลิส และตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์เพี๊ยซ ได้ผลดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตัวสถิติทดสอบวอลลิส ตัวสถิติทดสอบโทมัสวอลลิส และตัวสถิติทดสอบบ๊อกซ์เพี๊ยซ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกขนาดตัวอย่าง แต่ตัวสถิติเดอร์บินวัตสันสามารถควบคุมได้เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่
2. อำนาจการทดสอบ ตัวสถิติทดสอบวอลลิสให้อำนาจสูงสุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบโทมัสวอลลิส และสถิติทดสอบบ๊อกซ์เพี๊ยซ สำหรับตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสันจะให้อำนาจการทดสอบต่ำสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ต้องการศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 และ 4 ของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น โดยในการศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 จะเปรียบเทียบสถิติทดสอบ 3 วิธี คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic) บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ)) และการศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 จะเปรียบเทียบสถิติทดสอบ 3 วิธี คือ ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ)) โดยในขั้นตอนแรกจะศึกษาถึงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในแต่ละสถานการณ์ มาพิจารณาเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบอีกครั้งหนึ่ง

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิควิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Method) สร้างสถานการณ์ต่างๆ

รายละเอียดของแผนการทดลอง ขั้นตอนการทดลอง ต่างๆได้เสนอตามลำดับ ซึ่งรายละเอียดต่างๆ เป็นดังนี้

3.1 แผนการทดลอง

ในการวิจัย ต้องการจะศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 6 วิธี ณ ระดับความรุนแรงของปัญหาความคลาดเคลื่อนที่มีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 และ 4 ในระดับที่ต่างๆ กัน จากน้อยไปมาก 9 ระดับ ขนาดตัวอย่าง 6 ขนาด รูปแบบของตัวแปรอิสระจะแบบออกเป็น 2 แบบ คือ แบบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 จะมีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวน 1 และ แบบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 $X_{it} = \theta_{i1}X_{it-1} + \theta_{i4}X_{it-4} + V_t \quad ;i = 1,2,...$ เมื่อ θ_{i1}, θ_{i4} คือพารามิเตอร์ V_t คือความคลาดเคลื่อนสุ่ม (e_t) มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวน 1

3.2 ขั้นตอนในการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัย แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. จำลองค่าความคลาดเคลื่อน (U_t) และค่าของตัวแปรอิสระ (X_t) ตามรูปแบบที่กำหนดไว้
2. จำลองข้อมูล (X_t, Y_t) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น ตามรูปแบบ

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + ... + \beta_p X_{pt} + U_t \quad ; \quad t = 1,2,3,...,n$$

3. คำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 6 ค่า
4. หาค่าความน่าจะเป็น ที่จะเกิดความคลาดเคลื่อน ประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ และทำการเปรียบเทียบระหว่างตัวสถิติต่างๆ

ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

อัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1

3.2.1 จำลองค่าความคลาดเคลื่อน (U_t) และค่าของตัวแปรอิสระ (X_t) ตามรูปแบบที่กำหนดไว้

3.2.1.1 การจำลองค่าความคลาดเคลื่อน U_t

จำลองค่าความคลาดเคลื่อน U_t โดยกำหนด U_t ให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็น 0 แต่ถ้ามีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 รูปแบบของ U_t จะเปลี่ยนแปลงไปโดย $U_t = \rho U_{t-1} + e_t$, U_t จะมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวน $\frac{1}{(1-\rho^2)}$ และจำลอง e_t , $t = 1,2,...,n$ จากการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น 1 และมีขั้นตอนการสร้าง U_t ดังนี้

1. สร้าง U_1 ให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีความแปรปรวนเป็น 1 ซึ่งก็คือ e_1 นั้นเอง

$$U_1 = e_1$$

2. จากนั้นจำลอง U_t , $t = 1,2,...,n$ จากรูปแบบความสัมพันธ์ $U_t = \rho U_{t-1} + e_t$

$$U_2 = \rho U_1 + e_1$$
$$U_3 = \rho U_2 + e_2$$
$$.$$
$$.$$
$$.$$
$$U_n = \rho U_{n-1} + e_n$$

3.2.1.2 จำลองค่าตัวแปรอิสระ X_t ตามรูปแบบที่จำหนดไว้ คือ มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวน 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4

3.2.1 จำลองค่าความคลาดเคลื่อน (U_t) และค่าของตัวแปรอิสระ (X_t) ตามรูปแบบที่กำหนดไว้

3.2.1.1 การจำลองค่าความคลาดเคลื่อน U_t

จำลองค่าความคลาดเคลื่อน U_t โดยกำหนด U_t ให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็น 0 แต่ถ้ามีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 รูปแบบของ U_t จะเปลี่ยนแปลงไปโดย $U_t = \rho U_{t-4} + e_t$,U_t จะมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวน $\frac{1}{(1-\rho^2)}$ และจำลอง e_t, $t = 1,2,...,n$ จากการแจกแจงปกติมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น 1 และมีขั้นตอนการสร้าง U_t ดังนี้

3. สร้าง U_1, U_2, U_3, U_4 ให้มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีความแปรปรวนเป็น 1 ซึ่งก็คือ e_1, e_2, e_3, e_4 นั้นเอง

$$U_1 = e_1$$
$$U_2 = e_2$$
$$U_3 = e_3$$
$$U_4 = e_4$$

4. จากนั้นจำลอง U_t ,$t = 1,2,...,n$ จากรูปแบบความสัมพันธ์ $U_t = \rho U_{t-4} + e_t$

$$U_5 = \rho U_1 + e_5$$
$$U_6 = \rho U_2 + e_6$$
.
.
.
$$U_n = \rho U_{n-4} + e_n$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.1.2 จำลองค่าตัวแปรอิสระ X_t ตามรูปแบบที่จำหนดไว้ โดยมีรูปแบบคือ

$X_{it} = \theta_{i1} X_{it-1} + \theta_{i4} X_{it-4} + V_t$ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. สร้าง $X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$ ให้มีกรแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น 1 ซึ่งก็คือ V_1, V_2, V_3, V_4 ตามลำดับ เพราะว่า V_t มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเป็น 0 ความแปรปรวนเป็น 1

$$X_{11} = V_1$$
$$X_{12} = V_2$$
$$X_{13} = V_3$$
$$X_{14} = V_4$$

2. จากนั้นสร้าง X_{1t} ; $t = 5,6,...,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์ คือ $X_{it} = \theta_{i1} X_{it-1} + \theta_{i4} X_{it-4} + V_t$ จะได้

$$X_{15} = \theta_{11} X_{14} + \theta_{14} X_{11} + V_5$$
$$X_{16} = \theta_{11} X_{15} + \theta_{14} X_{12} + V_6$$
$$\vdots$$
$$X_{1n} = \theta_{11} X_{1n-1} + \theta_{14} X_{1n-4} + V_n$$

3.2.2 จำลองข้อมูล (X_t, Y_t) จากความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งมีขั้นตอนการจำลองดังนี้คือ

จำลอง Y_t ให้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ X_t โดยที่ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + ... + \beta_p X_{pt} + U_t$; $t = 1,2,3,...,n$ ซึ่ง β_i เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นมา และ U_t มีรูปแบบดังนี้ $U_t = \rho U_{t-1} + e_t$ และตัวแปรอิสระ X_t มีรูปแบบดังกล่าวแล้วในข้างต้น แล้วนำมาหาเศษตกค้าง $\hat{U}_t = Y_t - \hat{Y}_t$

3.2.3 การคำนวณสถิติทดสอบ

เมื่อจำลองข้อมูล (X_t, Y_t) ที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตามรูปแบบที่ต้องการได้แล้วขั้นต่อไปก็คือ การคำนวณค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

1. สถิติทดสอบเดอร์บิน – วัตสัน (DW)

เมื่อได้ค่าความคลาดเคลื่อน $\hat{U}_t$ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วจำนวน n ค่า นำมาคำนวณค่าสถิติได้จากสูตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$D-W=\frac{\sum_{t=2}^{n}(\hat{U}_t-\hat{U}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n}\hat{U}_t^2}$$

2. ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (W – L)

$$W-L=\frac{\sum_{t=5}^{n}(\hat{U}_t-\hat{U}_{t-4})^2}{\sum_{t=1}^{n}\hat{U}_t^2}$$

3. บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W)

ขั้นที่ 1 หลังจากได้ $\hat{U}_t$ นำค่า $\hat{U}_t$ ไปประมาณค่าด้วยวิธี OLS จะได้ค่า $\hat{\rho}$

ขั้นที่ 2 นำค่า $\hat{\rho}$ กับ $\hat{U}_t$ ไปหาค่า $\hat{e}_t$

ขั้นที่ 3 สุ่มค่า e^* จาก $\hat{e}_t$ โดยเป็นการสุ่มแบบใส่คืนที่

ขั้นที่ 4 นำค่า e^* ไปหาค่า U^* จากสมการ $U_t^*=\hat{\rho}U_{t-1}^*+e_t^*$

ขั้นที่ 5 นำค่า U^* กับค่า X ไปหาค่า Y^*

ขั้นที่ 6 นำค่า X กับ Y^* ไปคำนวณหาค่า D-W ตามสูตรข้างบน จะได้ d_1^*

ขั้นที่ 7 กลับไปสุ่มค่า e^* ใหม่แล้วทำไปเรื่อยๆ 200 ครั้งจนได้ $d_1^*,d_2^*,...,d_{200}^*$

ขั้นที่ 8 นำค่า $d_1^*,d_2^*,...,d_{200}^*$ ไปหาการแจกแจงเชิงประจักษ์ แล้วนำค่าD-W ไปเปรียบเทียบเพื่อหาว่าจะ ปฏิเสธสมมติฐานหรือไม่

4. บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis)

ขั้นที่ 1 หลังจากได้ $\hat{U}_t$ นำค่า $\hat{U}_t$ ไปประมาณค่าด้วยวิธี OLS จะได้ค่า $\hat{\rho}$

ขั้นที่ 2 นำค่า $\hat{\rho}$ กับ $\hat{U}_t$ ไปหาค่า $\hat{e}_t$

ขั้นที่ 3 สุ่มค่า e^* จาก $\hat{e}_t$ โดยเป็นการสุ่มแบบใส่คืนที่

ขั้นที่ 4 นำค่า e^* ไปหาค่า U^* จากสมการ $U_t^*=\hat{\rho}U_{t-1}^*+e_t^*$

ขั้นที่ 5 นำค่า U^* กับค่า X ไปหาค่า Y^*

ขั้นที่ 6 นำค่า X กับ Y^* ไปคำนวณหาค่า W – L ตามสูตรข้างบน จะได้ w_1^*

ขั้นที่ 7 กลับไปสุ่มค่า e^* ใหม่แล้วทำไปเรื่อยๆ 200 ครั้งจนได้ $w_1^*,w_2^*,...,w_{200}^*$

ขั้นที่ 8 นำค่า $w_1^*,w_2^*,...,w_{200}^*$ ไปหาการแจกแจงเชิงประจักษ์แล้วนำค่า W – L ไปเปรียบเทียบเพื่อหาว่าจะ ปฏิเสธสมมติฐานหรือไม่

5. บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B- ρ))

ขั้นที่ 1 หลังจากได้ $\hat{U}_t$ นำค่า $\hat{U}_t$ ไปประมาณค่าด้วยวิธี OLS จะได้ค่า $\hat{\rho}$

ขั้นที่ 2 นำค่า $\hat{\rho}$ กับ $\hat{U}_t$ ไปหาค่า $\hat{e}_t$

ขั้นที่ 3 สุ่มค่า e^* จาก $\hat{e}_t$ โดยเป็นการสุ่มแบบใส่คืนที่

ขั้นที่ 4 นำค่า e^* ไปหาค่า U^* จากสมการ $U_t^* = \hat{\rho}U_{t-1}^* + e_t^*$ โดยที่ $U_1^* = \frac{e_1^*}{\sqrt{1-\hat{\rho}^2}}$

ขั้นที่ 5 ประมาณค่า ρ_1^* ด้วยวิธี OLS

ขั้นที่ 7 กลับไปสุ่มค่า e^* ใหม่แล้วทำไปเรื่อยๆ 200 ครั้งจนได้ $\rho_1^*, \rho_2^*, ..., \rho_{200}^*$

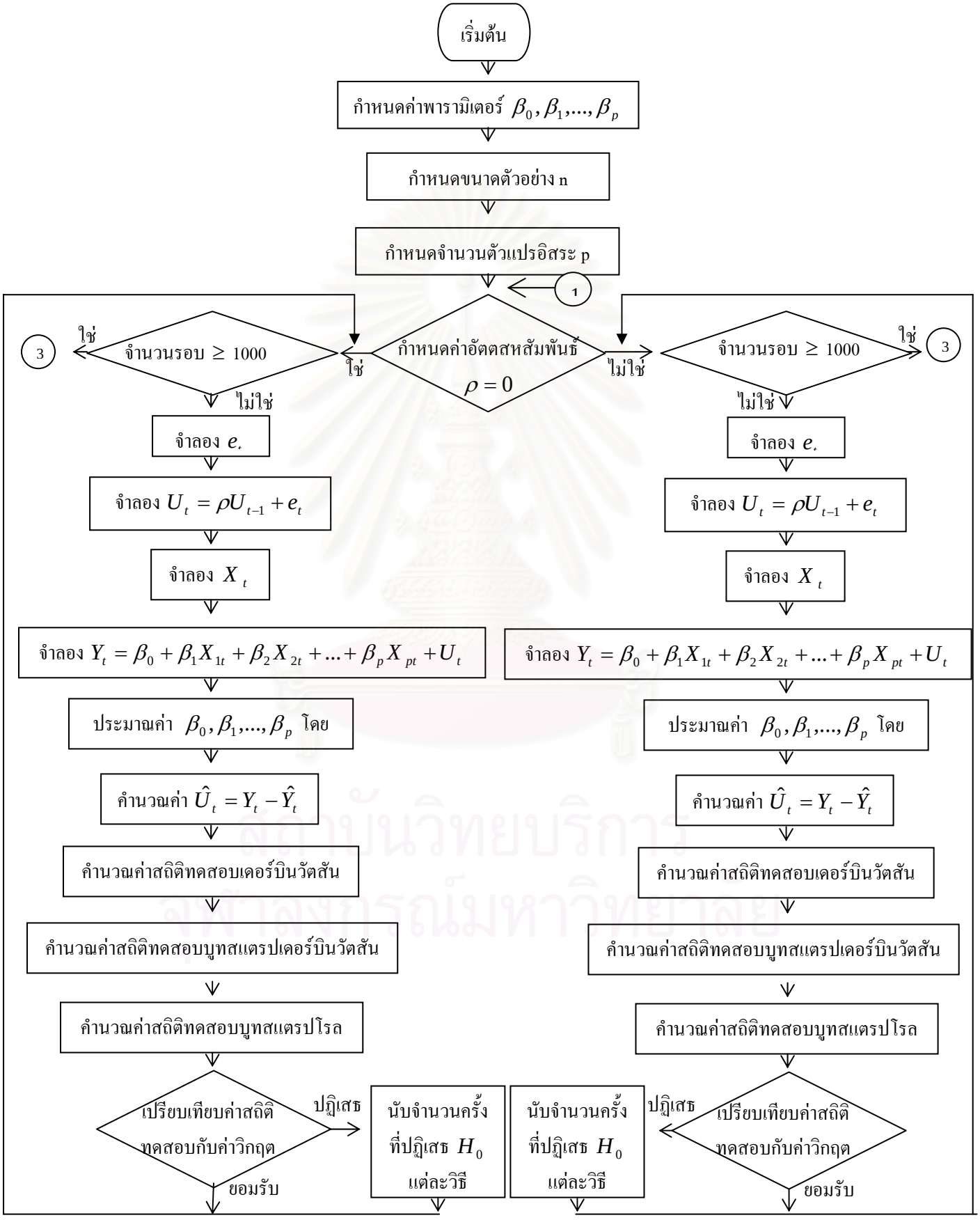
ขั้นที่ 8 นำค่า $\rho_1^*, \rho_2^*, ..., \rho_{200}^*$ ไปหาการแจกแจงเชิงประจักษ์ แล้วนำค่า ρ ไปเปรียบเทียบเพื่อหาว่าจะ ปฏิเสธสมมติฐานหรือไม่

3.2.4 การหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบและทำการเปรียบเทียบ

เมื่อคำนวณค่าสถิติทดสอบแล้ว จึงนำค่าสถิติต่างๆมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อจะตัดสินใจว่า จะปฏิเสธหรือยอมรับ H_0 ในกรณีปฏิเสธ ให้นับจำนวนครั้งไว้แล้วย้อนกลับไปสุ่มตัวอย่างชุดใหม่ และทำการวิธีการเดิมซ้ำ เช่นเดิม จนกระทั่งครบ 1,000 ครั้ง แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อค่าอัตตสหสัมพันธ์เป็น 0 และค่าอำนาจการทดสอบเมื่ออัตตสหสัมพันธ์ มีค่ามากกว่า 0 ในกรณีหาค่าอำนาจการทดสอบนั้นจะเปลี่ยนค่าอัตตสหสัมพันธ์ที่ละค่าจนครบทุกค่าที่กำหนด จากนั้น เปลี่ยนขนาดตัวอย่าง โดยแต่ละสถานการณ์จะทำการสุ่มตัวอย่างซ้ำๆกัน 200 ครั้ง และ ทำการจำลองแบบ 1000 ครั้ง

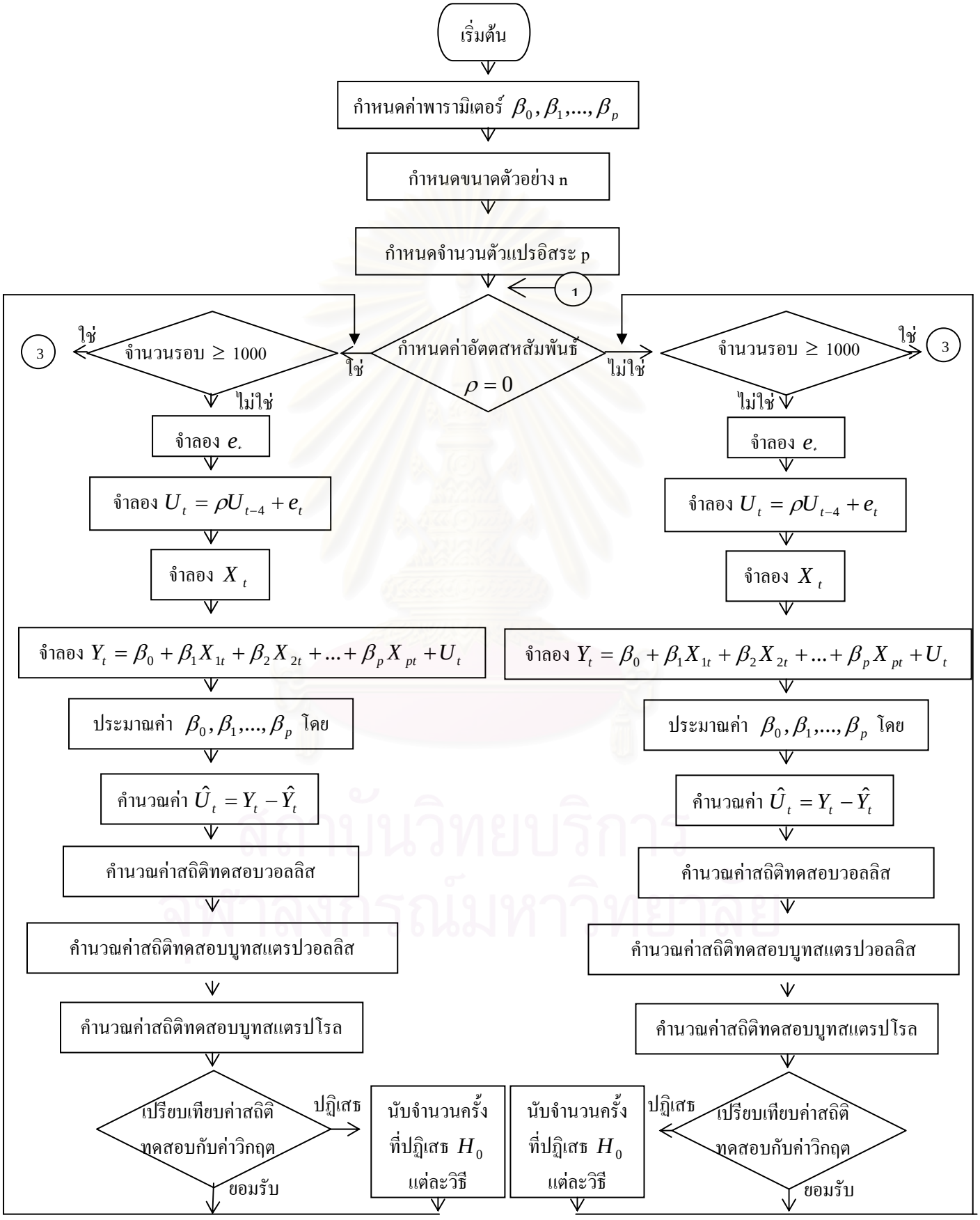
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผังงานสำหรับการหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 ทั้ง 3 วิธี



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผังงานสำหรับการหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4 ทั้ง 3 วิธี



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ต้องการศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 และ 4 ของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น โดยในการศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 จะเปรียบเทียบสถิติทดสอบ 3 วิธี คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic) บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ)) และการศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 จะเปรียบเทียบสถิติทดสอบ 3 วิธี คือ ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ)) โดยศึกษาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ เมื่อพิจารณาถึงขนาดและจำนวนตัวแปร เพื่อหาข้อสรุปว่าตัวสถิติทดสอบใดเหมาะสม ในการตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนมีอัตตสหสัมพันธ์หรือไม่ในแต่ละสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการทดลอง โดยจะทำการพิจารณาว่าตัวสถิติทดสอบใดสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และมีอำนาจการทดสอบมากที่สุด

การวิจัยครั้งนี้จึงนำเสนอผลการวิจัย จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะคือ ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ ซึ่งจะนำเสนอเป็นตารางและกราฟ และเพื่อความสะดวกในการอธิบายขอใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้ เพื่อแทนความหมายต่างๆ

DW หมายถึง สถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic)

BDW หมายถึง สถิติทดสอบบูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W)

B-rho หมายถึง สถิติทดสอบบูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ))

W-L หมายถึง สถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test)

BW-L หมายถึง สถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis)

n หมายถึง ขนาดตัวอย่าง

p หมายถึง จำนวนตัวแปรอิสระ

4.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ในการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองจะนำเสนอในลักษณะตาราง โดยอาศัยเกณฑ์พิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแบรดเลย์ (Bradley 1978 : 144-152) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งถ้าค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองอยู่ในช่วง [0.025,0.075] จะถือว่าตัวสถิตินั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 4.1 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ภายใต้ H_0 เป็นจริง หรืออัตตสหสัมพันธ์เป็นศูนย์ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีเมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1

n	p	สถิติทดสอบ		
		Durbin-Watson	Bootstrapped D-W	Bootstrapped ρ
15	1	0.011*	0.032	0.064
	2	0.013*	0.051	0.035
	5	0.000*	0.033	0.016
20	1	0.021*	0.052	0.057
	2	0.013*	0.049	0.058
	5	0.000*	0.054	0.075
50	1	0.025	0.041	0.062
	2	0.011*	0.045	0.065
	5	0.007*	0.050	0.057
60	1	0.032	0.050	0.069
	2	0.024*	0.051	0.070
	5	0.012*	0.045	0.057
90	1	0.035	0.053	0.052
	2	0.025	0.046	0.064
	5	0.013*	0.060	0.073
100	1	0.038	0.058	0.059
	2	0.030	0.054	0.061
	5	0.010*	0.049	0.061

* หมายถึง การทดสอบทีมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่นอกช่วงที่กำหนดตามเกณฑ์ของแบรดเลย์ (Bradley) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.2 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ภายใต้ H_0 เป็นจริง หรืออัตตสหสัมพันธ์เป็นศูนย์ของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธีเมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4

n	p	สถิติทดสอบ		
		Wallis	Bootstrapped Wallis	Bootstrapped ρ
15	1	0.048	0.045	0.054
	2	0.022*	0.043	0.047
	5	0.001*	0.057	0.058
20	1	0.041	0.054	0.058
	2	0.023*	0.046	0.059
	5	0.008*	0.055	0.040
50	1	0.037	0.048	0.060
	2	0.023*	0.038	0.066
	5	0.009*	0.060	0.051
60	1	0.039	0.057	0.060
	2	0.024*	0.062	0.067
	5	0.008*	0.049	0.054
90	1	0.035	0.042	0.074
	2	0.029	0.049	0.070
	5	0.010*	0.054	0.071
100	1	0.039	0.051	0.053
	2	0.026	0.042	0.057
	5	0.011*	0.036	0.060

* หมายถึง การทดสอบทีมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 อยู่นอกช่วงที่กำหนดตามเกณฑ์ของแบรดเลย์ (Bradley) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลสรุปของความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 สามารถสรุปได้ดังนี้

เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ตัวสถิติทดสอบ Durbin-Watson สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะในกรณีที่ ตัวอย่างนั้นมีจำนวนขนาดตัวอย่างขนาดกลาง และใหญ่เท่านั้น โดยที่ ขนาดกลางจะควบคุมได้เฉพาะที่มีจำนวนตัวแปรอิสระน้อย คือ 1 ตัว ส่วนขนาดตัวอย่างใหญ่จะควบคุมได้เมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระ 1 และ 2 ตัวเท่านั้น ส่วนตัวสถิติทดสอบ Bootstrapped D-W และ Bootstrapped ρ สามารถความคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกรณี

เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ตัวสถิติทดสอบWallis สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อ ตัวอย่างมีขนาดเล็กและกลาง จำนวนตัวแปรอิสระ 1 ตัว และ ตัวอย่างมีขนาดใหญ่ จำนวนตัวแปรอิสระ 1 และ2 ตัว เท่านั้น ส่วนตัวสถิติทดสอบ Bootstrapped Wallis และ Bootstrapped ρ สามารถความคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกรณี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบอัตตสหสัมพันธ์

การศึกษาเกี่ยวกับอำนาจการทดสอบ จากการทดลองนั้นจะนำเสนอในลักษณะตารางและกราฟซึ่งจะแสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ซึ่งอำนาจการทดสอบที่ได้จากการทดลองนั้น จะศึกษาในกรณีที่มีตัวสถิติในแต่ละกรณีนั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เท่านั้น เมื่อใชเกณฑ์ของแบรดเลย์

รายละเอียดเกี่ยวกับอำนาจการทดสอบของการทดสอบทั้งแบบที่ เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 และ เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 จะได้แสดงในตารางที่ 4.3 ถึงตาราง 4.14 และรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.12

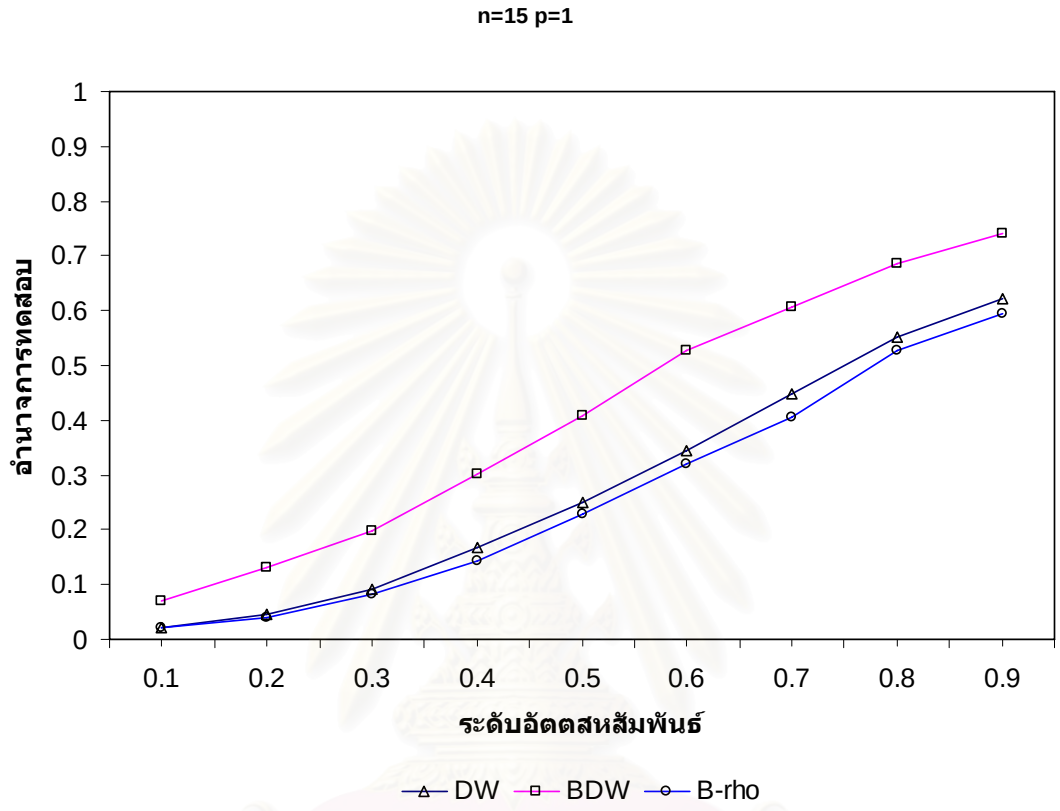
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

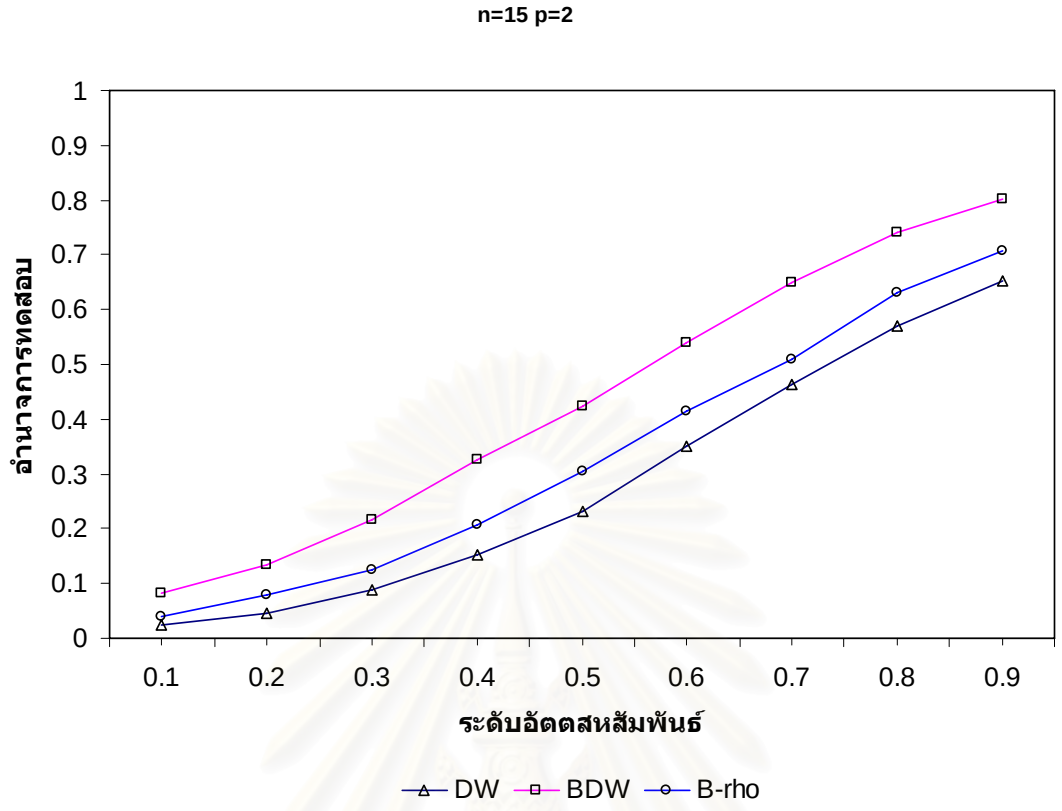
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
15	1	DW	0.022	0.046	0.092	0.167	0.251	0.344	0.448	0.551	0.623
		BDW	0.071	0.132	0.197	0.303	0.410	0.528	0.606	0.685	0.740
		B-rho	0.022	0.040	0.083	0.142	0.228	0.319	0.406	0.528	0.596
	2	DW	0.023	0.045	0.088	0.151	0.233	0.351	0.462	0.57	0.653
		BDW	0.083	0.134	0.217	0.326	0.425	0.541	0.648	0.741	0.803
		B-rho	0.041	0.078	0.124	0.207	0.304	0.415	0.51	0.631	0.708
	5	DW	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		BDW	0.060	0.086	0.125	0.166	0.235	0.297	0.359	0.400	0.448
		B-rho	0.011	0.015	0.021	0.038	0.049	0.074	0.105	0.135	0.140

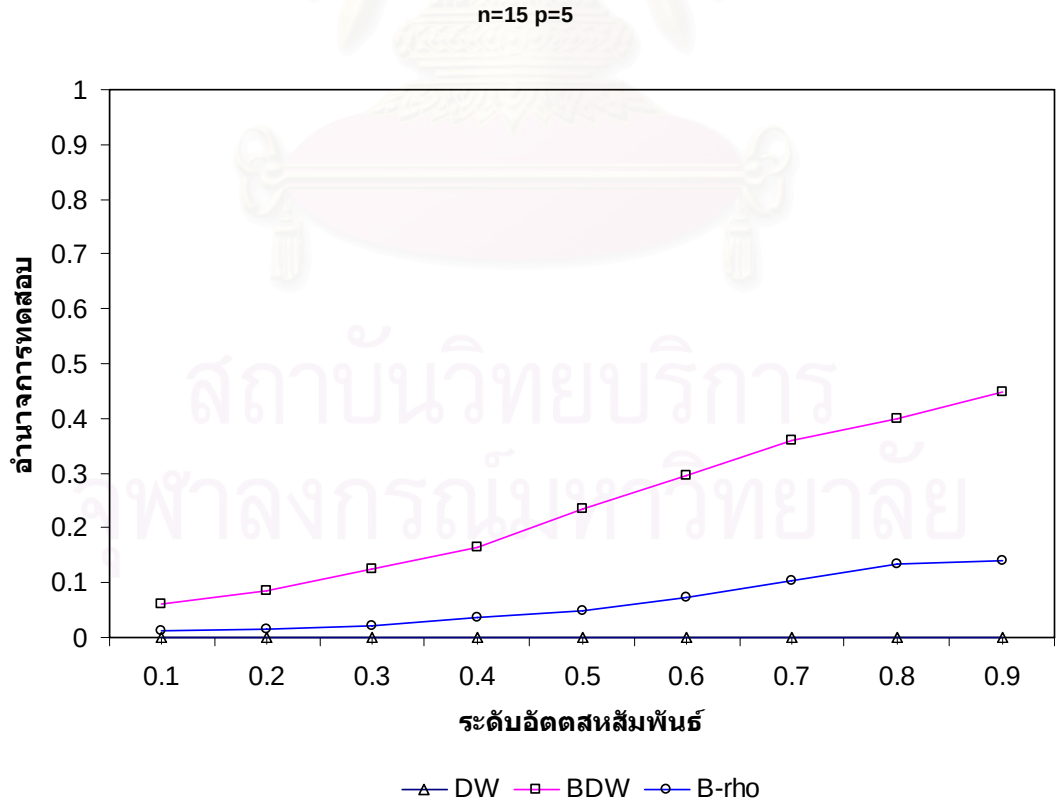
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.1 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ DW และ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว
2. ตัวสถิติทดสอบ BDW จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกกรณี
3. ตัวสถิติทดสอบ DW จะให้อำนาจทดสอบที่ต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และ 5 ตัว
4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

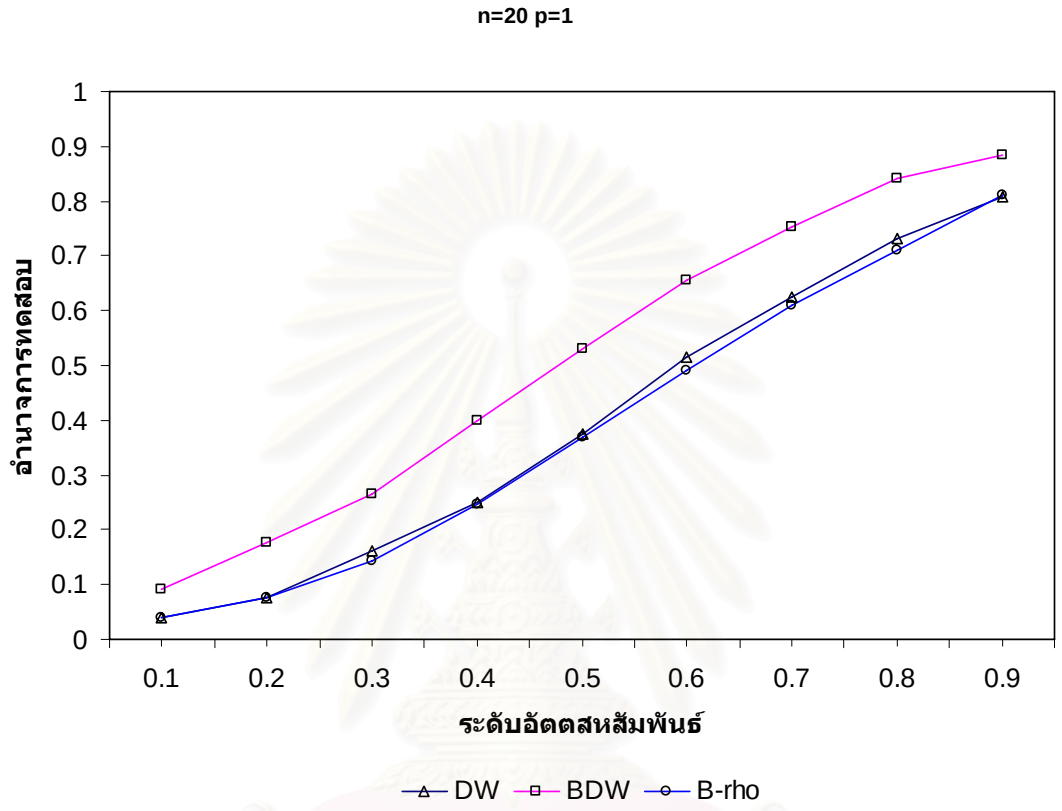
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

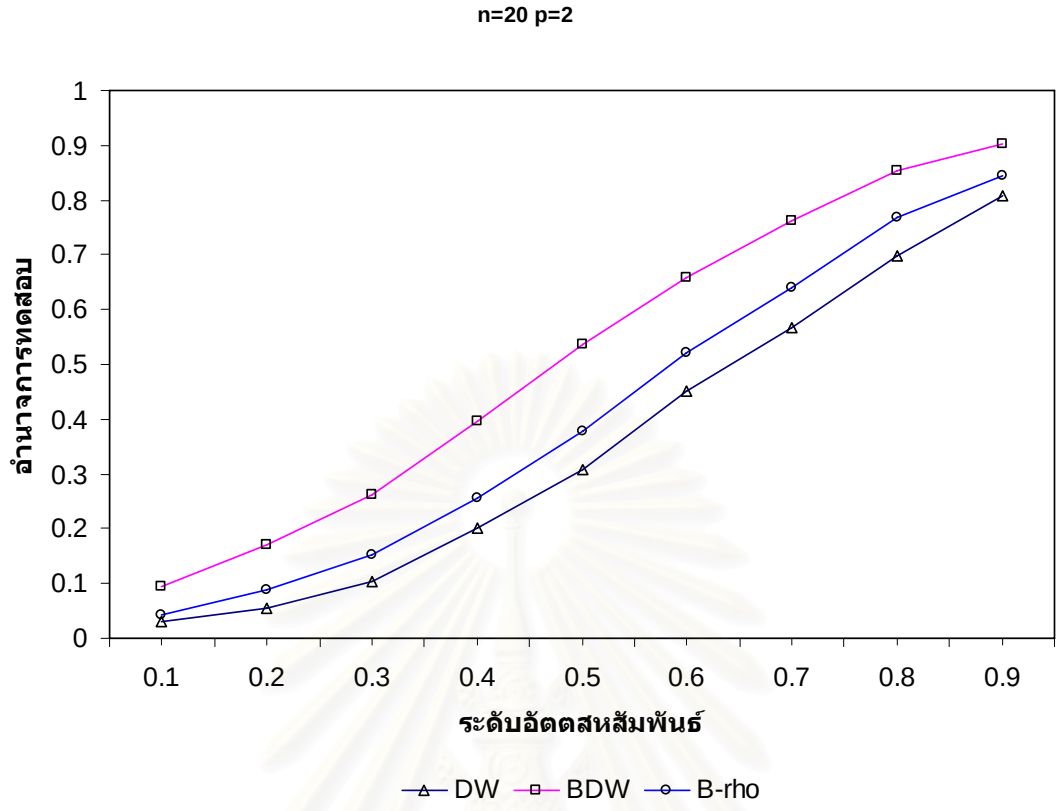
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
20	1	DW	0.041	0.075	0.163	0.251	0.374	0.515	0.626	0.732	0.807
		BDW	0.091	0.178	0.266	0.400	0.532	0.655	0.752	0.841	0.885
		B-rho	0.041	0.076	0.143	0.246	0.370	0.491	0.610	0.709	0.810
	2	DW	0.031	0.054	0.105	0.201	0.307	0.451	0.568	0.698	0.808
		BDW	0.094	0.172	0.261	0.397	0.538	0.658	0.761	0.853	0.903
		B-rho	0.044	0.089	0.152	0.257	0.379	0.522	0.641	0.769	0.844
	5	DW	0.000	0.002	0.007	0.011	0.028	0.067	0.094	0.154	0.211
		BDW	0.089	0.131	0.200	0.289	0.397	0.513	0.608	0.677	0.749
		B-rho	0.029	0.042	0.083	0.120	0.184	0.267	0.354	0.449	0.512

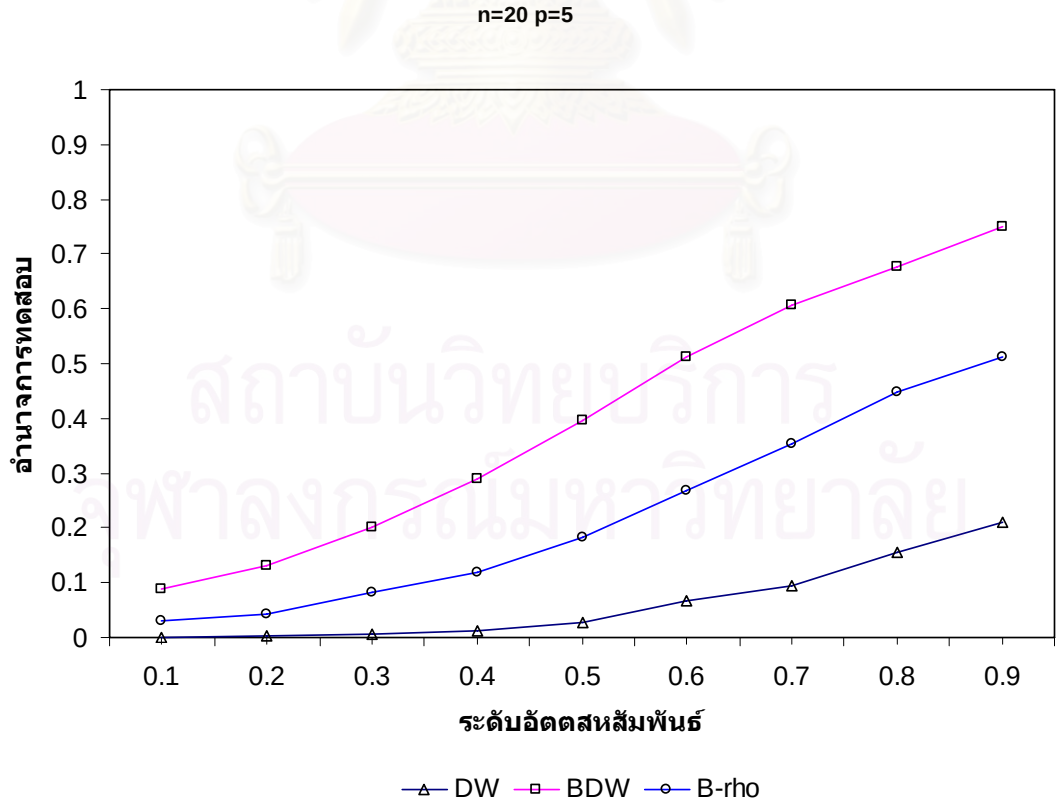
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.2 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ DW และ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว
2. ตัวสถิติทดสอบ BDW จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกกรณี
3. ตัวสถิติทดสอบ DW จะให้อำนาจทดสอบที่ต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และ 5 ตัว
4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

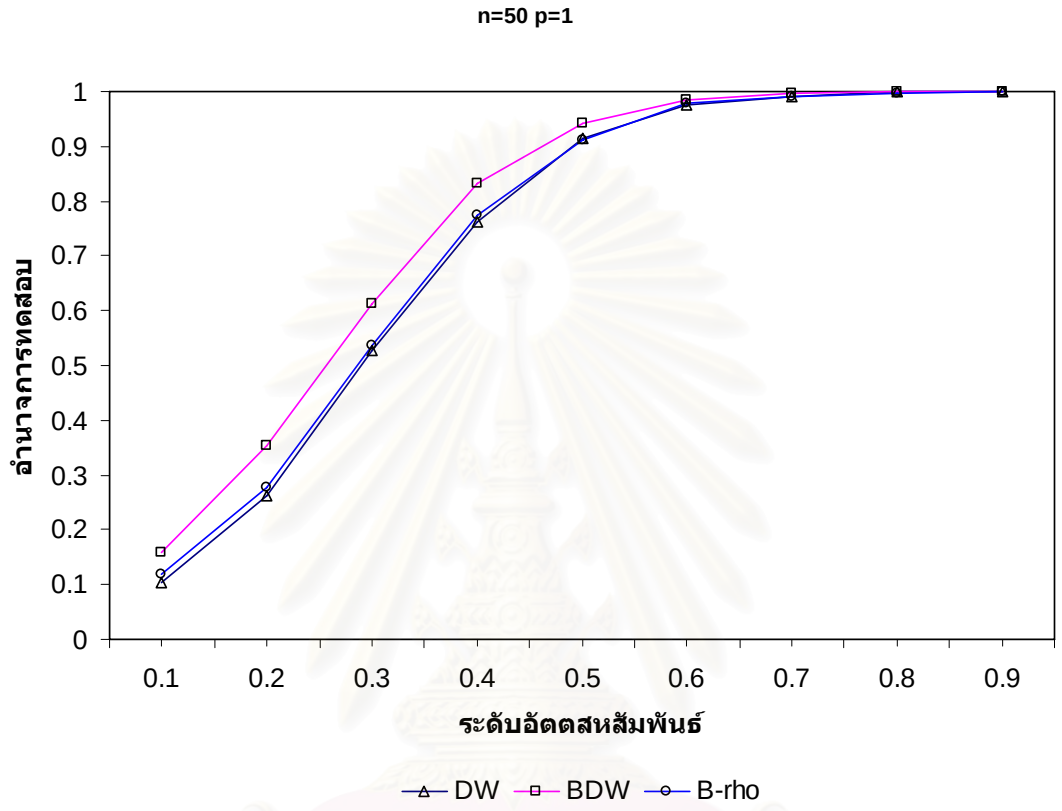
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

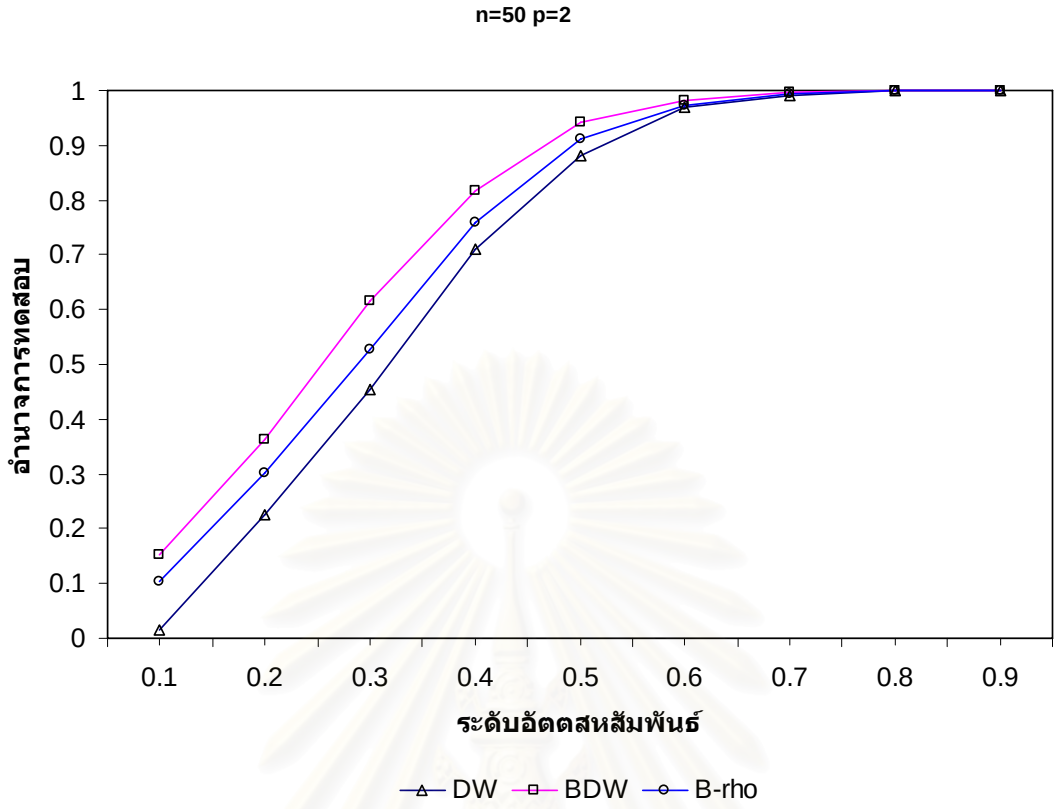
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
50	1	DW	0.104	0.263	0.527	0.761	0.916	0.976	0.992	0.999	1.000
		BDW	0.160	0.355	0.612	0.833	0.941	0.985	0.996	0.999	1.000
		B-rho	0.118	0.278	0.538	0.773	0.913	0.978	0.992	0.997	1.000
	2	DW	0.016	0.226	0.455	0.711	0.880	0.968	0.991	1.000	1.000
		BDW	0.153	0.364	0.616	0.816	0.942	0.982	0.997	1.000	1.000
		B-rho	0.105	0.302	0.528	0.759	0.911	0.974	0.994	1.000	1.000
	5	DW	0.031	0.096	0.278	0.509	0.740	0.892	0.963	0.991	0.999
		BDW	0.151	0.352	0.578	0.781	0.920	0.975	0.991	1.000	1.000
		B-rho	0.113	0.271	0.499	0.732	0.879	0.959	0.988	0.998	0.999

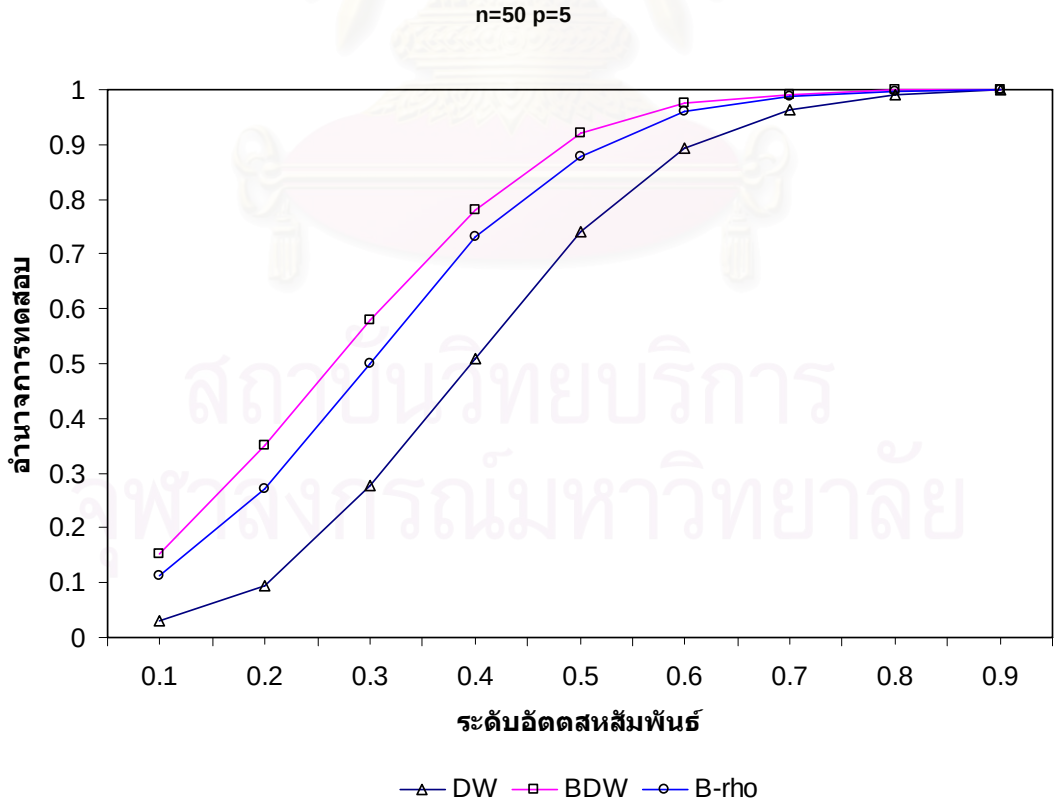
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.3 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=50 p=2
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho


n=50 p=5
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.3 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ DW และ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว
2. ตัวสถิติทดสอบ BDW จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกกรณี
3. ตัวสถิติทดสอบ DW จะให้อำนาจทดสอบที่ต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และ 5 ตัว
4. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7 ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และ 2 ตัว ส่วนกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวนั้น สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8
5. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

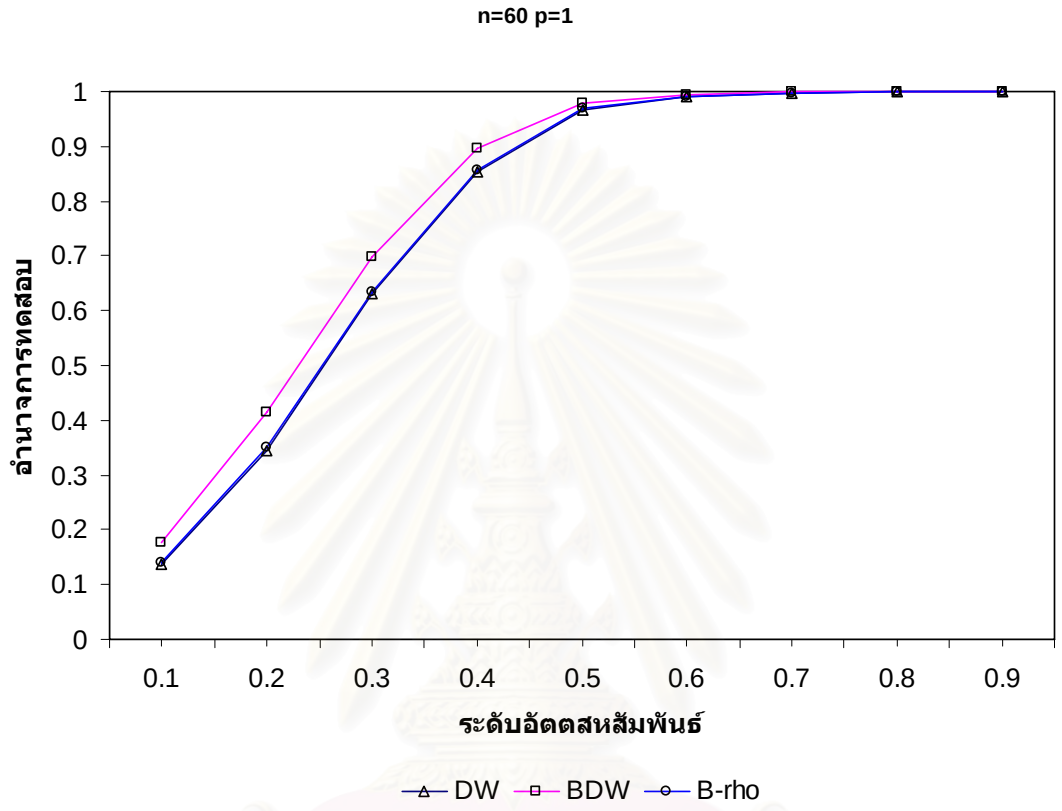
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

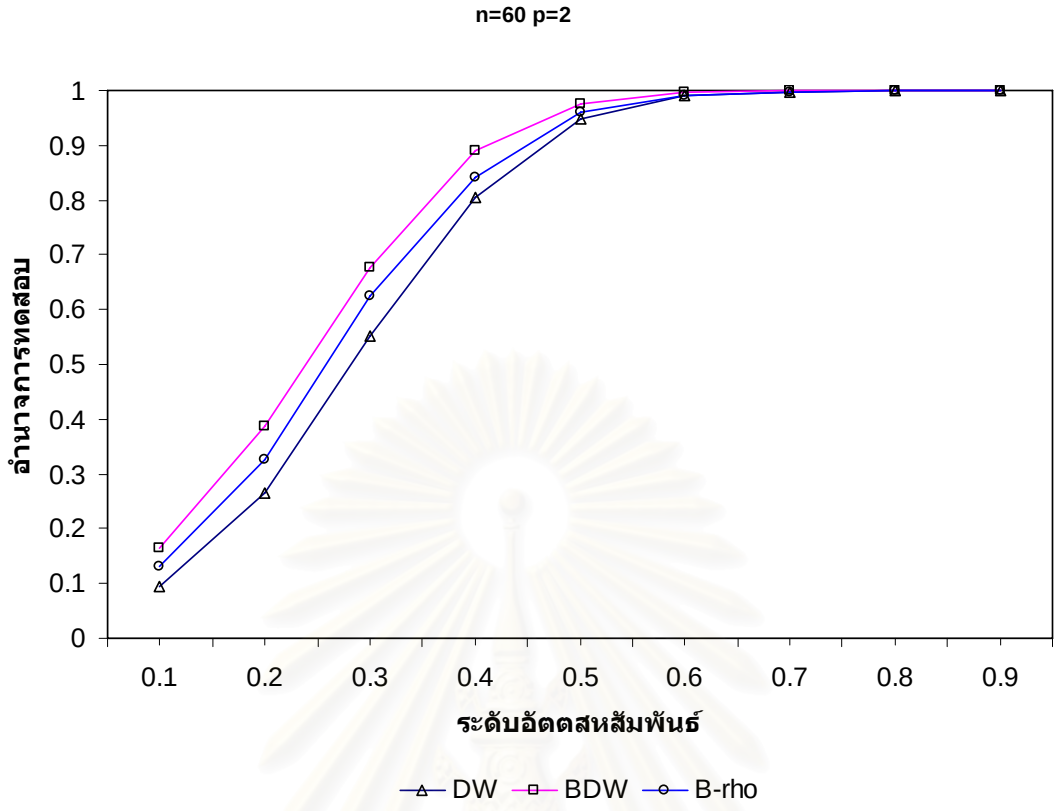
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
60	1	DW	0.138	0.343	0.630	0.854	0.966	0.990	0.998	0.999	1.000
		BDW	0.176	0.414	0.698	0.895	0.980	0.994	0.999	1.000	1.000
		B-rho	0.141	0.352	0.635	0.857	0.970	0.991	0.998	0.999	1.000
	2	DW	0.095	0.264	0.552	0.805	0.947	0.990	0.998	1.000	1.000
		BDW	0.164	0.386	0.677	0.889	0.975	0.996	0.999	1.000	1.000
		B-rho	0.132	0.325	0.625	0.842	0.961	0.992	0.998	1.000	1.000
	5	DW	0.032	0.139	0.329	0.615	0.821	0.948	0.990	1.000	1.000
		BDW	0.159	0.368	0.637	0.832	0.949	0.995	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.116	0.302	0.553	0.783	0.931	0.986	1.000	1.000	1.000

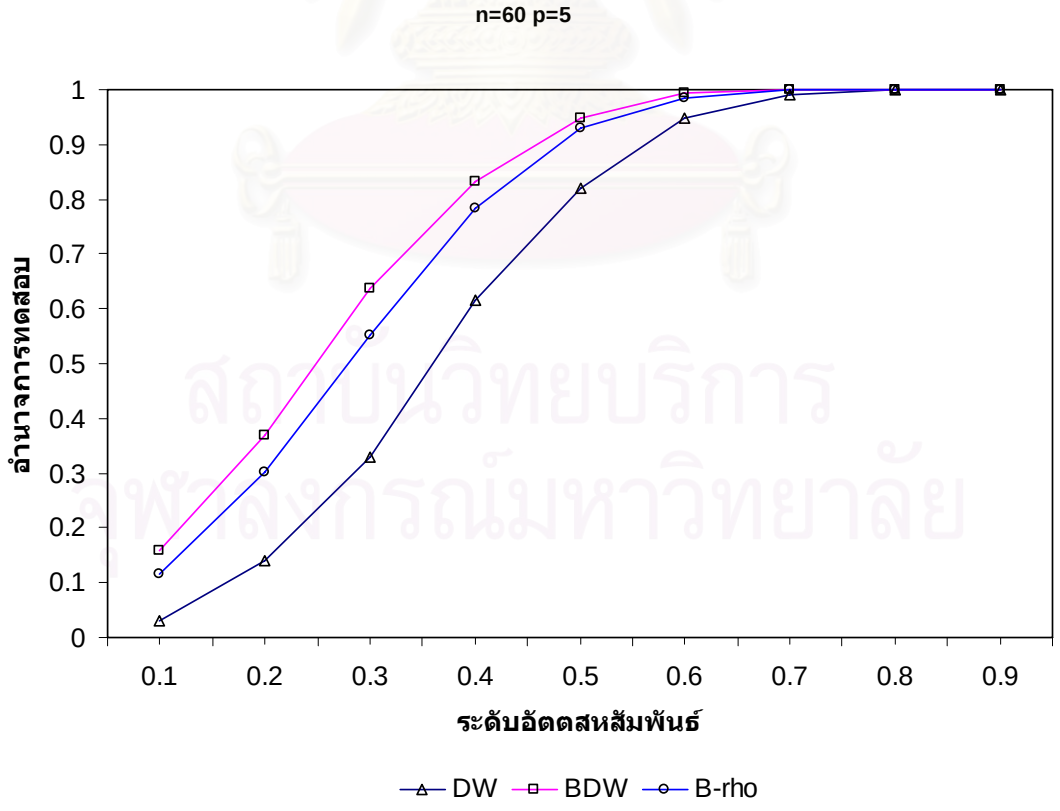
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.4 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=60 p=2
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho


n=60 p=5
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.4 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ DW และ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว
2. ตัวสถิติทดสอบ BDW จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกกรณี
3. ตัวสถิติทดสอบ DW จะให้อำนาจทดสอบที่ต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และ 5 ตัว
4. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6 ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และ 2 ตัว ส่วนกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวนั้น สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7
5. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

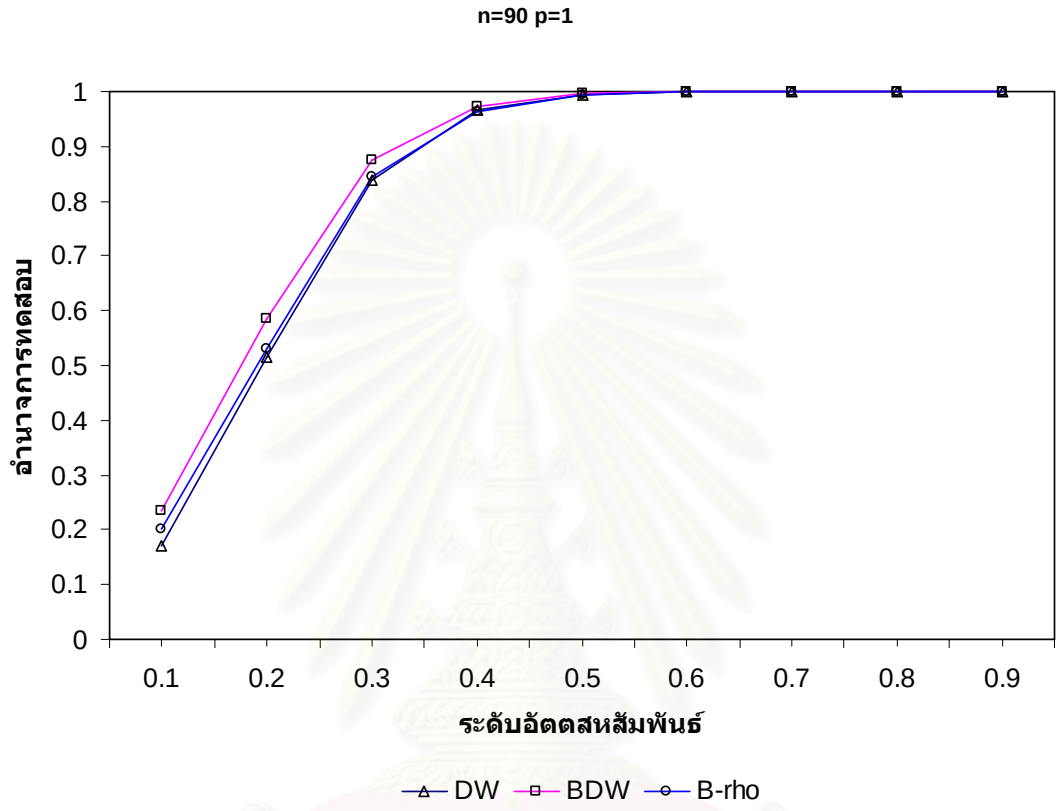
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

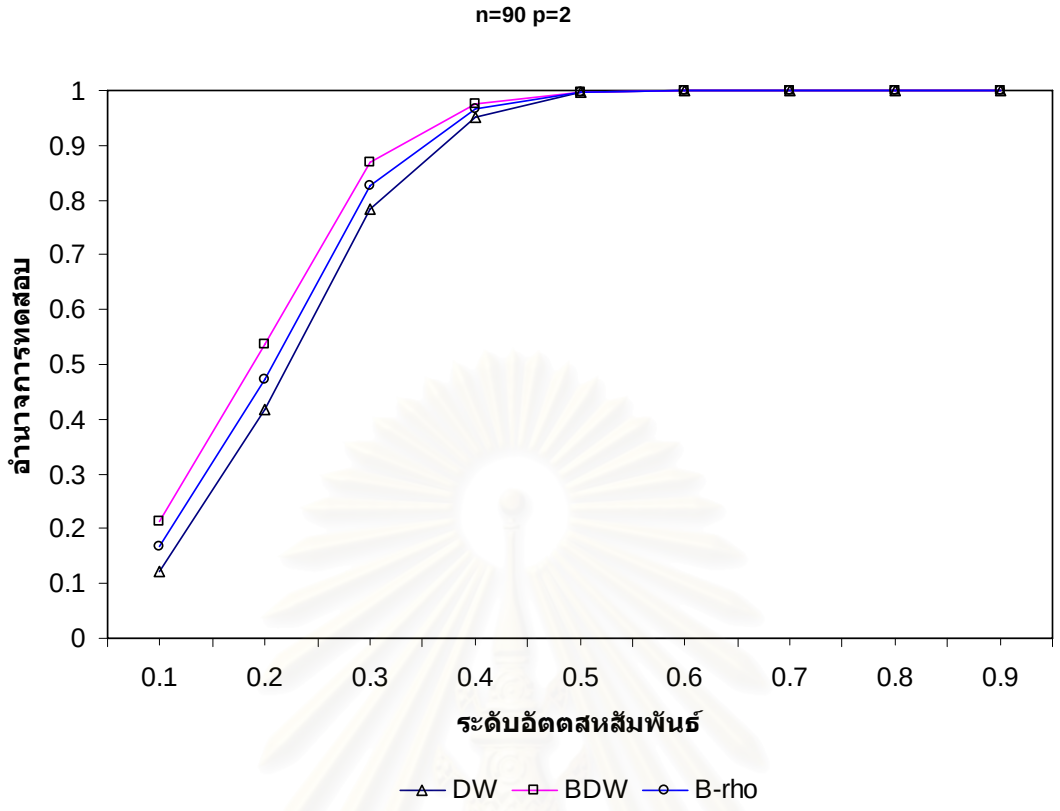
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
90	1	DW	0.171	0.514	0.837	0.965	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000
		BDW	0.235	0.585	0.874	0.972	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.200	0.530	0.843	0.964	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000
	2	DW	0.121	0.417	0.785	0.951	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000
		BDW	0.214	0.538	0.868	0.975	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.167	0.474	0.825	0.967	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000
	5	DW	0.091	0.320	0.631	0.879	0.975	0.999	0.999	1.000	1.000
		BDW	0.236	0.540	0.822	0.957	0.992	0.999	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.194	0.486	0.768	0.948	0.990	0.999	1.000	1.000	1.000

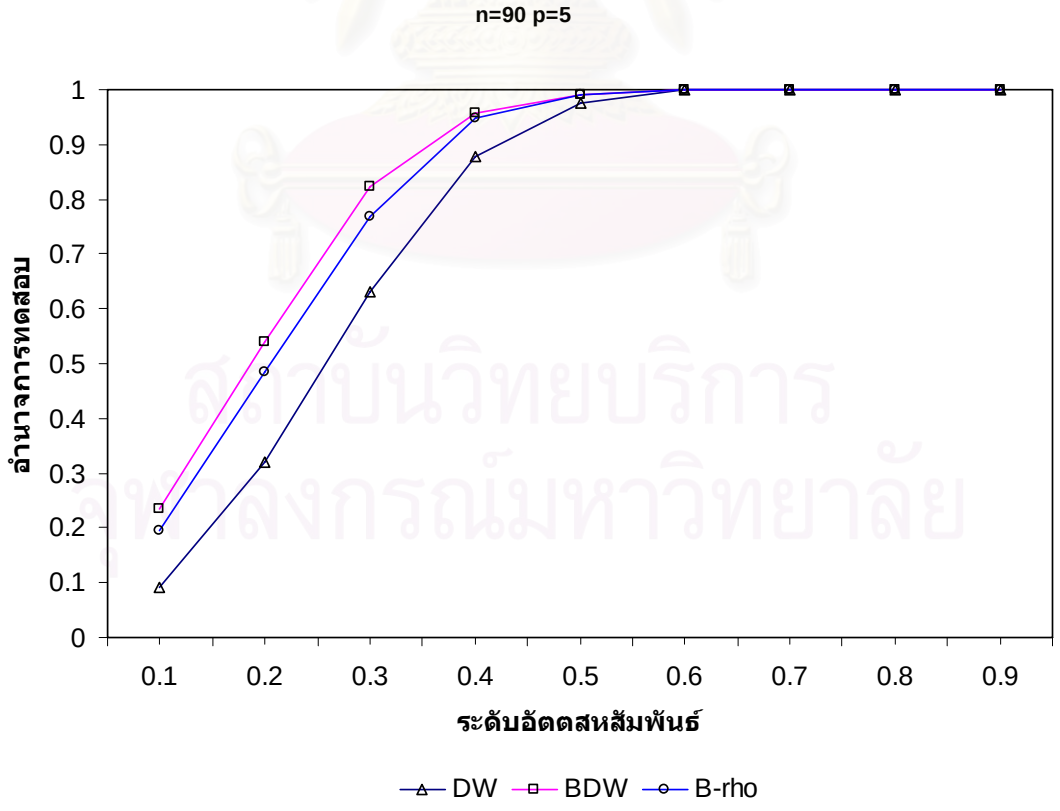
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.5 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=90 p=2
อำนาจการทดสอบ
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho


n=90 p=5
อำนาจการทดสอบ
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.5 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ DW และ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว
2. ตัวสถิติทดสอบ BDW จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกกรณี
3. ตัวสถิติทดสอบ DW จะให้อำนาจทดสอบที่ต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และ 5 ตัว
4. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5 ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และ 2 ตัว ส่วนกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวนั้น สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6
5. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

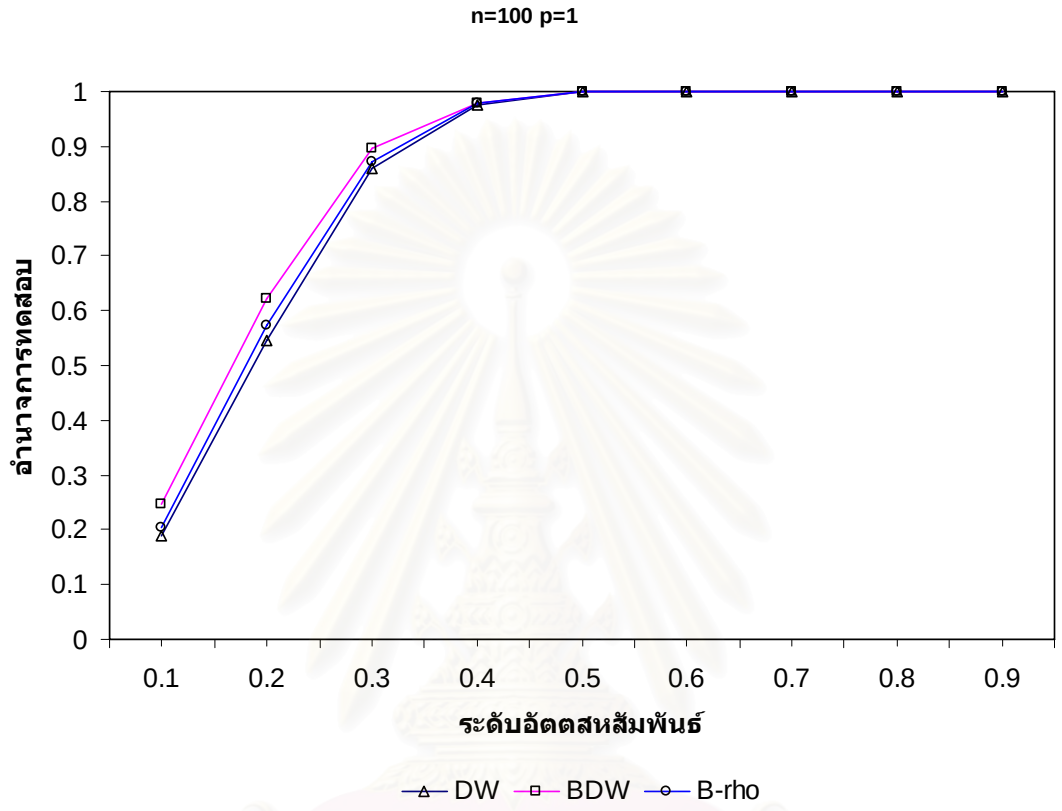
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

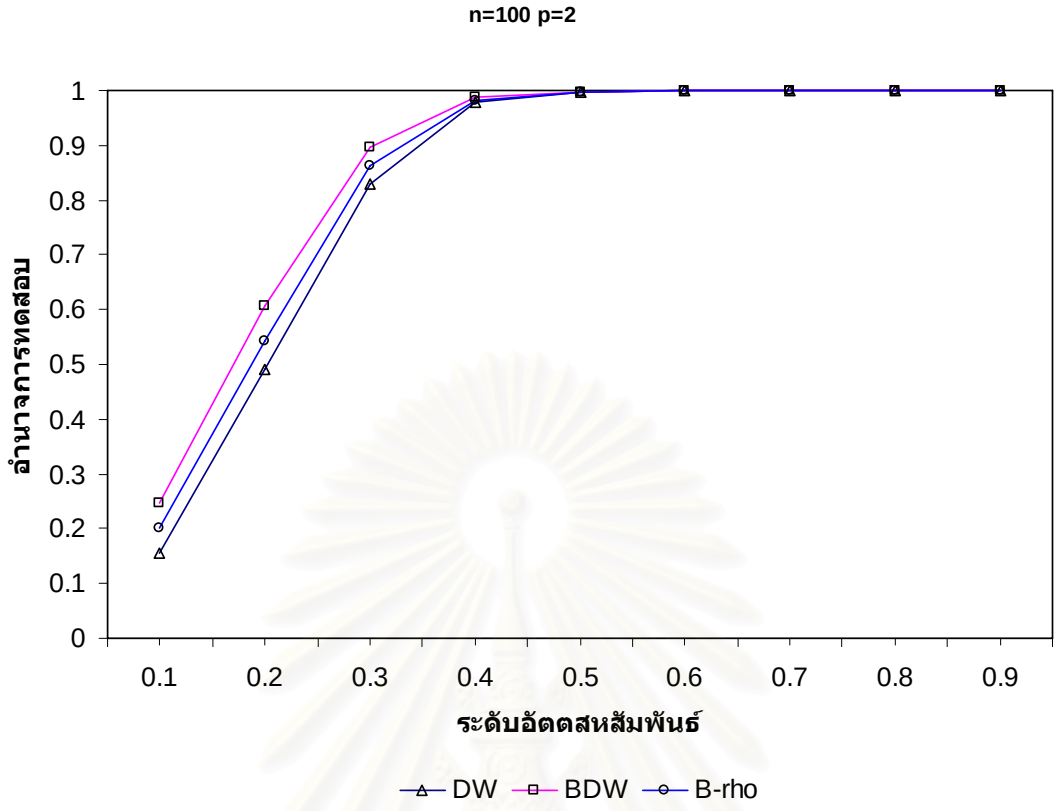
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
100	1	DW	0.188	0.547	0.861	0.977	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
		BDW	0.247	0.621	0.896	0.980	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.204	0.572	0.872	0.980	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
	2	DW	0.156	0.490	0.828	0.978	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000
		BDW	0.247	0.607	0.896	0.987	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.200	0.544	0.863	0.982	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000
	5	DW	0.103	0.356	0.713	0.922	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000
		BDW	0.248	0.578	0.851	0.983	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.215	0.537	0.831	0.973	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000

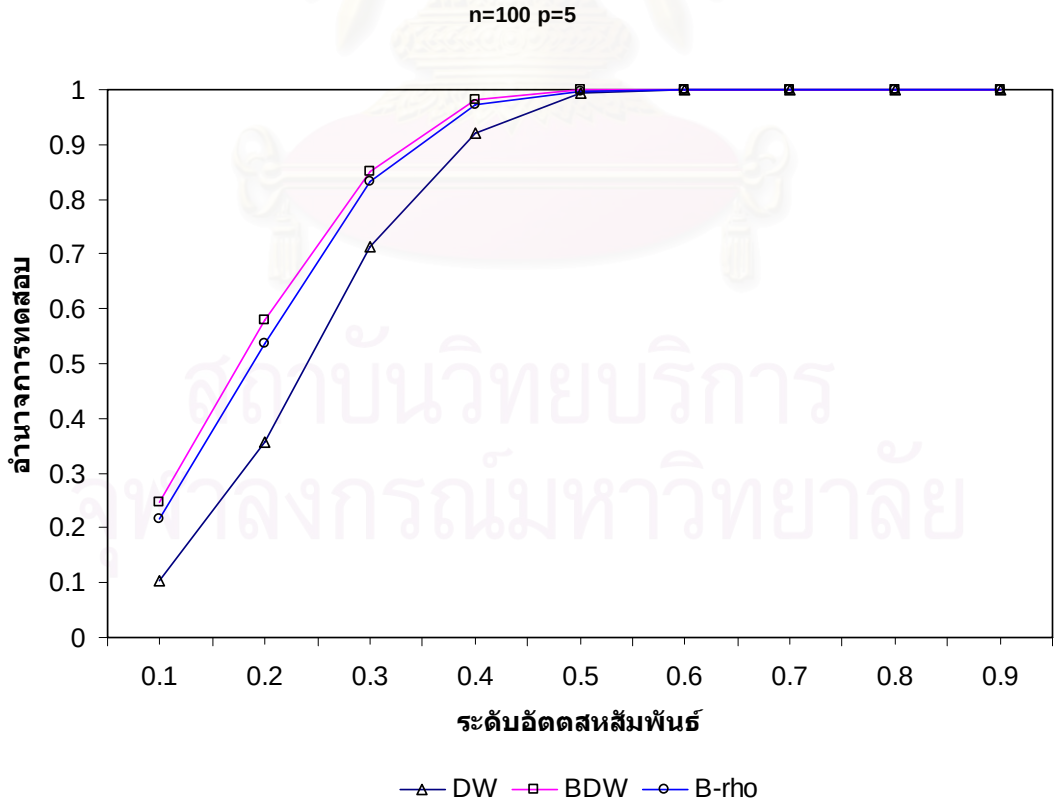
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.6 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=100 p=2
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho


n=100 p=5
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
DW
BDW
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.6 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ DW และ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว

2. ตัวสถิติทดสอบ BDW จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ในทุกกรณี

3. ตัวสถิติทดสอบ DW จะให้อำนาจทดสอบที่ต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบตัวอื่นๆในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 และ 5 ตัว

4. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5 ในทุกกรณี

5. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3วิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดอันได้แก่ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic) บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B- ρ))จะพบว่า

1. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าจำนวนตัวแปรอิสระและ ค่าของอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

2. เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดลดลง ไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ ค่าอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

3. เมื่อค่าอัตตสหสัมพันธ์เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ จำนวนตัวแปรอิสระจะเป็นเท่าไรก็ตาม

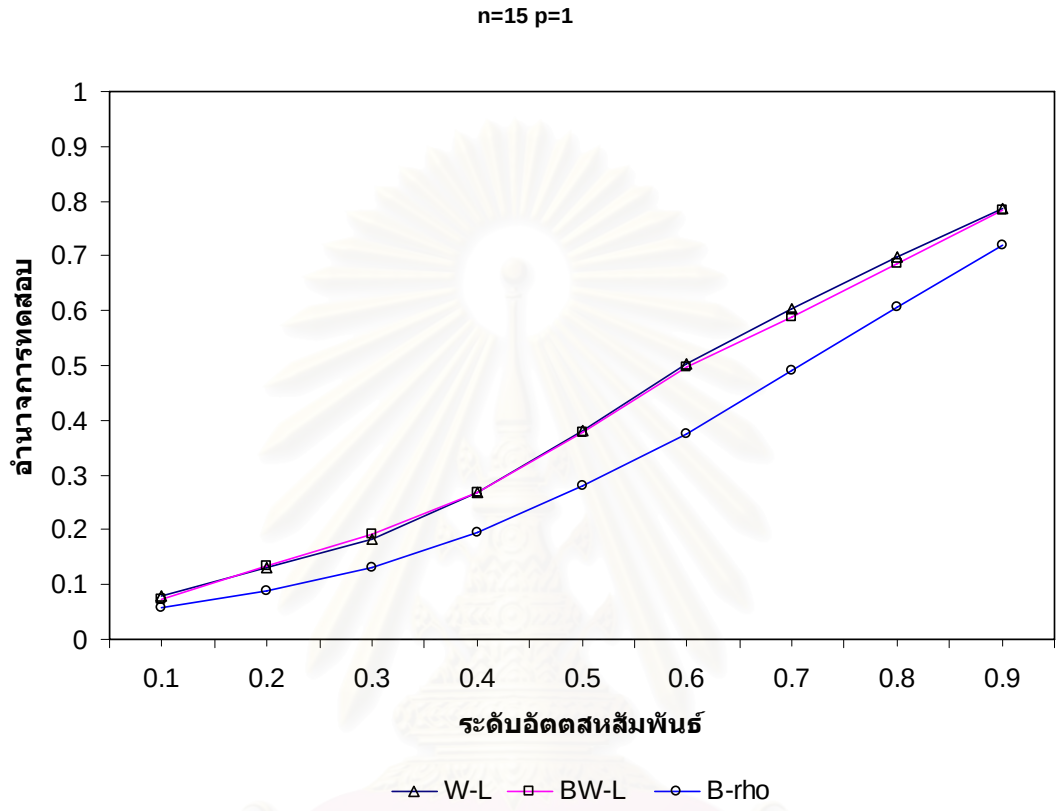
4. ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) จะให้อำนาจการทดสอบที่สูงที่สุด ในทุกกรณี และตัวสถิติทดสอบ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic)จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ทุกกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ 2 และ 5ตัว

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

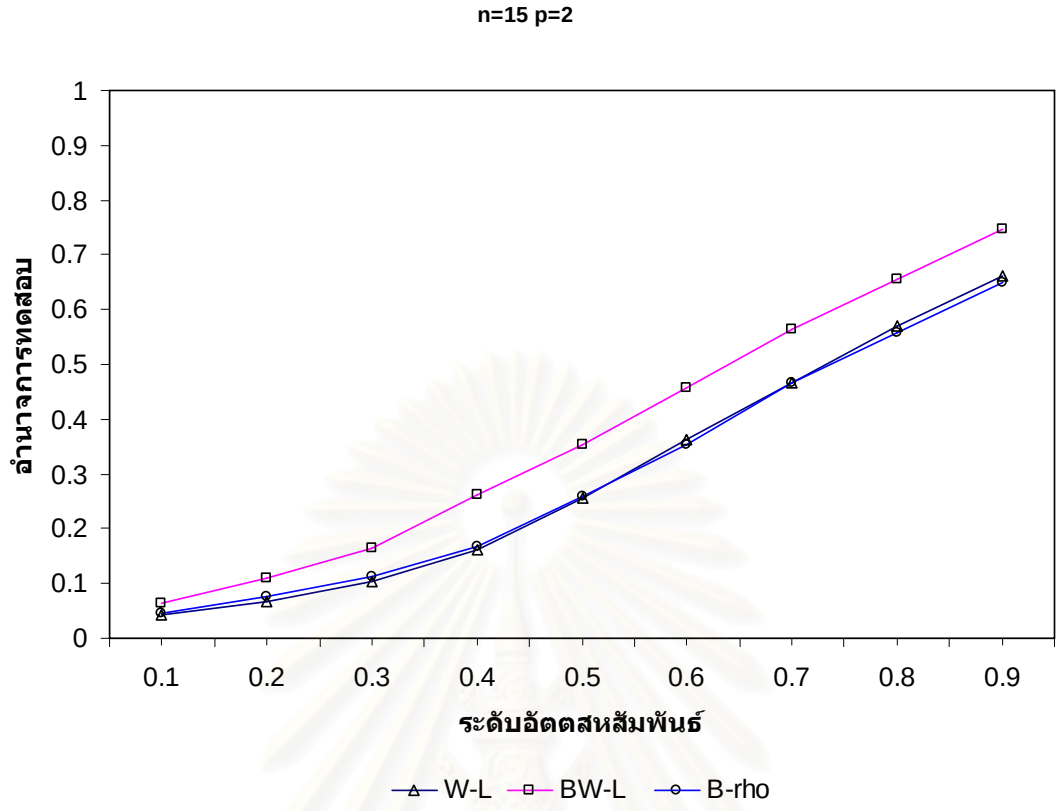
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
15	1	W-L	0.080	0.132	0.183	0.267	0.380	0.503	0.604	0.697	0.788
		BW-L	0.073	0.133	0.191	0.269	0.378	0.497	0.588	0.687	0.785
		B-rho	0.058	0.087	0.132	0.195	0.282	0.376	0.490	0.606	0.719
	2	W-L	0.043	0.067	0.103	0.161	0.257	0.364	0.465	0.571	0.663
		BW-L	0.065	0.111	0.164	0.262	0.355	0.456	0.563	0.654	0.746
		B-rho	0.046	0.075	0.113	0.168	0.260	0.353	0.466	0.559	0.649
	5	W-L	0.004	0.008	0.011	0.018	0.034	0.055	0.090	0.132	0.194
		BW-L	0.075	0.106	0.135	0.198	0.266	0.356	0.435	0.532	0.610
		B-rho	0.059	0.070	0.094	0.147	0.196	0.264	0.357	0.433	0.529

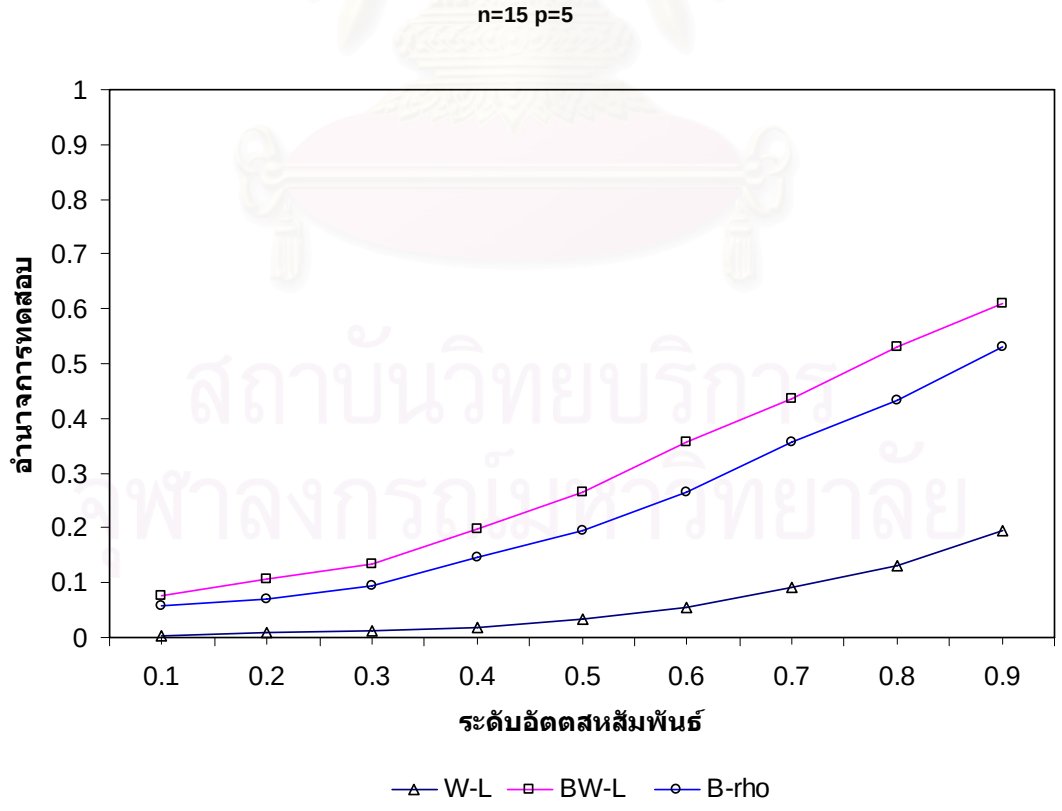
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.7 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=15 p=2
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho


n=15 p=5
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.7 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ W-L และ ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ส่วนตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 ตัว

2. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด และตัวสถิติทดสอบ W-L และตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 ตัว

3. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด และตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบรองลงมาส่วนสถิติทดสอบ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุดในกรณีที่มีจำนวน ตัวแปรอิสระ เท่ากับ 5 ตัว

4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

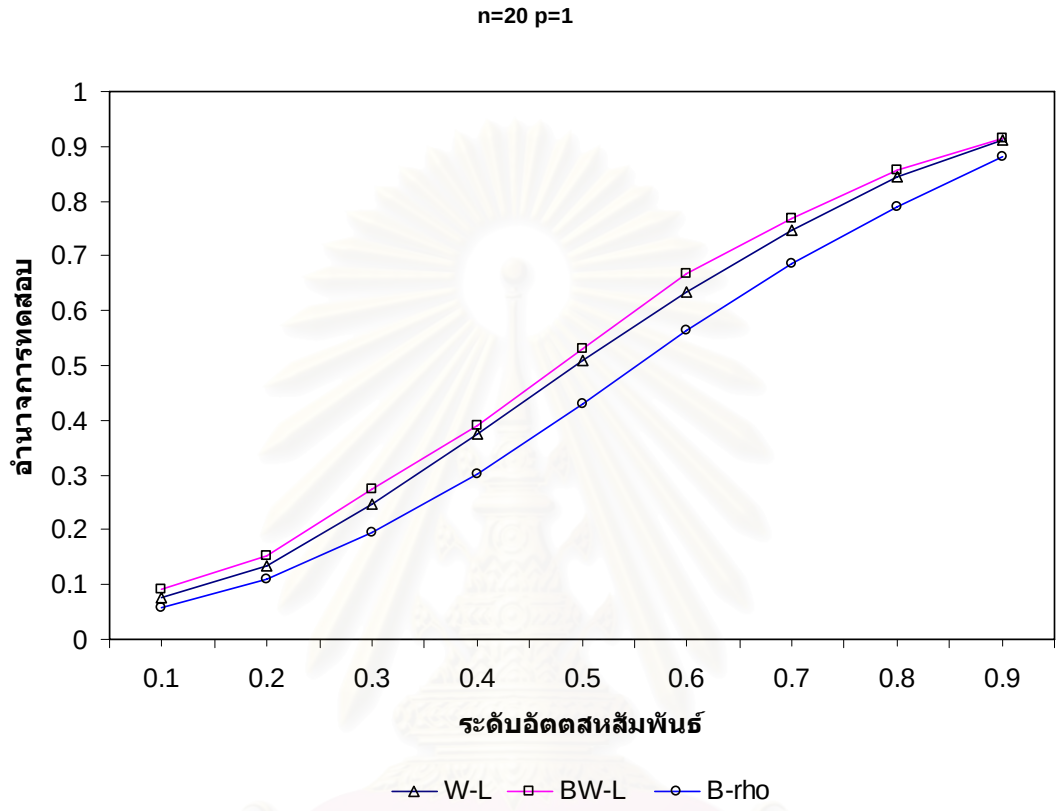
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

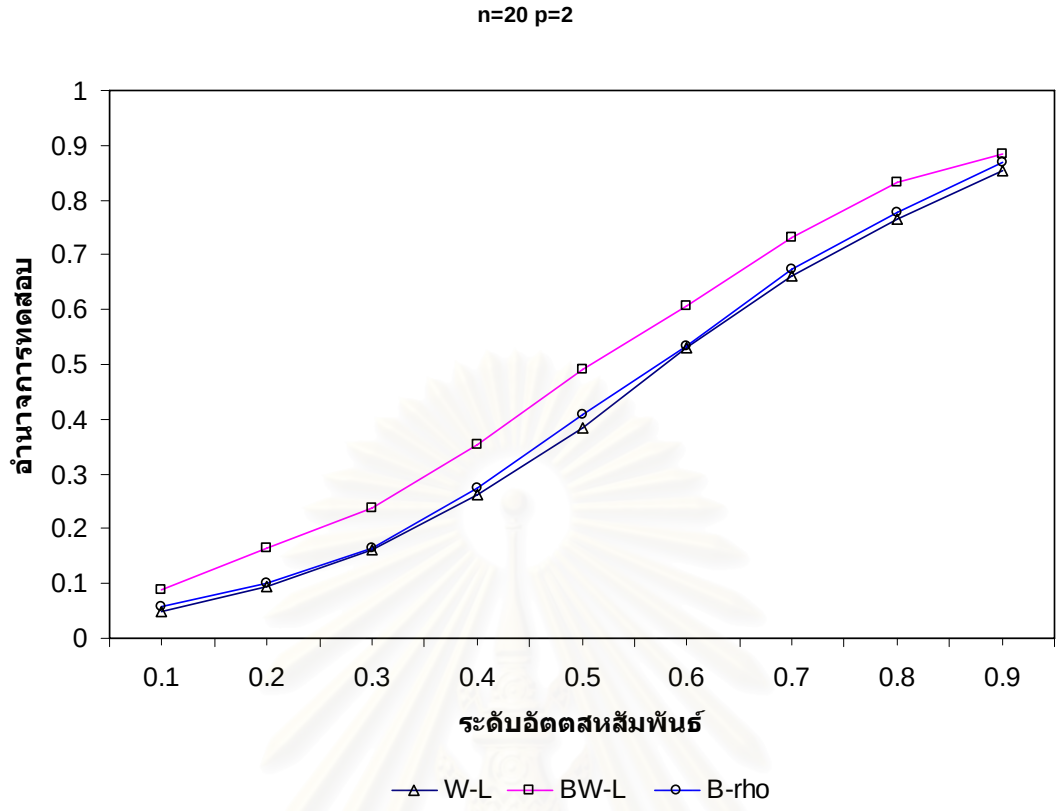
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
20	1	W-L	0.076	0.134	0.246	0.375	0.510	0.635	0.746	0.844	0.911
		BW-L	0.090	0.152	0.274	0.390	0.530	0.667	0.769	0.856	0.914
		B-rho	0.058	0.110	0.195	0.303	0.431	0.564	0.686	0.789	0.882
	2	W-L	0.049	0.096	0.162	0.263	0.385	0.529	0.662	0.765	0.854
		BW-L	0.087	0.164	0.238	0.354	0.492	0.608	0.733	0.831	0.883
		B-rho	0.059	0.100	0.165	0.275	0.408	0.533	0.673	0.778	0.870
	5	W-L	0.014	0.026	0.054	0.111	0.193	0.298	0.445	0.588	0.720
		BW-L	0.088	0.154	0.258	0.360	0.458	0.640	0.756	0.851	0.917
		B-rho	0.067	0.121	0.206	0.321	0.430	0.559	0.696	0.807	0.893

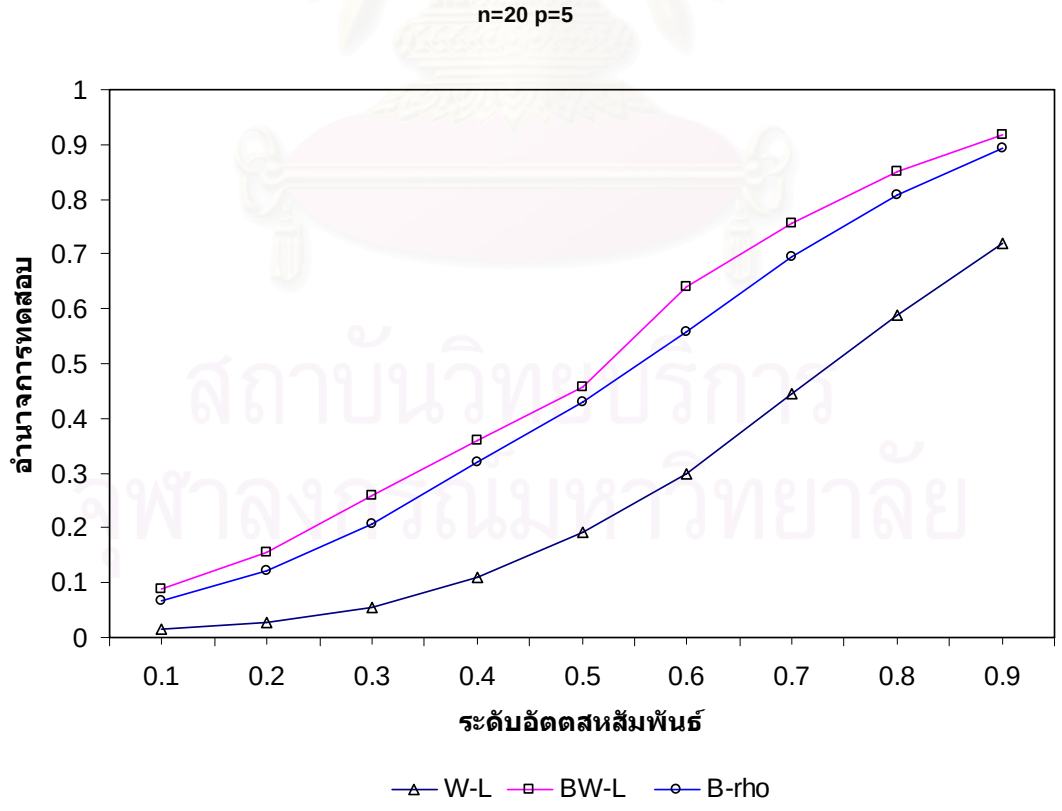
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.8 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=20 p=2
อำนาจการทดสอบ
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho


n=20 p=5
อำนาจการทดสอบ
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 20 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.8 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดและตัวสถิติทดสอบ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่รองลงมา ส่วนตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว

2. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด และตัวสถิติทดสอบ W-L และตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 ตัว

3. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด และตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบรองลงมาส่วนสถิติทดสอบ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุดในกรณีที่มีจำนวน ตัวแปรอิสระ เท่ากับ 5 ตัว

4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

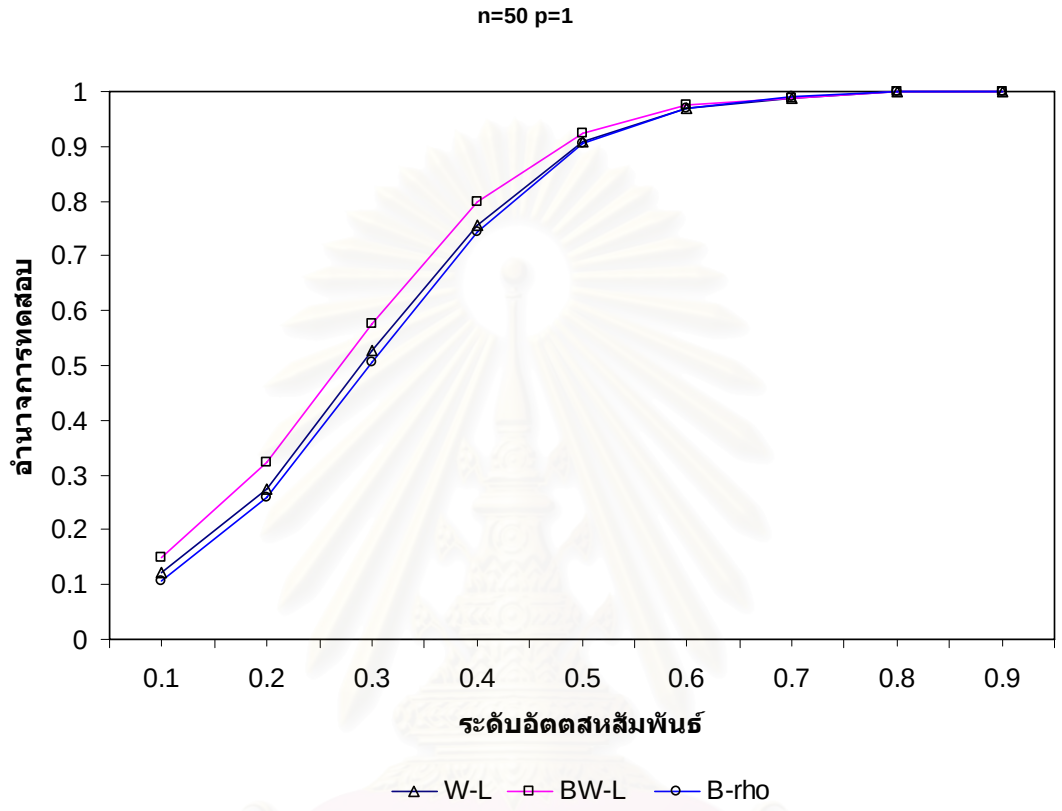
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

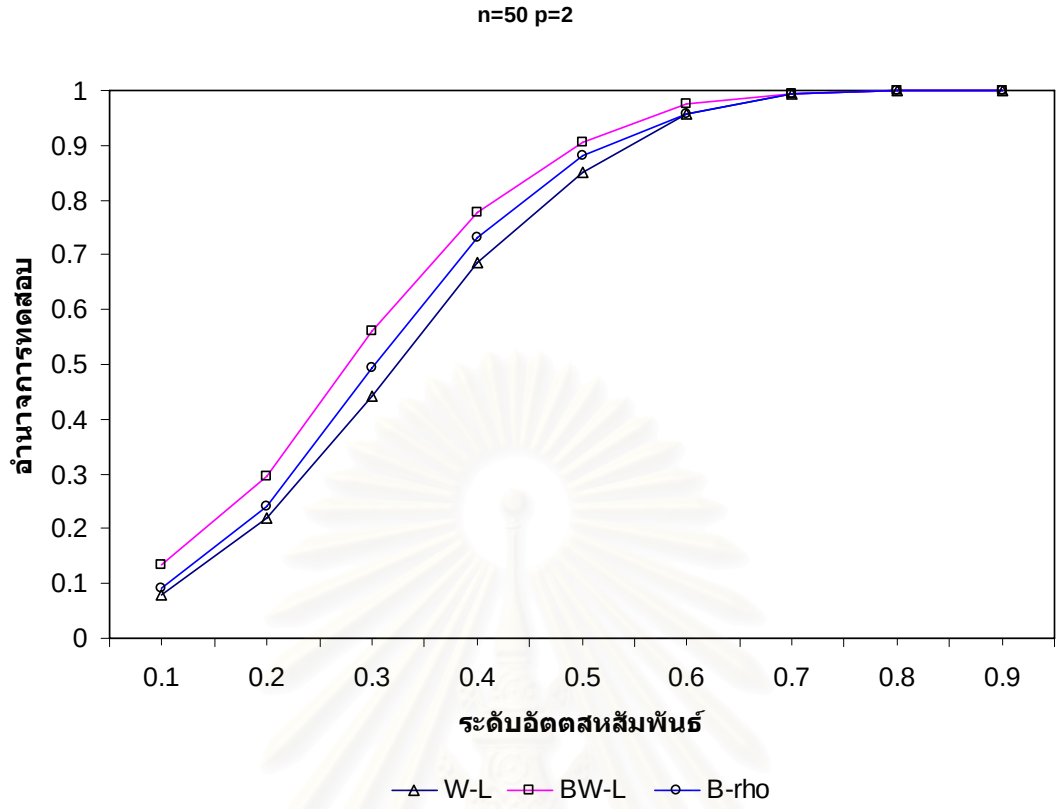
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
50	1	W-L	0.123	0.274	0.527	0.755	0.910	0.969	0.988	0.999	1.000
		BW-L	0.150	0.324	0.575	0.798	0.923	0.977	0.989	0.999	1.000
		B-rho	0.107	0.260	0.505	0.745	0.905	0.969	0.991	0.999	1.000
	2	W-L	0.080	0.220	0.441	0.687	0.852	0.958	0.994	0.999	1.000
		BW-L	0.133	0.296	0.562	0.776	0.906	0.975	0.995	1.000	1.000
		B-rho	0.092	0.242	0.495	0.732	0.880	0.958	0.995	0.999	1.000
	5	W-L	0.040	0.103	0.245	0.457	0.690	0.856	0.954	0.989	0.999
		BW-L	0.143	0.306	0.542	0.745	0.887	0.971	0.994	0.998	1.000
		B-rho	0.096	0.254	0.467	0.686	0.844	0.948	0.988	0.997	0.999

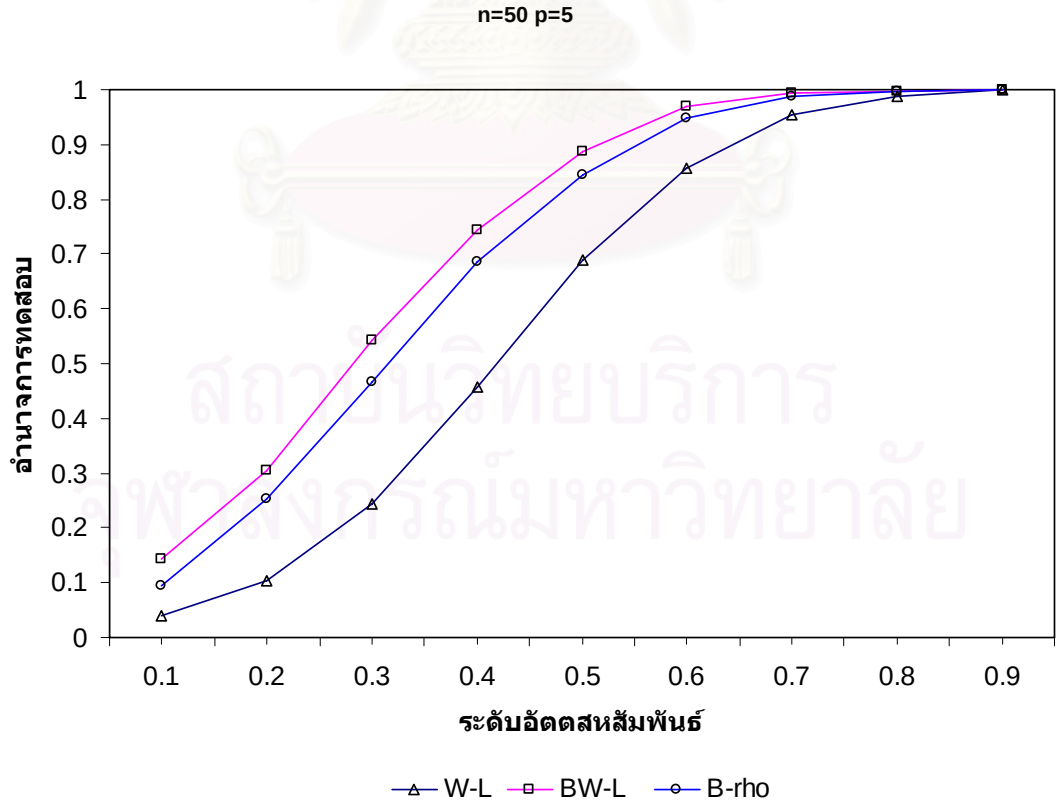
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.9 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=50 p=2
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho


n=50 p=5
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.9 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดและ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่รองลงมา ส่วนตัวสถิติ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 1 ตัว

2. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดและ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่รองลงมา ส่วนตัวสถิติ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 2 และ 5 ตัว

3. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8 ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และ 2 ตัว ส่วนกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวนั้น สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9

4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

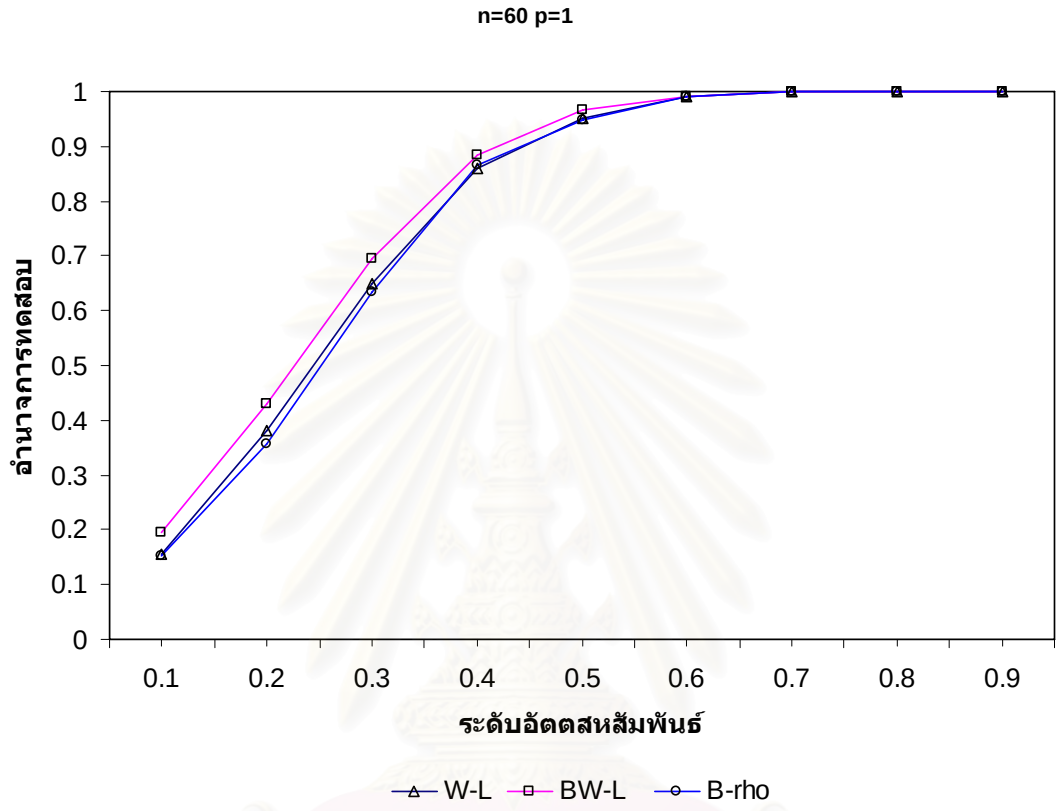
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

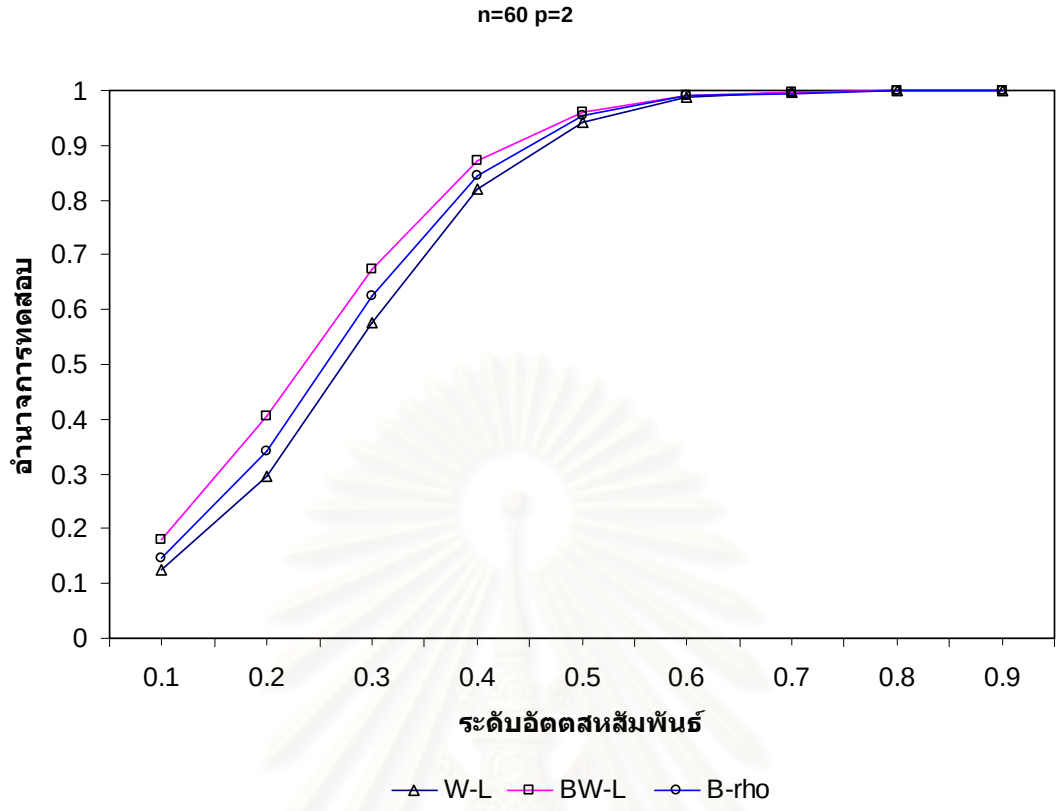
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
60	1	W-L	0.154	0.382	0.650	0.860	0.952	0.990	1.000	1.000	1.000
		BW-L	0.195	0.429	0.695	0.885	0.965	0.992	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.151	0.356	0.635	0.866	0.948	0.990	1.000	1.000	1.000
	2	W-L	0.126	0.297	0.577	0.821	0.942	0.989	0.997	1.000	1.000
		BW-L	0.179	0.404	0.675	0.873	0.960	0.991	0.998	1.000	1.000
		B-rho	0.145	0.341	0.625	0.846	0.955	0.990	0.995	1.000	1.000
	5	W-L	0.028	0.138	0.340	0.615	0.850	0.959	0.986	0.997	1.000
		BW-L	0.158	0.370	0.638	0.849	0.955	0.985	0.998	1.000	1.000
		B-rho	0.124	0.303	0.563	0.817	0.940	0.981	0.996	1.000	1.000

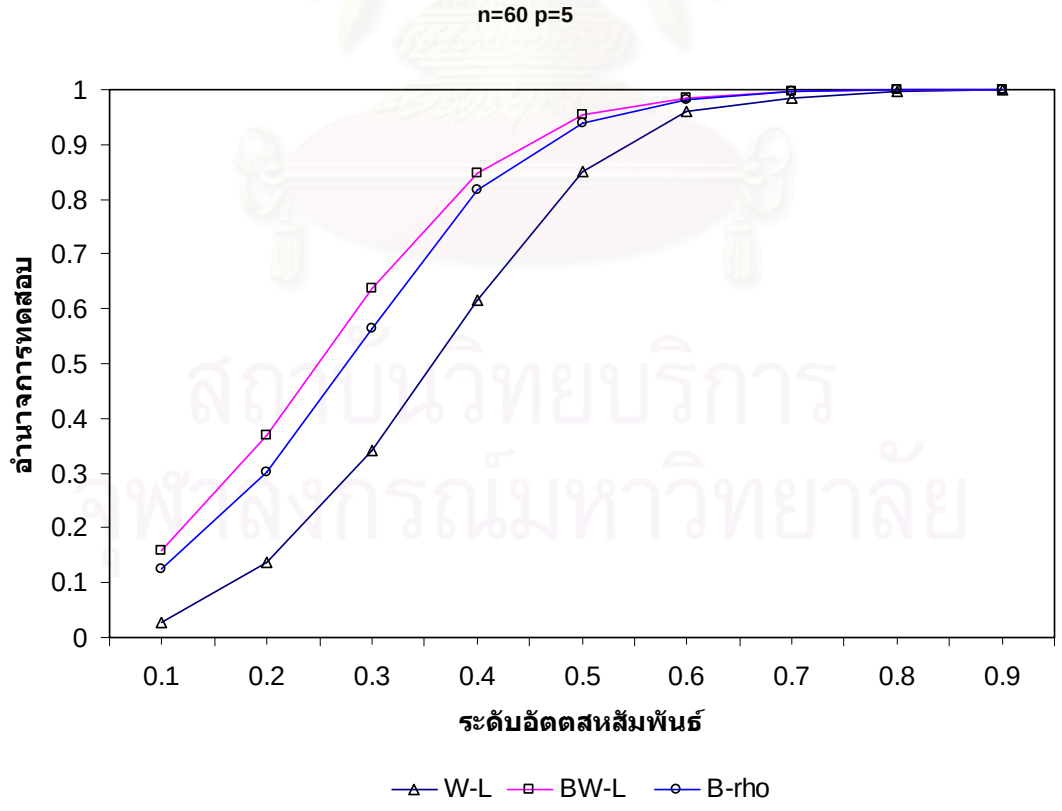
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.10 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=60 p=2
อำนาจการทดสอบ
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho


n=60 p=5
อำนาจการทดสอบ
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.10 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด และตัวสถิติทดสอบ W-L และตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 ตัว

2. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดและ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่รองลงมา ส่วนตัวสถิติ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 2 และ 5 ตัว

3. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7 ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และ 2 ตัว ส่วนกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวนั้น สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8

4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

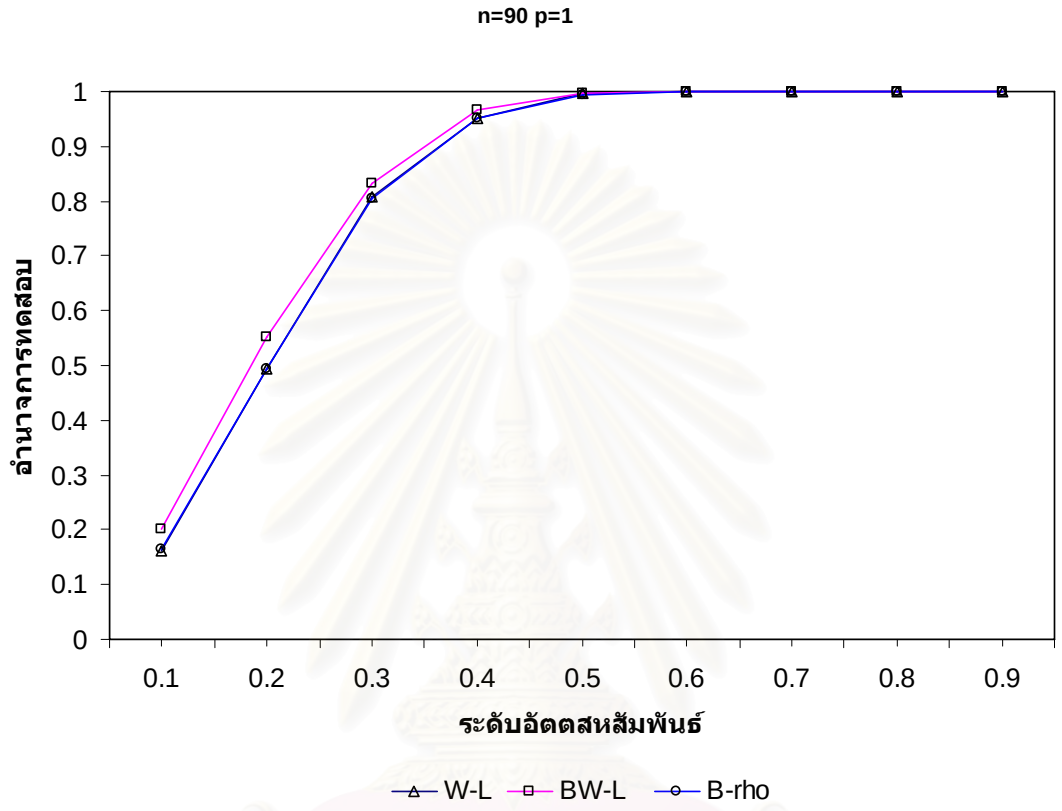
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

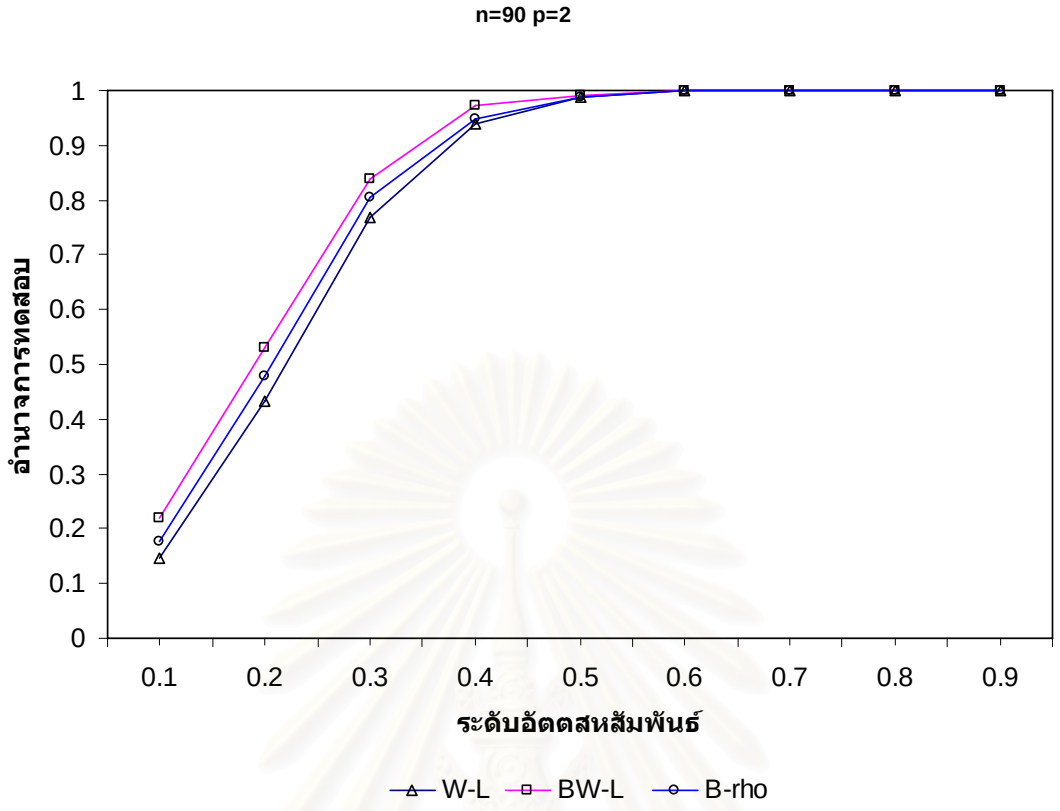
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
90	1	W-L	0.162	0.495	0.807	0.952	0.996	0.999	1.000	1.000	1.000
		BW-L	0.202	0.553	0.833	0.965	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.165	0.493	0.805	0.952	0.994	1.000	1.000	1.000	1.000
	2	W-L	0.145	0.434	0.767	0.939	0.987	1.000	1.000	1.000	1.000
		BW-L	0.220	0.532	0.837	0.972	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.177	0.478	0.804	0.948	0.989	1.000	1.000	1.000	1.000
	5	W-L	0.090	0.308	0.637	0.880	0.978	0.997	1.000	1.000	1.000
		BW-L	0.230	0.511	0.819	0.958	0.995	0.998	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.185	0.462	0.780	0.935	0.994	1.000	1.000	1.000	1.000

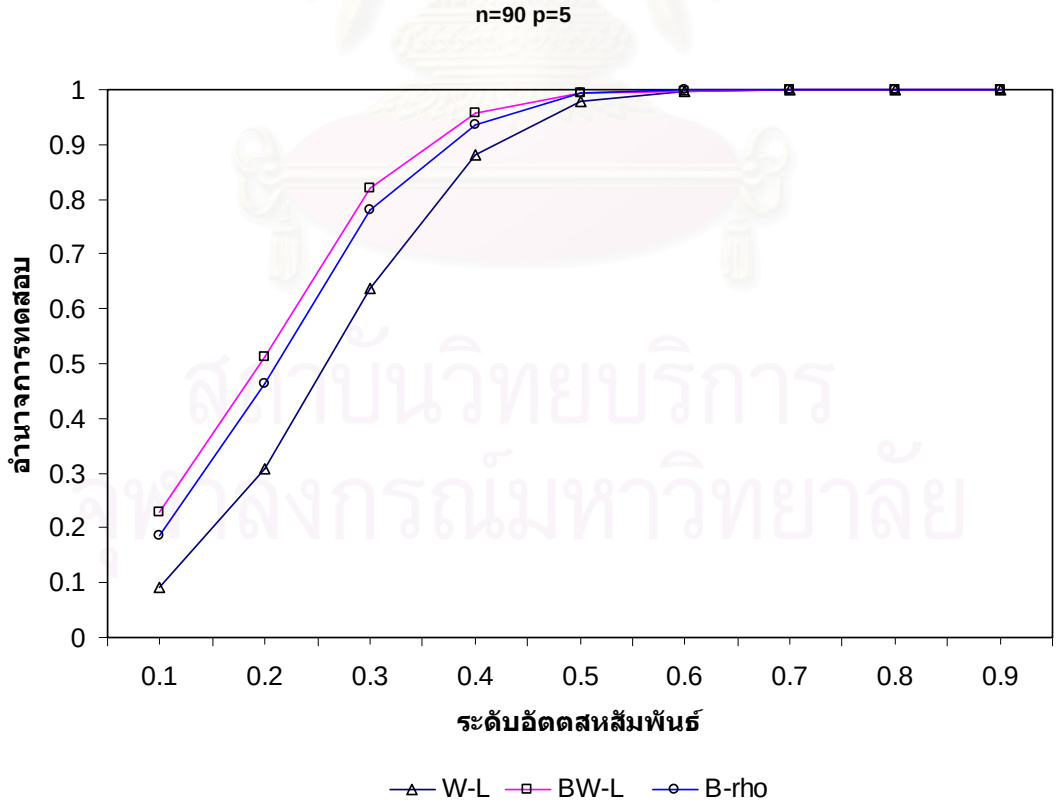
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.11 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=90 p=2
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho


n=90 p=5
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 90 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.11 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด และตัวสถิติทดสอบ W-L และตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 ตัว

2. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดและ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่รองลงมา ส่วนตัวสถิติ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 2 และ 5 ตัว

3. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6 ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และ 2 ตัว ส่วนกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวนั้น สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7

4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

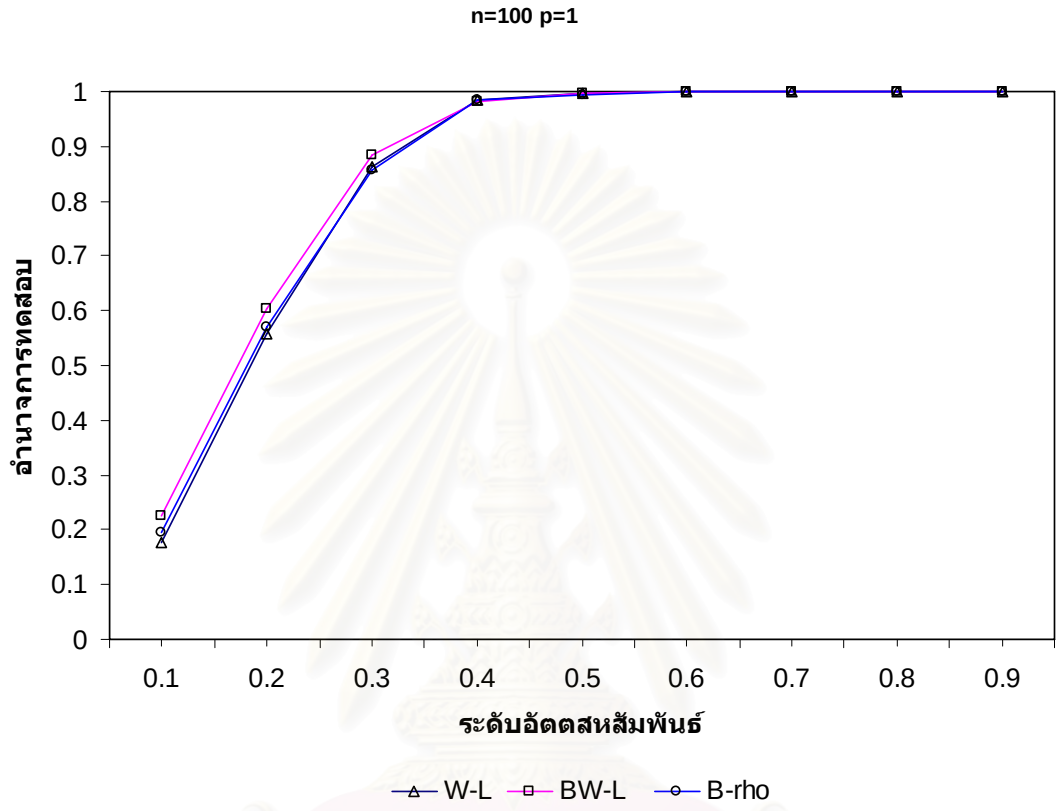
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยจำแนกตามลักษณะของขนาดตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอิสระ และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

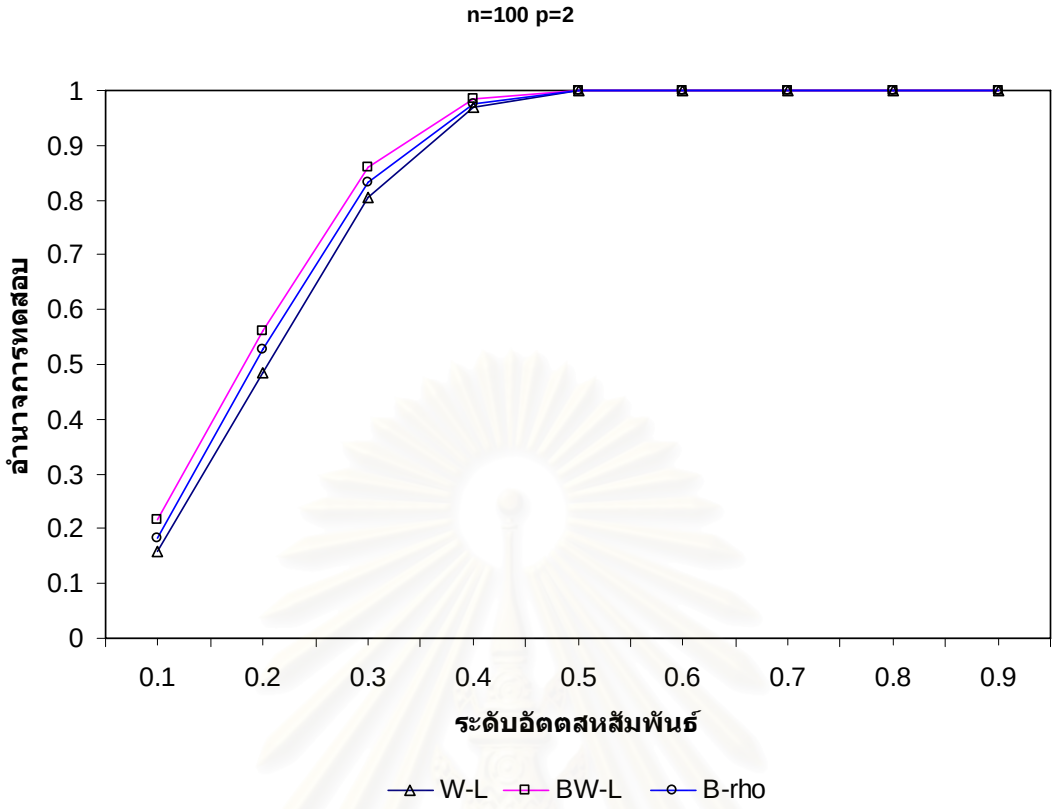
n	p	สถิติทดสอบ	ระดับอัตตสหสัมพันธ์								
			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
100	1	W-L	0.177	0.558	0.862	0.984	0.997	0.999	1.000	1.000	1.000
		BW-L	0.225	0.605	0.885	0.982	0.997	0.999	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.195	0.571	0.857	0.984	0.995	0.999	1.000	1.000	1.000
	2	W-L	0.160	0.484	0.805	0.969	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
		BW-L	0.217	0.562	0.861	0.984	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.183	0.528	0.833	0.976	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	5	W-L	0.082	0.336	0.690	0.921	0.990	0.998	1.000	1.000	1.000
		BW-L	0.233	0.558	0.855	0.973	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000
		B-rho	0.179	0.477	0.816	0.959	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000

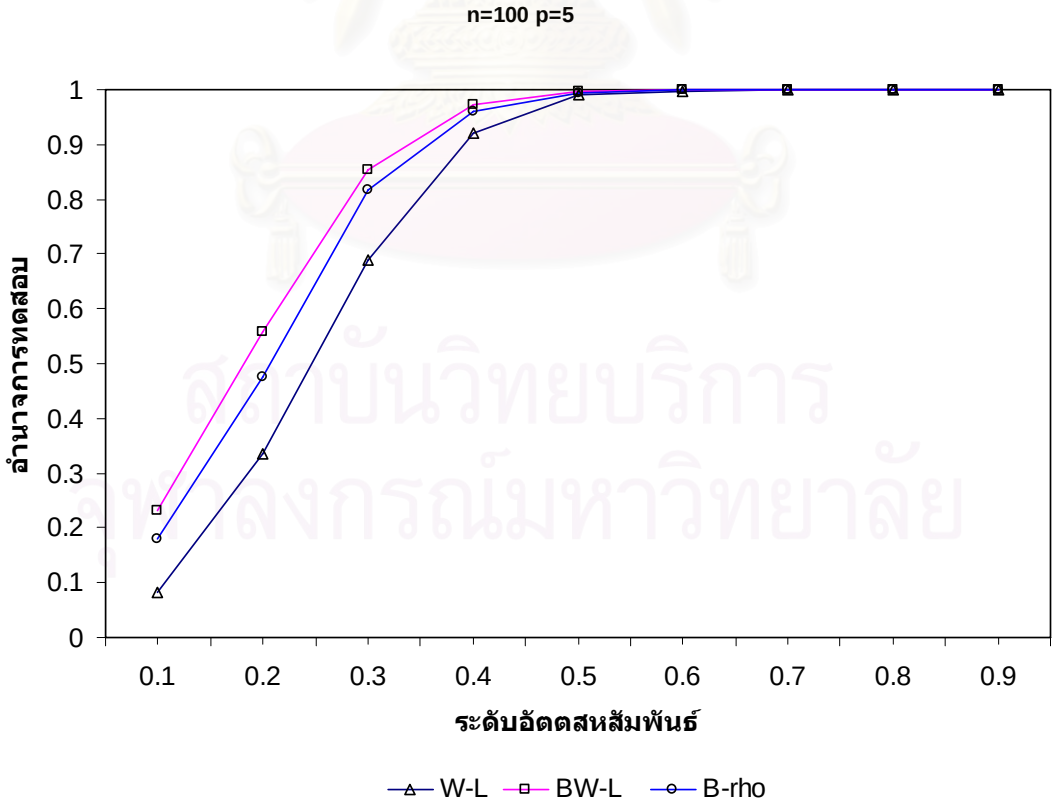
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.12 แสดงอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2 และ 5 ตามลำดับ และจำแนกตามระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


n=100 p=2
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho


n=100 p=5
อำนาจการทดสอบ
ระดับอัตตสหสัมพันธ์
W-L
BW-L
B-rho

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี เมื่ออัตตสหสัมพันธ์เป็นอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1,2,5 และระดับอัตตสหสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งสรุปได้จากตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.12 เป็นดังนี้

1. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด และตัวสถิติทดสอบ W-L และตัวสถิติทดสอบ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 ตัว

2. ตัวสถิติทดสอบ BW-L จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดและ B-rho จะให้อำนาจการทดสอบที่รองลงมา ส่วนตัวสถิติ W-L จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ เท่ากับ 2 และ 5 ตัว

3. ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.5 ในกรณีที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 และ 2 ตัว ส่วนกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 5 ตัวนั้น สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี จะมีอำนาจการทดสอบคงที่ที่ค่าระดับอัตตสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6

4. ตัวสถิติทดสอบทั้งสามวิธี มีแนวโน้มของอำนาจการทดสอบที่ลดลงเมื่อมีจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดอันได้แก่ ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B- ρ)) จะพบว่า

1. เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าจำนวนตัวแปรอิสระและ ค่าของอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

2. เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดลดลง ไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ ค่าอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

3. เมื่อค่าอัตตสหสัมพันธ์เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ จำนวนตัวแปรอิสระจะเป็นเท่าไรก็ตาม

4. ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) จะให้อำนาจการทดสอบที่สูงที่สุด ในทุกกรณี และตัวสถิติทดสอบ ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) จะให้อำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุด ทุกกรณีที่มีจำนวนตัวแปรอิสระ 2 และ 5ตัว

บทที่ 5
สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ต้องการศึกษาเปรียบเทียบสถิติทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1 และ 4 ของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น โดยในการศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 จะเปรียบเทียบสถิติทดสอบ 3 วิธี คือ ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic) บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ)) และการศึกษาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 จะเปรียบเทียบสถิติทดสอบ 3 วิธี คือ ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) และ บูทสแตรปโรล (Bootstrapped ρ (B-ρ)) โดยศึกษาถึงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในแต่ละสถานการณ์ มาพิจารณาเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบอีกครั้งหนึ่งเมื่อคำนึงถึงขนาดตัวอย่าง และจำนวนตัวแปรอิสระ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิควิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Method) สร้างสถานการณ์ต่างๆ ให้มีลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด และทำการทดลองซ้ำๆ กัน 1000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

อัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 1

5.1.1 <u>สรุปผลการวิจัย</u>

ผลสรุปการวิจัยครั้งนี้ จำแนกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

5.1.1.1 ผลสรุปของความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

จากการทดลองหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน และ บูทสแตรปโรล ที่นำมาเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแบรดเลย์ (Bradley) ผลสรุปที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

5.1.1.1.1 ตัวสถิติทดสอบ บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน และ ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกรณีของขนาดตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระ

5.1.1.1.2 ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อ ตัวอย่างมีขนาดกลาง จำนวนตัวแปรอิสระ 1 ตัว และ ตัวอย่างมีขนาดใหญ่ จำนวนตัวแปรอิสระ 1 และ2 ตัว เท่านั้น

5.1.1.2 ผลสรุปอำนาจการทดสอบ

5.1.1.2.1 ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปเดอร์บินวัตสันให้อำนาจการทดสอบสูงที่สุดในทุกระดับความรุนแรงของปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ในทุกขนาดตัวอย่าง และทุกจำนวนตัวแปรอิสระ ส่วนตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน และ ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันในกรณีที่ จำนวนตัวแปรอิสระ 1 ตัว แต่ในกรณีที่ตัวแปรอิสระ 2 และ 5 ตัว ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล จะมีอำนาจการทดสอบที่สูงกว่า ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน

5.1.1.2.2 เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าจำนวนตัวแปรอิสระและ ค่าของอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

5.1.1.2.3 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดลดลง ไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ ค่าอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

5.1.1.2.4 เมื่อค่าอัตตสหสัมพันธ์เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ จำนวนตัวแปรอิสระจะเป็นเท่าไรก็ตาม

5.1.1.2.5 เมื่อตัวอย่างมีขนาดกลาง (n = 50,60) ที่ระดับปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 มีความรุนแรงระดับสูง(0.7 – 0.9) ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันและคงที่ คือ เข้าใกล้ 1 ส่วนเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (n = 90,100) ที่ระดับปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 มีความรุนแรงระดับกลาง(0.5 - 0.6) ถึงระดับสูง(0.7 – 0.9) ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันและคงที่ คือ เข้าใกล้ 1

5.1.1.3 จากข้อสรุปข้างบนจะเห็นได้ว่าตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปเดอร์บินวัตสันจะ ให้อำนาจการทดสอบที่ดีกว่า ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน เนื่องจาก ตัวสถิติเดอร์บินวัตสันเมื่อมีการทดสอบสมมติฐานแล้วจะเกิดช่วงที่ไม่สามารถสรุปผลได้ส่งผลทำให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสันน้อย ซึ่งต่างจาก ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปเดอร์บินวัตสันที่สามารถกำจัดช่วงที่ไม่สามารถสรุปของตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสันได้ จึงทำให้มีอำนาจในการทดสอบที่สูงกว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.1 <u>ข้อเสนอแนะ</u>

ผลวิจัยครั้งนี้จะเสนอแนะเป็น 2 ด้าน คือ

5.2.1.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ของความคลาดเคลื่อนในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย มีแนวทางดังนี้

5.2.1.1.1 ในการวิเคราะห์การถดถอย ถ้าข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาแล้วควรคำนึงถึงว่าอาจจะมีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 ของความคลาดเคลื่อน ฉะนั้นควรทำการตรวจสอบโดยนำค่าเศษตกค้าง (Residuals) จากวิธีการประมาณค่า OLS มาตรวจและควรใช้สถิติทดสอบ บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) ซึ่งเป็นตัวสถิติที่ให้อำนาจการทดสอบสูงสุด

5.2.1.1.2 ในการวิเคราะห์การถดถอย ถ้าข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีขนาดตัวอย่างที่ใหญ่และ มีจำนวนตัวแปรอิสระที่น้อย เราสามารถที่จะใช้ตัวสถิติทดสอบเดอร์บินวัตสัน(Durbin-Watson Statistic) ซึ่งให้ค่าอำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกับ ตัวสถิติทดสอบ บูทสแตรปเดอร์บินวัตสัน (Bootstrapped D-W) และสะดวกในการใช้งาน เพราะว่ามีโปรแกรมสำเร็จรูปส่วนใหญ่ เช่น SPSS

5.2.1.2 ด้านการศึกษาวิจัย

5.2.1.2.1 ในการหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ พบว่าค่าพารามิเตอร์ β_i ไม่มีผลกระทบต่อการเพิ่มหรือลดลงของความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1และต่ออำนาจการทดสอบเมื่อเปลี่ยนค่า β_i ไป เพราะฉนั้นถ้าหากมีการศึกษาในเรื่องอัตตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อน จึงสามารถกำหนดให้ค่า β_i เป็นค่าคงที่ได้

5.2.1.2.2 การทดลองซ้ำๆกัน 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ทำเพียงรอบเดียวซึ่งอาจจะให้ผลไม่แน่ชัดในบางกรณีเช่น กรณีเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ่ของตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน จึงควรมีการทำการทดลองซ้ำๆหลายรอบ เพื่อความแน่นอนในการสรุปผล

5.2.1.2.3 สำหรับการทดลองครั้งนี้ ได้ศึกษาเฉพาะตัวสถิติทดสอบ 3 วิธีดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะศึกษาทำการวิจัยตัวสถิติตัวอื่นๆด้วย เพราะตัวสถิติตัวอื่นๆอาจจะให้ผลของการวิจัยที่ดีกว่าตัวสถิติทั้ง 3 วิธีนี้ก็ได้

อัตตสหสัมพันธ์ ตำแหน่งที่ 4

5.1.2 <u>สรุปผลการวิจัย</u>

ผลสรุปการวิจัยครั้งนี้ จำแนกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

5.1.2.1 ผลสรุปของความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

จากการทดลองหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบวอลลิส บูทสแตรปวอลลิส และ บูทสแตรปโรล ที่นำมาเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของแบรดเลย์ (Bradley) ผลสรุปที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ดังนี้

5.1.2.1.1 ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิส และ ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกรณีของขนาดตัวอย่างและจำนวนตัวแปรอิสระ

5.1.2.1.2 ตัวสถิติทดสอบวอลลิส สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อ ตัวอย่างมีขนาดเล็กและกลาง จำนวนตัวแปรอิสระ 1 ตัว และ ตัวอย่างมีขนาดใหญ่ จำนวนตัวแปรอิสระ 1 และ2 ตัว เท่านั้น

5.1.2.2 ผลสรุปอำนาจการทดสอบ

5.1.2.2.1 ในตัวอย่างขนาดเล็ก(n = 15,20) และ จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 ตัว ตัวสถิติทดสอบวอลลิส และ ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิสจะให้ค่าอำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันและสูงกว่าตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล แต่ที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 2 ตัว ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิส จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ตัวสถิติทดสอบวอลลิส และตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล จะให้ค่าอำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันแต่จะต่ำกว่าตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล

5.1.2.2.2 ในกรณีอื่นๆ ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิส จะให้ค่าอำนาจการทดสอบที่สูงสุดทุกกรณี ส่วนตัวสถิติทดสอบวอลลิสจะให้ค่าอำนาจการทดสอบที่ต่ำที่สุดในทุกกรณี ยกเว้นที่จำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ 1 ตัว ตัวสถิติทดสอบวอลลิสจะมีค่าอำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปโรล

5.1.2.2.3 เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าจำนวนตัวแปรอิสระและ ค่าของอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

5.1.2.2.4 เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดลดลง ไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ ค่าอัตตสหสัมพันธ์จะเป็นเท่าไรก็ตาม

5.1.2.2.5 เมื่อค่าอัตตสหสัมพันธ์เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นไม่ว่าขนาดตัวอย่างและ จำนวนตัวแปรอิสระจะเป็นเท่าไรก็ตาม

5.1.2.2.6 เมื่อตัวอย่างมีขนาดกลาง (n = 50,60) ที่ระดับปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 มีความรุนแรงระดับสูง(0.7 – 0.9) ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันและคงที่ คือ เข้าใกล้ 1 ส่วนเมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ (n = 90,100) ที่ระดับปัญหาอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 1 มีความรุนแรงระดับกลาง(0.5 - 0.6) ถึงระดับสูง(0.7 – 0.9) ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะให้อำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกันและคงที่ คือ เข้าใกล้ 1

5.1.2.3 จากข้อสรุปข้างบนจะเห็นได้ว่าตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิส จะให้อำนาจการทดสอบที่ดีกว่า ตัวสถิติทดสอบวอลลิสเนื่องจาก ตัวสถิติวอลลิสเมื่อมีการทดสอบสมมติฐานแล้วจะเกิดช่วงที่ไม่สามารถสรุปผลได้ส่งผลทำให้ อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบวอลลิสน้อย ซึ่งต่างจาก ตัวสถิติทดสอบบูทสแตรปวอลลิส ที่สามารถกำจัดช่วงที่ไม่สามารถสรุปของตัวสถิติทดสอบวอลลิสได้ จึงทำให้มีอำนาจในการทดสอบที่สูงกว่า

5.2.2 <u>ข้อเสนอแนะ</u>

ผลวิจัยครั้งนี้จะเสนอแนะเป็น 2 ด้าน คือ

5.2.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการตรวจสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ของความคลาดเคลื่อนในสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย มีแนวทางดังนี้

5.2.2.1.1 ในการวิเคราะห์การถดถอย ถ้าข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายไตรมาศแล้วแล้ว ควรคำนึงถึงว่าอาจจะมีอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ของความคลาดเคลื่อน ฉะนั้นควรทำการตรวจสอบโดยนำค่าเศษตกค้าง (Residuals) จากวิธีการประมาณค่า OLS มาตรวจ และควรใช้สถิติทดสอบ บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) ซึ่งเป็นตัวสถิติที่ให้อำนาจการทดสอบสูงสุด

5.2.2.1.2 ในการวิเคราะห์การถดถอย ถ้าข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีขนาดตัวอย่างที่ใหญ่และ มีจำนวนตัวแปรอิสระที่น้อย เราสามารถที่จะใช้ตัวสถิติทดสอบวอลลิส (Wallis test) ซึ่งให้ค่าอำนาจการทดสอบที่ใกล้เคียงกับ ตัวสถิติทดสอบ บูทสแตรปวอลลิส (Bootstrapped Wallis) และสะดวกในการใช้งาน เพราะว่าการคำนวณที่ไม่ยุ่งยากและง่ายกว่า

5.2.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

5.2.2.2.1 ในการหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ พบว่าค่าพารามิเตอร์ β_i ไม่มีผลกระทบต่อการเพิ่มหรือลดลงของความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1และต่ออำนาจการทดสอบเมื่อเปลี่ยนค่า β_i ไป เพราะ

ฉนั้นถ้าหากมีการศึกษาในเรื่องอัตตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อน จึงสามารถกำหนดให้ค่า β_i เป็นค่าคงที่ได้

5.2.2.2.2 การทดลองซ้ำๆกัน 1,000 ครั้ง ในแต่ละสถานการณ์ทำเพียงรอบเดียว ซึ่งอาจจะให้ผลไม่แน่ชัดในบางกรณีเช่น กรณีเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ่ของตัวสถิติที่มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน จึงควรมีการทำการทดลองซ้ำๆหลายรอบ เพื่อความแน่นอนในการสรุปผล

5.2.2.2.3 สำหรับการทดลองครั้งนี้ ได้ศึกษาเฉพาะตัวสถิติทดสอบ 3 วิธีดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะศึกษาทำการวิจัยตัวสถิติตัวอื่นๆด้วย เพราะตัวสถิติตัวอื่นๆอาจจะให้ผลของการวิจัยที่ดีกว่าตัวสถิติทั้ง 3 วิธีนี้ก็ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทัศนีย์ ชังเทศ สมภพ ถาวรยิ่ง , การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ , 2537.

ลักขณา เศาธยะนันท์, การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติสำหรับทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ, การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติที่ใช้ทดสอบอัตตสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ 4 ของความคลาดเคลื่อนในสมการถดถอย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

วิรัชช พานิชวงศ์ , การวิเคราะห์การถดถอย. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. สถิติเบื้องต้น. ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2547.

ภาษาอังกฤษ

Christopher Z. Mooney, Robert D. Duval. Bootstrapping A Nonparametric Approach to Statistical Inferrence. United States of America.

Michael R. Chernick. Bootstrap Methods A Practitioner's Guide. A Wiley-Interscience Publication(1999).

Jinook Jeong. Seoung Chung , Bootstrap Tests For Autocorrelation . Computational Statistics & Data Analysis 38 (2001).

J. Durbin . Testing For Serial Correlation In Least-Squares Regression When Some Of The Regression Are Lagged Dependent Variable . Econometric 38 (1970) : 410-421.

Kenneth F. Wallis. Test For Fourth Order Autocorrelation In Quarterly Regression Equation . Econometric 40 (1972) : 617-636.

Keith Knigkt . On The Bootstrap Of The Sample Mean In The Infinite Variance Case .The Annals of Statistics 17 (1989) : 1168-1175.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
### Assignment ###
> n <- 20
> mean <- 0
> var <- 1
> round <- 1000
> rho <- 0
> beta0 <- 1
> beta1 <- 1
> nboot <- 200
> m <- 0.05 * nboot
> b <- 0.95 * nboot
> DL <- 1.2

### Create beta for 1 independent variable ###
> beta <- array(, dim = c(2, 1))
> beta <- rbind(beta0, beta1)

### Create an independent variable ###
> x1 <- array(, dim = c(n, 1))
> for(i in 1:n)
 {
      x1[i,  ] <- 1
 }
> x <- array(rnorm(n, 0, 1), dim = c(n, 1))
> x.matrix <- array(, dim = c(n, 2))
> x.matrix <- cbind(x1, x)
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
### Generate Error ##
        ## Under H0 ###
    error <- array(rnorm(n, 0, var), dim = c(n, 1))
    u <- array(, dim = c(n, 1))
    k <- 0
    for(i in 1:n)
        {
        k <- k + 1
        if(i == 1)
            u[k] <- error[k]
        else u[k] <- (rho * u[k - 1]) + error[k]
        }

### Find dependent variable, estimator and estimated error ###
    y <- array(, dim = c(n, 1))
    betahat <- array(, dim = c(2, 1))
    uhat <- array(, dim = c(n, 1))
    y <- ((x.matrix %*% beta) + u)
    betahat <- ginverse(t(x.matrix) %*% x.matrix) %*% (t(x.matrix) %*% y)
    uhat <- y - (x.matrix %*% betahat)

    #####  estimate rhohat  #####
    uhatt <- array(, dim = c(n - 1, 1))
    k <- 0
    w <- 0
    for(i in 1:n) {
        k <- k + 1
        if(k == 1)
            remove.row(uhat, 1, 1)
        else {
            w <- w + 1
            uhatt[w] <- uhat[k]
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        }
    }
    uhatt1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
    k <- 0
    w <- 0
    for(i in 1:n) {
        k <- k + 1
        if(k == n)
            remove.row(uhat, n, 1)
        else {
            w <- w + 1
            uhatt1[w] <- uhat[k]
        }
    }
    rhohat <- array(, dim = c(2, 1))
    errorhat <- array(, dim = c(n, 1))
    rhohat <- ginverse(t(uhatt1) %*% uhatt1) %*% (t(uhatt1) %*% uhatt)
    errorhat <- uhatt - (uhatt1 %*% rhohat)

##### Create Durbin-watson H0  #####
    durbinH0 <- array(, dim = c(1, 1))
    A <- array(, dim = c(n - 1, 1))
    A2 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
    B <- array(, dim = c(n - 1, 1))
    sum <- 0
    sum1 <- 0
    for(i in 1:(n - 1))
        {
        A[i] <- uhatt[i] - uhatt1[i]
        A2[i] <- A[i] * A[i]
        sum <- sum + A2[i]
        B[i] <- uhatt[i] * uhatt[i]
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        sum1 <- sum1 + B[i]
        }
    durbinH0 <- sum/sum1
    if(durbinH0 < DL)
        test1[L] <- 1
    else
        {
        test1[L] <- 0
        }

## Under H1 ###
    rhoH1 <- 0
    durbinH1 <- array(, dim = c(9, 1))
    for(r in 1:9) {
        rhoH1 <- rhoH1 + 0.1
        uH1 <- array(, dim = c(n, 1))
        k <- 0
        for(i in 1:n)
            {
            k <- k + 1
            if(i == 1)
                uH1[k] <- error[k]
            else uH1[k] <- (rhoH1 * uH1[k - 1]) + error[k]
            }

 #####  y real  H1 #####
        yH1 <- array(, dim = c(n, 1))
        betahatH1 <- array(, dim = c(2, 1))
        uhatH1 <- array(, dim = c(n, 1))
        yH1 <- ((x.matrix %*% beta) + uH1)
        betahatH1 <- ginverse(t(x.matrix) %*% x.matrix) %*% (t(
            x.matrix) %*% yH1)
```

```
    uhatH1 <- yH1 - (x.matrix %*% betahatH1)


#####  estimate rhohat H1  #####
    uhattH1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
    k <- 0
    w <- 0
    for(i in 1:n)
        {
        k <- k + 1
        if(k == 1)
            remove.row(uhatH1, 1, 1)
        else
            {
            w <- w + 1
            uhattH1[w] <- uhatH1[k]
            }
        }
    uhatt1H1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
    k <- 0
    w <- 0
    for(i in 1:n)
        {
        k <- k + 1
        if(k == n)
            remove.row(uhatH1, n, 1)
        else
            {
            w <- w + 1
            uhatt1H1[w] <- uhatH1[k]
            }
    }
    rhohatH1 <- array(, dim = c(2, 1))
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        errorhatH1 <- array(, dim = c(n, 1))
        rhohatH1 <- ginverse(t(uhatt1H1) %*% uhatt1H1) %*% (t(uhatt1H1
            ) %*% uhattH1)
        errorhatH1 <- uhattH1 - (uhatt1H1 %*% rhohatH1)

    ##### Create Durbin-watson H1 #####
        AbootH1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        A2bootH1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        BbootH1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        sumbootH1 <- 0
        sum1bootH1 <- 0
        for(i in 1:(n - 1)) {
            AbootH1[i] <- uhattH1[i] - uhatt1H1[i]
            A2bootH1[i] <- AbootH1[i] * AbootH1[i]
            sumbootH1 <- sumbootH1 + A2bootH1[i]
            BbootH1[i] <- uhattH1[i] * uhattH1[i]
            sum1bootH1 <- sum1bootH1 + BbootH1[i]
        }
        durbinH1[r] <- sumbootH1/sum1bootH1   ##### resample #####
        booterrorH1 <- array(, dim = c(n, 1))
        bootrhoH1 <- array(, dim = c(nboot, 1))

### sampling with replacement ###
        for(j in 1:nboot) {
        booterrorH1 <- sample(errorhatH1, n, replace = T)
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
##### Bootstrap rho H1 #####
        bootrhouH1 <- array(, dim = c(n, 1))
        k <- 0
        for(i in 1:n) {
            k <- k + 1
            if(i == 1)
              bootrhouH1[k] <- (booterrorH1[k]/sqrt(1 -
                rhohat^2))
            else bootrhouH1[k] <- (rhohatH1 * bootrhouH1[k -
                1]) + booterrorH1[k]
        }
        bootrhoutH1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        k <- 0
        w <- 0
        for(i in 1:n) {
            k <- k + 1
            if(k == 1)
              remove.row(bootrhouH1, 1, 1)
            else {
              w <- w + 1
              bootrhoutH1[w] <- bootrhouH1[k]
            }
        }
        bootrhout1H1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        k <- 0
        w <- 0
        for(i in 1:n) {
            k <- k + 1
            if(k == n)
              remove.row(bootrhouH1, n, 1)
            else {
              w <- w + 1
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            bootrhout1H1[w] <- bootrhouH1[k]
          }
        }
        sumrhoH1 <- 0
        sum1rhoH1 <- 0
        ArhoH1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        BrhoH1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        for(i in 1:(n - 1)) {
          ArhoH1[i] <- bootrhoutH1[i] %*% bootrhout1H1[i
           ]
          sumrhoH1 <- sumrhoH1 + ArhoH1[i]
          BrhoH1[i] <- bootrhout1H1[i] * bootrhout1H1[i]
          sum1rhoH1 <- sum1rhoH1 + BrhoH1[i]
        }
                  bootrhoH1[j] <- sumrhoH1/sum1rhoH1

### Find fake dependent variable, bootu and estimated booterror ###
    booterror <- array(, dim = c(n, 1))
    bootu <- array(, dim = c(n, 1))
    fakey <- array(, dim = c(n, 1))
    bootdurbinH0 <- array(, dim = c(nboot, 1))
    bootrhoH0 <- array(, dim = c(nboot, 1))
    for(j in 1:nboot) {
      booterror <- sample(errorhat, n, replace = T)
      k <- 0
      for(i in 1:n) {
        k <- k + 1
        if(i == 1)
          bootu[k] <- booterror[k]
        else bootu[k] <- (rho * bootu[k - 1]) + booterror[k]
      }
      fakey <- (x.matrix %*% beta) + bootu
```

```
##### Bootstrap Durbin-watson H0 #####
        bootbetahat <- array(, dim = c(2, 1))
        bootuhat <- array(, dim = c(n, 1))
        bootbetahat <- ginverse(t(x.matrix) %*% x.matrix) %*% (t(
            x.matrix) %*% fakey)
        bootuhat <- fakey - (x.matrix %*% bootbetahat)
        bootuhatt <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        k <- 0
        w <- 0
        for(i in 1:n) {
            k <- k + 1
            if(k == 1)
                remove.row(bootuhat, 1, 1)
            else {
                w <- w + 1
                bootuhatt[w] <- bootuhat[k]
            }
        }
        bootuhatt1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
        k <- 0
        w <- 0
        for(i in 1:n) {
            k <- k + 1
            if(k == n)
                remove.row(bootuhat, n, 1)
            else {
                w <- w + 1
                bootuhatt1[w] <- bootuhat[k]
            }
        }
        sumboot <- 0
        sum1boot <- 0
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Aboot <- array(, dim = c(n - 1, 1))
A2boot <- array(, dim = c(n - 1, 1))
Bboot <- array(, dim = c(n - 1, 1))
for(i in 1:(n - 1)) {
    Aboot[i] <- bootuhatt[i] - bootuhatt1[i]
    A2boot[i] <- Aboot[i] * Aboot[i]
    sumboot <- sumboot + A2boot[i]
    Bboot[i] <- bootuhatt[i] * bootuhatt[i]
    sum1boot <- sum1boot + Bboot[i]
}
        bootdurbinH0[j] <- sumboot/sum1boot

##### Bootstrap rho H0 #####
bootrhou <- array(, dim = c(n, 1))
k <- 0
for(i in 1:n) {
    k <- k + 1
    if(i == 1)
        bootrhou[k] <- (booterror[k]/sqrt(1 - rhohat^2
          ))
    else bootrhou[k] <- (rhohat * bootrhou[k - 1]) +
          booterror[k]
}
bootrhout <- array(, dim = c(n - 1, 1))
k <- 0
w <- 0
for(i in 1:n) {
    k <- k + 1
    if(k == 1)
        remove.row(bootrhou, 1, 1)
    else {
        w <- w + 1
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
            bootrhout[w] <- bootrhou[k]
        }
}
bootrhout1 <- array(, dim = c(n - 1, 1))
k <- 0
w <- 0
for(i in 1:n) {
        k <- k + 1
        if(k == n)
            remove.row(bootrhou, n, 1)
        else {
            w <- w + 1
            bootrhout1[w] <- bootrhou[k]
        }
}
sumrho <- 0
sum1rho <- 0
Arho <- array(, dim = c(n - 1, 1))
Brho <- array(, dim = c(n - 1, 1))
for(i in 1:(n - 1)) {
        Arho[i] <- bootrhout[i] %*% bootrhout1[i]
        sumrho <- sumrho + Arho[i]
        Brho[i] <- bootrhout1[i] * bootrhout1[i]
        sum1rho <- sum1rho + Brho[i]
}
            bootrhoH0[j] <- sumrho/sum1rho
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกิตติพงษ์ ไตรทิพย์พานิชย์ เกิดวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2525 จังหวัดราชบุรี ได้รับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2547 และได้เข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปีการศึกษา 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย