การทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา

นางสาวศุภลักษณ์ ใจสูง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4251-7

GOODNESS-OF-FIT TESTS FOR AUTOCORRELATION IN TIME SERIES MODELS

Miss Supalak Jaisung

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4251-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา
โดย	นางสาวศุภลักษณ์ ใจสูง
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…………………………………. คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดนุชา คุณพนิชกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…………………………………………… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี)

…………………………………………... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์)

…………………………………………… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี)

ศุภลักษณ์ ใจสูง : การทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา (GOODNESS-OF-FIT TESTS FOR AUTOCORRELATION IN TIME SERIES MODELS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ร.อ.มานพ วราภักดิ์, 324 หน้า. ISBN 974-17-4251-7.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบอนุกรมเวลาทั้ง 3 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบ Ljung-Box ตัวสถิติทดสอบ Monti และตัวสถิติทดสอบ Daniel-Julio การเปรียบเทียบกระทำด้วยวิธีการทดลองภายใต้ตัวแบบอนุกรมเวลา 5 ตัวแบบ คือ AR(1) AR(2) MA(1) MA(2) และ ARMA(1,1) ลักษณะอนุกรมเวลา 4 ลักษณะ คือ อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน ไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน และไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน ขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ คือ 40 50 60 70 80 และ 100 ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการจำลองแบบมอนติคาร์โล และทำการทดลองซ้ำ ๆ กัน 1,000 ครั้ง ในแต่ละกรณี เพื่อคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 0.05 และ 0.10

ผลการวิจัยสรุปได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

ตัวสถิติทดสอบ Ljung-Box สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่1 ได้ทุกกรณีที่ศึกษา ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 และ 50 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10

ตัวสถิติทดสอบ Monti สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่1 ได้ทุกกรณีที่ศึกษา ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ Daniel-Julio สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่1 ได้ทุกกรณีที่ศึกษา

2) อำนาจการทดสอบ

ตัวสถิติทดสอบ Daniel-Julio จะให้อำนาจการทดสอบสูงสุดในทุกกรณีที่ศึกษา สำหรับตัวสถิติทดสอบ Ljung-Box และตัวสถิติทดสอบ Monti นั้นจะให้อำนาจการทดสอบสูงเฉพาะบางกรณีเท่านั้น

เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวเพิ่มขึ้น

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะเพิ่มขึ้นตามระดับอัตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนสุ่มในตัวแบบอนุกรมเวลา

ภาควิชา......สถิติ...... ลายมือชื่อนิสิต..........

สาขาวิชา......สถิติ......

ปีการศึกษา......2546...... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..........

4482442726 : MAJOR STATISTICS

KEYWORD: GOODNESS-OF-FIT / TYPE-I ERROR / POWER OF THE TEST / TIME SERIES MODEL

SUPALAK JAISUNG : GOODNESS-OF-FIT TESTS FOR AUTOCORRELATION IN TIME SERIES MODELS. ISBN 974-17-4251-7.

THESIS ADVISOR : ASST. PROF. CAPT. MANOP VARAPHAKDI. 324 PP.

The objective of this study is to investigate the probability of type-I error and power of the tests of Ljung-Box test, Monti test, and Daniel-Julio test in testing goodness-of-fit test for autocorrelation in time series models. The comparison was done by experiment under the time series models, characteristics of time series and sample sizes. The time series models are AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), and ARMA(1,1). The characteristics of time series are stationary, nonstationary in mean , nonstationary in variance, and nonstationary in mean and variance. The sample sizes are 40, 50, 60, 70, 80, and 100. This study used the Monte Carlo Simulation method. The experiment was repeated 1,000 times under each case at 1, 5, and 10 percent significance levels to calculate the probability of type-I error and power of the tests.

Results of the study are as follows :-

1) Probability of type-I error :

Ljung-Box test could control the probability of type-I error for all simulated cases except when sample sizes are 40 and 50 at 1 percent significance level, and simple size is 40 at 5 and 10 percent significance levels.

Monti test could control the probability of type-I error for all simulated cases except when sample size is 40 at 1 percent significance level.

Daniel-Julio test could control the probability of type-I error for all simulated cases.

2) Power of the test :

Daniel-Julio test has the highest power for all simulated cases. The other tests has high power for only some cases.

The power of the test increases when simple sizes increase.

The power of the test increases when level of autocorrelation of random errors in time series models increase.

Department.........Statistics.......... Student's signature..

Field of study.........Statistics..........

Academic year.........2003.......... Advisor's signature..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความพยายามและความมุ่งมั่น รวมทั้งความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก มานพ วราภักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความรู้สึกซาบซึ้งและสำนึกในพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ชูศักดิ์ อุดมศรี และรองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี ในฐานะประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้โอกาสทางการศึกษาและประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชาย ซึ่งให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ และ พี่ ๆ นิสิตปริญญาโทสาขาสถิติทุกท่านที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีตลอดมา

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time Series Forecasting) เป็นวิธีการพยากรณ์วิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก วิธีนี้จะใช้ข้อมูลในอดีต โดยศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนไปว่ามีลักษณะเป็นเช่นไร และทำการกำหนดรูปแบบของการแปรเปลี่ยนที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลนั้น การพยากรณ์อนุกรมเวลามีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น เทคนิคการทำให้เรียบ (Smoothing Techniques) การกรองแบบปรับได้ (Adaptive Filtering) วิธีอนุกรมเวลาแบบคลาสสิค (Classical Time Series Methods) และวิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์ - เจนกินส์ (Box-Jenkins Methods) เป็นต้น

นอกเหนือจากการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม และการกำหนดตัวแบบอนุกรมเวลาแล้ว การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลถึงความแม่นยำและเชื่อถือได้ของค่าพยากรณ์ การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบเป็นการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความไม่เหมาะสมของตัวแบบ และผลจากการตรวจสอบจะช่วยให้สามารถปรับปรุงตัวแบบให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น การตรวจสอบความเหมาะสมอาจทำโดยการวิเคราะห์ส่วนตกค้าง (residual analysis) ขั้นตอนในการวิเคราะห์ส่วนตกค้างมีหลายขั้นตอน เช่น การตรวจสอบค่าเฉลี่ยของส่วนตกค้างเท่ากับศูนย์ ความแปรปรวนคงที่ และการตรวจสอบอัตสหสัมพันธ์(autocorrelation) ซึ่งตัวแบบ ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) จะมีข้อสมมติว่าตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม ตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการตรวจสอบอัตสหสัมพันธ์ที่รู้จักกันดี คือ ตัวสถิติทดสอบ Box-Pierce ตัวสถิติทดสอบ Ljung-Box และตัวสถิติทดสอบ Monti ปัจจุบันได้มีผู้คิดค้นตัวสถิติทดสอบตัวใหม่ขึ้นมา คือ ตัวสถิติทดสอบของ Daniel และ Julio ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบเหล่านี้บางตัวที่ยังไม่มีการเปรียบ เทียบร่วมกัน

Box และ Pierce (1970) ได้เสนอการทดสอบ portmanteau เพื่อตรวจสอบอัตสหสัมพันธ์และแสดงการแจกแจงเมื่อใกล้อนันต์ของตัวสถิติทดสอบ Box-Pierce (Q) ซึ่งสามารถประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบไคกำลังสอง(χ^2 - Distribution)

Ljung และ Box (1978) ได้พัฒนาการประมาณข้างต้นนี้โดยการแทนที่สัมประสิทธิ์ อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้าง (r_k) ด้วยสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้างมาตรฐาน ($\tilde{r}_k$) ได้ตัวสถิติทดสอบ Ljung - Box (Q_{LB})

Monti (1994) ได้เสนอการทดสอบเทียบความกลมกลืน (goodness-of-fit test) ของการทดสอบ portmanteau ซึ่งอยู่บนฐานของอัตสหสัมพันธ์บางส่วนของส่วนตกค้าง โดยให้ $\hat{\pi}_k$ เป็นอัตสหสัมพันธ์บางส่วนของส่วนตกค้างอันดับที่ k มีการแจกแจงโดยประมาณของตัวแปรสุ่มเป็นแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนเป็น (n-k) / (n(n-2)) (n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด) ดังนั้นตัวสถิติทดสอบ Monti (Q_{MT}) จะคล้ายกับตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} การแจกแจงเมื่อใกล้อนันต์ ของตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} เป็นการแจกแจงแบบไคกำลังสอง

Daniel Pena และ Julio Rodrigrez (2002) ได้เสนอการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้างโดยใช้เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์อันดับที่ m ของส่วนตกค้างมาตรฐาน ($\tilde{R}_m$) ได้ตัวสถิติทดสอบ Daniel- Julio (D_m)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาว่าตัวสถิติทดสอบใดให้อำนาจการทดสอบสูงสุดสำหรับการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวสถิติทดสอบ 3 ตัว ซึ่งยังไม่มีผู้ใดศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบเหล่านี้ร่วมกันมาก่อน คือ

1. ตัวสถิติทดสอบ Ljung - Box (Q_{LB})
2. ตัวสถิติทดสอบ Monti (Q_{MT})
3. ตัวสถิติทดสอบ Daniel - Julio (D_m)

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบและค้นหาตัวสถิติที่เหมาะสม สำหรับการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา จากตัวสถิติทั้ง 3 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และอำนาจการทดสอบที่ได้จากแต่ละตัวสถิติทดสอบ

2. เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบของการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้คือ

ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้อำนาจการทดสอบสูงกว่าตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ในทุกกรณีที่ศึกษา

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

อนุกรมเวลา $\{z_t\}$ ที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นอนุกรมเวลา ARIMA แบบไม่มีองค์ประกอบฤดูกาล ซึ่งอนุกรมเวลาที่ศึกษาในครั้งนี้มี 5 ตัวแบบ คือ

1) ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1)
2) ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2)
3) ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1)
4) ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2)
5) ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้คือ

1. ศึกษาความสามารถในการควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สำหรับการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา

2. อนุกรมเวลา $\{z_t\}$ เป็นอนุกรมแบบหนึ่งตัวแปร (Univariate Time Series) และศึกษาใน กรณีไม่มีองค์ประกอบฤดูกาล มีตัวแบบดังต่อไปนี้

(1) ตัวแบบ AR(1) : $z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + a_t$

(2) ตัวแบบ AR(2) : $z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + \phi_2(z_{t-2} - \mu) + a_t$

(3) ตัวแบบ MA(1) : $z_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1}$

(4) ตัวแบบ MA(2) : $z_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$

(5) ตัวแบบ ARMA(1,1) : $z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + a_t - \theta_1 a_{t-1}$

โดยที่ในแต่ละตัวแบบจะมีลักษณะของอนุกรมเวลาแบ่งออกเป็น

1) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

2) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

3) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

4) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ซึ่งทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่างและ/หรือลอการิทึมธรรมชาติ

3. กำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละตัวแบบอนุกรมเวลาที่จะศึกษา โดยมีหลักการกำหนดให้เป็นไปตามคุณสมบัติของการเป็นกระบวนการสเตชันนารี (Stationary) และอินเวอร์ทิเบิล (Invertible)

3.1 ตัวแบบ AR(1) มีเงื่อนไขคือ $|\phi_1| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ϕ_1) 5 ระดับคือ 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.6 และ 0.8

3.2 ตัวแบบ AR(2) มีเงื่อนไขคือ $\phi_1 + \phi_2 < 1$, $\phi_2 - \phi_1 < 1$ และ $|\phi_2| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ϕ_1, ϕ_2) 3 ระดับคือ (0.2,0.7) , (-0.6,0.1) และ (0.8,-0.5)

3.3 ตัวแบบ MA(1) มีเงื่อนไขคือ $|\theta_1| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (θ_1) 5 ระดับคือ 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.6 และ 0.8

3.4 ตัวแบบ MA(2) มีเงื่อนไขคือ $\theta_1 + \theta_2 < 1$, $\theta_2 - \theta_1 < 1$ และ $|\theta_2| < 1$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (θ_1, θ_2) 3 ระดับคือ (0.1,0.8) , (-0.5,0.2) และ (0.7,-0.4)

3.5 ตัวแบบ ARMA(1,1) มีเงื่อนไขคือ $|\phi_1| < 1$ และ $|\theta_1| < 1$ กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ϕ_1, θ_1) 4 ระดับคือ (0.7,0.1) , (0.2,0.6) , (0.7,-0.3) และ (-0.6,-0.2)

4. การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม a_t มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(a) = \frac{1}{\sigma_a \sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{1}{2\sigma_a^2}(a - \mu_a)^2\right)$$

ในที่นี้ให้ $\mu_a = 0$ และ $\sigma_a{}^2 = 1$

5. ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา (μ) เท่ากับ 100

6. ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามี 6 ระดับ คือ 40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100

7. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ในการทดสอบ 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.10

8. จำนวนแล็ก (m) สำหรับการตรวจสอบอัตสหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแบบอนุกรมเวลาประมาณ $\frac{1}{4}$ ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด (โดยอ้างจากข้อแนะนำในหนังสือของ Box(1970))

9. กรณีศึกษาอำนาจการทดสอบ เมื่อกำหนดตัวแบบแปรเปลี่ยนจาก H_0 (: ตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม) จำแนกเป็น 2 กรณี คือ

9.1 กำหนดมีอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t)

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนด a_t ให้มีอัตสหสัมพันธ์กัน โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) และ MA(1)โดยที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม e_t มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(e) = \frac{1}{\sigma_e \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_e^2}(e - \mu_e)^2\right)$$

ในที่นี้ให้ $\mu_e = 0$ และ $\sigma_e^2 = 5$

รูปแบบความสัมพันธ์ของ a_t เป็นดังนี้

ตัวแบบ AR(1) : $a_t = \eta a_{t-1} + e_t$

ตัวแบบ MA(1) : $a_t = e_t - \nu e_{t-1}$

กำหนดพารามิเตอร์

η และ ν = 0.3, 0.5 และ 0.7

9.2 กำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0

ตัวแบบ AR(1) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\phi_1 = 0.3$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.1$ ตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

ตัวแบบ AR(2) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.8$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.8$ ตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

ตัวแบบ MA(1) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\theta_1 = 0.3$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.3$ ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$ ตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$

ตัวแบบ MA(2) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\theta_1 = 0.1$, $\theta_2 = 0.8$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.1$ ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.8$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$

ตัวแบบ ARMA(1,1) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.1$ ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.8$ และตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

10. จำลองข้อมูลตามกรณีที่กำหนดข้างต้น โดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษาฟอร์แทน (Fortran) และทำการจำลองแบบซ้ำ ๆ กันจำนวน 1,000 ครั้งในแต่ละกรณีของการวิจัย

1.6 เกณฑ์การตัดสินใจ

การวิจัยจะถือว่าความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (Type I error) และอำนาจของการทดสอบเป็นดัชนีที่ผู้วิจัยใช้เป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวสถิติทดสอบที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละกรณีที่กำหนดในวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัว โดยใช้ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (α) ในแต่ละกรณีเป็นตัวกำหนดการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 โดยมีสมมติฐาน

H_0 : ตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม

H_1 : ตัวแบบอนุกรมเวลาไม่มีความเหมาะสม

ในการตรวจสอบว่าตัวสถิติทดสอบใดสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่1 ได้หรือไม่นั้น จะทำการทดสอบสมมติฐานภายใต้การทดสอบทวินาม (binomial test) ถ้าสัดส่วน α^* จากการทดลองของการปฏิเสธ H_0 ข้างต้น เมื่อ H_0 ข้างต้นเป็นจริงน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับ α_0 ที่กำหนด จะสรุปว่าตัวสถิติทดสอบนั้นจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ระดับนัยสำคัญ (γ) ของการทดสอบทวินามเท่ากับ 0.05

สมมติฐานการทดสอบ คือ

$$H_0 \;:\; \alpha \le \alpha_0$$

$$H_1 \;:\; \alpha > \alpha_0$$

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Z = \frac{\alpha^* - \alpha_0}{\sqrt{\dfrac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n^*}}}$$

โดยใช้ทฤษฎีบทค่าจำกัดสู่ส่วนกลาง (The Central Limit Theorem) ได้ว่า

$$P\left(\frac{\alpha^* - \alpha_0}{\sqrt{\dfrac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n^*}}} < Z_\gamma\right) \approx 1-\gamma$$

หรือ

$$P\left(\alpha^* < \alpha_0 + Z_\gamma\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n^*}}\right) \approx 1-\gamma$$

ดังนั้น ช่วงของการยอมรับความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 คือ

$$\left(0\,, \alpha_0 + Z_\gamma\sqrt{\frac{\alpha_0(1-\alpha_0)}{n^*}}\right)$$

เมื่อ γ = ระดับนัยสำคัญของการทดสอบสมมติฐาน $H_0 : \alpha \le \alpha_0$, $H_1 : \alpha > \alpha_0$ เท่ากับ 0.05

α_0 = ระดับนัยสำคัญที่กำหนดในการศึกษามี 3 ระดับ คือ 0.01 , 0.05 และ 0.10

α^* = สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากการทดลอง

n^* = จำนวนครั้งของการทดลอง เท่ากับ 1,000 ครั้ง

ตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ไว้ได้ ถ้า α^* อยู่ในช่วงของการยอมรับ ดังต่อไปนี้

- กรณีที่ค่า α_0 เท่ากับ 0.01 ตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ไว้ได้ ถ้า α^* อยู่ในช่วง [0 , 0.0152]

- กรณีที่ค่า α_0 เท่ากับ 0.05 ตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ไว้ได้ ถ้า α^* อยู่ในช่วง [0 , 0.0613]

- กรณีที่ค่า α_0 เท่ากับ 0.10 ตัวสถิติทดสอบจะสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ไว้ได้ ถ้า α^* อยู่ในช่วง [0 , 0.1156]

2. เมื่อทำการทดลองและตรวจสอบแล้วว่า ตัวสถิติทดสอบใดสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ จะทำการทดลองหาค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบนั้น โดยวัดจากสัดส่วนของการปฏิเสธ H_0 (: ตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม) เมื่อ H_0 เป็นเท็จ แล้วนำค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวมาเปรียบเทียบกันว่าตัวสถิติทดสอบตัวใดที่ให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในแต่ละกรณี

สำหรับตัวสถิติทดสอบใดที่ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ จะไม่พิจารณาหาค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบนั้น สำหรับกรณีหนึ่ง ๆ

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ จะกำหนดคำจำกัดความที่ใช้ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 คือความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นจริง

2. ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2 คือความผิดพลาดที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นเท็จ

3. อำนาจการทดสอบ หมายถึงความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อสมมติฐานว่างนั้นเป็นเท็จ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $1-\beta$ เมื่อ β คือความน่าจะเป็นที่เกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1. เพื่อเป็นแนวในการเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบ สำหรับการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลาได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพภายใต้กรณีต่าง ๆ ที่ศึกษา

2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบสำหรับการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา โดยใช้ตัวสถิติทดสอบอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและตัวสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สนใจศึกษาเปรียบเทียบอำนาจของการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา ในที่นี้จะกล่าวถึงลักษณะทั่วไปของอนุกรมเวลา และจะกล่าวถึงรายละเอียดของตัวสถิติที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ลักษณะทั่วไปของอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลาที่จำลองขึ้นสำหรับการวิจัยครั้งนี้ สามารถเขียนในตัวแบบทั่วไปได้ดังนี้

สมมติให้ $z_1, z_2, \ldots, z_t$ คืออนุกรมเวลา $a_1, a_2, \ldots, a_t$ คือความคลาดเคลื่อนสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่เท่ากับ σ_a^2

ตัวแบบทั่วไปของอนุกรมเวลา ARIMA (p,d,q) คือ

$$\phi_p(B)(1-B)^d(z_t-\mu)=\theta_q(B)a_t$$

โดยที่

$$\phi_p(B)=1-\phi_1 B-\phi_2 B^2-\ldots-\phi_p B^p$$

$$\theta_q(B)=1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\ldots-\theta_q B^q$$

$\phi_1,\ldots,\phi_p$ = คือสัมประสิทธิ์อัตถดถอย (Autoregressive Coefficients)

$\theta_1,\ldots,\theta_q$ = คือสัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving-Average Coefficients)

B คือ ตัวดำเนินการถอยหลังเวลา (Backward Shift Operator)

นั่นคือ $B^m z_t = z_{t-m}$

μ คือ ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา

d คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลา $\{z_t\}$ เป็นอนุกรมเวลาอยู่ในสภาวะคงที่หรือนิ่ง (Stationary)

p คือ อันดับของตัวแบบอัตถดถอย

q คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

a_t คือ ตัวแปรสุ่มอิสระและมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่เท่ากับ σ_a^2 เรียก a_t ว่าค่าคลาดเคลื่อนสุ่มหรือกระตุกสุ่ม (Random Errors)

อนุกรมเวลาที่ศึกษาในครั้งนี้มี 5 ตัวแบบ คือ

1) ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) มีสมการคือ

$$z_t - \mu = \phi_1 (z_{t-1} - \mu) + a_t$$

โดยที่ $|\phi_1| < 1$

2) ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) มีสมการคือ

$$z_t - \mu = \phi_1 (z_{t-1} - \mu) + \phi_2 (z_{t-2} - \mu) + a_t$$

โดยที่ $\phi_1 + \phi_2 < 1$, $\phi_2 - \phi_1 < 1$ และ $|\phi_2| < 1$

3) ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) มีสมการคือ

$$z_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

โดยที่ $|\theta_1| < 1$

4) ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) มีสมการคือ

$$z_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

โดยที่ $\theta_1 + \theta_2 < 1$, $\theta_2 - \theta_1 < 1$ และ $|\theta_2| < 1$

5) ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1) มีสมการ คือ

$$z_t - \mu = \phi_1 (z_{t-1} - \mu) + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

โดยที่ $|\phi_1| < 1$ และ $|\theta_1| < 1$

2.2 สถิติทดสอบที่ใช้ในการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา โดยนำส่วนตกค้างมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งตัวแบบจะมีข้อสมมติดังนี้

สมมติฐานสำหรับการทดสอบอัตสหสัมพันธ์ คือ

H_0 : ตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม

H_1 : ตัวแบบอนุกรมเวลาไม่มีความเหมาะสม

2.2.1. ตัวสถิติทดสอบ Ljung - Box (Q_{LB})

Box และ Pierce (1970) ได้เสนอตัวสถิติทดสอบเพื่อตรวจสอบอัตสหสัมพันธ์ ซึ่งมีการแจกแจงแบบไคกำลังสอง ด้วยระดับขั้นความเสรี (degrees of freedom) เท่ากับ m-(p+q)

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Q = n\sum_{k=1}^{m} r_k^{\ 2}$$

เมื่อ $\quad r_k = \sum_{t=k+1}^{n} \hat{a}_t \hat{a}_{t-k} \Big/ \sum_{t=1}^{n} \hat{a}_t^{\ 2} \quad , \qquad k = 1,2,\ldots$

$\hat{a}_t = z_t - \hat{z}_t$

= ส่วนตกค้างระหว่างค่าจริงกับค่าที่ประมาณ

m = จำนวนแล็ก

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

p = อันดับของตัวแบบอัตถดถอย

q = อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

ต่อมา Ljung และ Box (1978) ได้ดัดแปลงตัวสถิติทดสอบของ Box – Pierce โดยการแทนที่สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้าง (r_k) ด้วยสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้างมาตรฐาน ($\tilde{r}_k$) ได้ตัวสถิติทดสอบตัวใหม่คือ Q_{LB}

กำหนดให้ $\qquad \tilde{r}_k^{\ 2} = \dfrac{(n+2)}{(n-k)} r_k^{\ 2}$

ได้ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Q_{LB} = n(n+2)\sum_{k=1}^{m} (n-k)^{-1} r_k^{\ 2}$$

ภายใต้สมมติฐานว่าง ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะมีการแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงแบบไคกำลังสอง ด้วยระดับขั้นความเสรี เท่ากับ m-(p+q)

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ α คือ จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อ $Q_{LB} > \chi^2_{m-(p+q),\alpha}$

2.2.2 ตัวสถิติทดสอบ Monti (Q_{MT})

Monti (1994) ได้เสนอตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} เพื่อทดสอบเทียบความกลมกลืนที่อยู่บนฐานของอัตสหสัมพันธ์บางส่วนของส่วนตกค้าง ซึ่งคล้ายกับตัวสถิติทดสอบของ Ljung และ Box โดยการแทนที่สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้างมาตรฐาน ($\tilde{r}_k$) ด้วยสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์บางส่วนของส่วนตกค้าง ($\hat{\pi}_k$)

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$Q_{MT} = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}(n-k)^{-1}\hat{\pi}_k^{\,2}$$

ให้ $\hat{\pi}_k$ = r_{kk}

= สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์บางส่วนของส่วนตกค้าง

$$r_{kk} = \begin{cases} r_1 & , \quad k = 1 \\ \dfrac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j}\, r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-1,j}\, r_j} & , \quad k = 2,3,\ldots \end{cases}$$

โดยที่ $r_{kj} = r_{k-1,j} - r_{kk} r_{k-1,k-j}$, $j = 1,2,3,\ldots,k-1$

ภายใต้สมมติฐานว่างตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะมีการแจกแจงเข้าใกล้การแจกแจงแบบไคกำลังสอง ด้วยระดับขั้นความเสรี เท่ากับ m-(p+q)

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ α คือ จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง เมื่อ $Q_{MT} > \chi^2_{m-(p+q),\alpha}$

2.2.3. ตัวสถิติทดสอบ Daniel- Julio (D_m)

Daniel and Julio (2002) ได้เสนอตัวสถิติทดสอบ D_m โดยใช้เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้างมาตรฐาน

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$D_m = n\left[1 - \left|\tilde{R}_m\right|^{1/m}\right]$$

เมื่อ $\left|\tilde{R}_m\right|$ คือ ดีเทอรมิแนนท์ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้างมาตรฐาน $(\tilde{r}_k)$

เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของส่วนตกค้างมาตรฐาน $(\tilde{r}_k)$ คือ

$$\tilde{R}_m = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{r}_1 & \cdots & \tilde{r}_m \\ \tilde{r}_1 & 1 & \cdots & \tilde{r}_{m-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{r}_m & \tilde{r}_{m-1} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

กำหนด $\tilde{r}_{(m)}$ = $(\tilde{r}_1,\ldots,\tilde{r}_m)'$ สามารถเขียนได้เป็น

$$\tilde{R}_m = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{r}'_{(m)} \\ \tilde{r}_{(m)} & \tilde{R}_{m-1} \end{bmatrix}$$

และใช้คุณสมบัติดีเทอรมิแนนท์ของเมทริกซ์บางส่วน (determinant of partitioned matrix)

$$\left|\tilde{R}_m\right| = \left|\tilde{R}_{m-1}\right|\left(1-R_m{}^2\right)$$

โดยที่ $R_m{}^2 = \tilde{r}'_{(m)}\tilde{R}_{m-1}{}^{-1}\,\tilde{r}_{(m)}$ เป็นกำลังสองของสัมประสิทธิ์พหุสหสัมพันธ์จะได้

$$\left|\tilde{R}_m\right|^{1/m} = \prod_{k=1}^{m}\left(1-R_k{}^2\right)$$

ภายใต้สมมติฐานว่างตัวสถิติทดสอบ D_m จะมีการแจกแจงแบบแกมมา ซึ่งมีพารามิเตอร์ α และ β โดยที่

$$\alpha = \frac{3m\left[(m+1)-2(p+q)\right]^2}{2\left[2(m+1)(2m+1)-12m(p+q)\right]}$$

$$\beta = \frac{3m\left[(m+1)-2(p+q)\right]}{2(m+1)(2m+1)-12m(p+q)}$$

เกณฑ์การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญ α คือ จะปฏิเสธสมมติฐานว่างเมื่อ D_m > ค่าวิกฤต $D_{m,1-\alpha}$ ซึ่ง $D_{m,1-\alpha}$ คือเปอร์เซ็นไทล์(percentile) ที่100($1-\alpha$) ของการแจกแจงแบบแกมมา

2.3 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ $D_{m,1-\alpha}$

ค่า $D_{m,1-\alpha}$ คือ ค่าที่ได้จากสมการ

$$\int_{0}^{D_{m,1-\alpha}} f(x)dx = 1-\alpha$$

โดยใช้วิธีเชิงตัวเลข (Numerical Method) ด้วยวิธีของ Simpson[1]

ให้ $$\int_{0}^{D_{m,1-\alpha}} f(x)dx = I$$

$$I \approx \frac{h}{3}\left(f_1 + 4f_2 + 2f_3 + 4f_4 + \ldots + 2f_{m-1} + 4f_m + f_{m+1}\right)$$

เมื่อ $$f(x) = \frac{\beta^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x} \qquad , x > 0$$

$$f_i = f\left(0 + (i-1)h\right) \qquad , i = 1,2,3,\ldots,m+1$$

และ $$h = \frac{D_{m,1-\alpha} - 0}{m}$$

เมื่อ m = จำนวนแล็ก

ซึ่งจะสามารถหาค่า $D_{m,1-\alpha}$ ได้จากการกำหนด $D_{m,1-\alpha}$ ให้เป็นค่าเริ่มต้น โดยใช้ค่าวิกฤตในตารางไคกำลังสองช่วยในการกำหนดค่าเริ่มต้น $D_{m,1-\alpha}$

---

[1] Numerical Analysis and Graphic Visualization with Matlab. Shoichiro Nakamura : 190 - 195.

2.4 ความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติโดยทั่วไปแล้วผลการทดสอบจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งความคลาดเคลื่อนดังกล่าวนี้แบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (Type I error) และความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (Type II error) ลักษณะของความคลาดเคลื่อนทั้ง 2 แบบนี้แสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงความคลาดเคลื่อนในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานว่าง H_0	การตัดสินใจ	
	ปฏิเสธ H_0	ยอมรับ H_0
เป็นจริง	ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1	ตัดสินใจถูกต้อง
เป็นเท็จ	ตัดสินใจถูกต้อง	ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2

ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ ผู้ทำการทดสอบไม่ต้องการให้เกิดความคลาดเคลื่อนทั้ง 2 แบบ แต่ในทางปฏิบัติผู้ทดสอบไม่สามารถหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนดังกล่าวได้ โดยจะมีความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และแบบที่ 2 ให้แทนด้วย α และ β ตามลำดับ สำหรับแบบทดสอบที่มีขนาด α แบบทดสอบที่มีขนาด $1-\beta$ มากกว่า ย่อมจะเป็นแบบทดสอบที่ดีกว่า การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $1-\beta$ จะมากน้อยกว่ากันจะต้องพิจารณาเปรียบเทียบภายใต้ฐานเดียวกัน คือภายใต้ขนาดของแบบทดสอบ (size of test) α ขนาดเดียวกัน ดังนั้นในการวิจัยนี้ ถ้าแบบทดสอบหรือตัวสถิติทดสอบใดมีขนาดของแบบทดสอบหรือระดับนัยสำคัญสูงกว่า α ที่กำหนด จะไม่นำไปเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ $1-\beta$

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา ซึ่งจะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว คือ

1. ตัวสถิติทดสอบ Ljung - Box (Q_{LB})
2. ตัวสถิติทดสอบ Monti (Q_{MT})
3. ตัวสถิติทดสอบ Daniel - Julio (D_m)

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการจำลองมอนติคาร์โล(Monte Carlo Simulation Method) ในการจำลองกรณีต่าง ๆ รายละเอียดของการวางแผนการทดลอง ขั้นตอนการวิจัย และโปรแกรมสำหรับการวิจัยเป็นดังนี้

3.1 การวางแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ทำการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลาด้วยตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m โดยศึกษาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่1 และค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ซึ่งมีแผนการทดลองดังนี้

1. ศึกษาในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลามีตัวแบบดังนี้

(1) ตัวแบบ AR(1) : $z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + a_t$

(2) ตัวแบบ AR(2) : $z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + \phi_2(z_{t-2} - \mu) + a_t$

(3) ตัวแบบ MA(1) : $z_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1}$

(4) ตัวแบบ MA(2) : $z_t - \mu = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$

(5) ตัวแบบ ARMA(1,1) : $z_t - \mu = \phi_1(z_{t-1} - \mu) + a_t - \theta_1 a_{t-1}$

โดยในแต่ละตัวแบบจะมีลักษณะของอนุกรมเวลาแบ่งออกเป็น

1) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

2) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

3) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

4) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ซึ่งทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่างและ/หรือลอการิทึมธรรมชาติ

2. กำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละอนุกรมเวลาที่จะศึกษาดังนี้

2.1 ตัวแบบ AR(1) มีเงื่อนไขคือ $|\phi_1| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ϕ_1) 5 ระดับคือ 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.6 และ 0.8

2.2 ตัวแบบ AR(2) มีเงื่อนไขคือ $\phi_1 + \phi_2 < 1$, $\phi_2 - \phi_1 < 1$ และ $|\phi_2| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ϕ_1, ϕ_2) 3 ระดับคือ (0.2,0.7) , (-0.6,0.1) และ (0.8,-0.5)

2.3 ตัวแบบ MA(1) มีเงื่อนไขคือ $|\theta_1| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (θ_1) 5 ระดับคือ 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.6 และ 0.8

2.4 ตัวแบบ MA(2) มีเงื่อนไขคือ $\theta_1 + \theta_2 < 1$, $\theta_2 - \theta_1 < 1$ และ $|\theta_2| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (θ_1, θ_2) 3 ระดับคือ (0.1,0.8) , (-0.5,0.2) และ (0.7,-0.4)

2.5 ตัวแบบ ARMA(1,1) มีเงื่อนไขคือ $|\phi_1| < 1$ และ $|\theta_1| < 1$

กำหนดค่าพารามิเตอร์ (ϕ_1, θ_1) 4 ระดับคือ (0.7,0.1), (0.2,0.6), (0.7,-0.3) และ (-0.6,-0.2)

3. ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามี 6 ระดับ คือ 40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100

4. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ในการทดสอบ 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.1

5. ค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา (μ) เท่ากับ 100

6. การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) มีการแจกแจงแบบปกติ มีรูปแบบฟังก์ชันความหนาแน่นคือ

$$f(a) = \frac{1}{\sigma_a \sqrt{2\pi}} exp\left(-\frac{1}{2\sigma_a^2} (a - \mu_a)^2 \right)$$

ในที่นี้ให้ $\mu_a = 0$ และ $\sigma_a{}^2 = 1$

7. จำนวนแล็กสำหรับการตรวจสอบอัตสหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแบบอนุกรมเวลาประมาณ $\frac{1}{4}$ ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด (โดยอ้างจากข้อแนะนำในหนังสือของ Box(1970))

8. กรณีศึกษาอำนาจการทดสอบ เมื่อกำหนดตัวแบบแปรเปลี่ยนจาก H_0 (: ตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม) จำแนกเป็น 2 กรณี คือ

8.1 กำหนดมีอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t)

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนด a_t ให้มีอัตสหสัมพันธ์กัน โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) และ MA(1)โดยที่การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนสุ่ม e_t มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีฟังก์ชันความหนาแน่น

$$f(e)=\frac{1}{\sigma_e\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{1}{2\sigma_e^2}(e-\mu_e)^2\right)$$

ในที่นี้ให้ μ_e = 0 และ σ_e^2 = 5

รูปแบบความสัมพันธ์ของ a_t เป็นดังนี้

ตัวแบบ AR(1) : $a_t = \eta a_{t-1} + e_t$

ตัวแบบ MA(1) : $a_t = e_t - \nu e_{t-1}$

กำหนดพารามิเตอร์

η และ ν = 0.3, 0.5 และ 0.7

8.2 กำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0

ตัวแบบ AR(1) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\phi_1 = 0.3$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.1$ ตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

ตัวแบบ AR(2) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.8$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.8$ ตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

ตัวแบบ MA(1) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\theta_1 = 0.3$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.3$ ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$ ตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$

ตัวแบบ MA(2) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\theta_1 = 0.1$, $\theta_2 = 0.8$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.1$ ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.8$ และตัวแบบ ARMA(1,1) $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$

ตัวแบบ ARMA(1,1) จากพารามิเตอร์ใน H_0 $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$ แปรเปลี่ยนเป็น ตัวแบบ AR(1) $\phi_1 = 0.1$ ตัวแบบ AR(2) $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$ ตัวแบบ MA(1) $\theta_1 = 0.8$ และตัวแบบ MA(2) $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กรณีความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

เมื่อจำลองข้อมูลตามขั้นตอนการวางแผนการทดลองแล้ว คำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว นำค่าสถิติทดสอบเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทำการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (: ตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม) ในกรณีที่ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ให้นับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธแล้วย้อนกลับไปสุ่มตัวอย่างชุดใหม่ และทำซ้ำในทุกขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดจนครบ 1,000 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียด ดังต่อไปนี้

1. จำลองความคลาดเคลื่อน (a_t) จากการแจกแจงที่กำหนดให้ในขอบเขตการวิจัย

2. จำลองข้อมูลอนุกรมเวลา $\{z_t\}$ ตามตัวแบบที่กำหนด ซึ่งมี 5 ตัวแบบ คือ AR(1) , AR(2) , MA(1) , MA(2) และ ARMA(1,1) โดยที่ในแต่ละตัวแบบจะมีลักษณะของอนุกรมเวลาแบ่งออกเป็น

1) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

2) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

3) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

4) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ซึ่งทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่างและ/หรือลอการิทึมธรรมชาติ

3. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลอนุกรมเวลา โดยวิธีการประมาณความควรจะเป็นสูงสุด(Maximum Likelihood Estimation Method)[1]

4. หาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง (residuals) $\hat{a}_t = z_t - \hat{z}_t$

5. คำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว โดยใช้ค่า $\hat{a}_t$

6. หาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

[1] การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบอนุกรมเวลา : วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล

ขั้นที่ 2 กรณีอำนาจการทดสอบ

พิจารณาจากค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ซึ่งการคำนวณหาค่าอำนาจการทดสอบทำในลักษณะเดียวกันกับการหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 คือนับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อกำหนด H_0 เป็นเท็จ โดยจะทำการจำลองข้อมูลตามกรณีที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผนการทดลองข้างต้น ทำซ้ำจำนวน 1,000 ครั้ง แล้วเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว เพื่อหาตัวสถิติทดสอบที่ดีที่สุดในแต่ละกรณี ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยโดยละเอียด ดังต่อไปนี้

1. จำลองความคลาดเคลื่อน (e_t) จากการแจกแจงที่กำหนดให้ในขอบเขตการวิจัย

2. จำลองความคลาดเคลื่อน (a_t) ของข้อมูลอนุกรมเวลาตามตัวแบบที่กำหนด ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ AR(1) และ AR(2)

3. จำลองข้อมูลอนุกรมเวลา $\{z_t\}$ ตามตัวแบบที่กำหนด ซึ่งมี 5 ตัวแบบ คือ AR(1) , AR(2) , MA(1) , MA(2) และ ARMA(1,1) โดยที่ในแต่ละตัวแบบจะมีลักษณะของอนุกรมเวลาแบ่งออกเป็น

1) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

2) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

3) อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

4) อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ซึ่งทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่างและ/หรือลอการิทึมธรรมชาติ

4. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลอนุกรมเวลา โดยวิธีการประมาณความควรจะเป็นสูงสุด(Maximum Likelihood Estimation Method)

5. หาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง (residuals) $\hat{a}_t = z_t - \hat{z}_t$

6. คำนวณค่าสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว โดยใช้ค่า $\hat{a}_t$

7.หาค่าอำนาจการทดสอบและทำการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติเหล่านั้น

สำหรับกรณีความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การจำลองความคลาดเคลื่อน (a_t)

การจำลองความคลาดเคลื่อนจะใช้การสร้างโปรแกรมย่อยสำหรับการสร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ต้องการศึกษา ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1

2. การจำลองข้อมูลอนุกรมเวลา

การวิจัยครั้งนี้ จะจำลองข้อมูลอนุกรมเวลาทิ้งไป 50 ค่าก่อนใช้ค่าจริง เพื่อแก้ปัญหาจากอิทธิพลของค่าเริ่มต้น ซึ่งจะส่งผลให้ได้ข้อมูลมีลักษณะตามตัวแบบที่ต้องการ

สำหรับการสร้างข้อมูลอนุกรมเวลาทั้ง 5 ตัวแบบ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การสร้างตัวแปร z_t ตามตัวแบบ AR(1) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\sigma_a{}^2}{1-\phi_1{}^2} = \frac{1}{1-\phi_1{}^2}$ และสร้าง $a_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a{}^2 = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

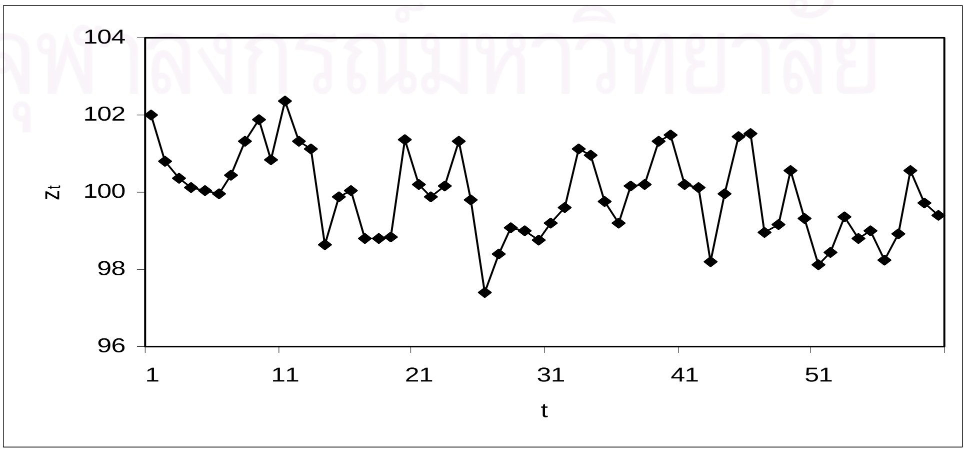
$$z_t = (\mu - \phi_1\mu) + \phi_1 z_{t-1} + a_t$$

ตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF (Sample Autocorrelation Function) และแผนภาพ SPACF (Sample Partial Autocorrelation Function) ในรูปที่ 3.2

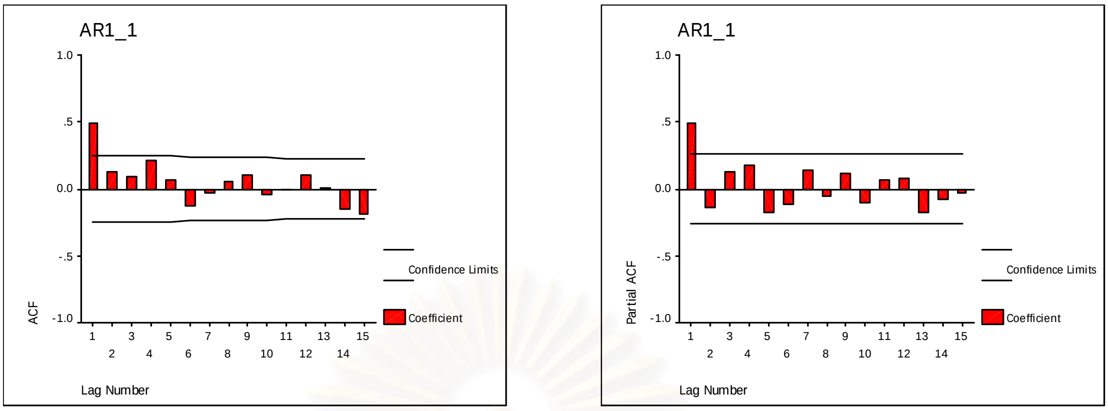
ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	102.002	16	100.051	31	99.211	46	101.527
2	100.803	17	98.802	32	99.610	47	98.958
3	100.375	18	98.815	33	101.132	48	99.155
4	100.126	19	98.855	34	100.976	49	100.553
5	100.051	20	101.360	35	99.752	50	99.308
6	99.965	21	100.190	36	99.213	51	98.118
7	100.444	22	99.877	37	100.165	52	98.425
8	101.312	23	100.168	38	100.195	53	99.374
9	101.885	24	101.333	39	101.340	54	98.813
10	100.844	25	99.802	40	101.463	55	99.012
11	102.371	26	97.412	41	100.208	56	98.258
12	101.312	27	98.410	42	100.136	57	98.915
13	101.109	28	99.076	43	98.193	58	100.556
14	98.648	29	98.991	44	99.946	59	99.734
15	99.879	30	98.770	45	101.437	60	99.399

รูปที่ 3.1 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.2 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.1



2.1.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\dfrac{\sigma_a{}^2}{1-\phi_1{}^2} = \dfrac{1}{1-\phi_1{}^2}$ และสร้าง $a_t \, ; t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a{}^2 = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t \, ; t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

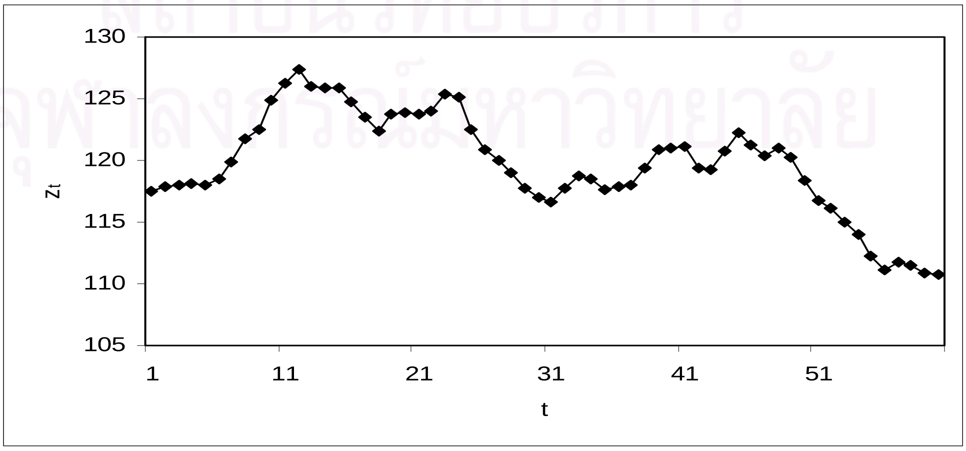
$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t$$

ตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARI(1,1)

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	117.544	16	124.715	31	116.594	46	121.233
2	117.919	17	123.530	32	117.726	47	120.388
3	118.045	18	122.385	33	118.702	48	120.941
4	118.095	19	123.745	34	118.454	49	120.249
5	118.060	20	123.935	35	117.667	50	118.367
6	118.504	21	123.812	36	117.832	51	116.792
7	119.815	22	123.980	37	118.026	52	116.166
8	121.700	23	125.313	38	119.366	53	114.979
9	122.543	24	125.115	39	120.829	54	113.991
10	124.915	25	122.526	40	121.036	55	112.249
11	126.227	26	120.937	41	121.172	56	111.163
12	127.335	27	120.012	42	119.365	57	111.720
13	125.984	28	119.003	43	119.311	58	111.454
14	125.863	29	117.773	44	120.749	59	110.853
15	125.913	30	116.984	45	122.276	60	110.744

รูปที่ 3.3 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

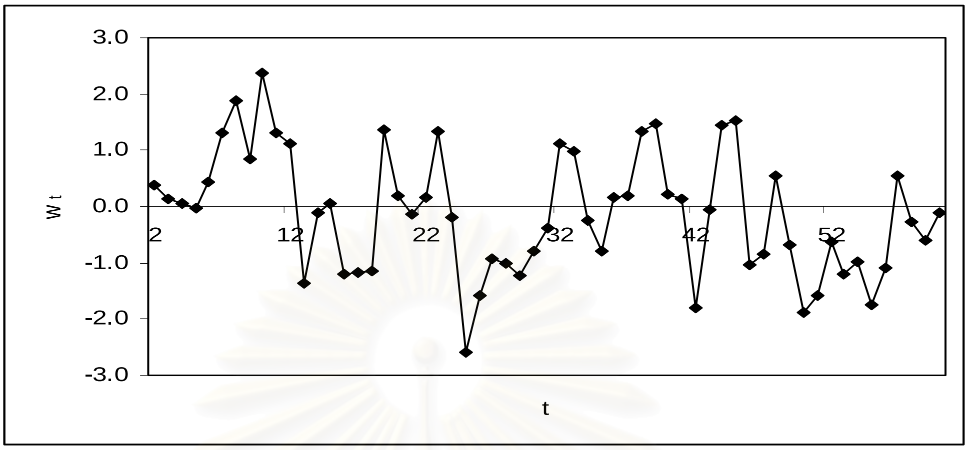
$$w_t = z_t - z_{t-1} \quad ; \quad t = 2,...,n$$

ตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.5

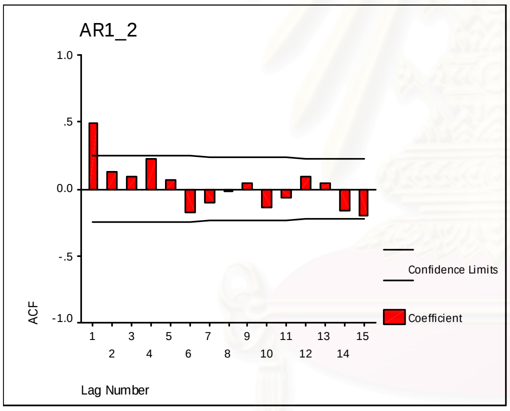
ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

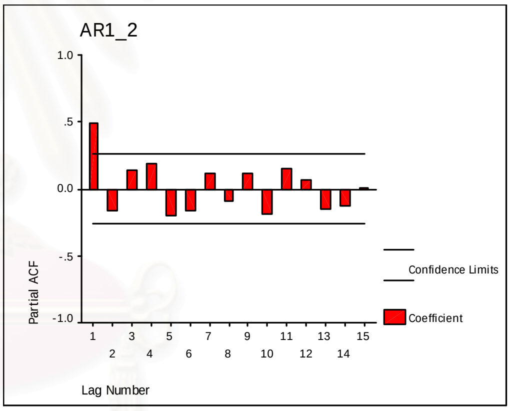
t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-1.1979	31	-0.3899	46	-1.0425
2	0.3750	17	-1.1852	32	1.1316	47	-0.8451
3	0.1259	18	-1.1452	33	0.9759	48	0.5533
4	0.0507	19	1.3597	34	-0.2478	49	-0.6924
5	-0.0354	20	0.1898	35	-0.7873	50	-1.8821
6	0.4439	21	-0.1230	36	0.1649	51	-1.5750
7	1.3115	22	0.1680	37	0.1945	52	-0.6260
8	1.8847	23	1.3330	38	1.3397	53	-1.1874
9	0.8435	24	-0.1981	39	1.4630	54	-0.9877
10	2.3713	25	-2.5881	40	0.2075	55	-1.7422
11	1.3120	26	-1.5898	41	0.1357	56	-1.0855
12	1.1086	27	-0.9243	42	-1.8068	57	0.5564
13	-1.3517	28	-1.0090	43	-0.0538	58	-0.2660
14	-0.1206	29	-1.2299	44	1.4374	59	-0.6011
15	0.0505	30	-0.7891	45	1.5269	60	-0.1086

รูปที่ 3.4 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.5 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.3





2.1.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\sigma_a^2}{1-\phi_1^2} = \frac{1}{1-\phi_1^2}$ และสร้าง $a_t \,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^2 . t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t \,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

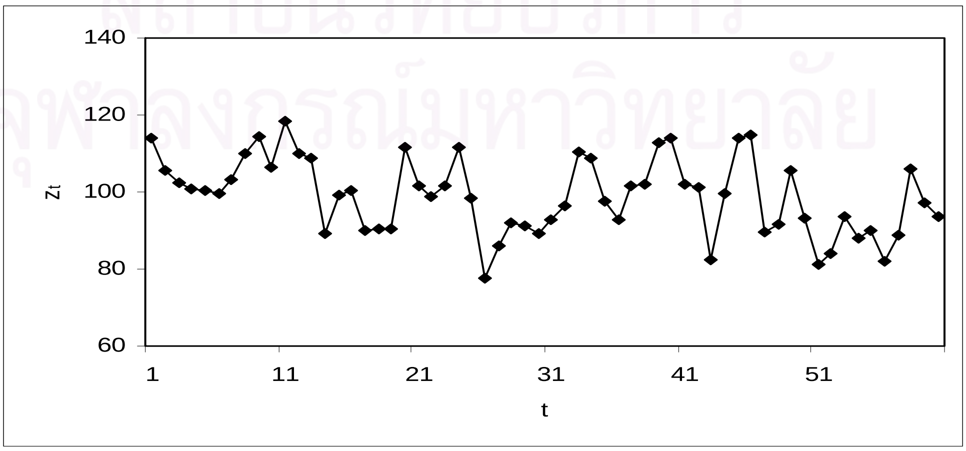
$$z_t = (\mu - \phi_1\mu) + \phi_1 z_{t-1} + a_t$$

ตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	114.161	16	100.399	31	92.992	46	114.930
2	105.628	17	90.186	32	96.552	47	89.668
3	102.598	18	90.266	33	110.372	48	91.627
4	100.830	19	90.554	34	108.945	49	105.527
5	100.314	20	111.457	35	97.684	50	93.072
6	99.696	21	101.599	36	92.688	51	81.104
7	103.329	22	98.950	37	101.557	52	84.160
8	109.957	23	101.436	38	101.831	53	93.734
9	114.407	24	111.461	39	112.636	54	87.962
10	106.419	25	98.235	40	113.835	55	89.956
11	118.419	26	77.414	41	101.907	56	82.138
12	110.179	27	86.125	42	101.251	57	88.868
13	108.659	28	91.936	43	82.542	58	105.871
14	89.060	29	91.123	44	99.513	59	97.260
15	99.002	30	89.088	45	114.033	60	93.726

รูปที่ 3.6 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

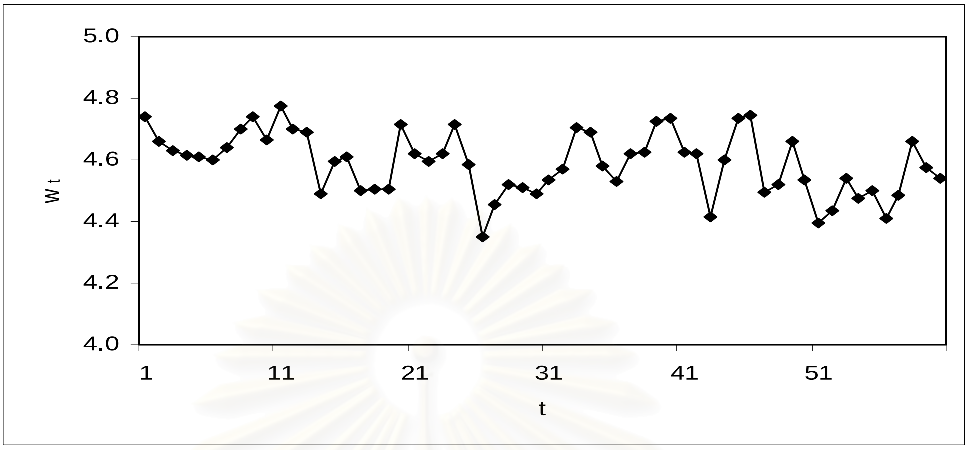
$$w_t = ln\, z_t$$

ตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.8

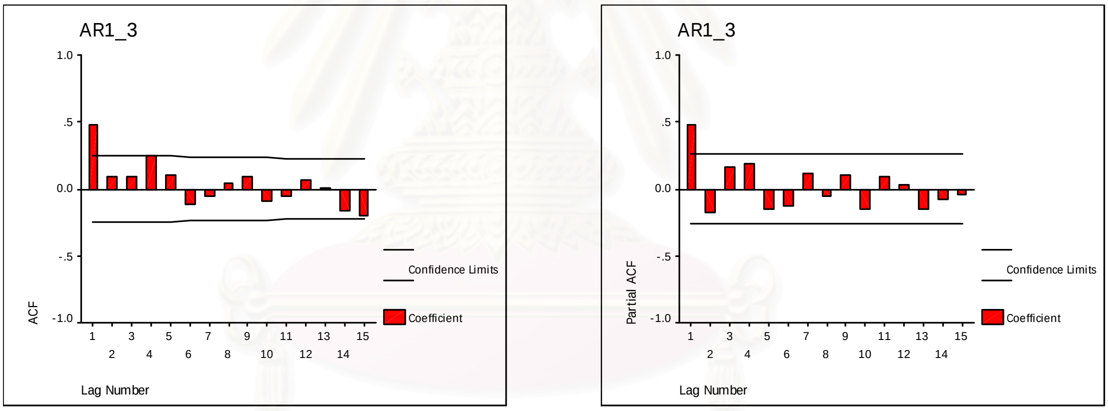
ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	4.7376	16	4.6092	31	4.5325	46	4.7443
2	4.6599	17	4.5019	32	4.5701	47	4.4961
3	4.6308	18	4.5028	33	4.7039	48	4.5177
4	4.6134	19	4.5059	34	4.6908	49	4.6590
5	4.6083	20	4.7136	35	4.5817	50	4.5334
6	4.6021	21	4.6210	36	4.5292	51	4.3957
7	4.6379	22	4.5946	37	4.6206	52	4.4327
8	4.7001	23	4.6194	38	4.6233	53	4.5405
9	4.7398	24	4.7137	39	4.7242	54	4.4769
10	4.6674	25	4.5874	40	4.7348	55	4.4993
11	4.7742	26	4.3492	41	4.6241	56	4.4084
12	4.7021	27	4.4558	42	4.6176	57	4.4871
13	4.6882	28	4.5211	43	4.4133	58	4.6622
14	4.4893	29	4.5122	44	4.6003	59	4.5774
15	4.5951	30	4.4896	45	4.7365	60	4.5404

รูปที่ 3.7 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.8 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.5



2.1.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\sigma_a^{\ 2}}{1-\phi_1^{\ 2}} = \frac{1}{1-\phi_1^{\ 2}}$ และสร้าง $a_t \,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{\ 2}.t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t \,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

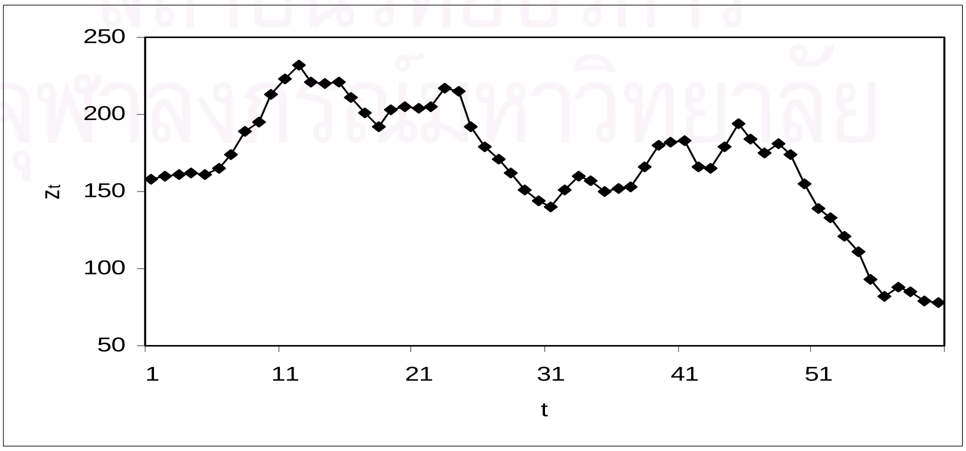
$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t$$

ตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARI(1,1)

ตารางที่ 3.6 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	157.870	16	210.840	31	140.495	46	183.637
2	160.440	17	201.178	32	150.804	47	175.306
3	161.261	18	191.802	33	159.696	48	180.805
4	161.571	19	203.178	34	157.392	49	173.912
5	161.269	20	204.765	35	150.123	50	155.110
6	164.568	21	203.723	36	151.671	51	139.349
7	174.439	22	205.149	37	153.491	52	133.113
8	188.722	23	216.532	38	166.055	53	121.134
9	195.085	24	214.778	39	179.813	54	111.138
10	213.350	25	192.341	40	181.709	55	93.362
11	223.444	26	178.557	41	182.953	56	82.282
12	232.031	27	170.546	42	165.588	57	88.127
13	221.175	28	161.726	43	165.105	58	85.401
14	220.184	29	150.883	44	179.064	59	79.155
15	220.581	30	143.920	45	193.916	60	78.052

รูปที่ 3.9 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

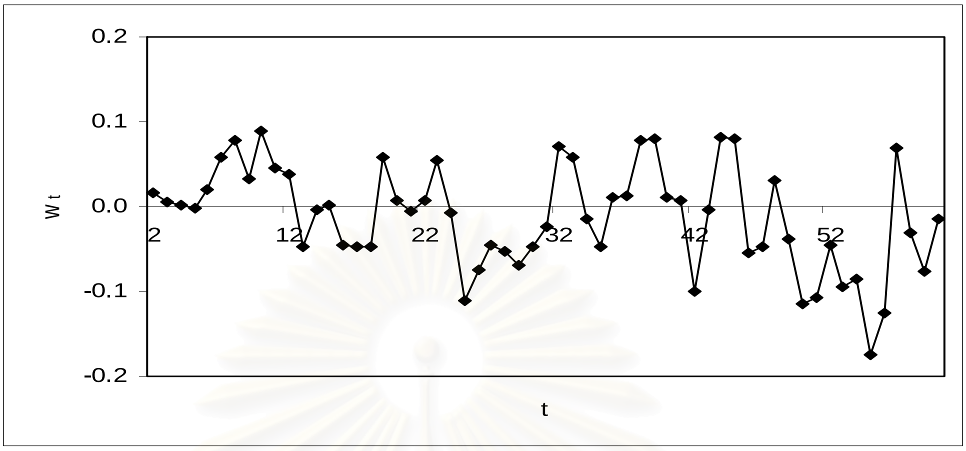
$$w_t = ln\,z_t - ln\,z_{t-1}\ ;\ t = 2,...,n$$

ตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.11

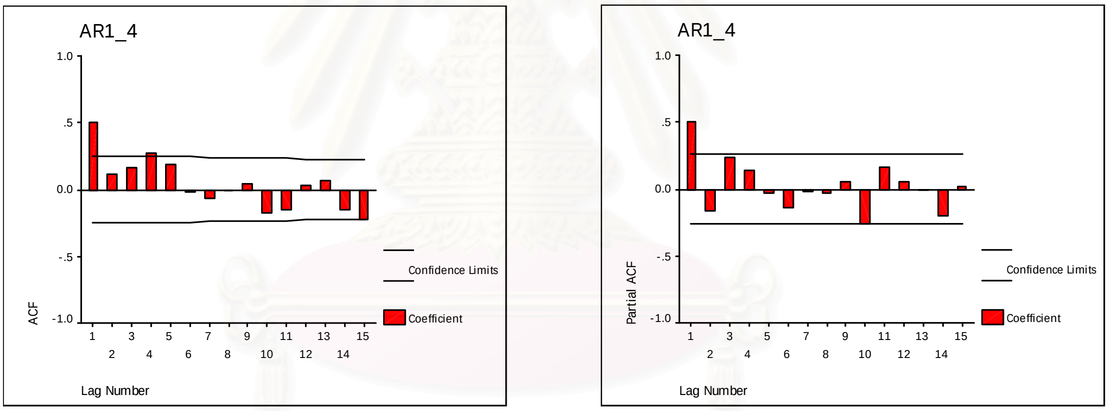
ตารางที่ 3.7 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-0.0452	31	-0.0241	46	-0.0545
2	0.0161	17	-0.0469	32	0.0708	47	-0.0464
3	0.0051	18	-0.0477	33	0.0573	48	0.0309
4	0.0019	19	0.0576	34	-0.0145	49	-0.0389
5	-0.0019	20	0.0078	35	-0.0473	50	-0.1144
6	0.0203	21	-0.0051	36	0.0103	51	-0.1072
7	0.0582	22	0.0070	37	0.0119	52	-0.0458
8	0.0787	23	0.0540	38	0.0787	53	-0.0943
9	0.0332	24	-0.0081	39	0.0796	54	-0.0861
10	0.0895	25	-0.1103	40	0.0105	55	-0.1743
11	0.0462	26	-0.0744	41	0.0068	56	-0.1263
12	0.0377	27	-0.0459	42	-0.0997	57	0.0686
13	-0.0479	28	-0.0531	43	-0.0029	58	-0.0314
14	-0.0045	29	-0.0694	44	0.0812	59	-0.0759
15	0.0018	30	-0.0473	45	0.0797	60	-0.0140

รูปที่ 3.10 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.11 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.7



2.2 การสร้างตัวแปร z_t ตามตัวแบบ AR(2) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.2.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{1-\phi_2}{1+\phi_2}\frac{{\sigma_a}^2}{(1-\phi_2)^2 - {\phi_1}^2}$ และสร้าง $a_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ ${\sigma_a}^2 = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

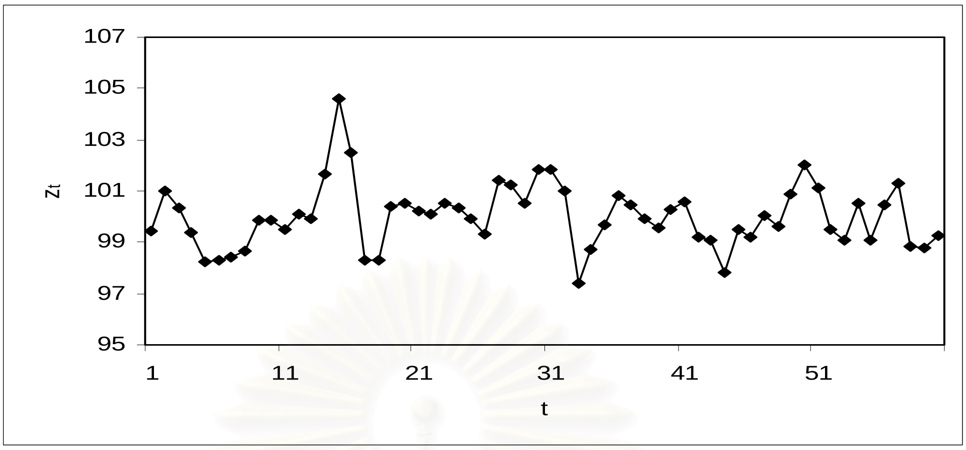
$$z_t = (\mu - \phi_1\mu - \phi_2\mu) + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + a_t$$

ตารางที่ 3.8 และรูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.13

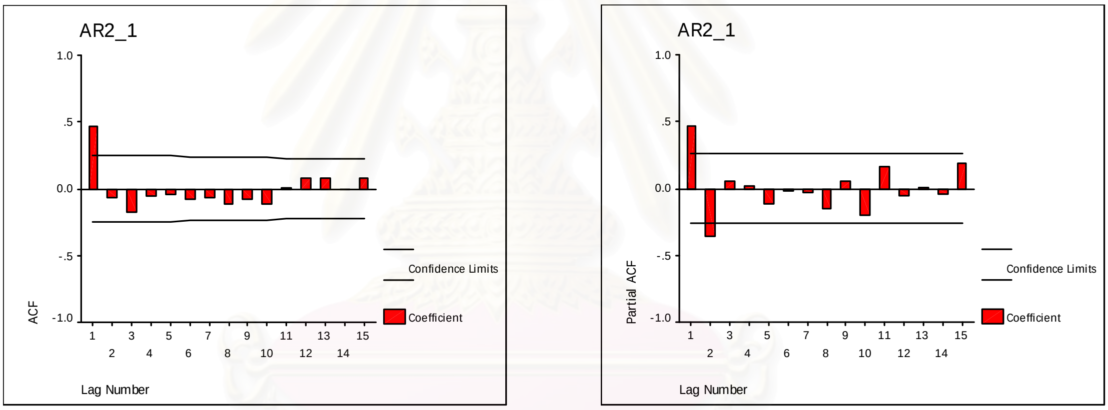
ตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	99.468	16	102.524	31	101.864	46	99.187
2	101.022	17	98.306	32	100.987	47	100.018
3	100.339	18	98.288	33	97.410	48	99.615
4	99.365	19	100.394	34	98.718	49	100.864
5	98.267	20	100.515	35	99.660	50	102.004
6	98.276	21	100.216	36	100.826	51	101.129
7	98.411	22	100.114	37	100.443	52	99.528
8	98.647	23	100.503	38	99.917	53	99.110
9	99.880	24	100.335	39	99.538	54	100.538
10	99.847	25	99.906	40	100.253	55	99.096
11	99.489	26	99.321	41	100.564	56	100.480
12	100.128	27	101.447	42	99.227	57	101.315
13	99.912	28	101.231	43	99.080	58	98.827
14	101.678	29	100.527	44	97.838	59	98.784
15	104.604	30	101.849	45	99.524	60	99.288

รูปที่ 3.12 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.13 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.8



2.2.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-2}, z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{1-\phi_2}{1+\phi_2}\frac{\sigma_a^2}{(1-\phi_2)^2 - \phi_1^2}$ และสร้าง $a_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^2 = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

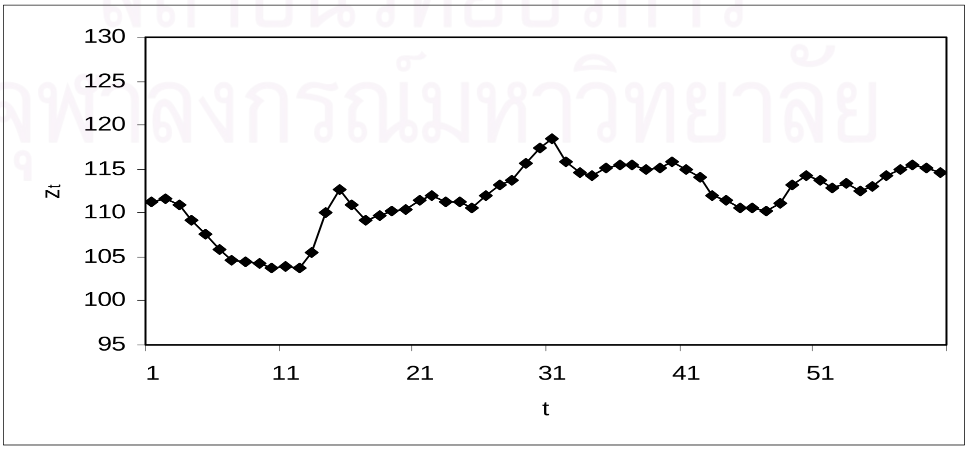
$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)z_{t-2} - \phi_2 z_{t-3} + a_t$$

ตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.14 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARI(2,1)

ตารางที่ 3.9 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	111.276	16	110.948	31	118.445	46	110.646
2	111.615	17	109.236	32	115.855	47	110.261
3	110.979	18	109.630	33	114.573	48	111.125
4	109.246	19	110.144	34	114.232	49	113.129
5	107.522	20	110.361	35	115.058	50	114.258
6	105.933	21	111.475	36	115.501	51	113.787
7	104.580	22	111.978	37	115.418	52	112.897
8	104.460	23	111.313	38	114.955	53	113.435
9	104.308	24	111.219	39	115.208	54	112.531
10	103.796	25	110.540	40	115.772	55	113.011
11	103.924	26	111.988	41	114.999	56	114.326
12	103.837	27	113.218	42	114.079	57	115.032
13	105.514	28	113.745	43	111.917	58	115.398
14	110.119	29	115.595	44	111.441	59	115.118
15	112.642	30	117.458	45	110.628	60	114.611

รูปที่ 3.14 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

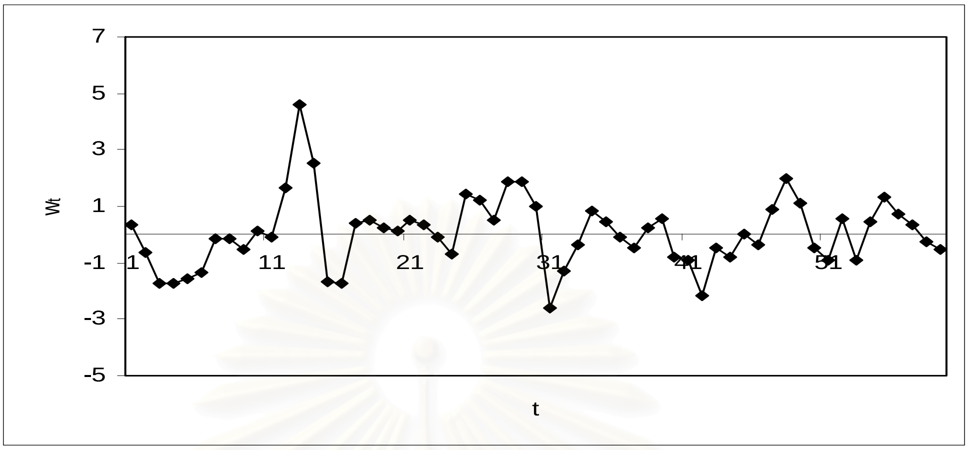
$$w_t = z_t - z_{t-1} \quad ; \quad t = 2,\ldots,n$$

ตารางที่ 3.10 และรูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.16

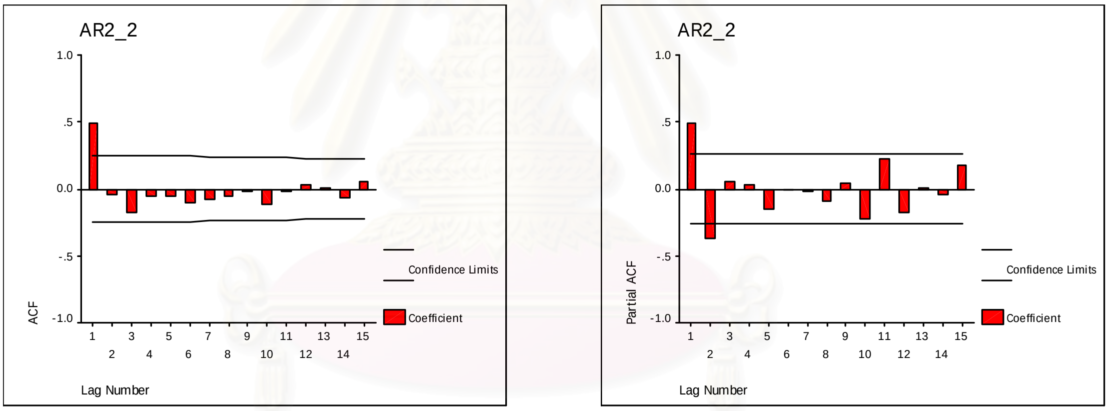
ตารางที่ 3.10 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-1.6942	31	0.9871	46	0.0176
2	0.3388	17	-1.7125	32	-2.5904	47	-0.3852
3	-0.6353	18	0.3940	33	-1.2824	48	0.8640
4	-1.7332	19	0.5147	34	-0.3402	49	2.0043
5	-1.7238	20	0.2164	35	0.8225	50	1.1292
6	-1.5895	21	0.1143	36	0.4434	51	-0.4718
7	-1.3526	22	0.5027	37	-0.0834	52	-0.8900
8	-0.1198	23	0.3353	38	-0.4624	53	0.5384
9	-0.1527	24	-0.0939	39	0.2527	54	-0.9039
10	-0.5114	25	-0.6787	40	0.5635	55	0.4802
11	0.1281	26	1.4472	41	-0.7730	56	1.3151
12	-0.0878	27	1.2306	42	-0.9196	57	0.7055
13	1.6777	28	0.5273	43	-2.1623	58	0.3660
14	4.6044	29	1.8492	44	-0.4756	59	-0.2795
15	2.5236	30	1.8636	45	-0.8127	60	-0.5078

รูปที่ 3.15 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.16 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.10



2.2.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\dfrac{1-\phi_2}{1+\phi_2}\dfrac{\sigma_a^{\,2}}{(1-\phi_2)^2 - \phi_1^{\,2}}$ และสร้าง $a_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{\,2}.t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

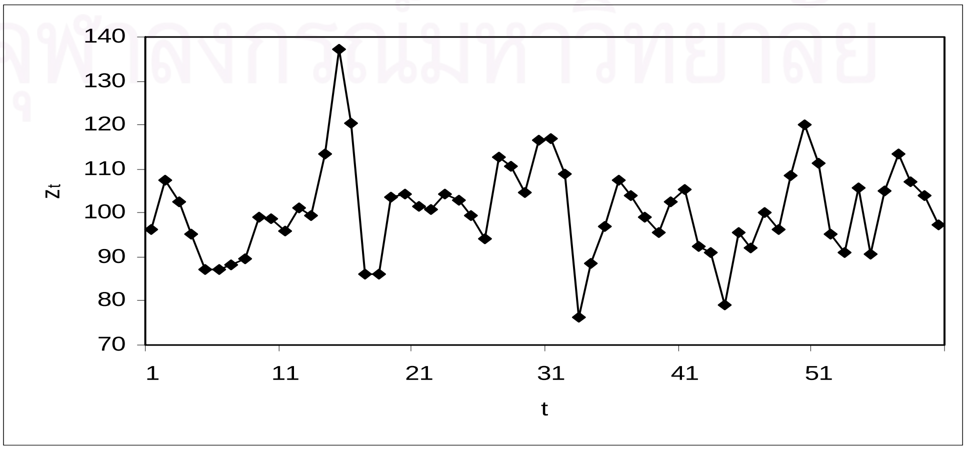
$$z_t = (\mu - \phi_1\mu - \phi_2\mu) + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + a_t$$

ตารางที่ 3.11 และรูปที่ 3.17 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น

ตารางที่ 3.11 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	96.274	16	120.302	31	116.787	46	91.978
2	107.565	17	86.176	32	108.948	47	100.103
3	102.495	18	86.251	33	76.461	48	96.119
4	95.308	19	103.528	34	88.457	49	108.594
5	87.169	20	104.203	35	96.917	50	120.021
6	87.182	21	101.612	36	107.538	51	111.295
7	88.029	22	100.872	37	103.961	52	95.259
8	89.651	23	104.331	38	99.162	53	91.087
9	98.993	24	102.944	39	95.708	54	105.587
10	98.690	25	99.231	40	102.496	55	90.689
11	95.948	26	94.112	41	105.385	56	104.920
12	101.042	27	112.726	42	92.533	57	113.545
13	99.320	28	110.771	43	91.147	58	107.270
14	113.431	29	104.622	44	79.072	59	103.837
15	137.031	30	116.582	45	95.427	60	97.132

รูปที่ 3.17 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

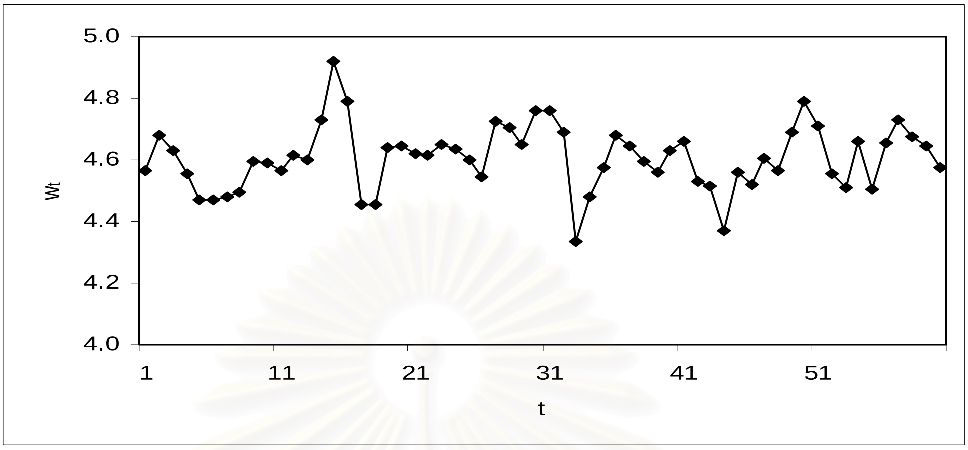
$$w_t = ln\, z_t$$

ตารางที่ 3.12 และรูปที่ 3.18 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.19

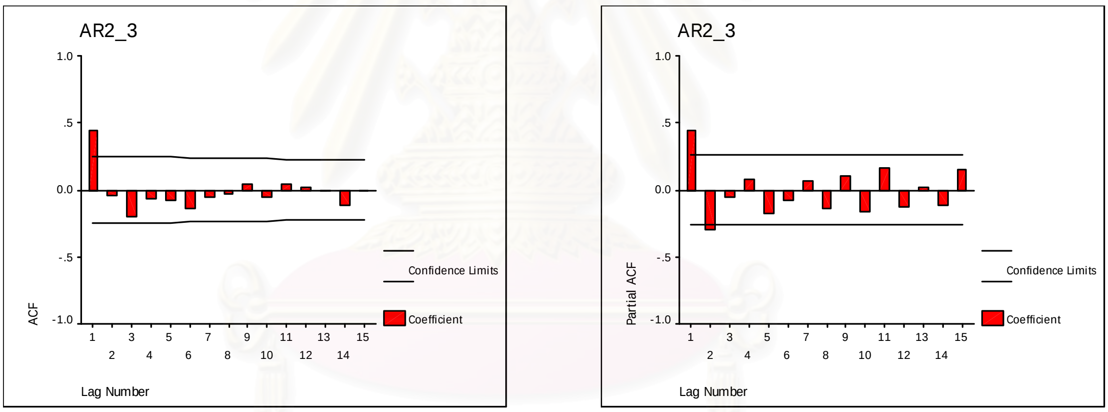
ตารางที่ 3.12 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	4.5672	16	4.7900	31	4.7604	46	4.5216
2	4.6781	17	4.4564	32	4.6909	47	4.6062
3	4.6298	18	4.4573	33	4.3368	48	4.5656
4	4.5571	19	4.6398	34	4.4825	49	4.6876
5	4.4679	20	4.6463	35	4.5739	50	4.7877
6	4.4680	21	4.6212	36	4.6778	51	4.7122
7	4.4777	22	4.6139	37	4.6440	52	4.5566
8	4.4959	23	4.6476	38	4.5968	53	4.5118
9	4.5951	24	4.6342	39	4.5613	54	4.6595
10	4.5920	25	4.5975	40	4.6298	55	4.5074
11	4.5638	26	4.5445	41	4.6576	56	4.6532
12	4.6155	27	4.7250	42	4.5276	57	4.7322
13	4.5983	28	4.7075	43	4.5125	58	4.6754
14	4.7312	29	4.6504	44	4.3704	59	4.6428
15	4.9202	30	4.7586	45	4.5584	60	4.5761

รูปที่ 3.18 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.19 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.12



2.2.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-2} , z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{1-\phi_2}{1+\phi_2}\frac{\sigma_a^{\,2}}{(1-\phi_2)^2 - \phi_1^{\,2}}$ และสร้าง $a_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{\,2}.t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

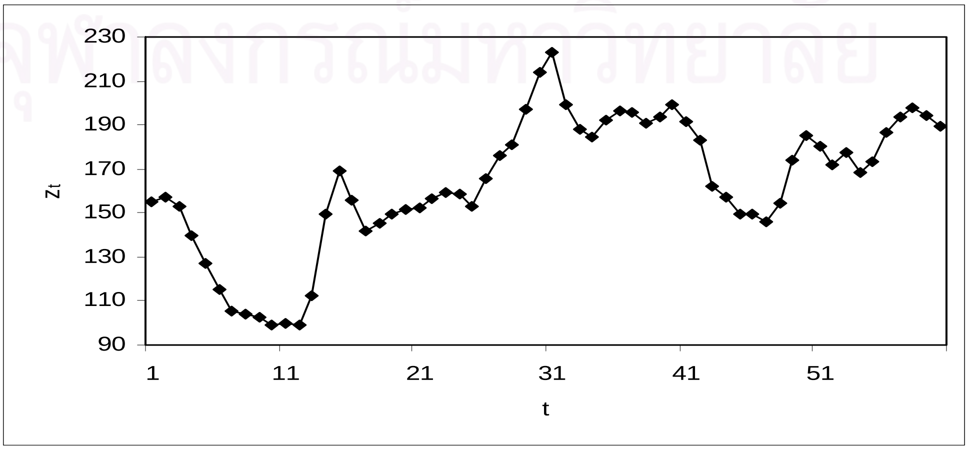
$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)z_{t-2} - \phi_2 z_{t-3} + a_t$$

ตารางที่ 3.13 และรูปที่ 3.20 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARI(2,1)

ตารางที่ 3.13 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	154.834	16	155.650	31	222.753	46	149.512
2	157.306	17	142.009	32	199.357	47	145.650
3	152.657	18	145.515	33	187.886	48	154.200
4	139.944	19	149.686	34	184.821	49	174.120
5	127.242	20	151.284	35	192.314	50	185.359
6	115.377	21	152.148	36	196.250	51	180.641
7	105.117	22	156.450	37	195.416	52	171.773
8	104.117	23	159.375	38	191.149	53	177.333
9	102.816	24	158.612	39	193.632	54	168.067
10	98.796	25	152.763	40	198.987	55	172.963
11	99.830	26	165.407	41	191.560	56	186.444
12	99.155	27	176.107	42	182.755	57	193.680
13	112.481	28	180.698	43	161.939	58	197.500
14	149.225	29	197.177	44	157.391	59	194.645
15	169.370	30	213.859	45	149.411	60	189.390

รูปที่ 3.20 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

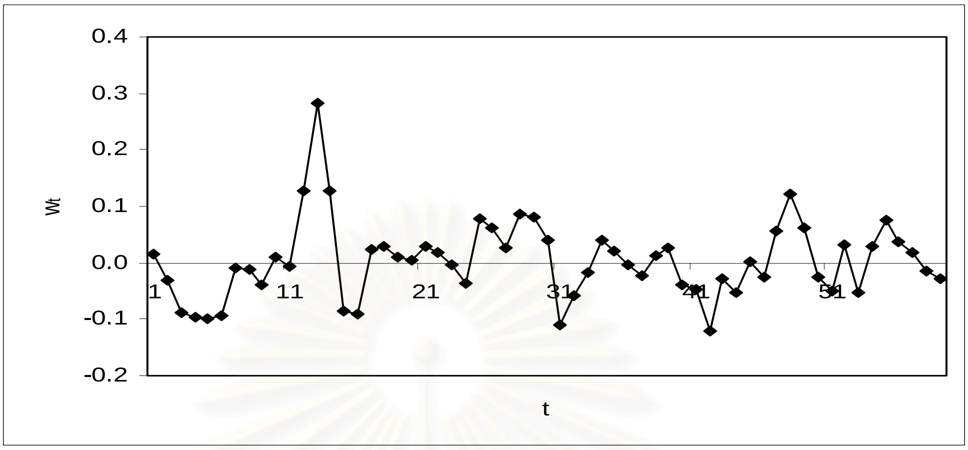
$$w_t = ln\, z_t - ln\, z_{t-1} \; ; t = 2,\ldots,n$$

ตารางที่ 3.14 และรูปที่ 3.21 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ AR(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.22

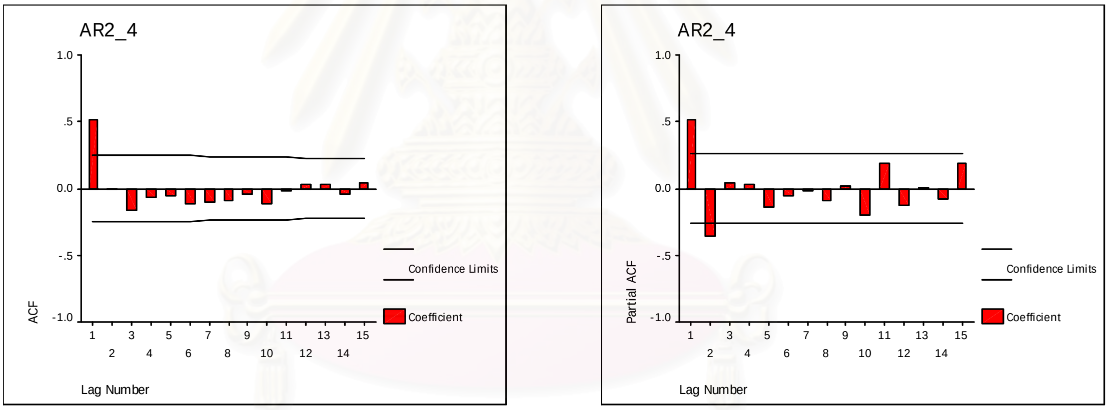
ตารางที่ 3.14 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-0.0845	31	0.0407	46	0.0007
2	0.0158	17	-0.0917	32	-0.1110	47	-0.0262
3	-0.0300	18	0.0244	33	-0.0593	48	0.0570
4	-0.0870	19	0.0283	34	-0.0164	49	0.1215
5	-0.0951	20	0.0106	35	0.0397	50	0.0625
6	-0.0979	21	0.0057	36	0.0203	51	-0.0258
7	-0.0931	22	0.0279	37	-0.0043	52	-0.0503
8	-0.0096	23	0.0185	38	-0.0221	53	0.0319
9	-0.0126	24	-0.0048	39	0.0129	54	-0.0537
10	-0.0399	25	-0.0376	40	0.0273	55	0.0287
11	0.0104	26	0.0795	41	-0.0380	56	0.0751
12	-0.0068	27	0.0627	42	-0.0471	57	0.0381
13	0.1261	28	0.0257	43	-0.1209	58	0.0195
14	0.2827	29	0.0873	44	-0.0285	59	-0.0146
15	0.1266	30	0.0812	45	-0.0520	60	-0.0274

รูปที่ 3.21 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.22 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.14



2.3 การสร้างตัวแปร z_t ตามตัวแบบ MA(1) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.3.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

สร้าง $a_t\ ;\ t = 0,...,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a{}^2 = 1$ และกำหนดให้ $\mu = 100$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,...,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

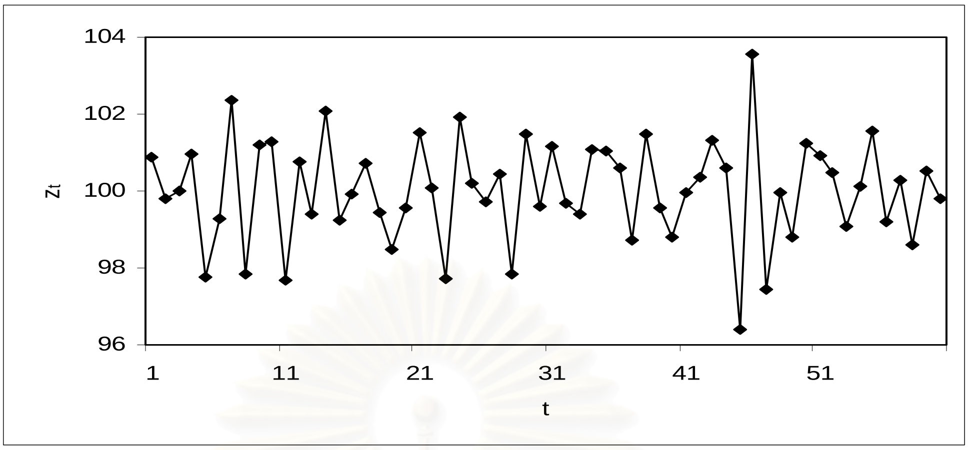
$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.15 และรูปที่ 3.23 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.24

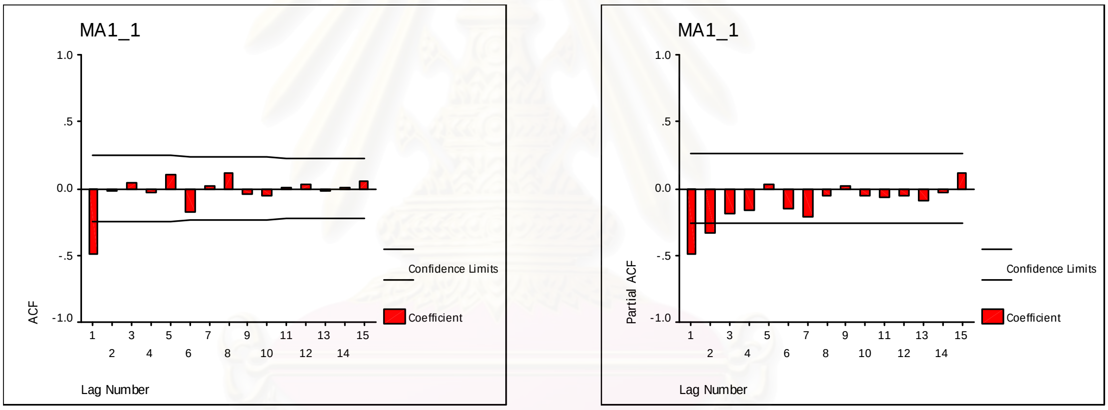
ตารางที่ 3.15 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	100.883	16	99.922	31	101.149	46	103.569
2	99.780	17	100.730	32	99.696	47	97.459
3	99.997	18	99.455	33	99.399	48	99.959
4	100.945	19	98.488	34	101.071	49	98.815
5	97.747	20	99.579	35	101.021	50	101.235
6	99.285	21	101.525	36	100.590	51	100.915
7	102.349	22	100.099	37	98.708	52	100.475
8	97.837	23	97.721	38	101.476	53	99.062
9	101.209	24	101.927	39	99.546	54	100.101
10	101.267	25	100.187	40	98.785	55	101.543
11	97.668	26	99.706	41	99.944	56	99.208
12	100.753	27	100.428	42	100.344	57	100.260
13	99.393	28	97.824	43	101.330	58	98.615
14	102.100	29	101.475	44	100.609	59	100.521
15	99.239	30	99.582	45	96.392	60	99.810

รูปที่ 3.23 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.24 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.15



2.3.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $(1+\theta_1^{\,2})\sigma_a^{\,2} = 1+\theta_1^{\,2}$ และสร้าง $a_t\,;\, t = 0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{\,2} = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t\,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

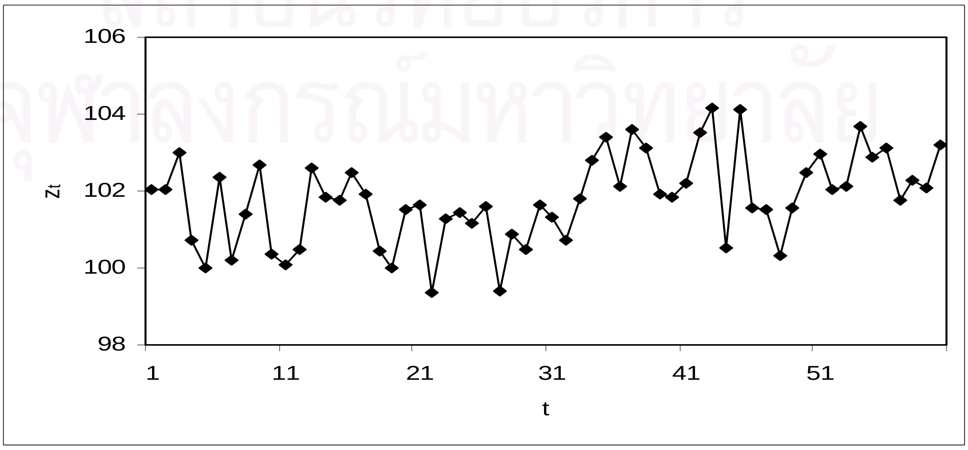
$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.16 และรูปที่ 3.25 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARIMA(0,1,1) หรือ IMA(1,1)

ตารางที่ 3.16 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	102.039	16	102.478	31	101.319	46	101.563
2	102.036	17	101.933	32	100.718	47	101.522
3	102.981	18	100.421	33	101.789	48	100.337
4	100.728	19	100.000	34	102.810	49	101.572
5	100.013	20	101.526	35	103.400	50	102.487
6	102.362	21	101.625	36	102.108	51	102.962
7	100.199	22	99.346	37	103.584	52	102.024
8	101.408	23	101.272	38	103.130	53	102.125
9	102.675	24	101.460	39	101.915	54	103.668
10	100.343	25	101.166	40	101.859	55	102.876
11	100.095	26	101.594	41	102.203	56	103.136
12	100.488	27	99.418	42	103.533	57	101.750
13	102.588	28	100.893	43	104.142	58	102.271
14	101.827	29	100.475	44	100.534	59	102.081
15	101.749	30	101.623	45	104.103	60	103.182

รูปที่ 3.25 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

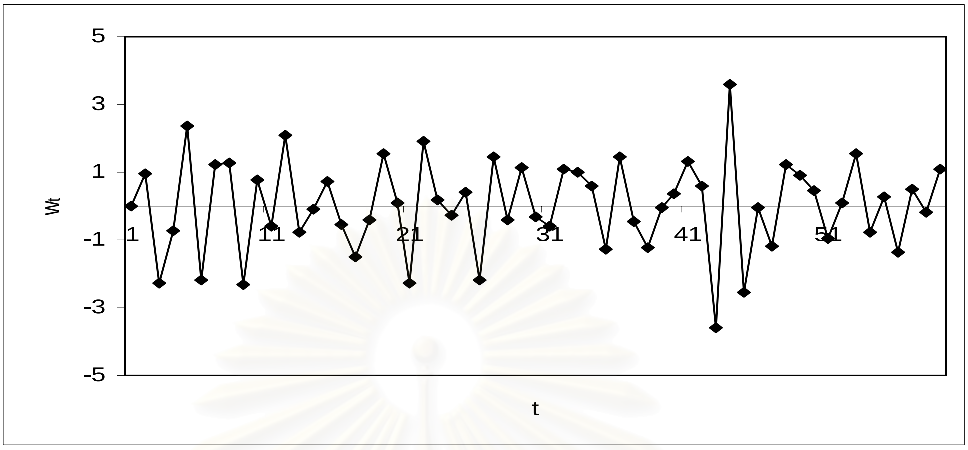
$$w_t = z_t - z_{t-1} \quad ; \quad t = 2,\ldots,n$$

ตารางที่ 3.17 และรูปที่ 3.26 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.27

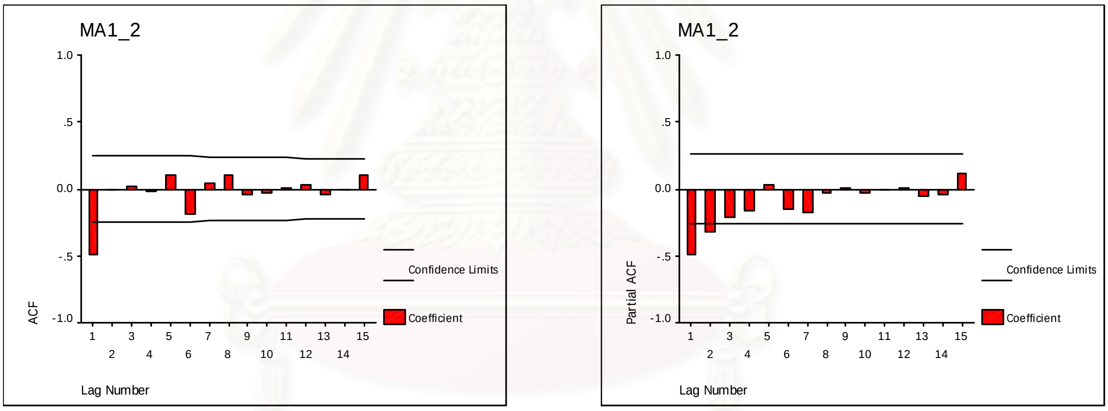
ตารางที่ 3.17 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	0.7298	31	-0.3045	46	-2.5405
2	-0.0029	17	-0.5453	32	-0.6005	47	-0.0409
3	0.9451	18	-1.5121	33	1.0712	48	-1.1849
4	-2.2527	19	-0.4206	34	1.0210	49	1.2354
5	-0.7152	20	1.5254	35	0.5895	50	0.9149
6	2.3489	21	0.0989	36	-1.2921	51	0.4750
7	-2.1629	22	-2.2792	37	1.4759	52	-0.9381
8	1.2090	23	1.9266	38	-0.4538	53	0.1013
9	1.2667	24	0.1874	39	-1.2147	54	1.5427
10	-2.3322	25	-0.2937	40	-0.0561	55	-0.7918
11	0.7525	26	0.4283	41	0.3441	56	0.2594
12	-0.6067	27	-2.1763	42	1.3301	57	-1.3851
13	2.0995	28	1.4751	43	0.6085	58	0.5209
14	-0.7613	29	-0.4183	44	-3.6081	59	-0.1904
15	-0.0780	30	1.1486	45	3.5693	60	1.1007

รูปที่ 3.26 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.27 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.17



2.3.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง $a_t \,;\, t = 0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a{}^2 . t = t$ และกำหนดให้ $\mu = 100$

จากนั้นสร้าง $z_t \,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

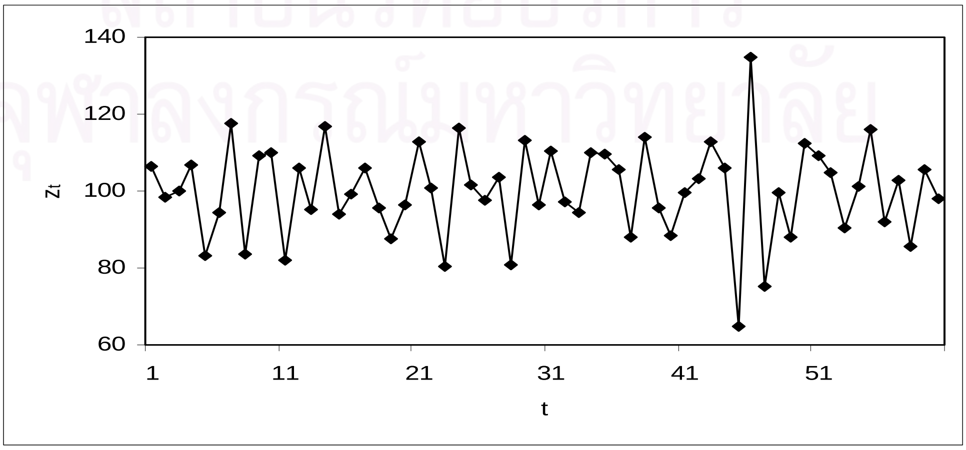
$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.18 และรูปที่ 3.28 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น

ตารางที่ 3.18 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	106.285	16	99.386	31	110.320	46	134.879
2	98.446	17	105.985	32	97.280	47	75.050
3	99.995	18	95.548	33	94.545	48	99.549
4	106.958	19	87.449	34	109.805	49	88.171
5	83.355	20	96.415	35	109.449	50	112.276
6	94.575	21	112.781	36	105.539	51	109.182
7	117.639	22	100.855	37	88.032	52	104.823
8	83.576	23	80.543	38	113.856	53	90.519
9	109.211	24	116.480	39	95.790	54	101.028
10	109.815	25	101.639	40	88.514	55	115.808
11	81.853	26	97.461	41	99.443	56	91.907
12	105.860	27	103.761	42	103.281	57	102.701
13	95.171	28	80.802	43	112.827	58	85.628
14	116.755	29	113.030	44	105.954	59	105.404
15	93.934	30	96.260	45	64.901	60	97.995

รูปที่ 3.28 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

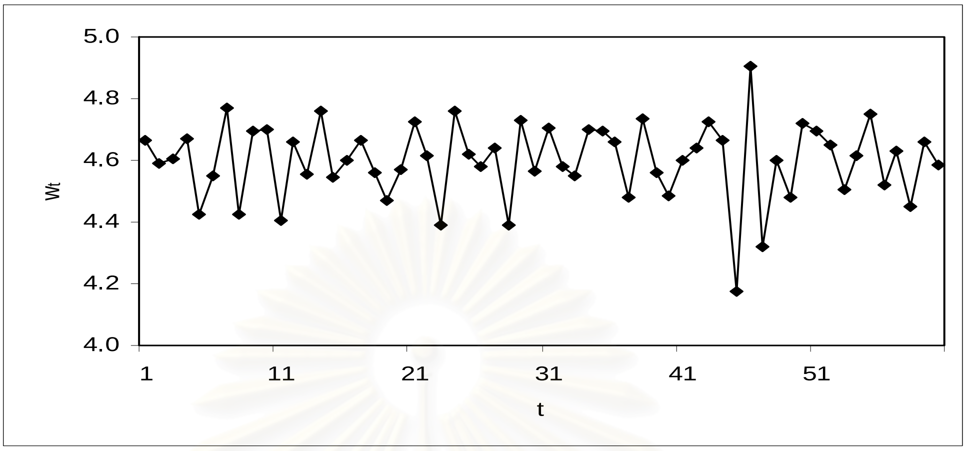
$$w_t = ln\, z_t$$

ตารางที่ 3.19 และรูปที่ 3.29 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.30

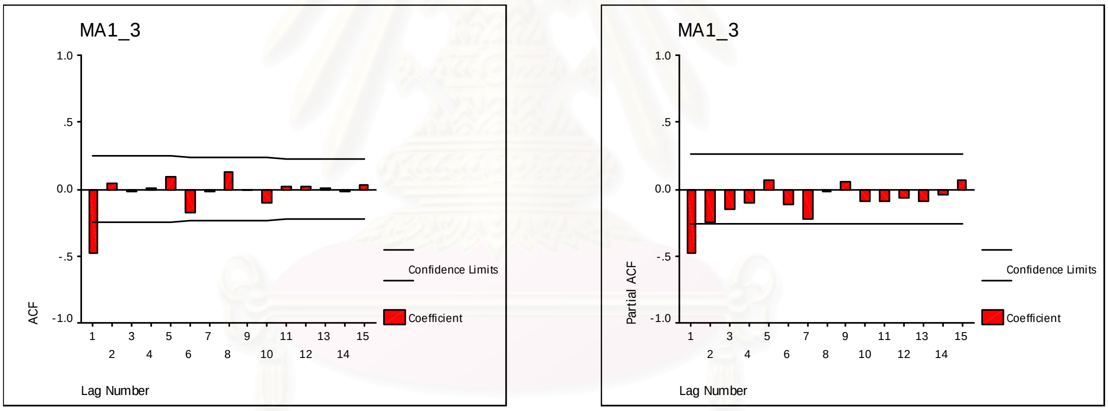
ตารางที่ 3.19 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	4.6661	16	4.5990	31	4.7034	46	4.9044
2	4.5895	17	4.6633	32	4.5776	47	4.3182
3	4.6051	18	4.5596	33	4.5491	48	4.6006
4	4.6724	19	4.4711	34	4.6987	49	4.4793
5	4.4231	20	4.5687	35	4.6955	50	4.7210
6	4.5494	21	4.7255	36	4.6591	51	4.6930
7	4.7676	22	4.6137	37	4.4777	52	4.6523
8	4.4258	23	4.3888	38	4.7349	53	4.5056
9	4.6933	24	4.7577	39	4.5622	54	4.6154
10	4.6988	25	4.6214	40	4.4832	55	4.7519
11	4.4049	26	4.5794	41	4.5996	56	4.5208
12	4.6621	27	4.6421	42	4.6375	57	4.6318
13	4.5557	28	4.3920	43	4.7259	58	4.4500
14	4.7601	29	4.7277	44	4.6630	59	4.6578
15	4.5426	30	4.5671	45	4.1729	60	4.5849

รูปที่ 3.29 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.30 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.19



2.3.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $(1+\theta_1^{2})\sigma_a^{2} = 1+\theta_1^{2}$ และสร้าง $a_t\,;\, t = 0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{2}.t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t\,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

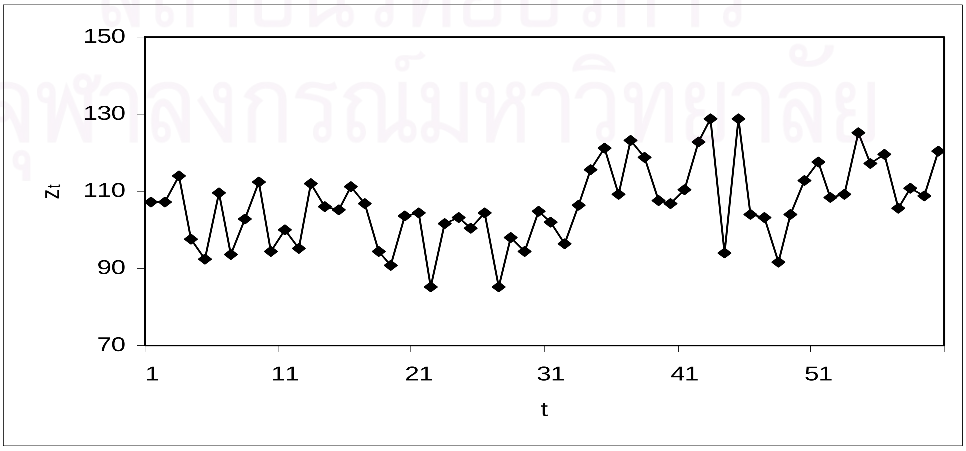
$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.20 และรูปที่ 3.31 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARIMA(0,1,1) หรือ IMA(1,1)

ตารางที่ 3.20 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	107.257	16	111.301	31	101.996	46	103.845
2	107.252	17	106.882	32	96.574	47	103.396
3	114.145	18	94.422	33	106.320	48	91.627
4	97.653	19	90.862	34	115.714	49	103.841
5	92.276	20	103.552	35	121.222	50	112.976
6	109.757	21	104.401	36	109.323	51	117.776
7	93.476	22	85.078	37	123.101	52	108.342
8	102.608	23	101.445	38	118.915	53	109.364
9	112.341	24	103.073	39	107.494	54	125.097
10	94.345	25	100.551	40	106.940	55	117.042
11	100.156	26	104.287	41	110.203	56	119.731
12	95.365	27	85.212	42	122.960	57	105.426
13	111.988	28	98.159	43	128.883	58	110.805
14	105.970	29	94.442	44	93.970	59	108.809
15	105.360	30	104.698	45	128.666	60	120.341

รูปที่ 3.31 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

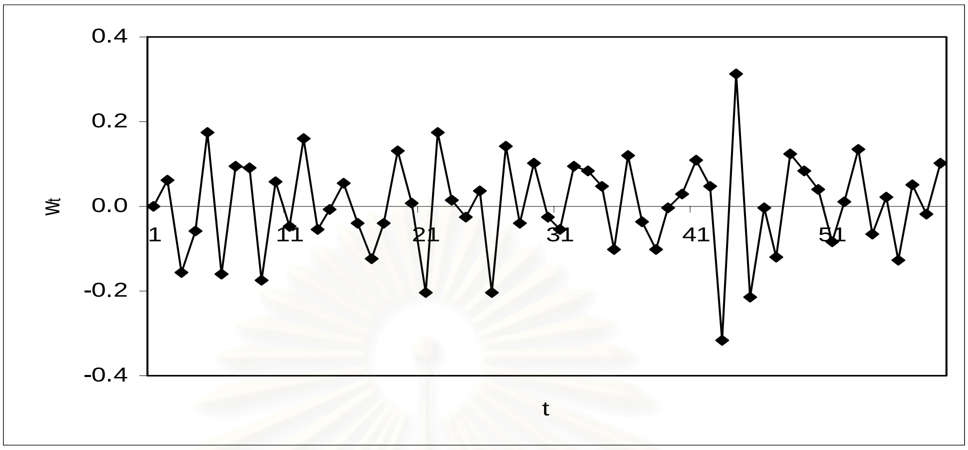
$$w_t = ln\, z_t - ln\, z_{t-1} \;;\; t = 2,\ldots,n$$

ตารางที่ 3.21 และรูปที่ 3.32 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.33

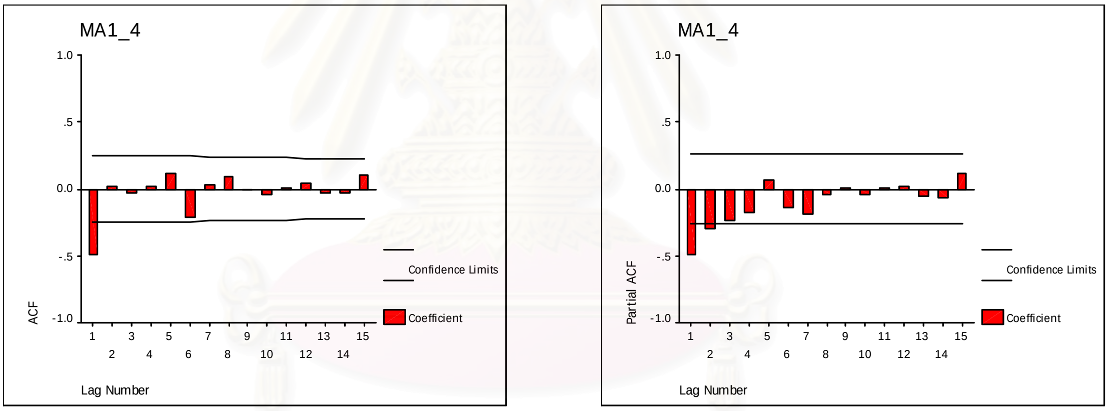
ตารางที่ 3.21 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	0.0548	31	-0.0262	46	-0.2143
2	0.0000	17	-0.0405	32	-0.0546	47	-0.0043
3	0.0623	18	-0.1239	33	0.0961	48	-0.1208
4	-0.1560	19	-0.0384	34	0.0847	49	0.1251
5	-0.0566	20	0.1307	35	0.0465	50	0.0843
6	0.1735	21	0.0082	36	-0.1033	51	0.0416
7	-0.1606	22	-0.2047	37	0.1187	52	-0.0835
8	0.0932	23	0.1759	38	-0.0346	53	0.0094
9	0.0906	24	0.0159	39	-0.1010	54	0.1344
10	-0.1746	25	-0.0248	40	-0.0052	55	-0.0666
11	0.0598	26	0.0365	41	0.0301	56	0.0227
12	-0.0490	27	-0.2020	42	0.1095	57	-0.1272
13	0.1607	28	0.1414	43	0.0470	58	0.0498
14	-0.0552	29	-0.0386	44	-0.3159	59	-0.0182
15	-0.0058	30	0.1031	45	0.3142	60	0.1007

รูปที่ 3.32 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.33 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.21



2.4. การสร้างตัวแปร z_t ตามตัวแบบ MA(2) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.4.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

สร้าง $a_t\ ;\ t = -1,0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a{}^2 = 1$ และกำหนดให้ $\mu = 100$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

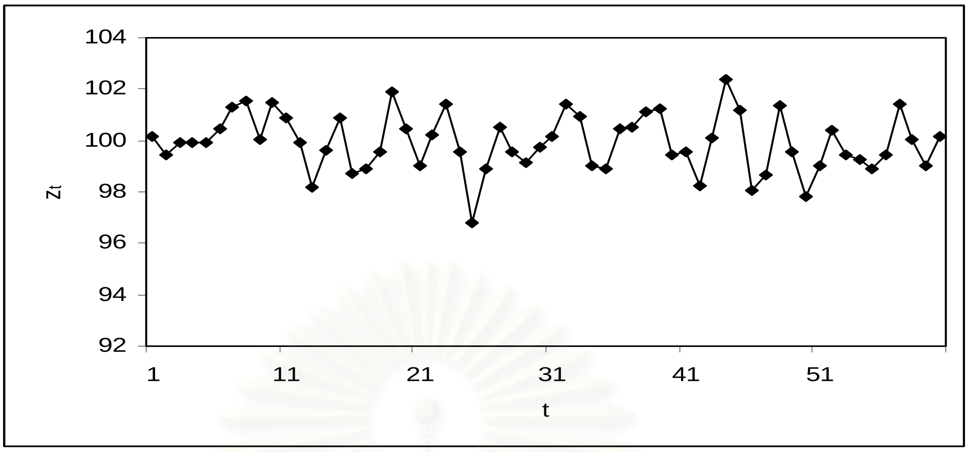
$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

ตารางที่ 3.22 และรูปที่ 3.34 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.35

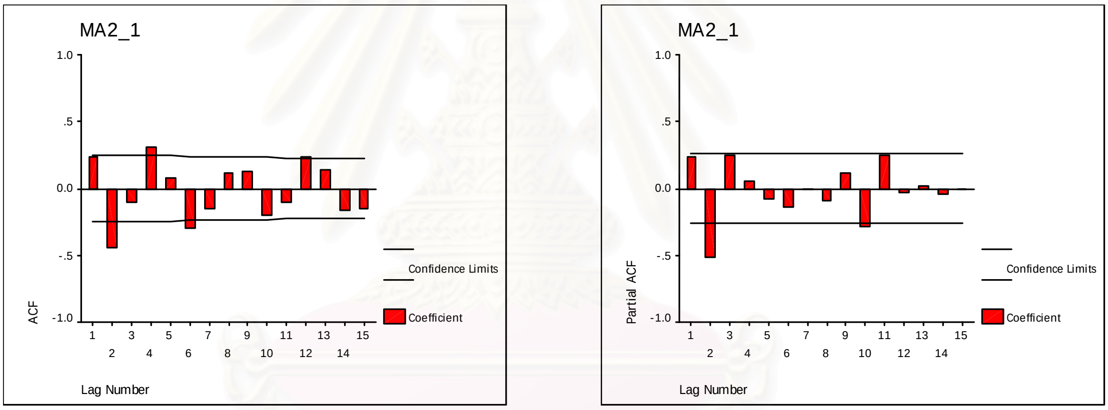
ตารางที่ 3.22 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	100.156	16	98.695	31	100.183	46	98.080
2	99.456	17	98.895	32	101.418	47	98.668
3	99.927	18	99.578	33	100.963	48	101.342
4	99.947	19	101.923	34	99.042	49	99.550
5	99.942	20	100.484	35	98.885	50	97.809
6	100.437	21	99.041	36	100.485	51	99.026
7	101.291	22	100.249	37	100.542	52	100.389
8	101.527	23	101.400	38	101.143	53	99.437
9	100.053	24	99.570	39	101.252	54	99.255
10	101.502	25	96.785	40	99.415	55	98.875
11	100.879	26	98.928	41	99.544	56	99.440
12	99.893	27	100.505	42	98.251	57	101.418
13	98.166	28	99.568	43	100.084	58	100.012
14	99.618	29	99.142	44	102.363	59	99.017
15	100.871	30	99.727	45	101.193	60	100.151

รูปที่ 3.34 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.35 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.22



2.4.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\left(1+\theta_1^2+\theta_2^2\right)\sigma_a^2 = 1+\theta_1^2+\theta_2^2$ และสร้าง $a_t\ ; t = -1,0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^2 = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ; t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

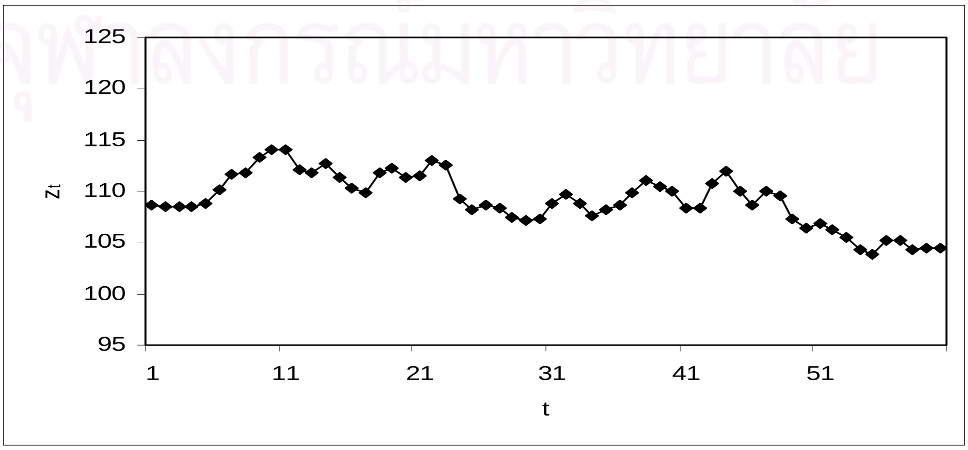
$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

ตารางที่ 3.23 และรูปที่ 3.36 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARIMA(0,1,2) หรือ IMA(1,2)

ตารางที่ 3.23 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	108.611	16	110.254	31	108.756	46	108.665
2	108.538	17	109.832	32	109.719	47	110.007
3	108.485	18	111.755	33	108.761	48	109.557
4	108.427	19	112.239	34	107.646	49	107.366
5	108.864	20	111.280	35	108.130	50	106.392
6	110.155	21	111.529	36	108.672	51	106.781
7	111.682	22	112.929	37	109.816	52	106.218
8	111.735	23	112.499	38	111.067	53	105.473
9	113.237	24	109.285	39	110.482	54	104.349
10	114.116	25	108.213	40	110.026	55	103.789
11	114.009	26	108.717	41	108.278	56	105.206
12	112.175	27	108.285	42	108.362	57	105.218
13	111.792	28	107.428	43	110.724	58	104.235
14	112.664	29	107.155	44	111.917	59	104.387
15	111.359	30	107.338	45	109.997	60	104.395

รูปที่ 3.36 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

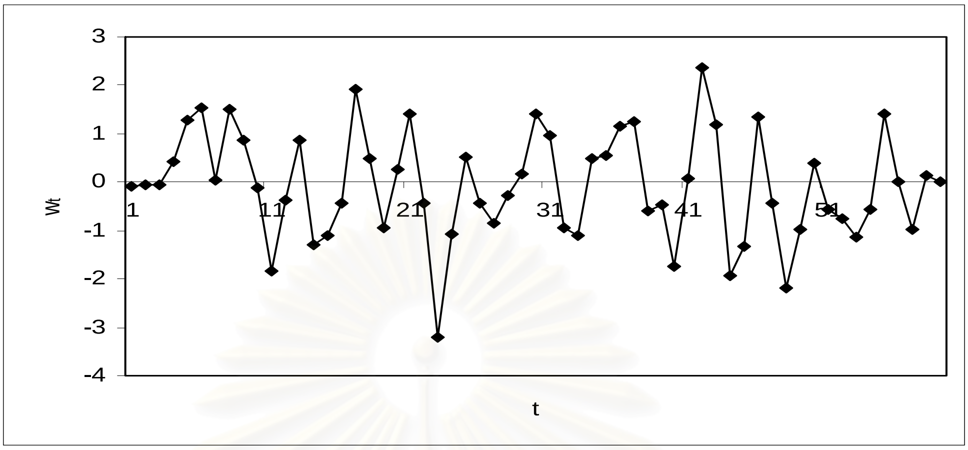
$$w_t = z_t - z_{t-1} \quad ; \quad t = 2,\ldots,n$$

ตารางที่ 3.24 และรูปที่ 3.37 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.38

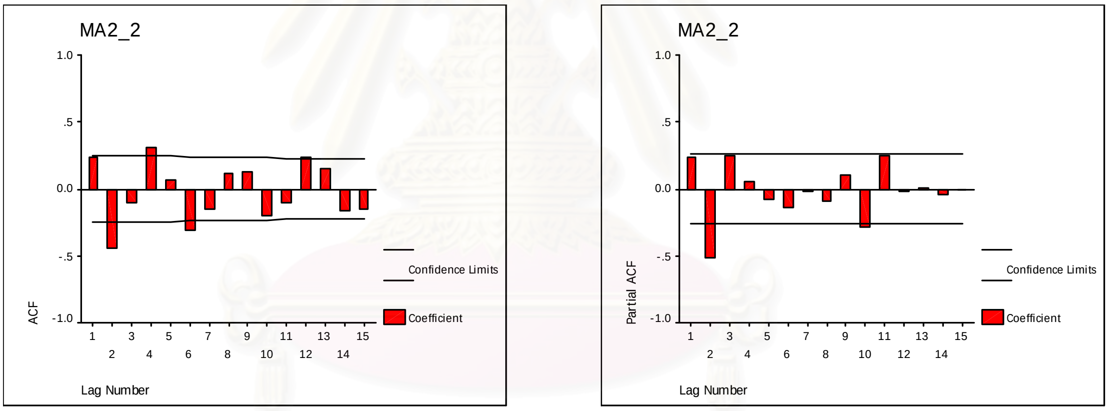
ตารางที่ 3.24 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-1.1051	31	1.4175	46	-1.3318
2	-0.0730	17	-0.4216	32	0.9630	47	1.3423
3	-0.0530	18	1.9230	33	-0.9580	48	-0.4503
4	-0.0584	19	0.4842	34	-1.1147	49	-2.1909
5	0.4372	20	-0.9592	35	0.4847	50	-0.9742
6	1.2909	21	0.2486	36	0.5419	51	0.3894
7	1.5274	22	1.4004	37	1.1433	52	-0.5631
8	0.0526	23	-0.4301	38	1.2516	53	-0.7450
9	1.5020	24	-3.2146	39	-0.5853	54	-1.1248
10	0.8793	25	-1.0720	40	-0.4558	55	-0.5599
11	-0.1070	26	0.5049	41	-1.7485	56	1.4175
12	-1.8340	27	-0.4322	42	0.0839	57	0.0120
13	-0.3823	28	-0.8576	43	2.3625	58	-0.9830
14	0.8714	29	-0.2726	44	1.1933	59	0.1513
15	-1.3049	30	0.1829	45	-1.9203	60	0.0083

รูปที่ 3.37 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.38 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.24



2.4.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง $a_t \, ; t = -1,0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{\,2}.t = t$ และกำหนดให้ $\mu = 100$

จากนั้นสร้าง $z_t \, ; t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

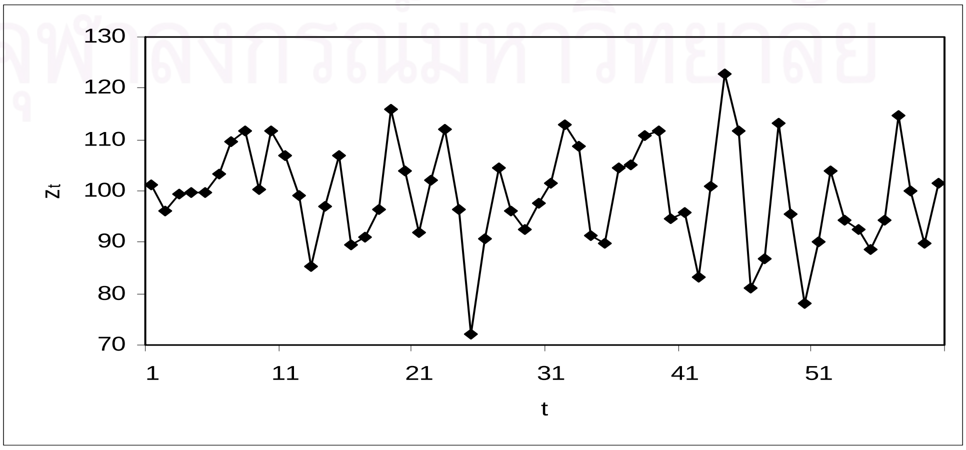
$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

ตารางที่ 3.25 และรูปที่ 3.39 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น

ตารางที่ 3.25 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	101.081	16	89.412	31	101.634	46	81.198
2	96.122	17	90.995	32	112.833	47	86.947
3	99.461	18	96.507	33	108.738	48	113.254
4	99.611	19	115.976	34	91.242	49	95.489
5	99.565	20	103.979	35	89.752	50	78.138
6	103.273	21	91.985	36	104.494	51	90.225
7	109.729	22	102.102	37	105.024	52	103.915
8	111.610	23	111.953	38	110.736	53	94.268
9	100.395	24	96.270	39	111.777	54	92.429
10	111.672	25	72.218	40	94.456	55	88.465
11	106.800	26	90.703	41	95.683	56	94.259
12	99.209	27	104.375	42	83.214	57	114.642
13	85.430	28	96.181	43	100.858	58	100.095
14	97.013	29	92.391	44	122.839	59	89.775
15	106.954	30	97.569	45	111.614	60	101.586

รูปที่ 3.39 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

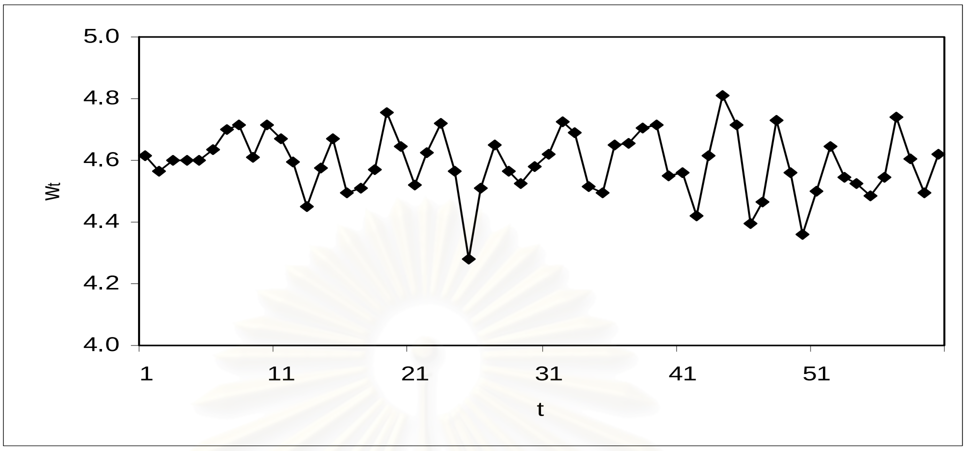
$$w_t = ln\, z_t$$

ตารางที่ 3.26 และรูปที่ 3.40 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.41

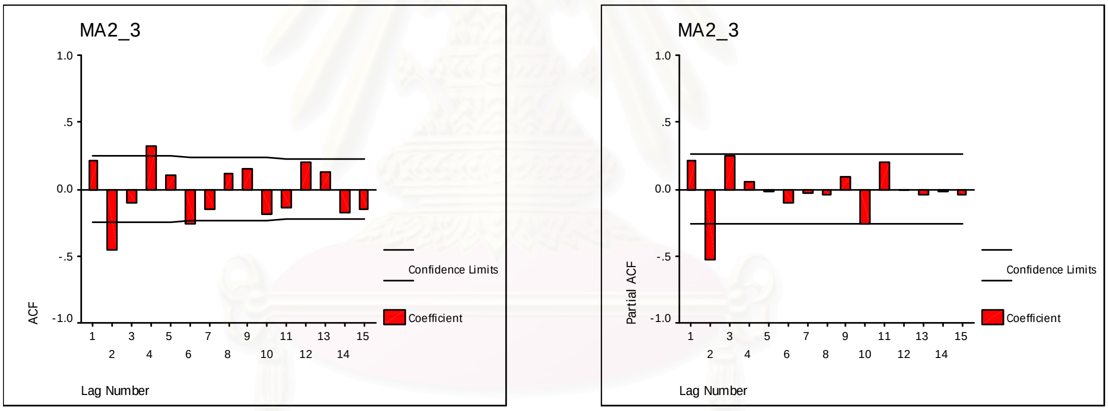
ตารางที่ 3.26 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	4.6159	16	4.4933	31	4.6214	46	4.3969
2	4.5656	17	4.5108	32	4.7259	47	4.4653
3	4.5998	18	4.5696	33	4.6889	48	4.7296
4	4.6013	19	4.7534	34	4.5135	49	4.5590
5	4.6008	20	4.6442	35	4.4970	50	4.3585
6	4.6374	21	4.5216	36	4.6491	51	4.5023
7	4.6980	22	4.6260	37	4.6542	52	4.6436
8	4.7150	23	4.7181	38	4.7071	53	4.5461
9	4.6091	24	4.5672	39	4.7165	54	4.5264
10	4.7156	25	4.2797	40	4.5481	55	4.4826
11	4.6710	26	4.5076	41	4.5610	56	4.5460
12	4.5972	27	4.6480	42	4.4214	57	4.7418
13	4.4477	28	4.5662	43	4.6137	58	4.6061
14	4.5748	29	4.5260	44	4.8109	59	4.4973
15	4.6724	30	4.5806	45	4.7150	60	4.6209

รูปที่ 3.40 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.41 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.26



2.4.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $(1+\theta_1^2+\theta_2^2)\sigma_a^2 = 1+\theta_1^2+\theta_2^2$ และสร้าง $a_t ; t = -1,0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^2 . t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t ; t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

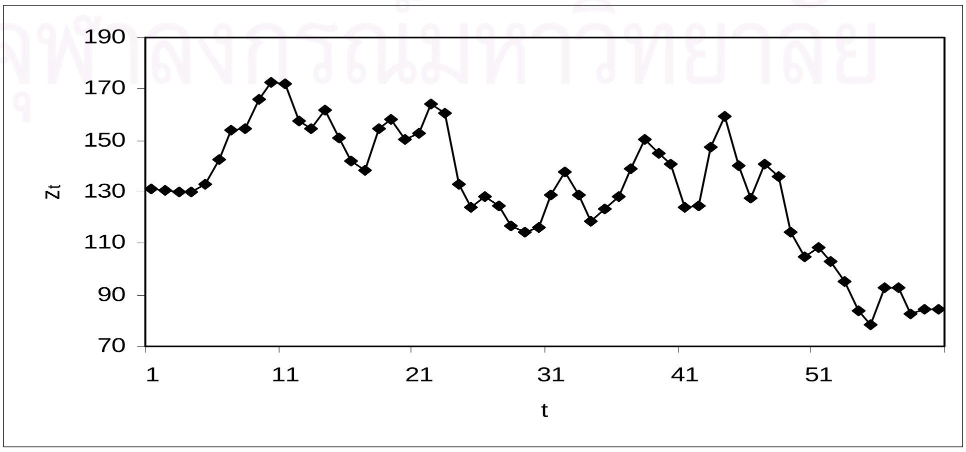
$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2}$$

ตารางที่ 3.27 และรูปที่ 3.42 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARIMA(0,1,2) หรือ IMA(1,2)

ตารางที่ 3.27 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	131.118	16	142.127	31	128.886	46	127.459
2	130.584	17	138.660	32	137.570	47	140.645
3	130.198	18	154.519	33	128.864	48	136.156
4	129.767	19	158.469	34	118.677	49	114.404
5	133.011	20	150.512	35	123.145	50	104.678
6	142.654	21	152.599	36	128.139	51	108.573
7	154.163	22	164.469	37	138.814	52	102.869
8	154.555	23	160.763	38	150.524	53	95.335
9	166.130	24	133.168	39	145.011	54	83.854
10	172.873	25	123.932	40	140.719	55	78.140
11	172.089	26	128.278	41	124.024	56	92.713
12	157.634	27	124.484	42	124.879	57	92.808
13	154.672	28	116.923	43	147.595	58	82.630
14	161.570	29	114.508	44	159.148	59	84.209
15	151.064	30	116.131	45	140.444	60	84.281

รูปที่ 3.42 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5, \theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

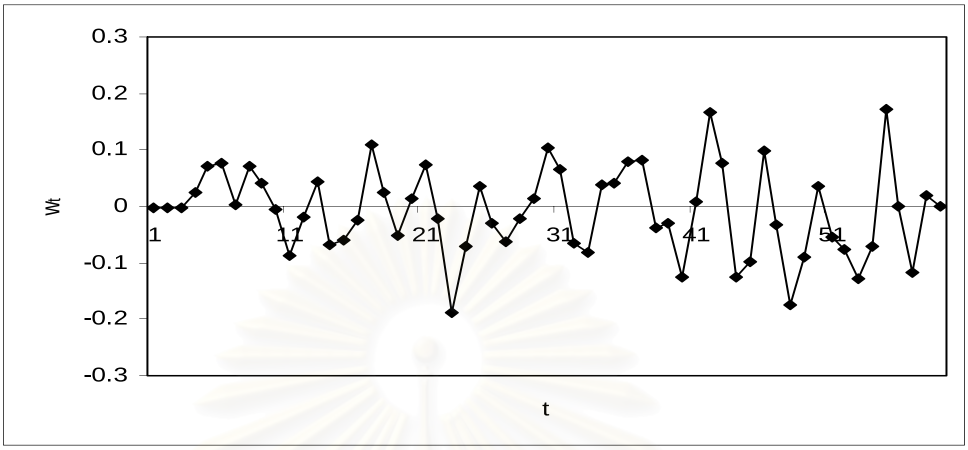
$$w_t = ln\, z_t - ln\, z_{t-1}\ ;\ t = 2,...,n$$

ตารางที่ 3.28 และรูปที่ 3.43 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ MA(2) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.44

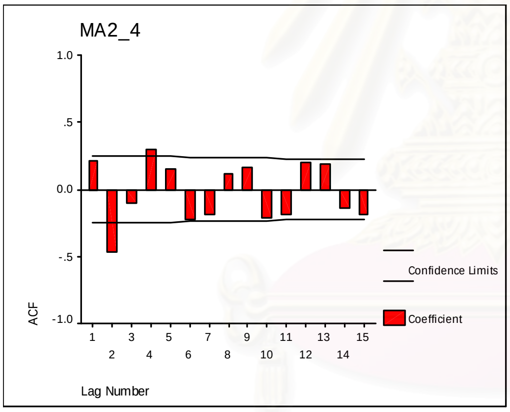
ตารางที่ 3.28 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

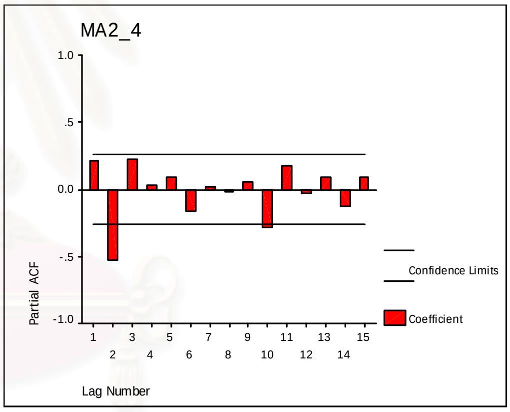
t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-0.0610	31	0.1042	46	-0.0970
2	-0.0041	17	-0.0247	32	0.0652	47	0.0984
3	-0.0030	18	0.1083	33	-0.0654	48	-0.0324
4	-0.0033	19	0.0252	34	-0.0824	49	-0.1741
5	0.0247	20	-0.0515	35	0.0370	50	-0.0888
6	0.0700	21	0.0138	36	0.0398	51	0.0365
7	0.0776	22	0.0749	37	0.0800	52	-0.0540
8	0.0025	23	-0.0228	38	0.0810	53	-0.0761
9	0.0722	24	-0.1883	39	-0.0373	54	-0.1283
10	0.0398	25	-0.0719	40	-0.0300	55	-0.0706
11	-0.0045	26	0.0345	41	-0.1263	56	0.1710
12	-0.0877	27	-0.0300	42	0.0069	57	0.0010
13	-0.0190	28	-0.0627	43	0.1671	58	-0.1162
14	0.0436	29	-0.0209	44	0.0754	59	0.0189
15	-0.0672	30	0.0141	45	-0.1250	60	0.0009

รูปที่ 3.43 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.44 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.28





2.5. การสร้างตัวแปร z_t ตามตัวแบบ ARMA(1,1) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.5.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\left(\frac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^{\ 2}}{1-\phi_1^{\ 2}}\right)\sigma_a^{\ 2} = \frac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^{\ 2}}{1-\phi_1^{\ 2}}$ และสร้าง $a_t\ ;\ t = 0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{\ 2} = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t\ ;\ t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

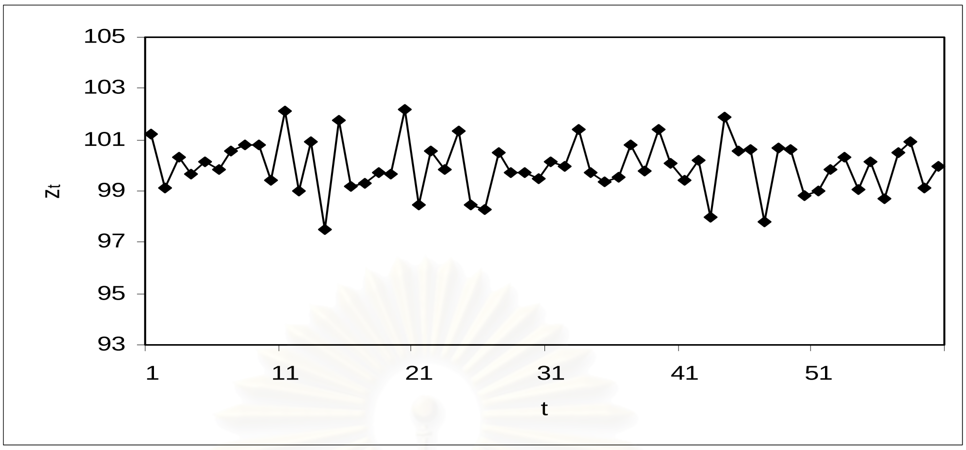
$$z_t = (\mu - \phi_1\mu) + \phi_1 z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.29 และรูปที่ 3.45 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ ARMA(1,1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.46

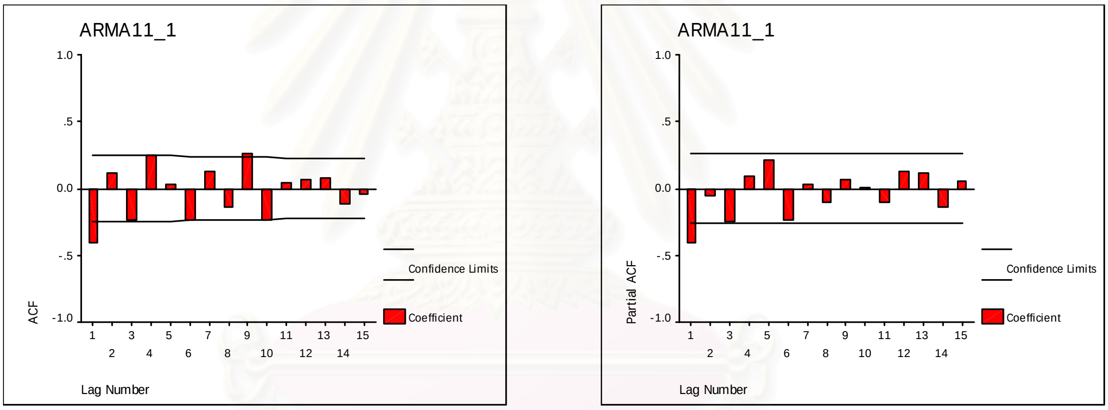
ตารางที่ 3.29 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	101.219	16	99.188	31	100.152	46	100.625
2	99.109	17	99.283	32	99.982	47	97.800
3	100.348	18	99.718	33	101.393	48	100.709
4	99.671	19	99.642	34	99.734	49	100.591
5	100.153	20	102.175	35	99.385	50	98.833
6	99.837	21	98.478	36	99.563	51	99.029
7	100.550	22	100.551	37	100.772	52	99.844
8	100.809	23	99.864	38	99.760	53	100.324
9	100.822	24	101.362	39	101.386	54	99.058
10	99.439	25	98.431	40	100.072	55	100.128
11	102.144	26	98.272	41	99.418	56	98.719
12	98.976	27	100.506	42	100.226	57	100.499
13	100.914	28	99.719	43	97.978	58	100.901
14	97.499	29	99.720	44	101.866	59	99.101
15	101.788	30	99.452	45	100.556	60	99.978

รูปที่ 3.45 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.46 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.29



2.5.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\left(\frac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^2}{1-\phi_1^2}\right)\sigma_a^2 = \frac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^2}{1-\phi_1^2}$ และสร้าง $a_t \, ; t = 0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^2 = 1$

จากนั้นสร้าง $z_t \, ; t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

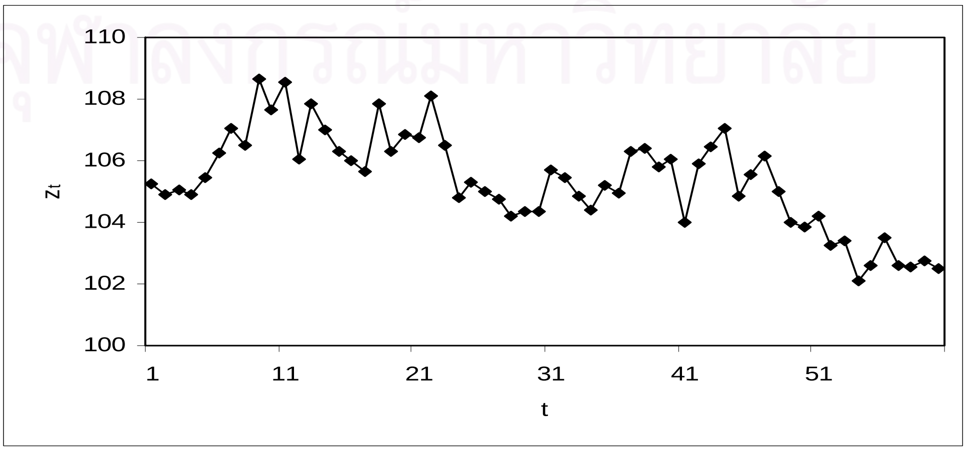
$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.30 และรูปที่ 3.47 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARIMA(1,1,1)

ตารางที่ 3.30 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	105.231	16	106.021	31	105.721	46	105.572
2	104.901	17	105.663	32	105.455	47	106.163
3	105.054	18	107.837	33	104.841	48	104.996
4	104.892	19	106.316	34	104.404	49	104.025
5	105.441	20	106.867	35	105.176	50	103.868
6	106.250	21	106.731	36	104.936	51	104.192
7	107.071	22	108.093	37	106.322	52	103.250
8	106.511	23	106.524	38	106.394	53	103.377
9	108.655	24	104.796	39	105.812	54	102.096
10	107.631	25	105.302	40	106.038	55	102.595
11	108.544	26	105.021	41	104.017	56	103.495
12	106.043	27	104.741	42	105.882	57	102.597
13	107.831	28	104.194	43	106.439	58	102.574
14	107.019	29	104.346	44	107.063	59	102.752
15	106.303	30	104.328	45	104.863	60	102.490

รูปที่ 3.47 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

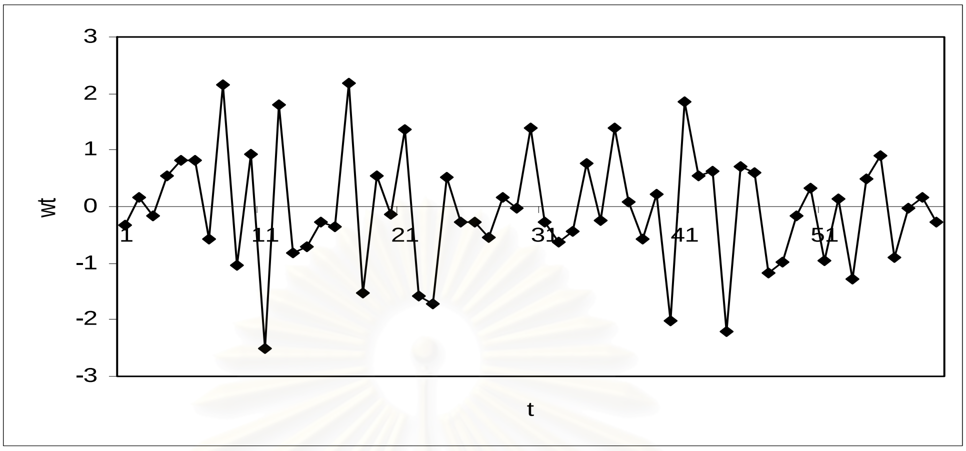
$$w_t = z_t - z_{t-1} \quad ; \quad t = 2,\ldots,n$$

ตารางที่ 3.31 และรูปที่ 3.48 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ ARMA(1,1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.49

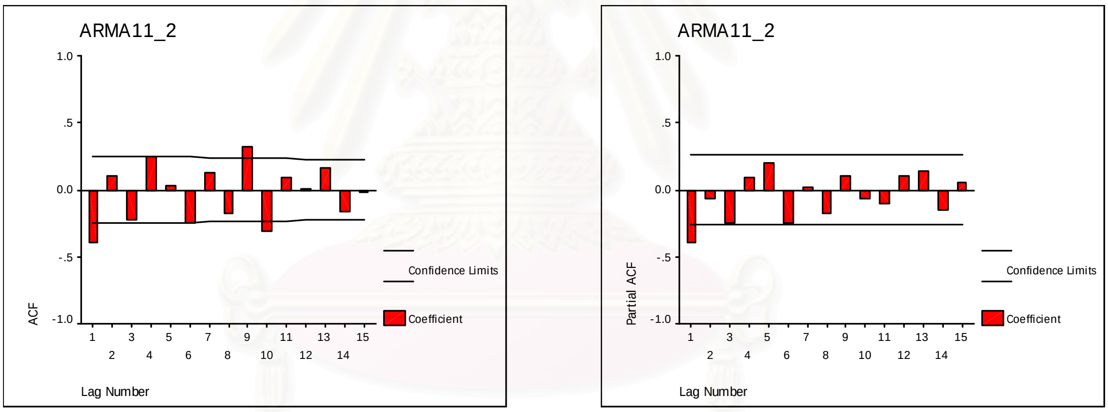
ตารางที่ 3.31 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-0.2820	31	1.3930	46	0.7089
2	-0.3293	17	-0.3581	32	-0.2657	47	0.5911
3	0.1529	18	2.1748	33	-0.6145	48	-1.1669
4	-0.1625	19	-1.5216	34	-0.4366	49	-0.9714
5	0.5495	20	0.5509	35	0.7715	50	-0.1563
6	0.8085	21	-0.1361	36	-0.2399	51	0.3236
7	0.8217	22	1.3622	37	1.3860	52	-0.9421
8	-0.5608	23	-1.5687	38	0.0722	53	0.1276
9	2.1442	24	-1.7276	39	-0.5817	54	-1.2812
10	-1.0243	25	0.5058	40	0.2262	55	0.4986
11	0.9138	26	-0.2813	41	-2.0216	56	0.9005
12	-2.5009	27	-0.2797	42	1.8656	57	-0.8986
13	1.7876	28	-0.5475	43	0.5564	58	-0.0223
14	-0.8116	29	0.1524	44	0.6246	59	0.1772
15	-0.7167	30	-0.0181	45	-2.2004	60	-0.2619

รูปที่ 3.48 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.49 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.31



2.5.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\left(\frac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^2}{1-\phi_1^2}\right)\sigma_a^2 = \frac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^2}{1-\phi_1^2}$ และสร้าง $a_t \,;\, t = 0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^2 . t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t \,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

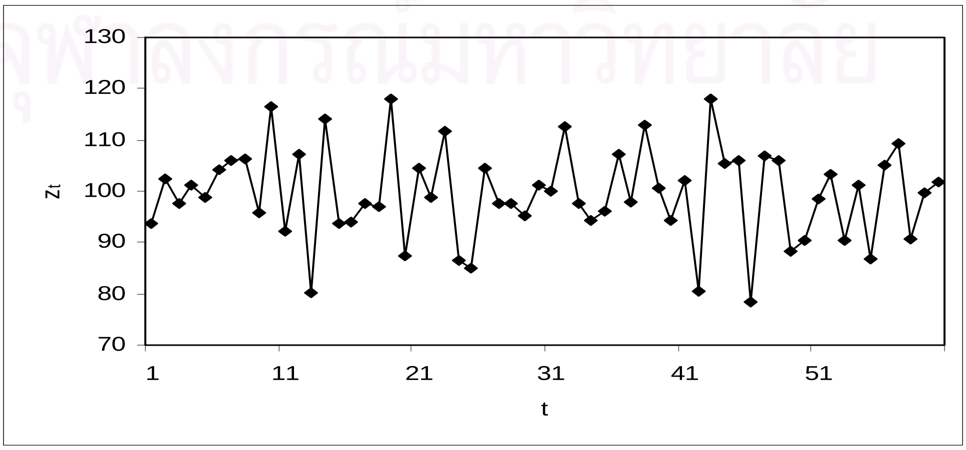
$$z_t = (\mu - \phi_1\mu) + \phi_1 z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.32 และรูปที่ 3.50 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น

ตารางที่ 3.32 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	93.665	16	94.069	31	99.851	46	78.478
2	102.461	17	97.745	32	112.605	47	106.912
3	97.648	18	97.010	33	97.616	48	105.917
4	101.084	19	118.080	34	94.334	49	88.357
5	98.825	20	87.315	35	95.984	50	90.281
6	104.088	21	104.568	36	107.142	51	98.418
7	106.134	22	98.912	37	97.788	52	103.275
8	106.258	23	111.591	38	112.978	53	90.441
9	95.710	24	86.567	39	100.727	54	101.280
10	116.580	25	84.958	40	94.449	55	86.891
11	92.076	26	104.426	41	102.165	56	105.096
12	107.112	27	97.539	42	80.611	57	109.352
13	80.230	28	97.515	43	117.946	58	90.654
14	114.183	29	95.138	44	105.469	59	99.752
15	93.585	30	101.349	45	106.045	60	101.871

รูปที่ 3.50 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

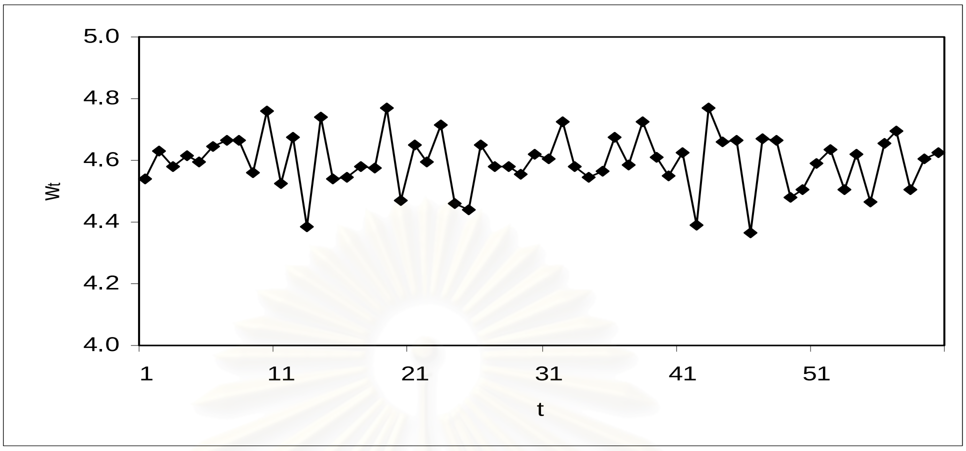
$$w_t = ln\, z_t$$

ตารางที่ 3.33 และรูปที่ 3.51 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ ARMA(1,1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.52

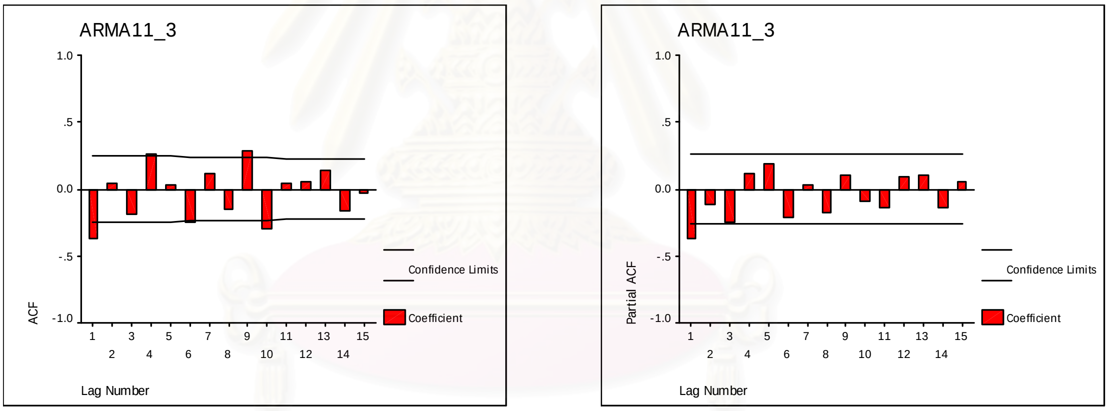
ตารางที่ 3.33 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึม โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	4.5397	16	4.5440	31	4.6037	46	4.3628
2	4.6295	17	4.5824	32	4.7239	47	4.6720
3	4.5814	18	4.5748	33	4.5810	48	4.6627
4	4.6160	19	4.7714	34	4.5468	49	4.4814
5	4.5934	20	4.4695	35	4.5642	50	4.5029
6	4.6452	21	4.6498	36	4.6742	51	4.5892
7	4.6647	22	4.5942	37	4.5828	52	4.6374
8	4.6659	23	4.7148	38	4.7272	53	4.5047
9	4.5613	24	4.4609	39	4.6124	54	4.6179
10	4.7586	25	4.4422	40	4.5481	55	4.4647
11	4.5226	26	4.6485	41	4.6266	56	4.6549
12	4.6739	27	4.5803	42	4.3896	57	4.6946
13	4.3849	28	4.5800	43	4.7702	58	4.5070
14	4.7378	29	4.5553	44	4.6584	59	4.6027
15	4.5389	30	4.6186	45	4.6639	60	4.6237

รูปที่ 3.51 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึม โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.52 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.33



2.5.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

สร้าง z_{-1} และ z_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 100$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\left(\dfrac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^{\,2}}{1-\phi_1^{\,2}}\right)\sigma_a^{\,2} = \dfrac{1-2\phi_1\theta_1+\theta_1^{\,2}}{1-\phi_1^{\,2}}$ และสร้าง $a_t \,;\, t = 0,\ldots,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_a = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\sigma_a^{\,2}.t = t$

จากนั้นสร้าง $z_t \,;\, t = 1,\ldots,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

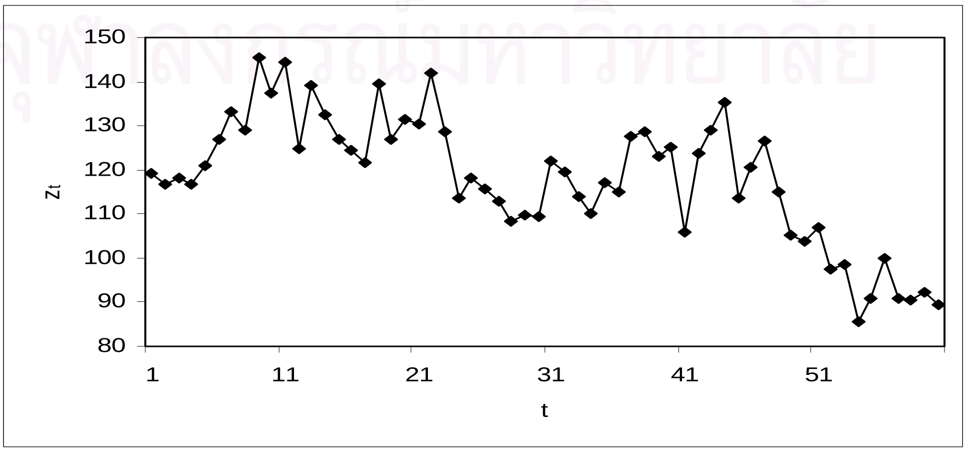
$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1}$$

ตารางที่ 3.34 และรูปที่ 3.53 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา z_t ตามสมการข้างต้น ซึ่งเป็นตัวแบบ ARIMA(1,1,1)

ตารางที่ 3.34 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6, \theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	z_t	t	z_t	t	z_t	t	z_t
1	119.245	16	124.517	31	121.958	46	120.611
2	116.916	17	121.548	32	119.589	47	126.498
3	117.990	18	139.497	33	113.956	48	114.914
4	116.826	19	126.903	34	109.964	49	105.243
5	120.877	20	131.438	35	117.064	50	103.669
6	126.958	21	130.358	36	114.866	51	106.928
7	133.162	22	141.869	37	127.769	52	97.416
8	128.909	23	128.528	38	128.492	53	98.689
9	145.350	24	113.586	39	122.972	54	85.643
10	137.493	25	117.983	40	125.125	55	90.715
11	144.546	26	115.538	41	105.842	56	100.023
12	124.935	27	113.069	42	123.691	57	90.720
13	139.005	28	108.238	43	129.132	58	90.473
14	132.642	29	109.579	44	135.144	59	92.335
15	126.754	30	109.431	45	113.735	60	89.583

รูปที่ 3.53 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6, \theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$



ขั้นตอนต่อไปทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

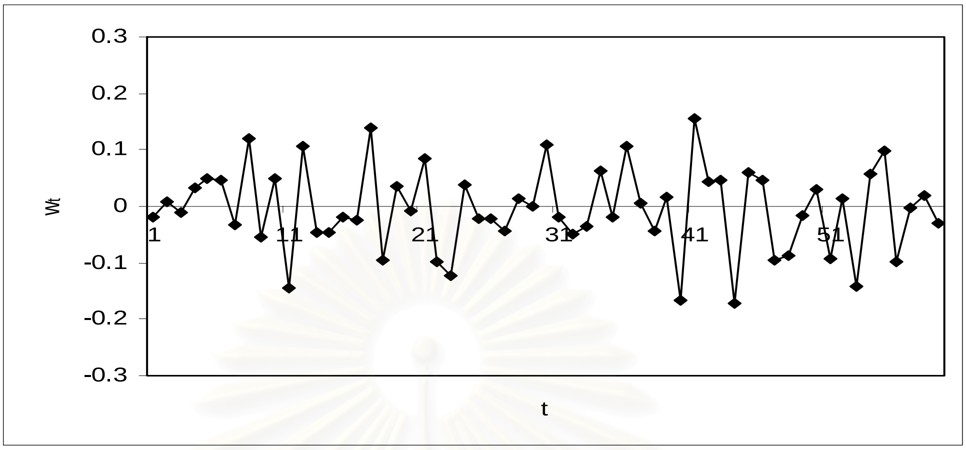
$$w_t = ln\, z_t - ln\, z_{t-1} \;;\; t = 2,...,n$$

ตารางที่ 3.35 และรูปที่ 3.54 แสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา w_t ซึ่งได้ทำการตรวจสอบด้วยว่าข้อมูลในตารางเป็นข้อมูลที่มีตัวแบบ ARMA(1,1) จริง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF ในรูปที่ 3.55

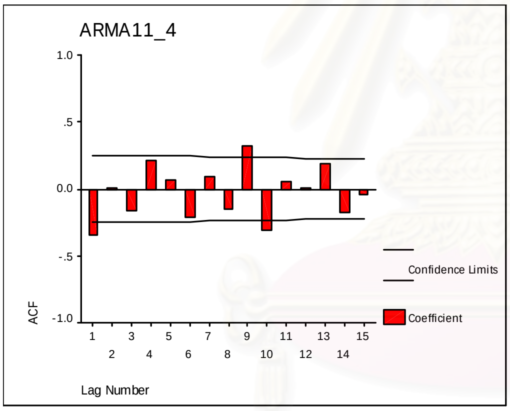
ตารางที่ 3.35 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

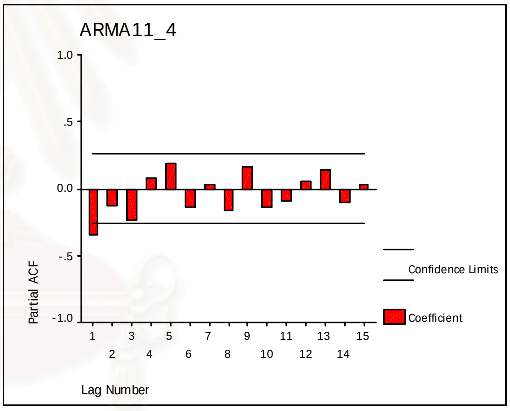
t	w_t	t	w_t	t	w_t	t	w_t
1	-	16	-0.0178	31	0.1084	46	0.0587
2	-0.0197	17	-0.0241	32	-0.0196	47	0.0477
3	0.0091	18	0.1377	33	-0.0482	48	-0.0960
4	-0.0099	19	-0.0946	34	-0.0357	49	-0.0879
5	0.0341	20	0.0351	35	0.0626	50	-0.0151
6	0.0491	21	-0.0082	36	-0.0190	51	0.0310
7	0.0477	22	0.0846	37	0.1065	52	-0.0932
8	-0.0325	23	-0.0988	38	0.0056	53	0.0130
9	0.1200	24	-0.1236	39	-0.0439	54	-0.1418
10	-0.0556	25	0.0380	40	0.0174	55	0.0575
11	0.0500	26	-0.0209	41	-0.1674	56	0.0977
12	-0.1458	27	-0.0216	42	0.1558	57	-0.0976
13	0.1067	28	-0.0437	43	0.0430	58	-0.0027
14	-0.0469	29	0.0123	44	0.0455	59	0.0204
15	-0.0454	30	-0.0013	45	-0.1725	60	-0.0303

รูปที่ 3.54 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการจำลองด้วยตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน ภายหลังจากการแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$



รูปที่ 3.55 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลอนุกรมเวลาในตารางที่ 3.35





3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลอนุกรมเวลา

การวิจัยในครั้งนี้จะเลือกใช้วิธีการประมาณความควรจะเป็นสูงสุด(Maximum Likelihood Estimation Method)

4. การหาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$

สำหรับการหาค่าพยากรณ์และค่าส่วนตกค้างของอนุกรมเวลาทั้ง 5 ตัวแบบ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การหาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ของตัวแบบ AR(1) มีขั้นตอนในการหาดังนี้

4.1.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = \delta + \phi_1 z_{t-1} + a_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 z_t \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \hat{\mu}$, $\delta = (1-\phi_1)\mu$ และ $\hat{\delta} = (1-\hat{\phi}_1)\hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

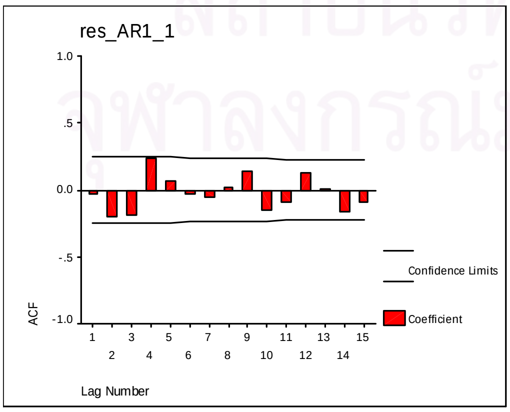
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

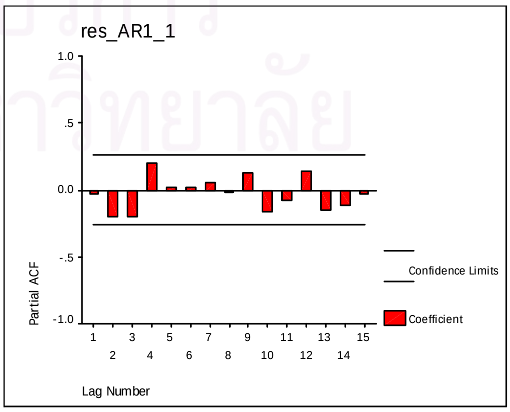
ตารางที่ 3.36 และรูปที่ 3.56 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.36 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	1.15673	16	0.08773	31	-0.08634	46	0.62933
2	-0.43295	17	-0.26336	32	0.04849	47	-1.99371
3	-0.14217	18	-0.50153	33	1.33035	48	-0.25472
4	-0.13420	19	-0.46918	34	0.26186	49	1.02522
5	-0.06001	20	0.01165	35	-0.86851	50	-1.05949
6	-0.10093	21	-0.66115	36	-0.67377	51	-1.50177
7	0.43000	22	-0.27197	37	0.60218	52	-0.48091
8	0.01006	23	0.20667	38	0.06043	53	0.28387
9	1.06268	24	1.19702	39	1.18783	54	-0.84689
10	-0.32242	25	-1.03298	40	0.62406	55	-0.31045
11	1.83006	26	-2.50440	41	-0.70539	56	-1.18466
12	-0.14591	27	-0.07205	42	-0.02396	57	-0.07527
13	0.28628	28	-0.00558	43	-1.92330	58	1.17256
14	-2.05202	29	-0.48953	44	0.99509	59	-0.63496
15	0.65527	30	-0.65960	45	1.03459	60	-0.47664

รูปที่ 3.56 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.36





4.1.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = z_t - z_{t-1} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = (1+\hat{\phi}_1)z_t - \hat{\phi}_1 z_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

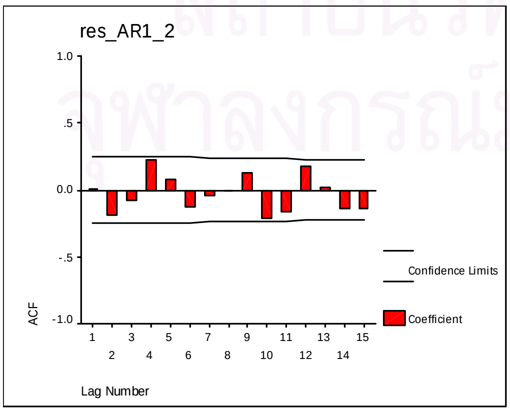
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

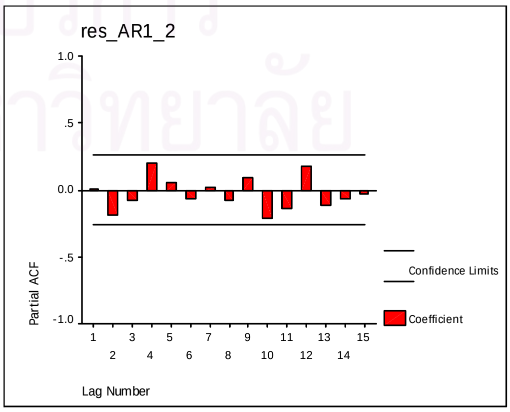
ตารางที่ 3.37 และรูปที่ 3.57 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.37 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-1.26430	31	0.04756	46	-1.99466
2	-0.14311	17	-0.50247	32	1.32941	47	-0.25567
3	-0.13514	18	-0.47013	33	0.26092	48	1.02428
4	-0.06095	19	0.01071	34	-0.86944	49	-1.06042
5	-0.10187	20	-0.66208	35	-0.67471	50	-1.50271
6	0.42906	21	-0.27290	36	0.60124	51	-0.48185
7	1.00912	22	0.20573	37	0.05949	52	0.28294
8	1.06174	23	0.19608	38	1.18689	53	-0.84783
9	-0.32336	24	-0.03393	39	0.62313	54	-0.31139
10	1.82911	25	-2.50534	40	-0.70633	55	-1.18560
11	-0.14685	26	-0.07299	41	-0.02490	56	-0.07621
12	0.28534	27	-0.00652	42	-1.92424	57	1.17162
13	-2.05296	28	-0.49047	43	0.99416	58	-0.63590
14	0.65434	29	-0.66054	44	1.43365	59	-0.47758
15	0.08679	30	-0.08728	45	0.62839	60	0.21601

รูปที่ 3.57 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.37





4.1.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (\mu - \phi_1\mu) + \phi_1 z_{t-1} + a_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

$$w_t = \ln z_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = \delta + \phi_1 \ln z_{t-1} + a_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 \ln z_t \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \hat{\mu}$, $\delta = (1-\phi_1)\mu$ และ $\hat{\delta} = (1-\hat{\phi}_1)\hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

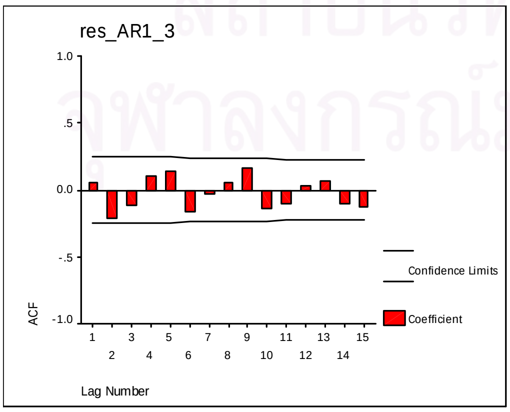
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

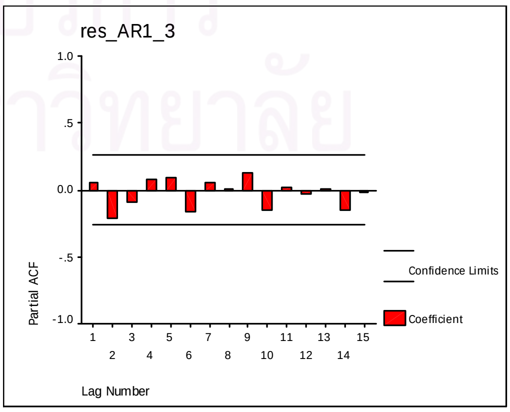
ตารางที่ 3.38 และรูปที่ 3.58 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.38 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	0.08063	16	0.01218	31	-0.00115	46	0.06254
2	-0.02253	17	-0.10351	32	0.01069	47	-0.05037
3	-0.00503	18	-0.03826	33	0.12191	48	-0.01983
4	-0.00493	19	-0.03560	34	0.02864	49	0.10844
5	0.00035	20	0.17018	35	-0.07266	50	-0.10189
6	-0.00274	21	-0.04703	36	-0.05969	51	-0.16418
7	0.03676	22	-0.01789	37	0.06319	52	-0.04460
8	0.07745	23	0.02277	38	0.01105	53	0.04094
9	0.07982	24	0.10213	39	0.21029	54	-0.08726
10	-0.01636	25	-0.08073	40	0.06037	55	-0.02671
11	0.13391	26	-0.24313	41	-0.05668	56	-0.13107
12	-0.00232	27	0.00640	42	0.00328	57	0.00222
13	0.02706	28	0.00773	43	-0.19714	58	0.13005
14	-0.06350	29	-0.04034	44	0.11242	59	-0.05983
15	0.06167	30	-0.05758	45	0.13643	60	-0.04595

รูปที่ 3.58 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.38





4.1.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = \ln z_t - \ln z_{t-1} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = (1+\phi_1)\ln z_{t-1} - \phi_1 \ln z_{t-2} + a_t \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = (1+\hat{\phi}_1)\ln z_t - \hat{\phi}_1 \ln z_{t-1} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

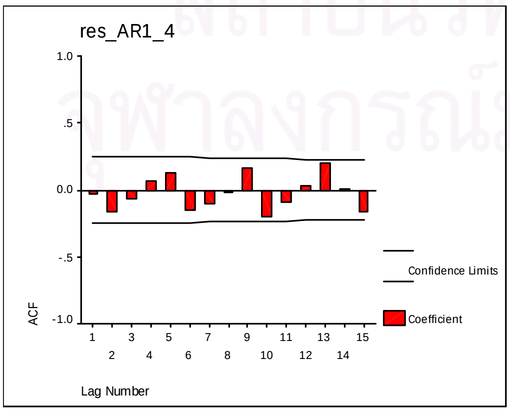
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

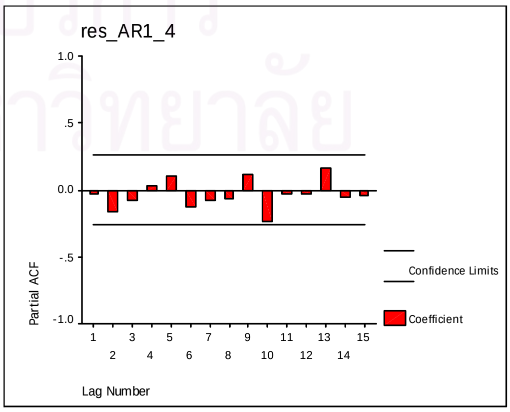
ตารางที่ 3.39 และรูปที่ 3.59 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.39 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.6$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-0.04531	31	0.00519	46	-0.00134
2	-0.00447	17	-0.01888	32	0.08620	47	-0.01281
3	-0.00366	18	-0.01865	33	0.01573	48	0.05967
4	-0.00021	19	0.08719	34	-0.04797	49	-0.05647
5	-0.00209	20	-0.02585	35	-0.03764	50	-0.09016
6	0.02231	21	-0.00885	36	0.03956	51	-0.03758
7	0.04703	22	0.01097	37	0.00670	52	0.01945
8	0.04468	23	0.05075	38	0.07245	53	-0.06591
9	-0.01313	24	-0.03960	39	0.03332	54	-0.02861
10	0.07054	25	-0.10452	40	-0.03634	55	-0.12169
11	-0.10654	26	-0.00723	41	0.00146	56	-0.02082
12	0.01091	27	-0.00036	42	-0.10289	57	0.14535
13	-0.06961	28	-0.02463	43	0.05784	58	-0.07167
14	0.02519	29	-0.03660	44	0.08385	59	-0.05616
15	0.00542	30	-0.00468	45	0.03191	60	0.03246

รูปที่ 3.59 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.39





4.2 การหาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ของตัวแบบ AR(2) มีขั้นตอนในการหาดังนี้

4.2.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = \delta + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + a_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 z_t + \hat{\phi}_2 z_{t-1} \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $z_{-1} = 0$, $z_0 = \hat{\mu}$, $\delta = (1 - \phi_1 - \phi_2)\mu$ และ $\hat{\delta} = (1 - \hat{\phi}_1 - \hat{\phi}_2)\hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

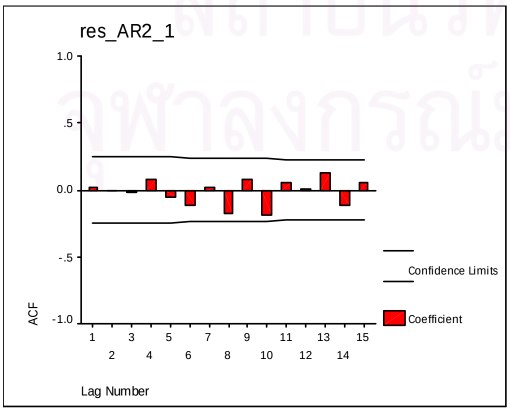
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

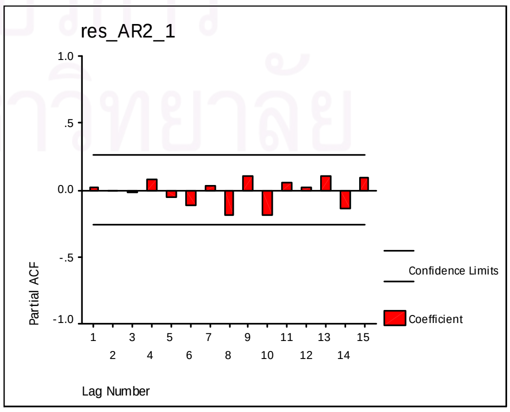
ตารางที่ 3.40 และรูปที่ 3.60 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.40 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-0.53356	16	0.23255	31	0.88947	46	-1.30326
2	1.26699	17	-1.60601	32	0.48564	47	0.35573
3	-0.50074	18	0.27631	33	-2.53330	48	-0.69422
4	-0.47691	19	0.85410	34	0.71010	49	1.11232
5	-1.20999	20	-0.35967	35	-0.47831	50	1.31755
6	-0.86383	21	0.03404	36	0.57122	51	0.17977
7	-1.13648	22	0.16475	37	-0.20309	52	-0.45313
8	-0.98072	23	0.50890	38	-0.06224	53	-0.18141
9	0.15160	24	0.05839	39	-0.24915	54	0.92586
10	-0.57198	25	-0.12257	40	0.51304	55	-1.56912
11	-0.45996	26	-0.49826	41	0.23459	56	1.24558
12	0.39364	27	1.83959	42	-1.03733	57	0.68109
13	-0.35628	28	0.06976	43	-0.22736	58	-1.82748
14	1.77902	29	0.27801	44	-1.86564	59	0.00227
15	3.51284	30	1.96505	45	0.55094	60	-0.37447

รูปที่ 3.60 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.40





4.2.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)z_{t-2} - \phi_2 z_{t-3} + a_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = z_t - z_{t-1} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)z_{t-2} - \phi_2 z_{t-3} + a_t \ , t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = (1+\hat{\phi}_1)z_t + (\hat{\phi}_2 - \hat{\phi}_1)z_{t-1} - \hat{\phi}_2 z_{t-2} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $z_{-1} = 0$ และ $z_0 = \hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

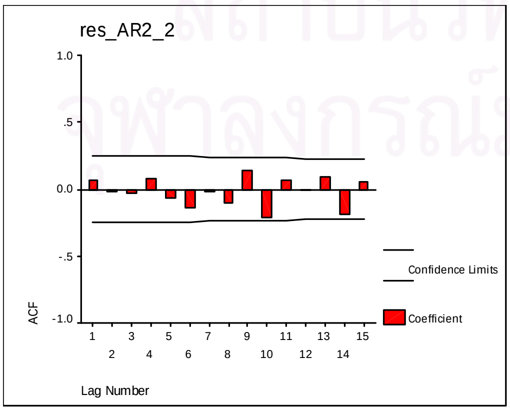
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

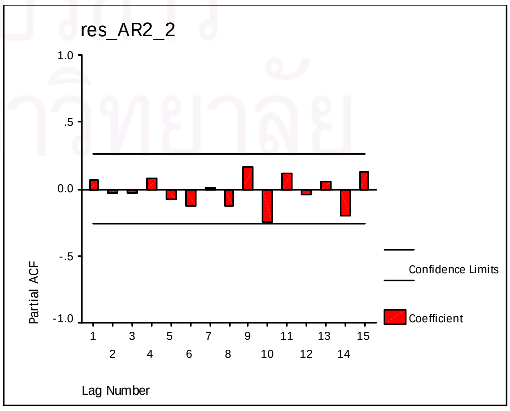
ตารางที่ 3.41 และรูปที่ 3.61 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.41 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ย แต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-1.72117	31	0.38310	46	0.33888
2	0.27518	17	0.30296	32	-2.60507	47	-0.74156
3	-0.83285	18	0.86510	33	0.04317	48	1.08245
4	-1.22957	19	-0.42452	34	-0.48641	49	1.24175
5	-0.84812	20	-0.02585	35	0.03121	50	0.06787
6	-1.12526	21	0.11535	36	-0.27489	51	-0.52923
7	-0.97437	22	0.46169	37	-0.12001	52	-0.20362
8	0.15014	23	-0.00218	38	-0.28791	53	0.91259
9	-0.61675	24	-0.17650	39	0.48531	54	-1.63580
10	-0.49858	25	-0.53710	40	0.17977	55	1.23646
11	0.36779	26	1.82006	41	-1.09992	56	0.61685
12	-0.40659	27	-0.02886	42	-0.24130	57	-0.03825
13	1.73877	28	0.19671	43	-1.87955	58	0.33654
14	3.40943	29	1.90729	44	0.58107	59	-0.30772
15	0.03010	30	0.78136	45	-1.33850	60	-0.23121

รูปที่ 3.61 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.41





4.2.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (\mu - \phi_1\mu - \phi_2\mu) + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + a_t \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

$$w_t = ln\, z_t \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = \delta + \phi_1 \ln z_{t-1} + \phi_2 \ln z_{t-2} + a_t \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 \ln z_t + \hat{\phi}_2 \ln z_{t-1} \qquad ,t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $z_{-1} = 0$, $z_0 = \hat{\mu}$, $\delta = (1 - \phi_1 - \phi_2)\mu$ และ $\hat{\delta} = (1 - \hat{\phi}_1 - \hat{\phi}_2)\hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

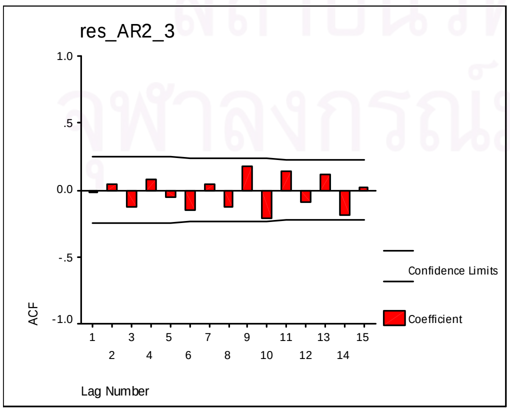
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

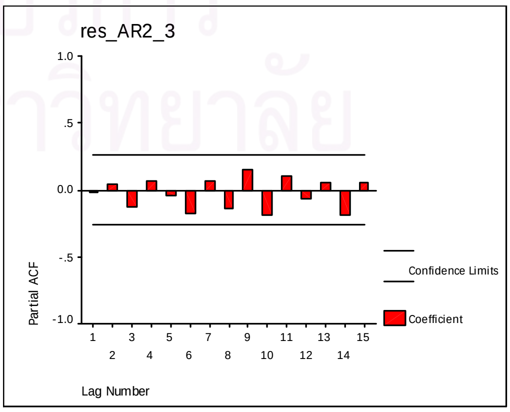
ตารางที่ 3.42 และรูปที่ 3.62 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.42 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-0.03868	16	0.04026	31	0.07963	46	-0.12854
2	0.08939	17	-0.16033	32	0.04206	47	0.03466
3	-0.02970	18	-0.00589	33	-0.27123	48	-0.06615
4	-0.04063	19	0.07442	34	0.05838	49	0.10515
5	-0.10244	20	-0.02451	35	-0.04252	50	0.12221
6	-0.07283	21	0.00225	36	0.05284	51	0.02592
7	-0.09037	22	0.01146	37	-0.01328	52	-0.05545
8	-0.07776	23	0.04174	38	-0.00924	53	-0.03314
9	0.01386	24	0.00660	39	-0.02770	54	0.09309
10	-0.04115	25	-0.01207	40	0.04697	55	-0.15821
11	-0.03733	26	-0.04790	41	0.02428	56	0.12070
12	0.02976	27	0.15212	42	-0.10095	57	0.06890
13	-0.02598	28	0.01392	43	-0.03228	58	0.01078
14	0.13264	29	0.02196	44	-0.20525	59	0.03515
15	0.23943	30	0.15790	45	0.06045	60	-0.02998

รูปที่ 3.62 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.42





4.2.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)z_{t-2} - \phi_2 z_{t-3} + a_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = \ln z_t - \ln z_{t-1} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = (1+\phi_1)\ln z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)\ln z_{t-2} - \phi_2 \ln z_{t-3} + a_t \quad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = (1+\hat{\phi}_1)\ln z_t + (\hat{\phi}_2 - \hat{\phi}_1)\ln z_{t-1} - \hat{\phi}_2 \ln z_{t-2} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $z_{-1} = 0$ และ $z_0 = \hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

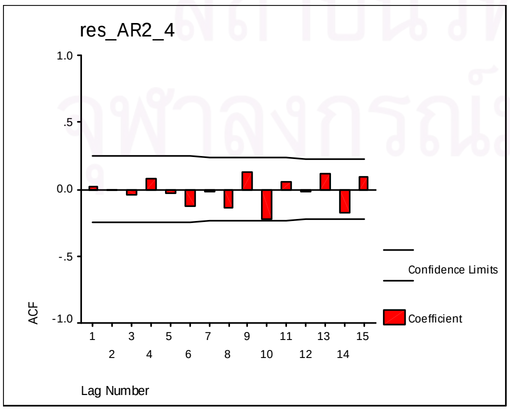
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

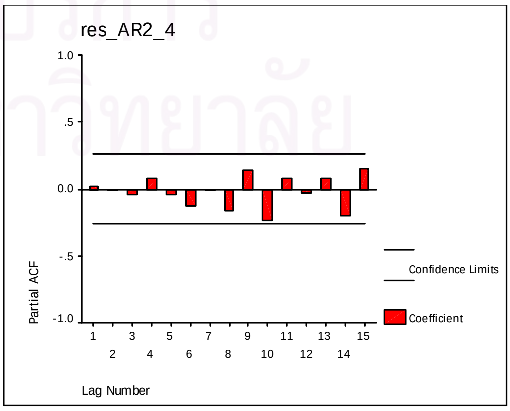
ตารางที่ 3.43 และรูปที่ 3.63 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.43 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ AR(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = 0.8$, $\phi_2 = -0.5$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-0.07433	31	0.01317	46	0.02395
2	0.01209	17	0.00863	32	-0.11282	47	-0.04750
3	-0.03986	18	0.05521	33	0.02895	48	0.07280
4	-0.06326	19	-0.02331	34	-0.01723	49	0.07057
5	-0.04830	20	-0.00273	35	0.02759	50	-0.00345
6	-0.06564	21	0.00592	36	-0.01527	51	-0.02840
7	-0.06177	22	0.02525	37	-0.00673	52	-0.01297
8	0.01744	23	-0.00115	38	-0.01445	53	0.05493
9	-0.04131	24	-0.01015	39	0.02412	54	-0.09586
10	-0.03709	25	-0.03024	40	0.00816	55	0.07443
11	0.03094	26	0.10121	41	-0.05470	56	0.03394
12	-0.03050	27	-0.00773	42	-0.01380	57	-0.00591
13	0.13198	28	0.00814	43	-0.10437	58	0.01731
14	0.19108	29	0.08927	44	0.03559	59	-0.01704
15	-0.02587	30	0.02774	45	-0.07751	60	-0.01295

รูปที่ 3.63 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.43





4.3 การหาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ของตัวแบบ MA(1) มีขั้นตอนในการหาดังนี้

4.3.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = \hat{\mu} - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

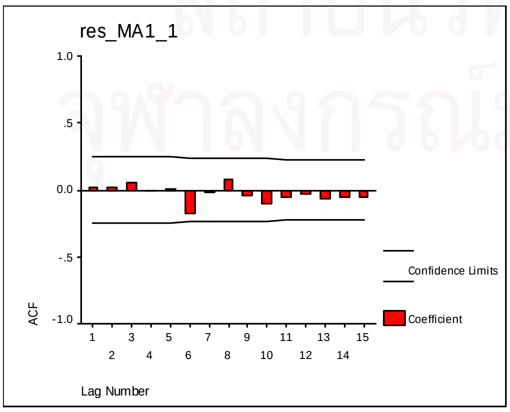
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

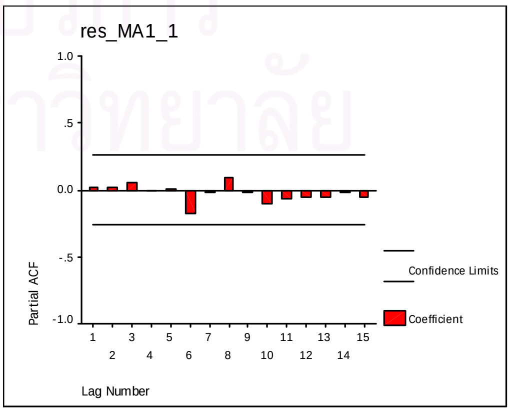
ตารางที่ 3.44 และรูปที่ 3.64 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.44 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	0.86960	16	0.17371	31	0.73654	46	1.68778
2	0.19293	17	0.85888	32	0.28619	47	-1.17129
3	0.10811	18	0.14517	33	-0.37987	48	-1.01425
4	1.00914	19	-1.40646	34	0.74631	49	-2.02956
5	-1.50341	20	-1.58677	35	1.61919	50	-0.44158
6	-1.89956	21	0.21142	36	1.90350	51	0.53973
7	0.82892	22	0.25885	37	0.25449	52	0.90391
8	-1.51145	23	-2.08029	38	1.67115	53	-0.21066
9	-0.02569	24	0.20890	39	0.90208	54	-0.08503
10	1.23275	25	0.34479	40	-0.48915	55	1.45992
11	-1.34145	26	-0.02485	41	-0.47025	56	0.39099
12	-0.35513	27	0.39424	42	-0.05476	57	0.56701
13	-0.91061	28	-1.86633	43	1.27173	58	-0.93374
14	1.34176	29	-0.06781	44	1.63776	59	-0.25758
15	0.32378	30	-0.48697	45	-2.27928	60	-0.41448

รูปที่ 3.64 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.44





4.3.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = z_t - z_{t-1} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = z_t - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

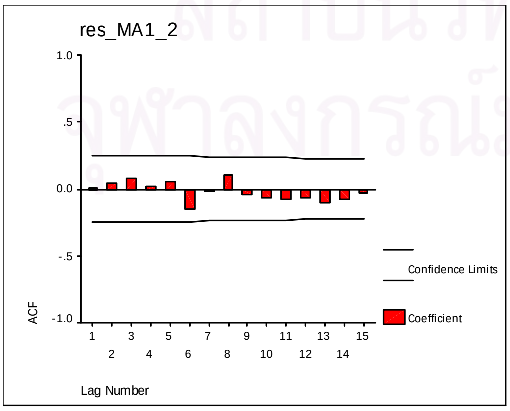
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

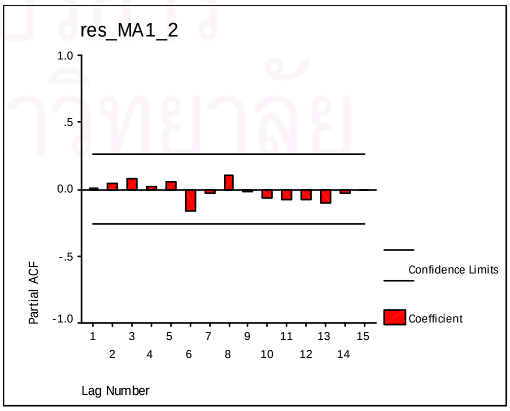
ตารางที่ 3.45 และรูปที่ 3.65 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.45 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ย แต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	0.84441	31	0.23982	46	-1.15990
2	-1.02100	17	0.14083	32	-0.41832	47	-1.02768
3	0.91666	18	-1.41271	33	0.70374	48	-2.06125
4	-1.67578	19	-1.61772	34	1.59061	49	-0.50412
5	-1.94463	20	0.15691	35	1.89977	50	0.47579
6	0.84602	21	0.21180	36	0.27635	51	0.85424
7	-1.51433	22	-2.12047	37	1.68859	52	-0.24280
8	-0.02589	23	0.13790	38	0.93829	53	-0.11957
9	1.22753	24	0.28445	39	-0.44921	54	1.42474
10	-1.34322	25	-0.07427	40	-0.44935	55	0.37994
11	-0.37375	26	0.34818	41	-0.04927	56	0.55860
12	-0.93431	27	-1.90364	42	1.27085	57	-0.93670
13	1.30567	28	-0.13275	43	1.65172	58	-0.27947
14	0.30659	29	-0.54727	44	-2.24680	59	-0.44190
15	0.15922	30	0.67346	45	1.67482	60	0.71355

รูปที่ 3.65 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.457





4.3.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

$$w_t = ln\, z_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = \hat{\mu} - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

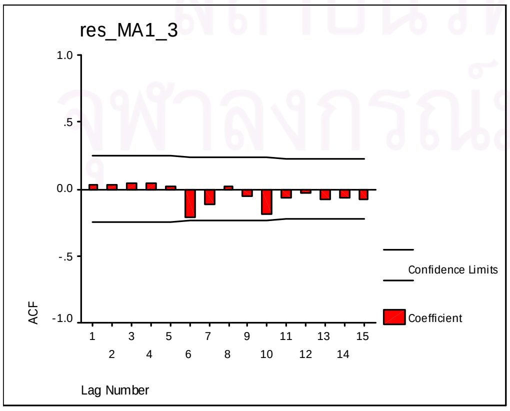
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

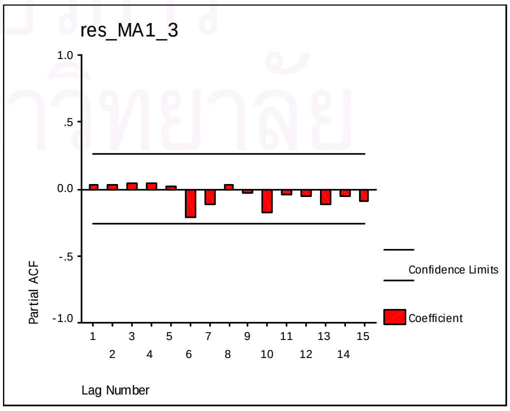
ตารางที่ 3.46 และรูปที่ 3.66 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.46 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	0.06775	16	0.01962	31	0.09131	46	0.08984
2	0.02240	17	0.00801	32	0.04002	47	-0.22036
3	0.01987	18	0.01316	33	-0.02262	48	-0.14440
4	0.08661	19	-0.11849	34	0.08530	49	-0.21514
5	-0.11887	20	-0.10850	35	0.15392	50	-0.02052
6	-0.12730	21	0.05494	36	0.16318	51	0.08099
7	0.08489	22	0.05191	37	-0.01206	52	0.10785
8	-0.11616	23	-0.17500	38	0.12853	53	-0.02098
9	0.01771	24	0.04289	39	0.04938	54	0.00309
10	0.11223	25	0.05159	40	-0.08229	55	0.15561
11	-0.11877	26	0.01539	41	-0.05351	56	0.02601
12	-0.01528	27	0.05399	42	0.00354	57	0.05076
13	-0.05282	28	-0.17042	43	0.12991	58	-0.11457
14	0.12660	29	0.01594	44	0.03110	59	-0.01680
15	0.02850	30	-0.02064	45	-0.32489	60	-0.02463

รูปที่ 3.66 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.46





4.3.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = \ln z_t - \ln z_{t-1} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = \ln z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = \ln z_t - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

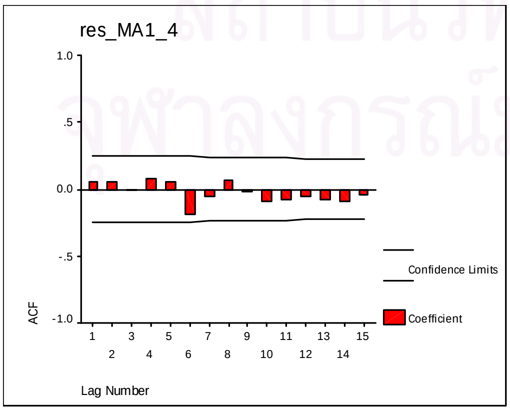
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

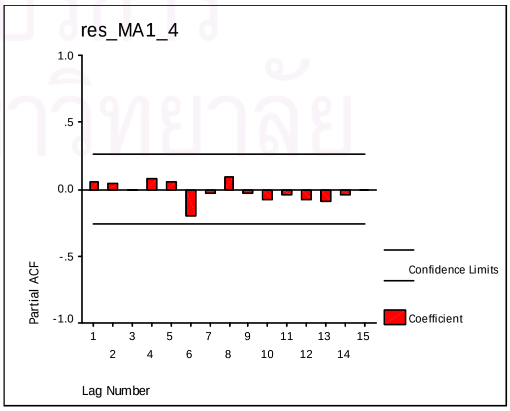
ตารางที่ 3.47 และรูปที่ 3.67 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.47 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = 0.8$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	0.06404	31	0.02499	46	-0.10044
2	-0.00168	17	0.01057	32	-0.03568	47	-0.08878
3	0.05980	18	-0.11687	33	0.06501	48	-0.19568
4	-0.11901	19	-0.13639	34	0.13662	49	-0.03791
5	-0.14385	20	0.01661	35	0.15746	50	0.05137
6	0.00271	21	0.02021	36	0.02484	51	0.08227
7	-0.11325	22	-0.18972	37	0.13750	52	-0.01735
8	0.00132	23	0.01782	38	0.07708	53	-0.00658
9	0.05998	24	0.02891	39	-0.03913	54	0.12730
10	-0.10321	25	-0.00264	40	-0.03914	55	0.03667
11	-0.02611	26	0.03264	41	-0.00385	56	0.05125
12	-0.07206	27	-0.17677	42	0.10465	57	-0.08662
13	0.09989	28	-0.00601	43	0.13160	58	-0.02329
14	0.02522	29	-0.04524	44	-0.20908	59	-0.03908
15	0.01327	30	0.06413	45	0.14014	60	0.06680

รูปที่ 3.67 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.47





4.4 การหาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ของตัวแบบ MA(2) มีขั้นตอนในการหาดังนี้

4.4.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = \hat{\mu} - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t - \hat{\theta}_2 \hat{a}_{t-1} \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_{-1}, \hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

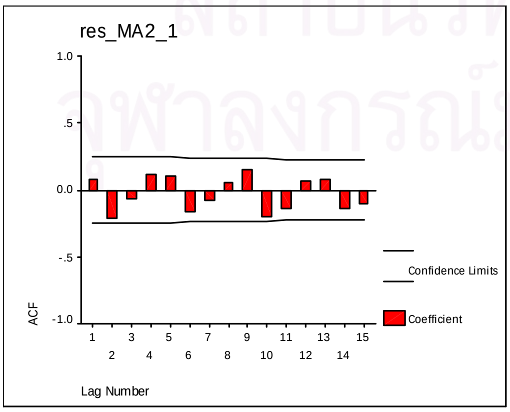
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

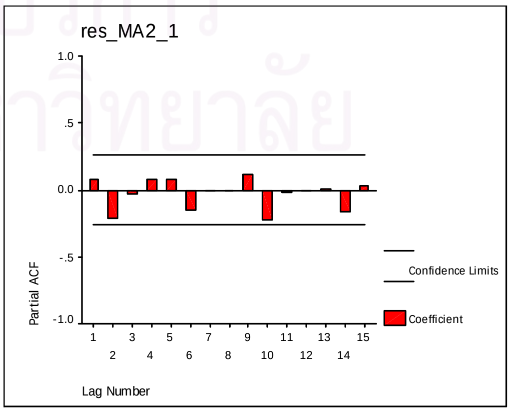
ตารางที่ 3.48 และรูปที่ 3.68 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.48 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-0.44263	16	-1.42851	31	0.09723	46	-0.00568
2	-0.22379	17	-0.38553	32	1.32121	47	-0.30006
3	-0.05334	18	-0.43938	33	0.26625	48	1.21143
4	-0.09309	19	0.05872	34	-0.97282	49	-1.13955
5	-0.05777	20	-0.65068	35	-0.63026	50	-1.50768
6	0.41518	21	-0.42084	36	0.64587	51	-0.38922
7	1.03384	22	0.34281	37	0.09888	52	0.36398
8	1.01450	23	1.13606	38	1.13141	53	-0.83437
9	-0.37565	24	-1.00349	39	0.65104	54	-0.31876
10	1.77483	25	-2.60938	40	-0.81777	55	-1.10449
11	-0.10423	26	0.08694	41	-0.00322	56	-0.07954
12	0.12048	27	0.10522	42	-1.88585	57	1.28413
13	-0.94760	28	-0.51495	43	0.99776	58	-0.68734
14	0.57774	29	-0.62427	44	1.58942	59	-0.51978
15	0.30345	30	-0.05898	45	0.46976	60	0.29114

รูปที่ 3.68 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.48





4.4.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = z_t - z_{t-1} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = z_t - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t - \hat{\theta}_2 \hat{a}_{t-1} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_{-1}, \hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

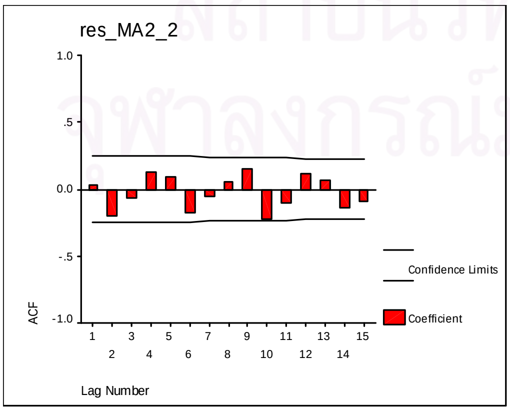
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

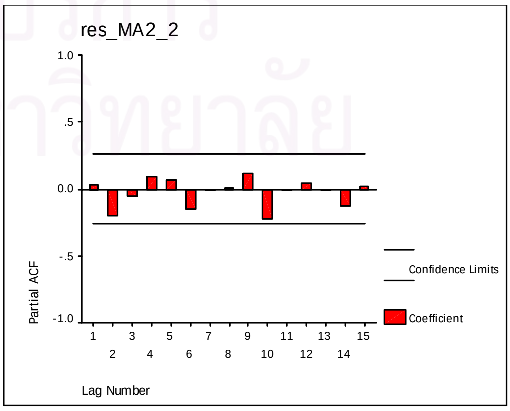
ตารางที่ 3.49 และรูปที่ 3.69 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.49 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ย แต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-0.35963	31	1.32592	46	-0.25411
2	-0.04961	17	-0.42586	32	0.24401	47	1.21516
3	-0.08340	18	0.07280	33	-0.96963	48	-1.15129
4	-0.05330	19	-0.68761	34	-0.61027	49	-1.48113
5	0.42267	20	-0.39637	35	0.66296	50	-0.35839
6	1.02942	21	0.34625	36	0.09113	51	0.37746
7	1.00053	22	1.14038	37	1.13712	52	-0.83528
8	-0.39050	23	-1.02399	38	0.63060	53	-0.29612
9	1.78731	24	-2.58027	39	-0.82159	54	-1.09660
10	-0.13812	25	0.13639	40	0.01448	55	-0.04964
11	0.13446	26	0.10849	41	-1.88213	56	1.28658
12	-1.95350	27	-0.50703	42	1.04241	57	-0.70344
13	0.62727	28	-0.61176	43	1.56834	58	-0.50070
14	0.28762	29	-0.04121	44	0.45298	59	0.30203
15	-1.41842	30	0.10232	45	-0.01418	60	-0.24028

รูปที่ 3.69 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.49





4.4.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

$$w_t = ln\, z_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = \hat{\mu} - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t - \hat{\theta}_2 \hat{a}_{t-1} \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_{-1}, \hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

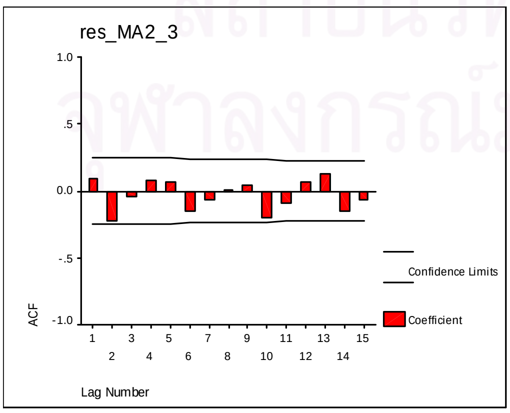
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

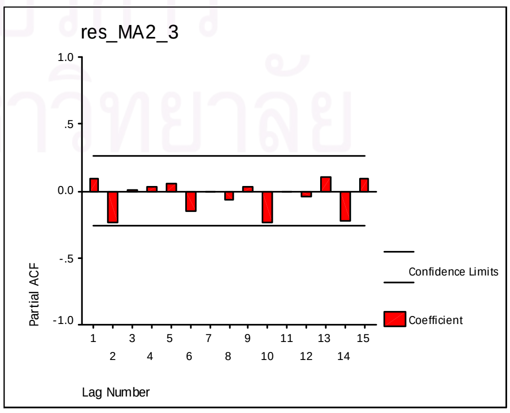
ตารางที่ 3.50 และรูปที่ 3.70 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.50 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-0.02198	16	-0.11434	31	0.01138	46	-0.01650
2	-0.01430	17	-0.03075	32	0.12082	47	-0.02290
3	0.00383	18	-0.02934	33	0.03158	48	0.11471
4	-0.00252	19	0.01368	34	-0.08763	49	-0.09948
5	0.00225	20	-0.03876	35	-0.05702	50	-0.17996
6	0.03575	21	-0.04037	36	0.06606	51	-0.02266
7	0.08074	22	0.04066	37	0.01519	52	0.03289
8	0.07995	23	0.09336	38	0.10742	53	-0.07271
9	-0.02021	24	-0.07343	39	0.06608	54	-0.03470
10	0.13463	25	-0.01390	40	-0.07130	55	-0.00949
11	0.00316	26	0.03118	41	0.00318	56	-0.00533
12	0.01148	27	0.00007	42	-0.08884	57	0.13112
13	-0.05772	28	-0.03033	43	0.10526	58	-0.05821
14	0.05231	29	-0.05952	44	0.13722	59	-0.05915
15	0.02807	30	0.00552	45	0.06092	60	0.04237

รูปที่ 3.70 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.50





4.4.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = \ln z_t - \ln z_{t-1} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = \ln z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = \ln z_t - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t - \hat{\theta}_2 \hat{a}_{t-1} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $\hat{a}_{-1}, \hat{a}_0 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

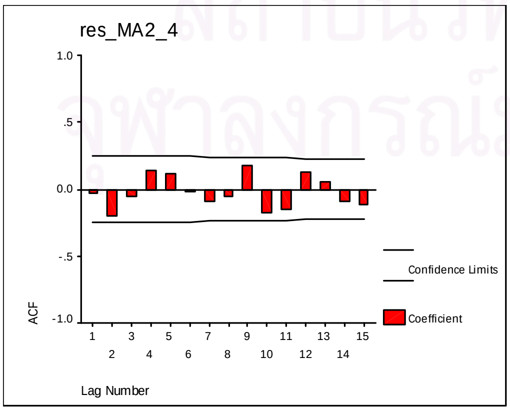
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

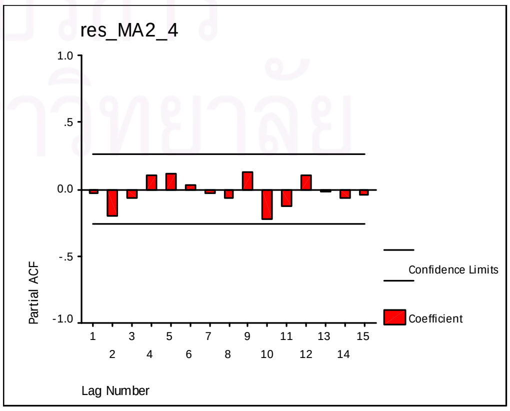
ตารางที่ 3.51 และรูปที่ 3.71 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.51 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ MA(2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-0.01919	31	0.09881	46	-0.02643
2	-0.00088	17	-0.02032	32	0.01549	47	0.10119
3	-0.00167	18	0.01875	33	-0.06173	48	-0.08749
4	-0.00090	19	-0.03855	34	-0.04622	49	-0.01528
5	0.02662	20	-0.01700	35	0.05679	50	-0.03488
6	0.05733	21	0.02044	36	0.00630	51	0.04476
7	0.05142	22	0.06387	37	0.08419	52	-0.07983
8	-0.01728	23	-0.05308	38	0.03839	53	-0.02724
9	0.08840	24	-0.15177	39	-0.04740	54	-0.12048
10	-0.00751	25	0.00512	40	0.00083	55	-0.00757
11	0.01027	26	0.01758	41	-0.03004	56	0.16413
12	-0.09237	27	-0.03724	42	0.07788	57	-0.08563
13	0.03295	28	-0.03936	43	0.11372	58	-0.05182
14	0.01809	29	-0.00215	44	0.02447	59	0.03926
15	-0.07184	30	0.01275	45	-0.00462	60	-0.02383

รูปที่ 3.71 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.51





4.5 การหาค่าพยากรณ์ $\hat{z}_t$ และค่าส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ของตัวแบบ ARMA(1,1) มีขั้นตอนในการหาดังนี้

4.5.1 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = \delta + \phi_1 z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 z_t - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad ,t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \mu$, $\hat{a}_0 = 0$, $\delta = (1-\phi_1)\mu$ และ $\hat{\delta} = (1-\hat{\phi}_1)\hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

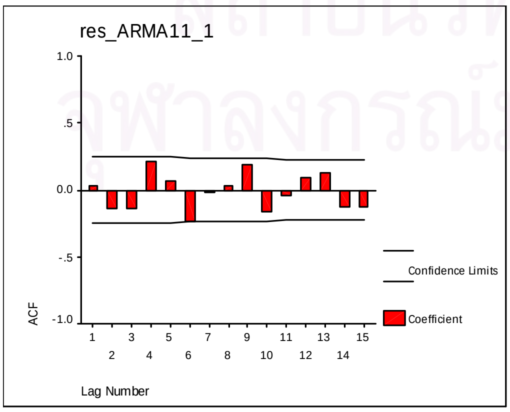
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

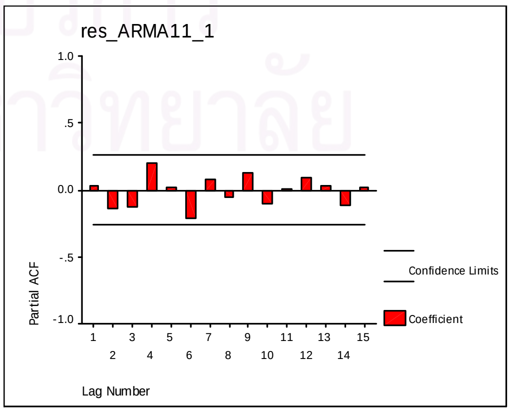
ตารางที่ 3.52 และรูปที่ 3.72 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.52 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	1.19330	16	-0.06257	31	-0.10198	46	0.80499
2	-0.41029	17	-1.10732	32	0.02337	47	-0.97426
3	-0.06803	18	-0.59993	33	1.35463	48	-0.24705
4	-0.20141	19	-0.49644	34	0.28802	49	0.88548
5	-0.01813	20	1.99950	35	-0.77132	50	-0.95805
6	-0.12330	21	-0.63705	36	-0.71857	51	-1.49485
7	0.45074	22	-0.14042	37	0.56756	52	-0.57680
8	1.01141	23	0.08456	38	0.05886	53	0.24084
9	1.12416	24	1.26923	39	1.24741	54	-0.83412
10	-0.25571	25	-1.02630	40	0.62589	55	-0.29899
11	1.87128	26	-2.42871	41	-0.59727	56	-1.24511
12	-0.14973	27	-0.22569	42	-0.04622	57	-0.06758
13	0.43065	28	-0.07833	43	-1.94886	58	1.09567
14	-1.13457	29	-0.43284	44	0.98876	59	-0.55750
15	0.70190	30	-0.68966	45	1.33199	60	-0.43748

รูปที่ 3.72 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.52





4.5.2 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = z_t - z_{t-1} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\hat{z}_t(1) = (1+\hat{\phi}_1)z_t - \hat{\phi}_1 z_{t-1} - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad ,t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \mu$ และ $\hat{a}_1 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

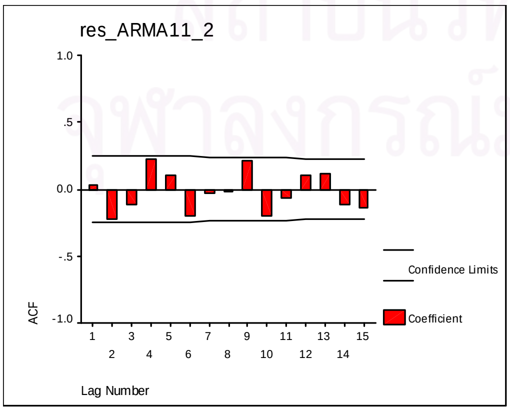
$$\hat{a}_{t-1}(1) = z_t - \hat{z}_{t-1}(1) \qquad ,t = 2,3,4,\ldots,n$$

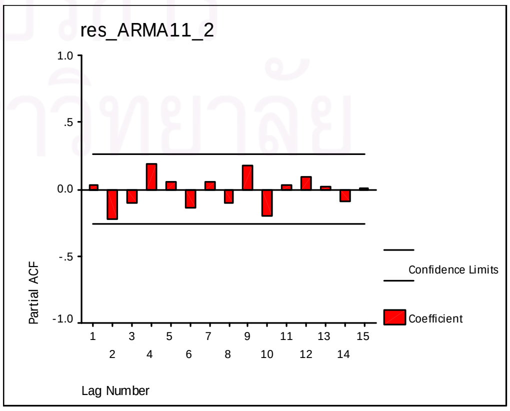
ตารางที่ 3.53 และรูปที่ 3.73 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.53 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-0.55962	31	1.35607	46	-0.23764
2	-0.17019	17	-0.47186	32	0.28493	47	0.94584
3	-0.02085	18	2.01467	33	-0.79863	48	-0.98151
4	-0.10760	19	-0.63891	34	-0.69536	49	-1.49097
5	0.45381	20	-0.17895	35	0.59267	50	-0.53015
6	1.01878	21	0.13371	36	0.06914	51	0.27039
7	1.10975	22	1.25735	37	1.23498	52	-0.82843
8	-0.27457	23	-0.02442	38	0.63056	53	-0.29316
9	1.86373	24	-2.44533	39	-0.62800	54	-0.21364
10	-0.14298	25	-0.15972	40	-0.03198	55	-0.05684
11	0.38798	26	-0.03597	41	-1.92883	56	1.13265
12	0.09874	27	-0.44179	42	1.00414	57	-0.57490
13	0.70110	28	-0.67106	43	1.37748	58	-0.44477
14	-0.00158	29	-0.08451	44	0.75240	59	0.18338
15	-1.14871	30	0.04253	45	-1.98018	60	-0.21379

รูปที่ 3.73 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.53





4.5.3 อนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (\mu - \phi_1\mu) + \phi_1 z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติ ดังนี้

$$w_t = ln\, z_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = \delta + \phi_1 \ln z_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = \hat{\delta} + \hat{\phi}_1 \ln z_t - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad , t = 0,1,2,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \mu$, $\hat{a}_0 = 0$, $\delta = (1-\phi_1)\mu$ และ $\hat{\delta} = (1-\hat{\phi}_1)\hat{\mu}$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

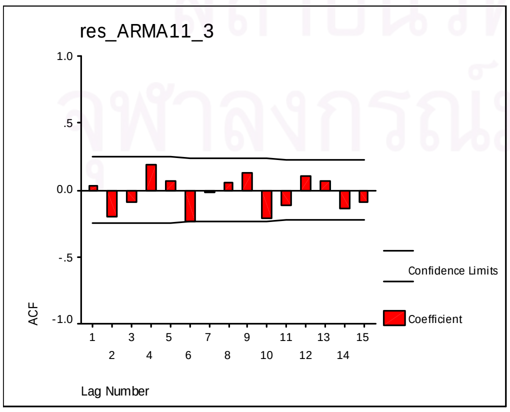
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

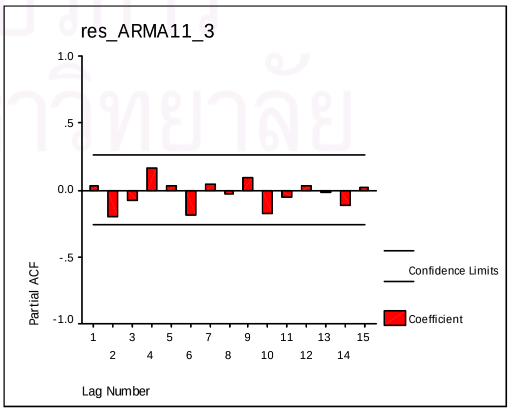
ตารางที่ 3.54 และรูปที่ 3.74 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.54 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-0.02668	16	-0.08751	31	0.01053	46	-0.11462
2	0.00032	17	-0.04016	32	0.02270	47	-0.02815
3	-0.00664	18	-0.03282	33	0.02926	48	0.09724
4	0.00532	19	0.05954	34	-0.06664	49	-0.09794
5	-0.00154	20	-0.06219	35	-0.05856	50	-0.14895
6	0.03999	21	-0.01043	36	0.05915	51	-0.04846
7	0.08130	22	0.01682	37	0.01187	52	0.03368
8	0.08873	23	0.10863	38	0.11586	53	-0.08201
9	-0.01581	24	-0.09416	39	0.06273	54	-0.02397
10	0.13899	25	-0.21984	40	-0.05284	55	-0.12711
11	-0.01370	26	-0.01312	41	0.00341	56	-0.00286
12	0.03551	27	0.00239	42	-0.19999	57	0.11902
13	-0.18440	28	-0.03184	43	0.08188	58	-0.05856
14	0.04600	29	-0.05407	44	0.13199	59	-0.03980
15	-0.00046	30	-0.00103	45	0.07989	60	0.02582

รูปที่ 3.74 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.54





4.5.4 อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน

จากรูปแบบความสัมพันธ์

$$z_t = (1+\phi_1)z_{t-1} - \phi_1 z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

ทำการแปลงอนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวนให้เป็นอนุกรมเวลาคงที่ โดยแปลงด้วยลอการิทึมธรรมชาติและการหาผลต่าง ดังนี้

$$w_t = \ln z_t - \ln z_{t-1} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

จะได้รูปแบบความสัมพันธ์

$$\ln z_t = (1+\phi_1)\ln z_{t-1} - \phi_1 \ln z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

หาค่าพยากรณ์จาก

$$\ln \hat{z}_t(1) = (1+\hat{\phi}_1)\ln z_t - \hat{\phi}_1 \ln z_{t-1} - \hat{\theta}_1 \hat{a}_t \qquad , t = 1,2,3,\ldots,n$$

โดยที่ $z_0 = \mu$ และ $\hat{a}_1 = 0$

จากนั้นหาค่าส่วนตกค้าง

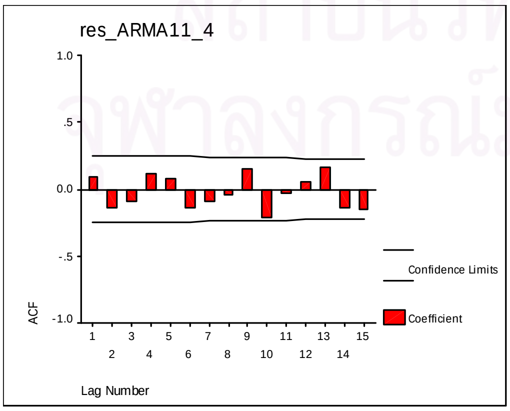
$$\hat{a}_{t-1}(1) = e^{z_t} - e^{\hat{z}_{t-1}(1)} \qquad , t = 2,3,4,\ldots,n$$

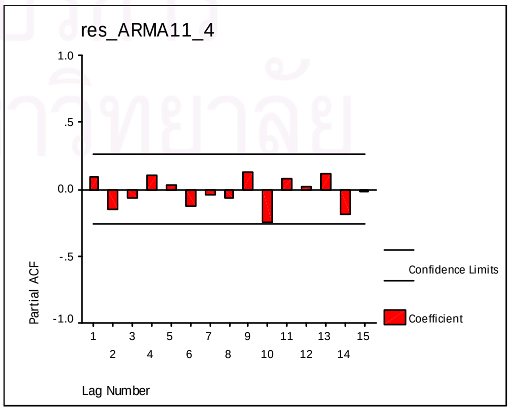
ตารางที่ 3.55 และรูปที่ 3.75 แสดงข้อมูลส่วนตกค้าง $\hat{a}_t$ ตามสมการข้างต้น โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows แสดงให้เห็นแผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF

ตารางที่ 3.55 แสดงข้อมูลส่วนตกค้างที่ได้จากตัวแบบ ARMA(1,1) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน โดยที่ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$ และ $n = 60$

t	a_t	t	a_t	t	a_t	t	a_t
1	-	16	-0.03313	31	0.10883	46	-0.01154
2	-0.00804	17	-0.02865	32	0.02615	47	0.07853
3	0.00179	18	0.12981	33	-0.05815	48	-0.07736
4	-0.00404	19	-0.03624	34	-0.05301	49	-0.12693
5	0.03118	20	-0.00635	35	0.05092	50	-0.04639
6	0.06479	21	0.01081	36	0.00904	51	0.02877
7	0.06813	22	0.08139	37	0.09818	52	-0.07879
8	-0.01296	23	-0.06241	38	0.05129	53	-0.02453
9	0.10690	24	-0.07211	39	-0.04350	54	-0.03205
10	-0.00402	25	-0.00771	40	0.00100	55	0.00053
11	0.02502	26	-0.00039	41	-0.05745	56	0.12707
12	-0.02191	27	-0.03012	42	0.08838	57	-0.05842
13	0.04700	28	-0.05025	43	0.11334	58	-0.04396
14	0.00280	29	-0.00342	44	0.05931	59	0.02398
15	-0.06671	30	0.00645	45	-0.01337	60	-0.02064

รูปที่ 3.75 แผนภาพ SACF และแผนภาพ SPACF จากข้อมูลส่วนตกค้างในตารางที่ 3.55





5. การคำนวณค่าสถิติทดสอบ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบจากการทดสอบเทียบความกลมกลืนด้วยตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m ดังนั้นเมื่อทำการจำลองข้อมูลตามขนาด ค่าพารามิเตอร์และสร้างตัวแบบดังที่กล่าวในขั้นตอนที่ 2 แล้ว นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าต่าง ๆ ตามสูตรของตัวสถิติทดสอบแต่ละวิธีที่เสนอในบทที่ 2 เมื่อได้ค่าสถิติทดสอบแต่ละตัวให้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต โดยตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตที่ได้จากตารางการแจกแจงแบบไคกำลังสอง (χ^2 - Distribution) สำหรับตัวสถิติทดสอบ D_m จะทำการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตซึ่งได้จากการแก้สมการในหัวข้อที่ 2.2

6. การหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

จากสมมติฐานว่างที่กำหนดไว้ว่าตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสมและข้อมูลที่จำลองขึ้นตามกรณีต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ในการวางแผนการทดลอง เมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน ผลสรุปที่ได้สามารถนำมาใช้ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบได้ สำหรับการทดสอบสมมติฐานเพื่อคำนวณหาค่าประมาณ ของค่าความคลาดเคลื่อนแบบที่1 จากสมมติฐานว่างที่ว่าตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม เมื่อทำการจำลองข้อมูลตามสมมติฐานว่างและกรณีที่กำหนดไว้ในการวางแผนการทดลองแล้ว นำมาคำนวณหาค่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m และเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของแต่ละตัวสถิติทดสอบดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 และหัวข้อก่อนหน้านี้ทำซ้ำ ๆ กันเป็นจำนวน 1,000 ครั้ง ทำการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง โดยสัดส่วนที่ได้จากการหารจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างด้วย 1,000 ซึ่งเป็นจำนวนครั้งทั้งหมดในการทดลอง จะเป็นค่าประมาณของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 จากนั้นทำการทดสอบแบบทวินาม ภายใต้สมมติฐานว่าง $H_0 : \alpha \le \alpha_0$ เมื่อ α_0 เป็นระดับนัยสำคัญที่กำหนดดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 พิจารณาว่าตัวสถิติทดสอบใดที่ได้ผลการทดสอบเป็นยอมรับ H_0 แสดงว่าสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้จึงนำมาทดสอบหาค่าอำนาจการทดสอบต่อไป

สำหรับกรณีอำนาจการทดสอบ แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 3–6 มีรายละเอียดเหมือนกรณีความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 สำหรับขั้นตอนที่ 1, 2 และ 7 มีรายละเอียดดังนี้

1. การจำลองความคลาดเคลื่อน (e_t)

การจำลองความคลาดเคลื่อนจะใช้การสร้างโปรแกรมย่อยสำหรับการสร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนที่ต้องการศึกษา ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 5

2. การจำลองความคลาดเคลื่อน(a_t) ของข้อมูลอนุกรมเวลา

สำหรับการสร้างความคลาดเคลื่อน(a_t)ของข้อมูลอนุกรมเวลาทั้ง2 รูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การสร้างตัวแปร a_t ตามตัวแบบ AR(1) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

สร้าง a_0 ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\frac{\sigma_e^{\,2}}{1-\phi_1^{\,2}}$ และสร้าง $e_t\,;\,t = 1,...,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ$\mu_e = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ$\sigma_e^{\,2} = 5$

จากนั้นสร้าง $a_t\,;\,t = 1,...,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

$$a_t = \eta a_{t-1} + e_t$$

2.2 การสร้างตัวแปร a_t ตามตัวแบบ MA(1) มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

สร้าง $e_t\,;\,t = 0,...,n$ ให้มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\mu_e = 0$ และความแปรปรวนเท่ากับ$\sigma_e^{\,2} = 5$ และกำหนดให้ $\mu = 0$

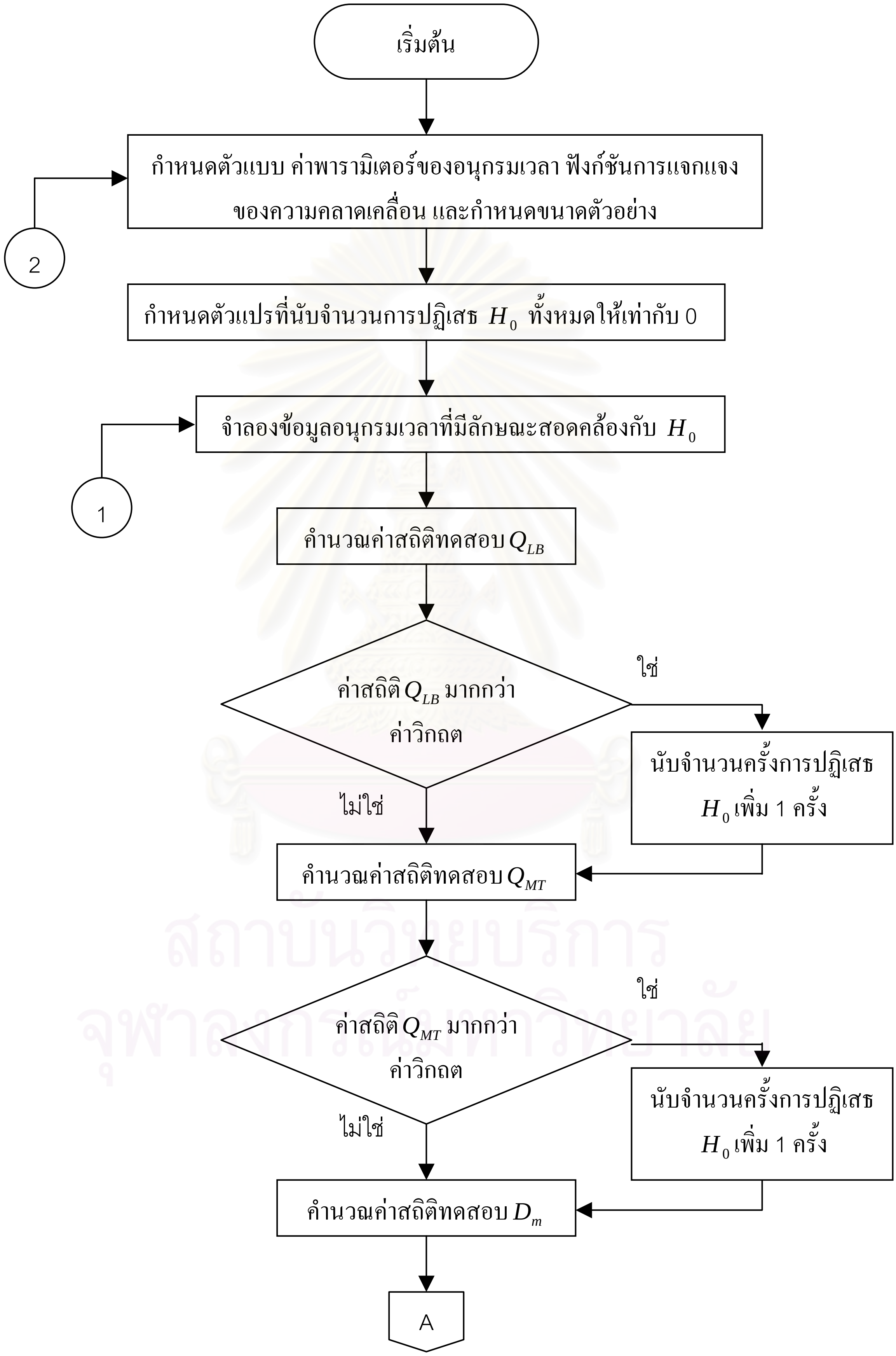
จากนั้นสร้าง $a_t\,;\,t = 1,...,n$ ให้มีรูปแบบความสัมพันธ์คือ

$$a_t = e_t - \nu e_{t-1}$$

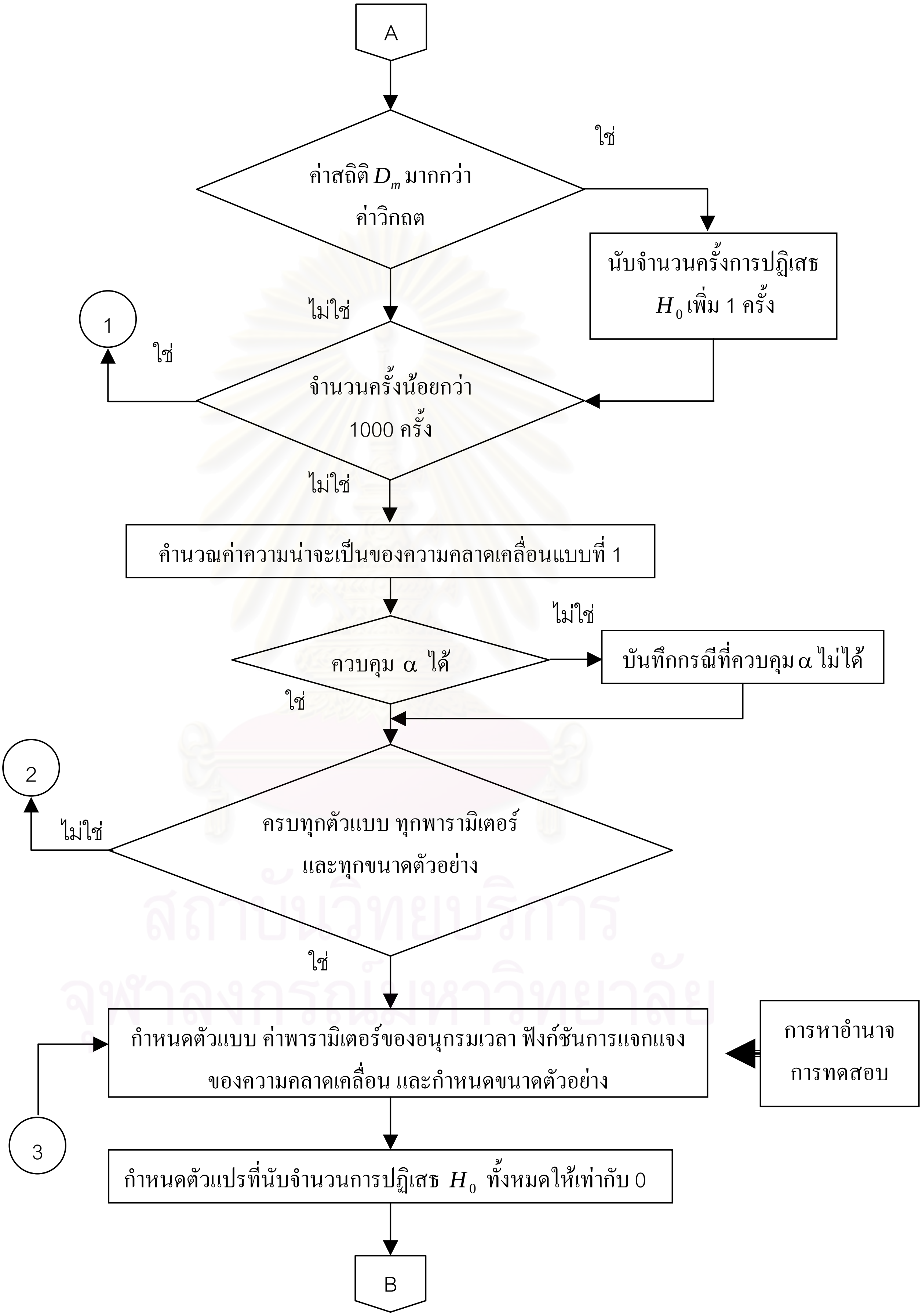
7. การเปรียบเทียบค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้

ในกรณีการหาค่าอำนาจการทดสอบนั้น จากสมมติฐานว่างที่ว่าตัวแบบอนุกรมเวลามีความเหมาะสม เมื่อทำการจำลองข้อมูลตามกรณีที่กำหนดไว้ในการวางแผนการทดลองแต่จำลองข้อมูลจากตัวแบบที่ไม่เป็นไปตามสมมติฐานว่างแล้ว นำมาคำนวณหาค่าตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว คือ ตัวสถิติทดสอบQ_{LB} ตัวสถิติทดสอบQ_{MT} และตัวสถิติทดสอบD_m และเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตของแต่ละตัวสถิติทดสอบดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 และหัวข้อก่อนหน้านี้ทำซ้ำ ๆ กันเป็นจำนวน 1,000 ครั้ง ทำการนับจำนวนครั้งของการปฏิเสธสมมติฐานว่าง โดยสัดส่วนที่ได้จากการหารจำนวนครั้งที่ปฏิเสธสมมติฐานว่างด้วย 1,000 ซึ่งเป็นจำนวนครั้งทั้งหมดในการทดลองจะเป็นค่าประมาณของค่าอำนาจการทดสอบ พิจารณาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบแต่ละตัวว่ามีค่าอำนาจการทดสอบสูงที่สุดในกรณีใดบ้าง และหากว่าตัวสถิติทดสอบตัวใดมีค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดจะถือว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

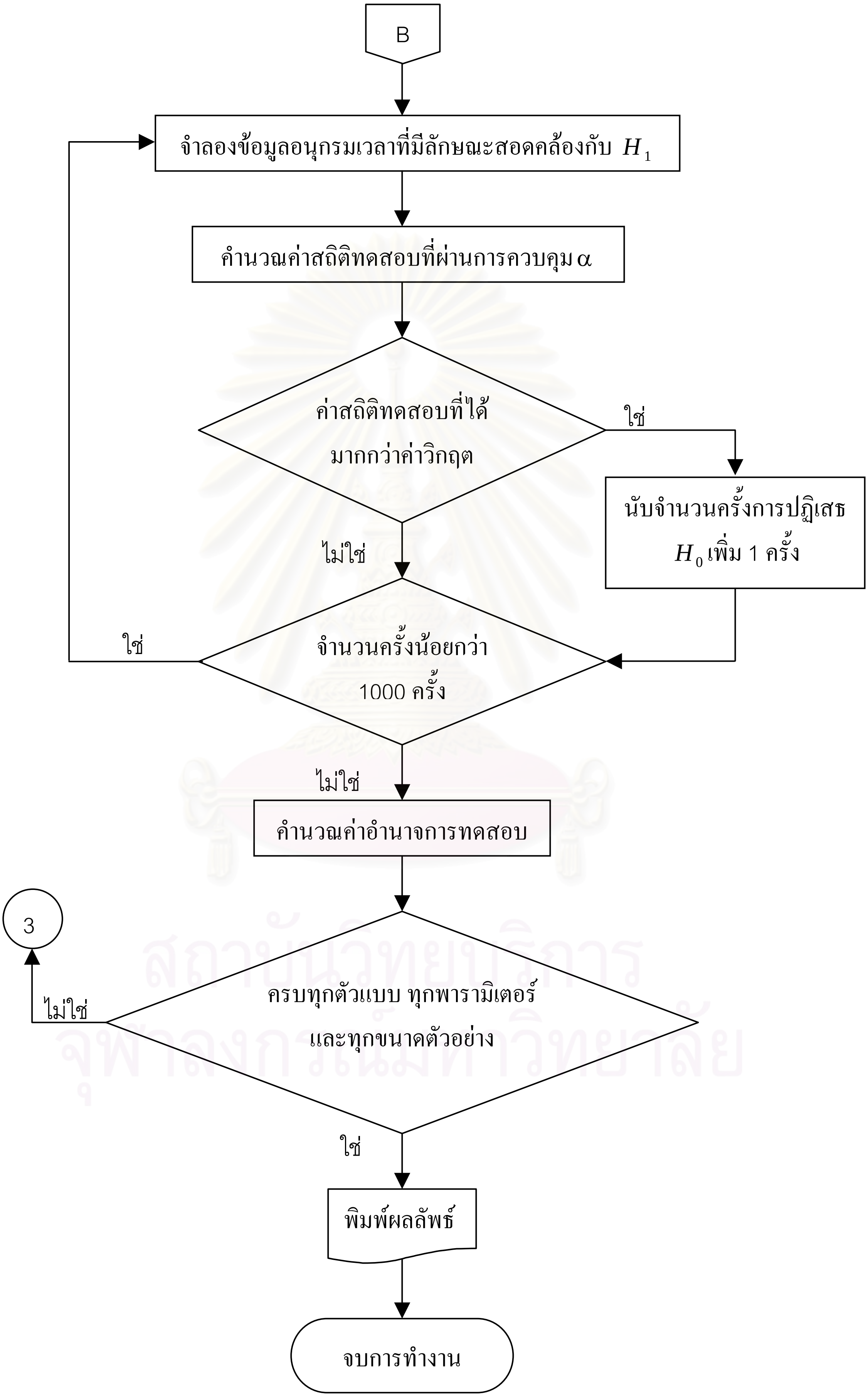
รูปที่ 3.76 แสดงแผนผังงานสำหรับหาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี



รูปที่ 3.76 (ต่อ)


A
ใช่
ค่าสถิติ D_m มากกว่า
ค่าวิกฤต
นับจำนวนครั้งการปฏิเสธ
H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
ไม่ใช่
1
ใช่
จำนวนครั้งน้อยกว่า
1000 ครั้ง
ไม่ใช่
คำนวณค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1
ไม่ใช่
ควบคุม α ได้
บันทึกกรณีที่ควบคุม α ไม่ได้
ใช่
2
ไม่ใช่
ครบทุกตัวแบบ ทุกพารามิเตอร์
และทุกขนาดตัวอย่าง
ใช่
กำหนดตัวแบบ ค่าพารามิเตอร์ของอนุกรมเวลา ฟังก์ชันการแจกแจง
ของความคลาดเคลื่อน และกำหนดขนาดตัวอย่าง
การหาอำนาจ
การทดสอบ
3
กำหนดตัวแปรที่นับจำนวนการปฏิเสธ H_0 ทั้งหมดให้เท่ากับ 0
B

รูปที่ 3.76 (ต่อ)


B
จำลองข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีลักษณะสอดคล้องกับ H_1
คำนวณค่าสถิติทดสอบที่ผ่านการควบคุม α
ค่าสถิติทดสอบที่ได้ มากกว่าค่าวิกฤต
ใช่
นับจำนวนครั้งการปฏิเสธ H_0 เพิ่ม 1 ครั้ง
ไม่ใช่
ใช่
จำนวนครั้งน้อยกว่า 1000 ครั้ง
ไม่ใช่
คำนวณค่าอำนาจการทดสอบ
3
ไม่ใช่
ครบทุกตัวแบบ ทุกพารามิเตอร์ และทุกขนาดตัวอย่าง
ใช่
พิมพ์ผลลัพธ์
จบการทำงาน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาข้อสรุปที่เหมาะสมในการเลือกตัวสถิติทดสอบที่ใช้ในการตรวจสอบปัญหาอัตสหสัมพันธ์สำหรับตัวแบบอนุกรมเวลา คือ ตัวสถิติทดสอบ Ljung – Box ตัวสถิติทดสอบ Monti และตัวสถิติทดสอบ Daniel – Julio โดยศึกษาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบ เพื่อหาข้อสรุปว่าตัวสถิติทดสอบตัวใดเหมาะสมในการตรวจสอบตัวแบบอนุกรมเวลาว่ามีอัตสหสัมพันธ์หรือไม่ในกรณีต่าง ๆ ที่จำลองขึ้นมาในการทดลอง โดยจะทำการพิจารณาตัวสถิติทดสอบใดสามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1 และมีความความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2 น้อยที่สุด หรือมีอำนาจการทดสอบมากที่สุด

จากการศึกษาถึงตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว ดังกล่าว จะใช้ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และค่าอำนาจการทดสอบเป็นเกณฑ์ในการวัด ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้จะเสนอเป็นตารางและรูปกราฟ เพื่อความสะดวกในการอธิบายจะใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

Q_{LB} หมายถึง ตัวสถิติทดสอบ Ljung – Box

Q_{MT} หมายถึง ตัวสถิติทดสอบ Monti

D_m หมายถึง ตัวสถิติทดสอบ Daniel – Julio

n หมายถึง ตัวอย่างที่ศึกษา คือ 40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100

η หมายถึง สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของรูปแบบ AR(1) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7

ν หมายถึง สัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ของรูปแบบ MA(1) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 0.3, 0.5 และ 0.7

α หมายถึง ระดับนัยสำคัญหรือค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่กำหนด แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 0.01, 0.05 และ 0.10

AR(1) หมายถึง ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง

AR(2) หมายถึง ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง

MA(1) หมายถึง ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง

MA(2) หมายถึง ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง

ARMA(1,1) หมายถึง ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง

*   หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สำหรับผลการวิจัยครั้งนี้ นำเสนอเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

ในการพิจารณาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 จากผลการทดลองจะนำเสนอในลักษณะตาราง โดยใช้เกณฑ์พิจารณาความสามารถในกาควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่1 คือการทดสอบทวินาม(Binomial Test) ที่ระดับนัยสำคัญ0.05 ซึ่งถ้าค่าความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 จากการทดลองที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด คือ 0.01 , 0.05 และ 0.10 อยู่ในช่วง [0 , 0.0152] , [0 , 0.0613] และ [0 , 0.1156] ตามลำดับ จะแสดงว่าตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้

ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ซึ่งทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่างและ/หรือลอการิทึมธรรมชาติ โดยจำแนกตามตัวแบบอนุกรมเวลา ดังนี้

4.1.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบ AR(1) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่ 4.1

2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่ 4.2

3) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่ 4.3

4) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่ 4.4

4.1.2 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบ AR(2) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่ 4.5

2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่ 4.6

3) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่ 4.7

4) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตาราง ที่ 4.8

4.1.3 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบ MA(1) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.9

2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.10

3) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.11

4) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตาราง ที่ 4.12

4.1.4 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบ MA(2) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.13

2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.14

3) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.15

4) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตาราง ที่ 4.16

4.1.5 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบ ARMA(1,1) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.17

2) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.18

3) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตารางที่4.19

4) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน นำเสนอด้วยตาราง ที่ 4.20

4.2 อำนาจการทดสอบ

การศึกษาอำนาจการทดสอบที่ได้จากการทดลองนั้น ศึกษาในกรณีที่ตัวสถิติทดสอบนั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้และการนำเสนออำนาจการทดสอบจะนำเสนอด้วยตารางและรูปกราฟ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 กรณีที่กำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t)

4.2.1.1 กำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1)

4.2.1.1.1 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.21 และรูปที่ 4.1

4.2.1.1.2 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.22 และรูปที่ 4.2

4.2.1.1.3 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.23 และรูปที่ 4.3

4.2.1.1.4 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.24 และรูปที่ 4.4

4.2.1.1.5 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่งARMA(1,1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.25 และรูปที่ 4.5

4.2.1.2 กำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1)

4.2.1.2.1 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.26 และรูปที่ 4.6

4.2.1.2.2 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.27 และรูปที่ 4.7

4.2.1.2.3 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.28 และรูปที่ 4.8

4.2.1.2.4 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.29 และรูปที่ 4.9

4.2.1.2.5 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่งARMA(1,1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.30 และรูปที่ 4.10

4.2.2 กรณีที่กำหนดข้อมูลให้ต่างไปจากตัวแบบเดิม

4.2.2.1 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.31 และรูปที่ 4.11

4.2.2.2 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.32 และรูปที่ 4.12

4.2.2.3 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.33 และรูปที่ 4.13

4.2.2.4 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.34 และรูปที่ 4.14

4.2.2.5 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่งARMA(1,1) นำเสนอด้วยตารางที่ 4.35 และรูปที่ 4.15

4.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว นำเสนอโดยจำแนกตามตัวแบบอนุกรมเวลา มีดังนี้

4.1.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1)

ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตาราง โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ และระดับของสัมประสิทธิ์อัตถดถอย ϕ_1 5 ระดับ นำเสนอด้วยตารางที่ 4.1 ถึง 4.4 สรุปรายละเอียดดังนี้

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.01</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง (40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100)

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.05</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.10</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

กล่าวโดยสรุปจากผลการทดลอง สำหรับทุกระดับของขนาดตัวอย่าง และทุกระดับของสัมประสิทธิ์อัตถดถอย ϕ_1 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างมีน้อย ๆ ส่วนตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ได้ทำการจำลองขึ้น

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(1)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.019*	0.016*	0.014	0.068*	0.059	0.057	0.116*	0.112	0.109
	0.3	0.019*	0.016*	0.014	0.067*	0.059	0.057	0.116*	0.112	0.109
	0.5	0.018*	0.017*	0.014	0.068*	0.060	0.058	0.117*	0.113	0.111
	0.6	0.017*	0.018*	0.015	0.069*	0.061	0.060	0.118*	0.114	0.112
	0.8	0.019*	0.018*	0.015	0.070*	0.061	0.061	0.120*	0.115	0.113
50	0.1	0.016*	0.015	0.013	0.060	0.058	0.055	0.113	0.109	0.096
	0.3	0.016*	0.015	0.013	0.060	0.059	0.055	0.113	0.110	0.097
	0.5	0.016*	0.015	0.013	0.060	0.058	0.055	0.113	0.108	0.097
	0.6	0.017*	0.014	0.014	0.061	0.057	0.056	0.114	0.108	0.099
	0.8	0.017*	0.014	0.014	0.061	0.056	0.057	0.115	0.108	0.101
60	0.1	0.013	0.013	0.011	0.056	0.053	0.051	0.112	0.102	0.096
	0.3	0.014	0.013	0.011	0.057	0.053	0.051	0.112	0.101	0.096
	0.5	0.012	0.012	0.012	0.057	0.054	0.051	0.113	0.102	0.098
	0.6	0.014	0.013	0.012	0.057	0.053	0.051	0.113	0.102	0.098
	0.8	0.015	0.014	0.013	0.058	0.052	0.052	0.114	0.101	0.100
70	0.1	0.011	0.011	0.010	0.051	0.051	0.046	0.112	0.100	0.094
	0.3	0.014	0.011	0.009	0.052	0.051	0.046	0.112	0.101	0.094
	0.5	0.014	0.011	0.010	0.052	0.051	0.047	0.112	0.101	0.096
	0.6	0.012	0.011	0.010	0.052	0.050	0.048	0.112	0.101	0.097
	0.8	0.013	0.012	0.011	0.052	0.050	0.049	0.113	0.100	0.098

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.012	0.011	0.009	0.049	0.048	0.044	0.109	0.096	0.093
	0.3	0.011	0.011	0.009	0.049	0.048	0.044	0.109	0.096	0.093
	0.5	0.013	0.012	0.009	0.049	0.047	0.044	0.110	0.097	0.093
	0.6	0.013	0.011	0.010	0.049	0.048	0.045	0.111	0.095	0.093
	0.8	0.010	0.011	0.010	0.050	0.049	0.047	0.111	0.098	0.095
100	0.1	0.010	0.010	0.008	0.047	0.045	0.042	0.106	0.092	0.087
	0.3	0.011	0.010	0.008	0.047	0.046	0.042	0.106	0.094	0.087
	0.5	0.011	0.010	0.008	0.047	0.047	0.042	0.107	0.094	0.087
	0.6	0.013	0.008	0.009	0.048	0.048	0.043	0.107	0.097	0.088
	0.8	0.012	0.008	0.009	0.048	0.048	0.043	0.108	0.098	0.088

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(1)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(n) ระดับของพารามิเตอร์(ϕ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.020*	0.016*	0.012	0.067*	0.061	0.058	0.117*	0.115	0.109
	0.3	0.019*	0.017*	0.013	0.067*	0.061	0.058	0.116*	0.114	0.110
	0.5	0.021*	0.017*	0.013	0.068*	0.061	0.059	0.116*	0.115	0.111
	0.6	0.022*	0.018*	0.014	0.070*	0.060	0.060	0.118*	0.114	0.112
	0.8	0.021*	0.018*	0.015	0.071*	0.060	0.061	0.121*	0.114	0.113
50	0.1	0.016*	0.014	0.012	0.060	0.060	0.056	0.113	0.111	0.099
	0.3	0.017*	0.014	0.012	0.060	0.060	0.056	0.114	0.111	0.100
	0.5	0.017*	0.014	0.012	0.060	0.060	0.057	0.114	0.110	0.100
	0.6	0.018*	0.013	0.012	0.061	0.059	0.057	0.114	0.109	0.101
	0.8	0.018*	0.013	0.013	0.061	0.058	0.059	0.115	0.109	0.102
60	0.1	0.014	0.012	0.010	0.055	0.055	0.048	0.112	0.102	0.095
	0.3	0.014	0.012	0.010	0.056	0.054	0.047	0.112	0.103	0.096
	0.5	0.013	0.012	0.011	0.056	0.054	0.049	0.111	0.103	0.097
	0.6	0.015	0.013	0.011	0.056	0.056	0.049	0.112	0.103	0.097
	0.8	0.015	0.013	0.011	0.057	0.056	0.050	0.113	0.105	0.096
70	0.1	0.012	0.010	0.008	0.050	0.044	0.046	0.111	0.100	0.093
	0.3	0.015	0.010	0.007	0.050	0.045	0.046	0.111	0.101	0.093
	0.5	0.014	0.011	0.009	0.050	0.047	0.047	0.110	0.102	0.093
	0.6	0.012	0.012	0.009	0.051	0.050	0.048	0.111	0.105	0.094
	0.8	0.011	0.012	0.009	0.052	0.051	0.048	0.111	0.104	0.096

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.011	0.010	0.007	0.050	0.048	0.044	0.108	0.097	0.091
	0.3	0.011	0.011	0.007	0.051	0.049	0.045	0.109	0.097	0.091
	0.5	0.012	0.010	0.008	0.051	0.048	0.046	0.109	0.097	0.091
	0.6	0.012	0.010	0.008	0.052	0.047	0.046	0.110	0.098	0.092
	0.8	0.010	0.011	0.008	0.052	0.049	0.047	0.111	0.099	0.092
100	0.1	0.010	0.009	0.006	0.047	0.045	0.042	0.105	0.093	0.086
	0.3	0.012	0.009	0.006	0.047	0.046	0.042	0.105	0.093	0.087
	0.5	0.010	0.010	0.006	0.047	0.048	0.042	0.105	0.094	0.086
	0.6	0.012	0.011	0.006	0.048	0.049	0.042	0.105	0.093	0.087
	0.8	0.013	0.009	0.007	0.048	0.046	0.043	0.106	0.094	0.087

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(1)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(n) ระดับของพารามิเตอร์(ϕ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.019*	0.016*	0.014	0.069*	0.059	0.058	0.116*	0.113	0.111
	0.3	0.019*	0.017*	0.014	0.068*	0.059	0.058	0.116*	0.114	0.112
	0.5	0.018*	0.017*	0.015	0.069*	0.060	0.059	0.117*	0.115	0.113
	0.6	0.018*	0.018*	0.015	0.070*	0.061	0.060	0.118*	0.115	0.114
	0.8	0.020*	0.018*	0.015	0.072*	0.061	0.061	0.120*	0.115	0.115
50	0.1	0.016*	0.015	0.013	0.060	0.060	0.056	0.113	0.111	0.099
	0.3	0.016*	0.014	0.013	0.060	0.059	0.055	0.114	0.111	0.099
	0.5	0.016*	0.014	0.013	0.061	0.059	0.056	0.114	0.111	0.099
	0.6	0.016*	0.013	0.014	0.061	0.057	0.056	0.114	0.110	0.101
	0.8	0.017*	0.014	0.014	0.061	0.059	0.058	0.115	0.111	0.101
60	0.1	0.013	0.012	0.011	0.058	0.054	0.052	0.111	0.102	0.097
	0.3	0.013	0.012	0.012	0.058	0.053	0.053	0.112	0.101	0.097
	0.5	0.014	0.011	0.012	0.058	0.054	0.054	0.111	0.101	0.097
	0.6	0.015	0.012	0.012	0.058	0.053	0.054	0.112	0.105	0.097
	0.8	0.015	0.010	0.011	0.059	0.053	0.054	0.113	0.104	0.098
70	0.1	0.011	0.010	0.010	0.052	0.051	0.049	0.110	0.100	0.096
	0.3	0.012	0.010	0.010	0.053	0.052	0.049	0.110	0.101	0.096
	0.5	0.012	0.010	0.010	0.053	0.051	0.050	0.111	0.101	0.096
	0.6	0.012	0.011	0.010	0.054	0.054	0.050	0.111	0.102	0.096
	0.8	0.013	0.010	0.011	0.054	0.052	0.052	0.111	0.103	0.097

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.012	0.009	0.009	0.050	0.047	0.044	0.108	0.096	0.092
	0.3	0.012	0.010	0.009	0.051	0.049	0.044	0.108	0.098	0.092
	0.5	0.013	0.010	0.009	0.051	0.049	0.045	0.109	0.098	0.093
	0.6	0.012	0.010	0.009	0.051	0.049	0.045	0.110	0.097	0.093
	0.8	0.012	0.008	0.010	0.052	0.046	0.047	0.111	0.098	0.095
100	0.1	0.010	0.007	0.007	0.049	0.046	0.044	0.106	0.095	0.087
	0.3	0.011	0.008	0.007	0.049	0.047	0.044	0.106	0.096	0.087
	0.5	0.011	0.009	0.007	0.049	0.048	0.044	0.107	0.097	0.087
	0.6	0.013	0.010	0.008	0.049	0.049	0.046	0.108	0.098	0.088
	0.8	0.012	0.010	0.008	0.051	0.049	0.047	0.108	0.098	0.089

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(1)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.021*	0.016*	0.014	0.068*	0.061	0.058	0.116*	0.113	0.106
	0.3	0.020*	0.016*	0.014	0.068*	0.061	0.058	0.116*	0.112	0.107
	0.5	0.019*	0.018*	0.014	0.068*	0.061	0.059	0.116*	0.113	0.108
	0.6	0.017*	0.017*	0.015	0.069*	0.060	0.060	0.118*	0.115	0.109
	0.8	0.018*	0.017*	0.015	0.070*	0.060	0.060	0.120*	0.114	0.112
50	0.1	0.016*	0.013	0.013	0.060	0.056	0.055	0.113	0.110	0.097
	0.3	0.016*	0.014	0.013	0.060	0.057	0.055	0.113	0.109	0.098
	0.5	0.016*	0.014	0.014	0.061	0.057	0.056	0.112	0.109	0.098
	0.6	0.016*	0.015	0.014	0.061	0.057	0.056	0.114	0.110	0.099
	0.8	0.017*	0.015	0.014	0.061	0.057	0.058	0.115	0.110	0.099
60	0.1	0.013	0.012	0.011	0.056	0.052	0.051	0.112	0.105	0.096
	0.3	0.014	0.012	0.011	0.056	0.052	0.052	0.112	0.105	0.097
	0.5	0.013	0.012	0.011	0.057	0.052	0.052	0.112	0.104	0.097
	0.6	0.015	0.011	0.012	0.058	0.051	0.052	0.113	0.103	0.098
	0.8	0.014	0.011	0.012	0.058	0.050	0.053	0.114	0.103	0.098
70	0.1	0.010	0.012	0.010	0.050	0.048	0.047	0.111	0.101	0.096
	0.3	0.011	0.011	0.010	0.050	0.048	0.047	0.112	0.101	0.096
	0.5	0.014	0.011	0.010	0.051	0.049	0.048	0.112	0.102	0.096
	0.6	0.012	0.012	0.011	0.052	0.050	0.048	0.111	0.103	0.097
	0.8	0.012	0.012	0.011	0.053	0.052	0.050	0.112	0.103	0.098

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

n	ϕ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.011	0.012	0.009	0.049	0.050	0.046	0.109	0.097	0.093
	0.3	0.011	0.011	0.009	0.050	0.048	0.046	0.110	0.096	0.093
	0.5	0.012	0.011	0.009	0.050	0.048	0.046	0.110	0.095	0.093
	0.6	0.013	0.011	0.010	0.051	0.048	0.047	0.110	0.095	0.094
	0.8	0.010	0.011	0.010	0.051	0.048	0.048	0.111	0.095	0.095
100	0.1	0.010	0.009	0.008	0.048	0.048	0.041	0.105	0.093	0.087
	0.3	0.012	0.009	0.008	0.048	0.043	0.041	0.106	0.093	0.087
	0.5	0.011	0.010	0.008	0.047	0.042	0.042	0.106	0.093	0.088
	0.6	0.012	0.010	0.008	0.048	0.042	0.043	0.106	0.093	0.088
	0.8	0.013	0.010	0.007	0.049	0.042	0.044	0.108	0.092	0.089

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.1.2 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2)

ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตาราง โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ และระดับของสัมประสิทธิ์อัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและสอง (ϕ_1, ϕ_2) 3 ระดับ นำเสนอด้วยตารางที่ 4.5 ถึง 4.8 สรุปรายละเอียดดังนี้

ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง (40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100)

ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

ระดับนัยสำคัญ 0.10

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

กล่าวโดยสรุปจากผลการทดลอง สำหรับทุกระดับของขนาดตัวอย่าง และทุกระดับของสัมประสิทธิ์อัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและสอง (ϕ_1, ϕ_2) พบว่าตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างมีน้อย ๆ ส่วนตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ได้ทำการจำลองขึ้น

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(2)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1, ϕ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1, ϕ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.2,0.7	0.024*	0.016*	0.011	0.076*	0.060	0.060	0.122*	0.112	0.110
	-0.6,0.1	0.021*	0.018*	0.010	0.073*	0.061	0.058	0.119*	0.115	0.110
	0.8,-0.5	0.020*	0.017*	0.010	0.070*	0.060	0.059	0.117*	0.114	0.111
50	0.2,0.7	0.018*	0.015	0.010	0.061	0.057	0.055	0.115	0.110	0.110
	-0.6,0.1	0.017*	0.014	0.009	0.060	0.059	0.050	0.114	0.111	0.105
	0.8,-0.5	0.016*	0.014	0.008	0.060	0.058	0.052	0.113	0.113	0.105
60	0.2,0.7	0.015	0.013	0.009	0.058	0.053	0.052	0.114	0.105	0.105
	-0.6,0.1	0.014	0.012	0.006	0.057	0.052	0.048	0.113	0.104	0.100
	0.8,-0.5	0.013	0.011	0.005	0.056	0.051	0.049	0.113	0.103	0.099
70	0.2,0.7	0.014	0.012	0.008	0.056	0.052	0.050	0.114	0.105	0.099
	-0.6,0.1	0.013	0.011	0.007	0.054	0.050	0.046	0.112	0.103	0.096
	0.8,-0.5	0.012	0.011	0.006	0.055	0.049	0.046	0.113	0.102	0.096
80	0.2,0.7	0.014	0.010	0.008	0.058	0.048	0.043	0.113	0.098	0.093
	-0.6,0.1	0.013	0.009	0.007	0.054	0.047	0.042	0.112	0.097	0.091
	0.8,-0.5	0.012	0.008	0.006	0.053	0.046	0.045	0.111	0.097	0.092
100	0.2,0.7	0.013	0.009	0.007	0.055	0.043	0.042	0.110	0.095	0.093
	-0.6,0.1	0.011	0.009	0.005	0.052	0.042	0.044	0.108	0.093	0.091
	0.8,-0.5	0.011	0.008	0.005	0.052	0.044	0.043	0.108	0.096	0.091

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(2)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(n) ระดับของพารามิเตอร์(ϕ_1,ϕ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1,ϕ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.2,0.7	0.020*	0.017*	0.011	0.077*	0.061	0.061	0.122*	0.111	0.110
	-0.6,0.1	0.018*	0.018*	0.010	0.074*	0.061	0.059	0.119*	0.113	0.110
	0.8,-0.5	0.016*	0.018*	0.010	0.070*	0.060	0.058	0.118*	0.114	0.111
50	0.2,0.7	0.018*	0.014	0.010	0.061	0.058	0.056	0.115	0.110	0.110
	-0.6,0.1	0.017*	0.014	0.009	0.060	0.060	0.053	0.113	0.111	0.107
	0.8,-0.5	0.016*	0.015	0.009	0.060	0.059	0.055	0.114	0.113	0.108
60	0.2,0.7	0.015	0.014	0.008	0.059	0.053	0.054	0.114	0.106	0.103
	-0.6,0.1	0.014	0.013	0.006	0.056	0.053	0.049	0.112	0.106	0.101
	0.8,-0.5	0.013	0.013	0.005	0.056	0.050	0.050	0.113	0.105	0.100
70	0.2,0.7	0.014	0.013	0.008	0.058	0.052	0.049	0.114	0.105	0.100
	-0.6,0.1	0.013	0.012	0.007	0.056	0.050	0.046	0.112	0.104	0.098
	0.8,-0.5	0.013	0.012	0.007	0.055	0.049	0.046	0.113	0.102	0.098
80	0.2,0.7	0.014	0.010	0.008	0.059	0.050	0.045	0.113	0.100	0.094
	-0.6,0.1	0.014	0.010	0.007	0.055	0.048	0.046	0.112	0.098	0.092
	0.8,-0.5	0.012	0.009	0.006	0.055	0.045	0.047	0.111	0.095	0.094
100	0.2,0.7	0.014	0.008	0.007	0.057	0.044	0.042	0.110	0.094	0.094
	-0.6,0.1	0.013	0.008	0.006	0.055	0.042	0.043	0.118	0.091	0.092
	0.8,-0.5	0.013	0.009	0.005	0.055	0.045	0.042	0.119	0.093	0.092

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(2)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1,ϕ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1,ϕ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.2,0.7	0.023*	0.016*	0.011	0.075*	0.060	0.060	0.125*	0.113	0.112
	-0.6,0.1	0.021*	0.018*	0.010	0.073*	0.061	0.058	0.119*	0.115	0.109
	0.8,-0.5	0.020*	0.017*	0.010	0.072*	0.061	0.069	0.118*	0.115	0.110
50	0.2,0.7	0.019*	0.014	0.009	0.061	0.057	0.054	0.114	0.110	0.114
	-0.6,0.1	0.017*	0.015	0.008	0.060	0.060	0.051	0.113	0.112	0.110
	0.8,-0.5	0.016*	0.015	0.008	0.060	0.059	0.052	0.113	0.113	0.103
60	0.2,0.7	0.015	0.012	0.007	0.058	0.050	0.050	0.114	0.103	0.105
	-0.6,0.1	0.014	0.013	0.006	0.056	0.055	0.049	0.113	0.104	0.103
	0.8,-0.5	0.014	0.013	0.007	0.056	0.055	0.049	0.114	0.105	0.103
70	0.2,0.7	0.013	0.013	0.008	0.057	0.053	0.050	0.114	0.105	0.098
	-0.6,0.1	0.012	0.012	0.007	0.054	0.050	0.048	0.113	0.102	0.096
	0.8,-0.5	0.012	0.012	0.006	0.056	0.049	0.048	0.113	0.102	0.096
80	0.2,0.7	0.012	0.009	0.007	0.059	0.046	0.044	0.113	0.097	0.092
	-0.6,0.1	0.011	0.010	0.006	0.057	0.048	0.043	0.111	0.097	0.091
	0.8,-0.5	0.011	0.010	0.006	0.055	0.049	0.045	0.112	0.098	0.094
100	0.2,0.7	0.011	0.009	0.006	0.052	0.045	0.042	0.109	0.095	0.092
	-0.6,0.1	0.010	0.009	0.005	0.051	0.046	0.040	0.108	0.094	0.091
	0.8,-0.5	0.012	0.010	0.007	0.055	0.046	0.043	0.110	0.095	0.091

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (AR(2)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1, ϕ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1,ϕ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.2,0.7	0.024*	0.017*	0.011	0.075*	0.059	0.059	0.123*	0.112	0.110
	-0.6,0.1	0.021*	0.018*	0.010	0.070*	0.061	0.058	0.120*	0.115	0.110
	0.8,-0.5	0.020*	0.017*	0.012	0.069*	0.060	0.058	0.120*	0.114	0.112
50	0.2,0.7	0.018*	0.013	0.010	0.060	0.057	0.054	0.115	0.109	0.110
	-0.6,0.1	0.017*	0.014	0.009	0.058	0.058	0.050	0.113	0.110	0.107
	0.8,-0.5	0.016*	0.015	0.008	0.059	0.057	0.054	0.114	0.110	0.109
60	0.2,0.7	0.015	0.011	0.009	0.059	0.051	0.053	0.113	0.102	0.100
	-0.6,0.1	0.014	0.012	0.008	0.055	0.053	0.051	0.112	0.103	0.099
	0.8,-0.5	0.013	0.013	0.008	0.056	0.052	0.052	0.115	0.105	0.098
70	0.2,0.7	0.015	0.012	0.008	0.054	0.053	0.046	0.113	0.102	0.100
	-0.6,0.1	0.013	0.012	0.007	0.053	0.051	0.046	0.112	0.101	0.098
	0.8,-0.5	0.014	0.011	0.006	0.054	0.050	0.046	0.112	0.100	0.099
80	0.2,0.7	0.013	0.008	0.008	0.054	0.046	0.040	0.113	0.097	0.091
	-0.6,0.1	0.012	0.010	0.006	0.053	0.047	0.041	0.112	0.098	0.090
	0.8,-0.5	0.011	0.009	0.007	0.052	0.048	0.045	0.111	0.098	0.093
100	0.2,0.7	0.012	0.009	0.007	0.052	0.043	0.041	0.109	0.097	0.091
	-0.6,0.1	0.011	0.008	0.006	0.052	0.040	0.042	0.108	0.095	0.090
	0.8,-0.5	0.013	0.009	0.007	0.055	0.044	0.043	0.110	0.096	0.092

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.1.3 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1)

ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตาราง โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ และระดับของสัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ θ_1 5 ระดับ นำเสนอด้วยตารางที่ 4.9 ถึง 4.12 สรุปรายละเอียดดังนี้

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.01</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง (40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100)

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.05</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.10</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

กล่าวโดยสรุปจากผลการทดลอง สำหรับทุกระดับของขนาดตัวอย่าง และทุกระดับของสัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ θ_1 พบว่าตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างมีน้อย ๆ ส่วนตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ได้ทำการจำลองขึ้น

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(1)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(n) ระดับของพารามิเตอร์(θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.017*	0.016*	0.013	0.069*	0.059	0.059	0.117*	0.112	0.108
	0.3	0.019*	0.017*	0.014	0.070*	0.060	0.059	0.117*	0.114	0.109
	0.5	0.021*	0.018*	0.014	0.071*	0.060	0.059	0.118*	0.115	0.109
	0.6	0.022*	0.020*	0.015	0.073*	0.061	0.060	0.119*	0.115	0.112
	0.8	0.023*	0.020*	0.015	0.074*	0.061	0.061	0.120*	0.115	0.112
50	0.1	0.017*	0.014	0.012	0.059	0.058	0.056	0.113	0.108	0.960
	0.3	0.018*	0.014	0.012	0.060	0.059	0.056	0.114	0.109	0.990
	0.5	0.018*	0.015	0.012	0.060	0.060	0.057	0.114	0.110	0.102
	0.6	0.019*	0.015	0.013	0.061	0.060	0.058	0.115	0.110	0.103
	0.8	0.019*	0.015	0.014	0.061	0.060	0.058	0.115	0.110	0.104
60	0.1	0.013	0.013	0.011	0.057	0.052	0.048	0.112	0.101	0.960
	0.3	0.013	0.013	0.011	0.058	0.053	0.048	0.113	0.103	0.980
	0.5	0.014	0.014	0.012	0.058	0.053	0.049	0.113	0.108	0.980
	0.6	0.015	0.014	0.012	0.059	0.054	0.050	0.114	0.108	0.100
	0.8	0.015	0.014	0.013	0.059	0.054	0.051	0.114	0.107	0.100
70	0.1	0.011	0.011	0.010	0.051	0.051	0.045	0.111	0.100	0.096
	0.3	0.012	0.012	0.010	0.053	0.052	0.046	0.112	0.101	0.097
	0.5	0.012	0.013	0.011	0.055	0.055	0.047	0.112	0.102	0.097
	0.6	0.013	0.013	0.012	0.056	0.055	0.048	0.113	0.102	0.098
	0.8	0.013	0.013	0.012	0.056	0.055	0.048	0.113	0.102	0.098

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.010	0.010	0.008	0.048	0.045	0.042	0.109	0.095	0.091
	0.3	0.011	0.011	0.009	0.048	0.046	0.043	0.109	0.096	0.093
	0.5	0.012	0.011	0.009	0.049	0.047	0.044	0.110	0.099	0.095
	0.6	0.012	0.012	0.010	0.049	0.047	0.045	0.111	0.099	0.095
	0.8	0.013	0.012	0.011	0.050	0.047	0.045	0.111	0.099	0.095
100	0.1	0.011	0.009	0.008	0.046	0.043	0.041	0.106	0.093	0.087
	0.3	0.012	0.010	0.009	0.046	0.044	0.042	0.106	0.093	0.088
	0.5	0.011	0.011	0.010	0.047	0.046	0.043	0.107	0.094	0.089
	0.6	0.013	0.011	0.011	0.048	0.046	0.043	0.108	0.094	0.089
	0.8	0.013	0.012	0.011	0.048	0.046	0.043	0.108	0.095	0.089

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(1)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.016*	0.017*	0.013	0.068*	0.060	0.058	0.118*	0.113	0.109
	0.3	0.019*	0.018*	0.014	0.069*	0.060	0.058	0.118*	0.114	0.110
	0.5	0.022*	0.018*	0.014	0.073*	0.061	0.059	0.119*	0.115	0.110
	0.6	0.023*	0.020*	0.015	0.074*	0.061	0.060	0.120*	0.115	0.112
	0.8	0.024*	0.020*	0.015	0.077*	0.061	0.060	0.120*	0.115	0.112
50	0.1	0.016*	0.014	0.013	0.060	0.058	0.056	0.113	0.107	0.096
	0.3	0.017*	0.014	0.013	0.060	0.059	0.056	0.114	0.108	0.097
	0.5	0.018*	0.015	0.013	0.060	0.060	0.058	0.114	0.110	0.102
	0.6	0.018*	0.015	0.014	0.061	0.060	0.058	0.115	0.110	0.103
	0.8	0.019*	0.015	0.014	0.061	0.060	0.058	0.115	0.110	0.104
60	0.1	0.013	0.013	0.011	0.057	0.054	0.049	0.113	0.102	0.095
	0.3	0.013	0.013	0.011	0.058	0.055	0.050	0.114	0.104	0.098
	0.5	0.014	0.014	0.012	0.058	0.056	0.051	0.114	0.107	0.098
	0.6	0.014	0.014	0.012	0.059	0.056	0.052	0.115	0.108	0.100
	0.8	0.014	0.014	0.013	0.059	0.056	0.052	0.115	0.108	0.100
70	0.1	0.011	0.010	0.010	0.050	0.050	0.045	0.111	0.102	0.095
	0.3	0.012	0.012	0.010	0.051	0.052	0.046	0.112	0.103	0.097
	0.5	0.012	0.013	0.011	0.053	0.054	0.047	0.112	0.103	0.097
	0.6	0.013	0.013	0.012	0.055	0.054	0.048	0.113	0.102	0.099
	0.8	0.013	0.013	0.012	0.055	0.054	0.048	0.113	0.102	0.099

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.011	0.010	0.008	0.049	0.044	0.043	0.110	0.095	0.092
	0.3	0.011	0.011	0.009	0.049	0.046	0.044	0.110	0.096	0.094
	0.5	0.012	0.011	0.009	0.050	0.047	0.045	0.111	0.099	0.095
	0.6	0.013	0.012	0.010	0.051	0.047	0.045	0.112	0.098	0.095
	0.8	0.014	0.012	0.010	0.051	0.047	0.045	0.112	0.099	0.095
100	0.1	0.011	0.009	0.008	0.046	0.043	0.040	0.105	0.093	0.087
	0.3	0.012	0.010	0.009	0.046	0.044	0.043	0.105	0.093	0.088
	0.5	0.010	0.011	0.010	0.047	0.045	0.044	0.106	0.094	0.089
	0.6	0.012	0.011	0.011	0.048	0.045	0.044	0.107	0.094	0.090
	0.8	0.013	0.012	0.011	0.048	0.045	0.044	0.107	0.094	0.090

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่1ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(1)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(n) ระดับของพารามิเตอร์(θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.017*	0.016*	0.013	0.069*	0.059	0.059	0.118*	0.113	0.108
	0.3	0.019*	0.017*	0.014	0.070*	0.060	0.059	0.119*	0.114	0.109
	0.5	0.020*	0.018*	0.014	0.071*	0.061	0.060	0.119*	0.115	0.109
	0.6	0.022*	0.020*	0.015	0.072*	0.061	0.061	0.121*	0.115	0.112
	0.8	0.023*	0.020*	0.015	0.073*	0.061	0.061	0.121*	0.115	0.112
50	0.1	0.017*	0.013	0.013	0.059	0.058	0.056	0.113	0.108	0.095
	0.3	0.018*	0.013	0.012	0.059	0.059	0.057	0.114	0.109	0.100
	0.5	0.018*	0.014	0.012	0.060	0.060	0.058	0.114	0.110	0.102
	0.6	0.019*	0.014	0.013	0.061	0.061	0.059	0.115	0.110	0.103
	0.8	0.019*	0.014	0.014	0.061	0.061	0.059	0.115	0.111	0.103
60	0.1	0.013	0.013	0.011	0.057	0.052	0.047	0.112	0.101	0.097
	0.3	0.013	0.013	0.011	0.057	0.054	0.048	0.113	0.102	0.099
	0.5	0.014	0.014	0.012	0.058	0.055	0.049	0.113	0.108	0.099
	0.6	0.015	0.014	0.012	0.059	0.055	0.050	0.114	0.107	0.100
	0.8	0.015	0.014	0.013	0.059	0.055	0.051	0.114	0.107	0.100
70	0.1	0.012	0.012	0.010	0.054	0.052	0.046	0.111	0.100	0.096
	0.3	0.012	0.012	0.010	0.055	0.053	0.047	0.112	0.101	0.097
	0.5	0.012	0.013	0.011	0.055	0.054	0.047	0.112	0.102	0.097
	0.6	0.014	0.013	0.012	0.056	0.054	0.048	0.113	0.102	0.098
	0.8	0.014	0.013	0.012	0.056	0.054	0.048	0.113	0.102	0.098

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.011	0.010	0.009	0.047	0.045	0.042	0.110	0.095	0.091
	0.3	0.011	0.011	0.009	0.049	0.047	0.043	0.111	0.096	0.093
	0.5	0.012	0.011	0.009	0.049	0.048	0.044	0.111	0.099	0.094
	0.6	0.013	0.012	0.010	0.050	0.048	0.046	0.112	0.099	0.095
	0.8	0.013	0.012	0.011	0.050	0.048	0.046	0.112	0.098	0.095
100	0.1	0.011	0.010	0.009	0.047	0.043	0.042	0.106	0.094	0.088
	0.3	0.012	0.010	0.010	0.048	0.044	0.043	0.106	0.095	0.089
	0.5	0.012	0.010	0.010	0.048	0.045	0.044	0.107	0.096	0.090
	0.6	0.013	0.011	0.011	0.049	0.046	0.044	0.108	0.096	0.090
	0.8	0.013	0.011	0.011	0.049	0.046	0.044	0.108	0.096	0.090

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(1)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1	0.017*	0.016*	0.013	0.069*	0.057	0.058	0.118*	0.113	0.107
	0.3	0.019*	0.017*	0.014	0.070*	0.059	0.059	0.118*	0.113	0.108
	0.5	0.020*	0.018*	0.014	0.071*	0.060	0.059	0.119*	0.114	0.109
	0.6	0.023*	0.019*	0.015	0.072*	0.061	0.060	0.120*	0.114	0.110
	0.8	0.023*	0.019*	0.015	0.073*	0.061	0.060	0.121*	0.115	0.110
50	0.1	0.017*	0.013	0.013	0.059	0.058	0.056	0.113	0.108	0.099
	0.3	0.017*	0.013	0.012	0.060	0.059	0.057	0.114	0.109	0.102
	0.5	0.018*	0.014	0.012	0.060	0.060	0.058	0.114	0.110	0.103
	0.6	0.019*	0.015	0.013	0.061	0.060	0.058	0.115	0.110	0.104
	0.8	0.019*	0.015	0.013	0.061	0.060	0.058	0.115	0.110	0.104
60	0.1	0.012	0.013	0.011	0.058	0.053	0.049	0.112	0.102	0.096
	0.3	0.013	0.013	0.011	0.059	0.054	0.049	0.112	0.104	0.098
	0.5	0.014	0.014	0.012	0.059	0.054	0.050	0.113	0.107	0.099
	0.6	0.015	0.014	0.013	0.060	0.055	0.051	0.114	0.108	0.100
	0.8	0.015	0.014	0.014	0.060	0.055	0.051	0.114	0.108	0.100
70	0.1	0.011	0.011	0.010	0.055	0.051	0.045	0.111	0.100	0.095
	0.3	0.012	0.012	0.010	0.056	0.053	0.045	0.112	0.101	0.097
	0.5	0.012	0.013	0.011	0.056	0.055	0.046	0.112	0.103	0.097
	0.6	0.013	0.013	0.012	0.057	0.054	0.047	0.113	0.102	0.098
	0.8	0.013	0.013	0.012	0.057	0.054	0.047	0.113	0.103	0.098

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

n	θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
80	0.1	0.010	0.010	0.009	0.048	0.045	0.043	0.109	0.096	0.091
	0.3	0.011	0.011	0.010	0.049	0.046	0.044	0.109	0.097	0.093
	0.5	0.012	0.011	0.010	0.049	0.047	0.045	0.110	0.099	0.095
	0.6	0.012	0.012	0.011	0.050	0.047	0.045	0.111	0.099	0.095
	0.8	0.013	0.012	0.011	0.050	0.047	0.045	0.112	0.099	0.095
100	0.1	0.011	0.009	0.008	0.045	0.043	0.042	0.107	0.091	0.088
	0.3	0.012	0.010	0.009	0.046	0.044	0.043	0.107	0.093	0.089
	0.5	0.011	0.010	0.010	0.047	0.044	0.044	0.108	0.094	0.090
	0.6	0.013	0.011	0.011	0.048	0.045	0.044	0.109	0.094	0.090
	0.8	0.013	0.011	0.011	0.048	0.045	0.044	0.109	0.094	0.090

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.1.4 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2)

ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตาราง โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ และระดับของสัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่งและสอง (θ_1, θ_2) 3 ระดับ นำเสนอด้วยตารางที่ 4.13 ถึง 4.16 สรุปรายละเอียดดังนี้

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.01</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง (40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100)

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.05</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.10</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

กล่าวโดยสรุปจากผลการทดลอง สำหรับทุกระดับของขนาดตัวอย่าง และทุกระดับของสัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่งและสอง (θ_1, θ_2) พบว่าตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างมีน้อย ๆ ส่วนตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ได้ทำการจำลองขึ้น

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(2)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (θ_1, θ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1,θ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1,0.8	0.021*	0.016*	0.014	0.074*	0.059	0.056	0.118*	0.111	0.108
	-0.5,0.2	0.021*	0.016*	0.014	0.073*	0.060	0.058	0.118*	0.113	0.109
	0.7,-0.4	0.023*	0.018*	0.015	0.075*	0.061	0.058	0.120*	0.115	0.114
50	0.1,0.8	0.016*	0.014	0.013	0.060	0.058	0.056	0.114	0.110	0.099
	-0.5,0.2	0.018*	0.013	0.013	0.060	0.057	0.057	0.114	0.108	0.100
	0.7,-0.4	0.019*	0.015	0.014	0.061	0.060	0.058	0.115	0.112	0.101
60	0.1,0.8	0.014	0.013	0.011	0.054	0.049	0.047	0.113	0.101	0.096
	-0.5,0.2	0.015	0.013	0.012	0.057	0.048	0.047	0.114	0.101	0.096
	0.7,-0.4	0.013	0.014	0.014	0.059	0.052	0.048	0.115	0.102	0.098
70	0.1,0.8	0.013	0.011	0.010	0.055	0.047	0.043	0.112	0.098	0.094
	-0.5,0.2	0.013	0.012	0.011	0.055	0.047	0.045	0.112	0.100	0.094
	0.7,-0.4	0.014	0.013	0.013	0.058	0.048	0.047	0.113	0.101	0.097
80	0.1,0.8	0.010	0.010	0.008	0.055	0.046	0.041	0.109	0.095	0.094
	-0.5,0.2	0.011	0.011	0.010	0.056	0.047	0.040	0.110	0.097	0.093
	0.7,-0.4	0.012	0.012	0.012	0.058	0.048	0.040	0.111	0.098	0.096
100	0.1,0.8	0.010	0.011	0.008	0.056	0.045	0.039	0.107	0.097	0.086
	-0.5,0.2	0.010	0.009	0.008	0.055	0.043	0.040	0.106	0.092	0.087
	0.7,-0.4	0.011	0.010	0.010	0.057	0.044	0.040	0.108	0.094	0.089

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(2)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (θ_1, θ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1, θ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1,0.8	0.018*	0.018*	0.013	0.071*	0.061	0.056	0.118*	0.113	0.108
	-0.5,0.2	0.020*	0.017*	0.014	0.072*	0.060	0.058	0.119*	0.111	0.111
	0.7,-0.4	0.022*	0.018*	0.015	0.074*	0.061	0.059	0.123*	0.114	0.114
50	0.1,0.8	0.016*	0.014	0.013	0.060	0.057	0.056	0.110	0.109	0.102
	-0.5,0.2	0.017*	0.014	0.013	0.060	0.058	0.057	0.114	0.108	0.101
	0.7,-0.4	0.019*	0.015	0.014	0.061	0.060	0.058	0.115	0.111	0.103
60	0.1,0.8	0.015	0.013	0.012	0.055	0.047	0.046	0.113	0.101	0.099
	-0.5,0.2	0.015	0.013	0.012	0.059	0.049	0.047	0.114	0.102	0.098
	0.7,-0.4	0.014	0.014	0.013	0.060	0.054	0.048	0.115	0.103	0.100
70	0.1,0.8	0.013	0.012	0.010	0.055	0.047	0.044	0.113	0.098	0.096
	-0.5,0.2	0.014	0.013	0.011	0.056	0.049	0.045	0.113	0.101	0.097
	0.7,-0.4	0.015	0.014	0.013	0.059	0.050	0.045	0.114	0.102	0.098
80	0.1,0.8	0.011	0.011	0.009	0.054	0.047	0.041	0.108	0.096	0.095
	-0.5,0.2	0.011	0.012	0.010	0.056	0.048	0.040	0.109	0.097	0.096
	0.7,-0.4	0.010	0.010	0.009	0.052	0.046	0.041	0.110	0.095	0.092
100	0.1,0.8	0.009	0.009	0.008	0.054	0.043	0.040	0.107	0.095	0.088
	-0.5,0.2	0.010	0.009	0.008	0.055	0.044	0.039	0.107	0.095	0.089
	0.7,-0.4	0.011	0.009	0.009	0.057	0.043	0.040	0.110	0.094	0.091

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(2)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(n) ระดับของพารามิเตอร์(θ_1, θ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1, θ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1,0.8	0.021*	0.016*	0.014	0.074*	0.060	0.053	0.118*	0.111	0.109
	-0.5,0.2	0.022*	0.018*	0.014	0.074*	0.060	0.055	0.119*	0.114	0.111
	0.7,-0.4	0.023*	0.019*	0.015	0.075*	0.061	0.058	0.124*	0.115	0.114
50	0.1,0.8	0.017*	0.014	0.014	0.060	0.059	0.053	0.114	0.110	0.099
	-0.5,0.2	0.017*	0.013	0.013	0.060	0.058	0.051	0.113	0.108	0.100
	0.7,-0.4	0.019*	0.014	0.014	0.061	0.060	0.058	0.115	0.112	0.101
60	0.1,0.8	0.014	0.013	0.011	0.055	0.052	0.050	0.114	0.111	0.097
	-0.5,0.2	0.013	0.013	0.010	0.054	0.051	0.047	0.112	0.109	0.095
	0.7,-0.4	0.014	0.013	0.010	0.055	0.050	0.048	0.113	0.110	0.098
70	0.1,0.8	0.013	0.012	0.011	0.058	0.048	0.044	0.113	0.098	0.093
	-0.5,0.2	0.012	0.011	0.010	0.054	0.046	0.047	0.112	0.010	0.094
	0.7,-0.4	0.013	0.011	0.011	0.055	0.052	0.050	0.112	0.101	0.092
80	0.1,0.8	0.012	0.010	0.010	0.058	0.048	0.044	0.111	0.097	0.093
	-0.5,0.2	0.011	0.011	0.008	0.056	0.045	0.040	0.108	0.095	0.092
	0.7,-0.4	0.011	0.010	0.009	0.056	0.048	0.045	0.109	0.096	0.091
100	0.1,0.8	0.010	0.010	0.009	0.056	0.044	0.039	0.105	0.094	0.086
	-0.5,0.2	0.009	0.009	0.008	0.054	0.047	0.040	0.104	0.096	0.086
	0.7,-0.4	0.010	0.010	0.009	0.056	0.046	0.042	0.108	0.095	0.089

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (MA(2)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (θ_1, θ_2) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	θ_1, θ_2	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.1,0.8	0.019*	0.017*	0.014	0.073*	0.059	0.056	0.119*	0.112	0.109
	-0.5,0.2	0.019*	0.018*	0.014	0.074*	0.059	0.057	0.120*	0.113	0.111
	0.7,-0.4	0.020*	0.019*	0.015	0.074*	0.060	0.059	0.121*	0.114	0.113
50	0.1,0.8	0.016*	0.014	0.012	0.060	0.058	0.054	0.113	0.109	0.102
	-0.5,0.2	0.016*	0.014	0.013	0.060	0.058	0.054	0.114	0.108	0.103
	0.7,-0.4	0.018*	0.015	0.014	0.061	0.059	0.058	0.115	0.110	0.106
60	0.1,0.8	0.013	0.013	0.012	0.056	0.047	0.047	0.112	0.101	0.094
	-0.5,0.2	0.014	0.014	0.012	0.059	0.052	0.048	0.114	0.102	0.093
	0.7,-0.4	0.015	0.015	0.013	0.060	0.055	0.049	0.115	0.103	0.098
70	0.1,0.8	0.013	0.011	0.011	0.057	0.046	0.043	0.112	0.098	0.092
	-0.5,0.2	0.013	0.012	0.011	0.057	0.048	0.045	0.112	0.102	0.093
	0.7,-0.4	0.014	0.012	0.012	0.060	0.051	0.046	0.113	0.103	0.094
80	0.1,0.8	0.012	0.010	0.010	0.055	0.047	0.042	0.108	0.095	0.092
	-0.5,0.2	0.012	0.011	0.010	0.057	0.049	0.040	0.110	0.098	0.093
	0.7,-0.4	0.013	0.011	0.011	0.061	0.048	0.043	0.112	0.097	0.093
100	0.1,0.8	0.011	0.010	0.010	0.058	0.047	0.040	0.106	0.095	0.085
	-0.5,0.2	0.010	0.009	0.009	0.054	0.043	0.039	0.105	0.094	0.082
	0.7,-0.4	0.011	0.009	0.011	0.059	0.044	0.040	0.110	0.095	0.087

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.1.5 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เมื่ออนุกรมเวลาเป็นตัวแบบ อัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1)

ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ที่ได้จากตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตาราง โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ และระดับของสัมประสิทธิ์อัตถดถอยและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ϕ_1, θ_1) 4 ระดับ นำเสนอด้วยตารางที่ 4.17 ถึง 4.20 สรุปรายละเอียดดังนี้

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.01</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง (40 , 50 , 60 , 70 , 80 และ 100)

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.05</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

<u>ระดับนัยสำคัญ 0.10</u>

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เฉพาะเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 , 60 , 70 , 80 และ 100 สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ ทุกระดับของขนาดตัวอย่าง

กล่าวโดยสรุปจากผลการทดลอง สำหรับทุกระดับของขนาดตัวอย่าง และทุกระดับของสัมประสิทธิ์อัตถดถอยและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (ϕ_1, θ_1) พบว่าตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ เมื่อขนาดตัวอย่างมีน้อย ๆ ส่วนตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ได้ทำการจำลองขึ้น

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (ARMA(1,1)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง(n) ระดับของพารามิเตอร์(ϕ_1, θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.7,0.1	0.021*	0.017*	0.014	0.067*	0.059	0.059	0.121*	0.110	0.110
	0.2,0.6	0.020*	0.017*	0.014	0.066*	0.060	0.058	0.119*	0.112	0.109
	0.7,-0.3	0.020*	0.017*	0.014	0.066*	0.059	0.058	0.118*	0.110	0.109
	-0.6,-0.2	0.020*	0.018*	0.013	0.064*	0.061	0.057	0.116*	0.112	0.105
50	0.7,0.1	0.017*	0.015	0.014	0.060	0.057	0.056	0.114	0.108	0.098
	0.2,0.6	0.016*	0.014	0.013	0.059	0.058	0.055	0.113	0.109	0.099
	0.7,-0.3	0.017*	0.013	0.014	0.060	0.057	0.056	0.114	0.108	0.099
	-0.6,-0.2	0.018*	0.015	0.012	0.061	0.060	0.058	0.115	0.111	0.102
60	0.7,0.1	0.015	0.013	0.011	0.058	0.049	0.048	0.114	0.102	0.100
	0.2,0.6	0.013	0.012	0.010	0.057	0.047	0.047	0.112	0.101	0.099
	0.7,-0.3	0.014	0.012	0.011	0.058	0.048	0.047	0.113	0.102	0.098
	-0.6,-0.2	0.014	0.014	0.011	0.059	0.051	0.048	0.114	0.105	0.100
70	0.7,0.1	0.013	0.013	0.010	0.053	0.048	0.046	0.113	0.102	0.097
	0.2,0.6	0.014	0.012	0.009	0.052	0.047	0.044	0.112	0.100	0.096
	0.7,-0.3	0.012	0.013	0.010	0.053	0.048	0.045	0.113	0.104	0.097
	-0.6,-0.2	0.013	0.012	0.010	0.053	0.047	0.046	0.113	0.101	0.096
80	0.7,0.1	0.012	0.010	0.008	0.049	0.046	0.041	0.110	0.098	0.093
	0.2,0.6	0.011	0.010	0.007	0.048	0.047	0.040	0.109	0.099	0.093
	0.7,-0.3	0.011	0.011	0.007	0.049	0.048	0.041	0.110	0.101	0.094
	-0.6,-0.2	0.011	0.010	0.008	0.049	0.046	0.040	0.109	0.099	0.093

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
100	0.7,0.1	0.010	0.008	0.007	0.047	0.043	0.039	0.107	0.095	0.089
	0.2,0.6	0.011	0.009	0.006	0.047	0.045	0.038	0.106	0.098	0.089
	0.7,-0.3	0.010	0.009	0.007	0.046	0.045	0.040	0.107	0.097	0.089
	-0.6,-0.2	0.010	0.008	0.007	0.048	0.043	0.039	0.106	0.095	0.088

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (ARMA(1,1)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยแต่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1, θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.7,0.1	0.022*	0.016*	0.014	0.066*	0.057	0.059	0.118*	0.110	0.108
	0.2,0.6	0.021*	0.017*	0.013	0.066*	0.059	0.058	0.118*	0.112	0.109
	0.7,-0.3	0.021*	0.017*	0.013	0.065*	0.058	0.058	0.117*	0.111	0.107
	-0.6,-0.2	0.020*	0.017*	0.013	0.066*	0.059	0.057	0.117*	0.112	0.106
50	0.7,0.1	0.017*	0.013	0.013	0.059	0.056	0.055	0.114	0.108	0.098
	0.2,0.6	0.016*	0.014	0.012	0.058	0.057	0.054	0.114	0.109	0.099
	0.7,-0.3	0.017*	0.014	0.013	0.059	0.057	0.056	0.115	0.109	0.099
	-0.6,-0.2	0.016*	0.015	0.012	0.059	0.058	0.054	0.113	0.111	0.098
60	0.7,0.1	0.015	0.011	0.012	0.058	0.048	0.050	0.113	0.100	0.101
	0.2,0.6	0.014	0.012	0.011	0.058	0.050	0.048	0.111	0.101	0.100
	0.7,-0.3	0.015	0.012	0.012	0.058	0.049	0.050	0.113	0.102	0.101
	-0.6,-0.2	0.015	0.013	0.012	0.059	0.052	0.048	0.112	0.103	0.101
70	0.7,0.1	0.013	0.012	0.010	0.052	0.049	0.045	0.112	0.101	0.098
	0.2,0.6	0.013	0.011	0.010	0.052	0.047	0.043	0.111	0.100	0.096
	0.7,-0.3	0.014	0.012	0.011	0.053	0.049	0.045	0.113	0.102	0.099
	-0.6,-0.2	0.013	0.012	0.010	0.051	0.048	0.045	0.111	0.103	0.098
80	0.7,0.1	0.012	0.011	0.008	0.047	0.048	0.042	0.110	0.098	0.091
	0.2,0.6	0.011	0.009	0.007	0.046	0.047	0.042	0.119	0.098	0.091
	0.7,-0.3	0.012	0.010	0.008	0.047	0.046	0.042	0.110	0.097	0.092
	-0.6,-0.2	0.011	0.010	0.008	0.047	0.046	0.041	0.110	0.097	0.092

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
100	0.7,0.1	0.010	0.009	0.007	0.046	0.045	0.039	0.106	0.098	0.089
	0.2,0.6	0.010	0.008	0.006	0.045	0.043	0.038	0.106	0.096	0.087
	0.7,-0.3	0.009	0.007	0.006	0.046	0.043	0.038	0.106	0.095	0.088
	-0.6,-0.2	0.010	0.009	0.006	0.047	0.044	0.039	0.107	0.097	0.088

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (ARMA(1,1)) เมื่ออนุกรมเวลาคงที่ในค่าเฉลี่ยแต่ไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1, θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.7,0.1	0.022*	0.016*	0.014	0.067*	0.058	0.058	0.119*	0.111	0.111
	0.2,0.6	0.020*	0.016*	0.013	0.065*	0.059	0.055	0.116*	0.114	0.107
	0.7,-0.3	0.021*	0.016*	0.013	0.065*	0.059	0.056	0.117*	0.114	0.108
	-0.6,-0.2	0.021*	0.018*	0.014	0.066*	0.060	0.056	0.118*	0.114	0.107
50	0.7,0.1	0.018*	0.013	0.014	0.060	0.056	0.056	0.115	0.110	0.105
	0.2,0.6	0.016*	0.014	0.013	0.057	0.058	0.055	0.113	0.113	0.104
	0.7,-0.3	0.017*	0.013	0.013	0.059	0.057	0.056	0.114	0.110	0.105
	-0.6,-0.2	0.017*	0.014	0.013	0.059	0.059	0.055	0.115	0.112	0.105
60	0.7,0.1	0.015	0.013	0.012	0.055	0.047	0.046	0.113	0.107	0.099
	0.2,0.6	0.013	0.013	0.011	0.053	0.048	0.046	0.113	0.108	0.097
	0.7,-0.3	0.014	0.014	0.011	0.055	0.045	0.047	0.114	0.107	0.098
	-0.6,-0.2	0.014	0.015	0.012	0.055	0.050	0.047	0.113	0.110	0.098
70	0.7,0.1	0.014	0.011	0.009	0.055	0.047	0.045	0.112	0.105	0.097
	0.2,0.6	0.015	0.012	0.009	0.050	0.049	0.044	0.113	0.104	0.096
	0.7,-0.3	0.013	0.013	0.009	0.054	0.048	0.045	0.113	0.107	0.097
	-0.6,-0.2	0.014	0.011	0.010	0.054	0.047	0.046	0.113	0.107	0.096
80	0.7,0.1	0.012	0.011	0.009	0.047	0.046	0.042	0.110	0.098	0.092
	0.2,0.6	0.011	0.011	0.008	0.045	0.047	0.040	0.109	0.099	0.092
	0.7,-0.3	0.012	0.012	0.009	0.047	0.048	0.041	0.110	0.101	0.092
	-0.6,-0.2	0.012	0.011	0.009	0.047	0.047	0.041	0.110	0.101	0.091

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
100	0.7,0.1	0.011	0.010	0.008	0.045	0.043	0.040	0.107	0.097	0.087
	0.2,0.6	0.012	0.010	0.007	0.045	0.044	0.039	0.106	0.097	0.086
	0.7,-0.3	0.011	0.010	0.007	0.045	0.044	0.040	0.107	0.098	0.087
	-0.6,-0.2	0.011	0.011	0.007	0.046	0.040	0.039	0.106	0.095	0.086

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบ (ARMA(1,1)) เมื่ออนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและไม่คงที่ในความแปรปรวน จำแนกตามขนาดตัวอย่าง (n) ระดับของพารามิเตอร์ (ϕ_1, θ_1) และระดับนัยสำคัญ (α)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.7,0.1	0.021*	0.017*	0.014	0.064*	0.058	0.059	0.120*	0.111	0.109
	0.2,0.6	0.020*	0.017*	0.013	0.064*	0.059	0.058	0.119*	0.113	0.107
	0.7,-0.3	0.022*	0.018*	0.013	0.065	0.060	0.059	0.118*	0.111	0.110
	-0.6,-0.2	0.020*	0.018*	0.013	0.065*	0.060	0.058	0.117*	0.113	0.108
50	0.7,0.1	0.017*	0.014	0.013	0.059	0.056	0.056	0.113	0.108	0.098
	0.2,0.6	0.016*	0.014	0.012	0.058	0.055	0.055	0.112	0.109	0.097
	0.7,-0.3	0.017*	0.015	0.013	0.059	0.057	0.056	0.113	0.110	0.098
	-0.6,-0.2	0.018*	0.015	0.014	0.060	0.059	0.057	0.115	0.113	0.099
60	0.7,0.1	0.014	0.012	0.011	0.056	0.047	0.048	0.113	0.101	0.096
	0.2,0.6	0.013	0.013	0.010	0.056	0.049	0.046	0.112	0.103	0.097
	0.7,-0.3	0.015	0.012	0.011	0.056	0.048	0.048	0.113	0.104	0.097
	-0.6,-0.2	0.014	0.014	0.011	0.057	0.050	0.047	0.114	0.108	0.099
70	0.7,0.1	0.013	0.011	0.009	0.054	0.047	0.045	0.113	0.100	0.095
	0.2,0.6	0.014	0.011	0.009	0.053	0.046	0.044	0.112	0.100	0.093
	0.7,-0.3	0.012	0.012	0.010	0.056	0.048	0.046	0.113	0.104	0.095
	-0.6,-0.2	0.013	0.012	0.009	0.054	0.048	0.045	0.113	0.103	0.095
80	0.7,0.1	0.012	0.010	0.008	0.049	0.047	0.043	0.110	0.101	0.092
	0.2,0.6	0.011	0.010	0.007	0.048	0.047	0.042	0.109	0.100	0.091
	0.7,-0.3	0.011	0.011	0.008	0.049	0.048	0.042	0.111	0.103	0.092
	-0.6,-0.2	0.011	0.009	0.008	0.049	0.046	0.042	0.110	0.099	0.091

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

n	ϕ_1, θ_1	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
100	0.7,0.1	0.010	0.008	0.007	0.045	0.043	0.040	0.104	0.098	0.088
	0.2,0.6	0.011	0.009	0.006	0.046	0.044	0.040	0.103	0.098	0.088
	0.7,-0.3	0.010	0.009	0.007	0.046	0.044	0.041	0.104	0.098	0.088
	-0.6,-0.2	0.010	0.009	0.007	0.047	0.045	0.041	0.105	0.099	0.089

* หมายถึง การทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 อยู่นอกช่วงตามเกณฑ์การทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2 อำนาจการทดสอบ

ค่าอำนาจการทดสอบที่ได้จากตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว นำเสนอโดยจำแนกตามตัวแบบอนุกรมเวลา มีดังนี้

4.2.1 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ 3 ตัว กรณีที่กำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t)

4.2.1.1 กำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1)

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 นำเสนอด้วยตารางที่ 4.21 ถึง 4.25 และรูปที่ 4.1 ถึง 4.5 สรุปรายละเอียดดังนี้

4.2.1.1.1 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 80 และ 100 ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

4.2.1.1.2 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ

4.2.1.1.3 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

4.2.1.1.4 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันที่ทุกระดับนัยสำคัญ

4.2.1.1.5 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

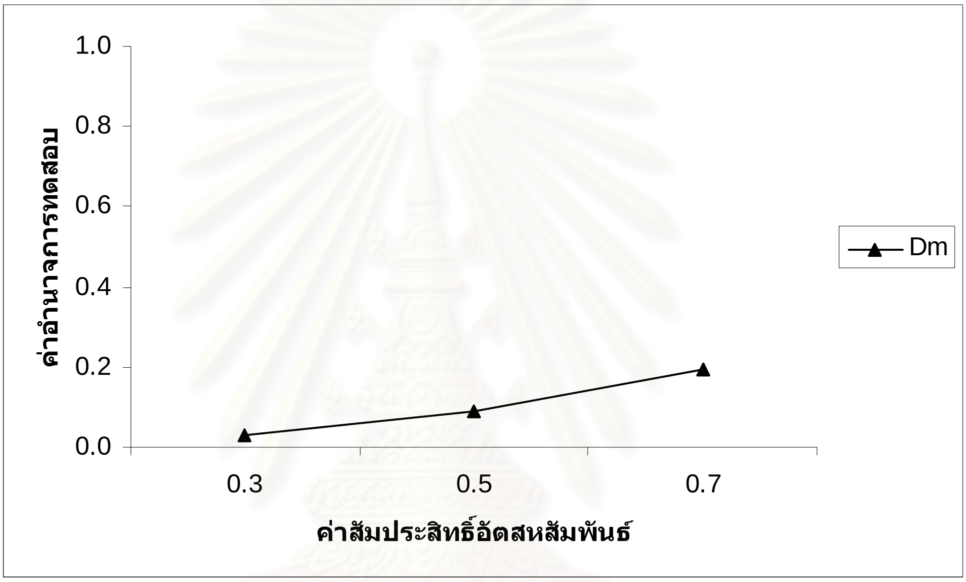
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.032*	-	0.144	0.196*	-	0.276	0.322*
	0.5	-	-	0.090*	-	0.235	0.285*	-	0.365	0.416*
	0.7	-	-	0.193*	-	0.342	0.391*	-	0.480	0.525*
50	0.3	-	0.033	0.085*	0.169	0.191	0.240*	0.300	0.323	0.374*
	0.5	-	0.096	0.164*	0.261	0.288	0.332*	0.389	0.417	0.468*
	0.7	-	0.188	0.258*	0.375	0.397	0.439*	0.506	0.528	0.571*
60	0.3	0.045	0.067	0.136*	0.212	0.243	0.298*	0.355	0.374	0.423*
	0.5	0.108	0.152	0.221*	0.303	0.336	0.389*	0.442	0.462	0.517*
	0.7	0.221	0.265	0.327*	0.416	0.445	0.501*	0.558	0.570	0.629*
70	0.3	0.093	0.136	0.188*	0.254	0.299	0.352*	0.401	0.426	0.470*
	0.5	0.164	0.224	0.270*	0.340	0.390	0.443*	0.487	0.519	0.562*
	0.7	0.272	0.331	0.382*	0.455	0.501	0.554*	0.603	0.631	0.677*
80	0.3	0.156	0.210	0.239*	0.300	0.351	0.400*	0.454	0.479	0.525*
	0.5	0.229	0.307	0.331*	0.398	0.440	0.497*	0.536	0.572	0.621*
	0.7	0.340	0.411	0.443*	0.507	0.537	0.606*	0.655	0.688	0.714*
100	0.3	0.237	0.272	0.287*	0.364	0.406	0.454*	0.502	0.532	0.576*
	0.5	0.323	0.364	0.375*	0.459	0.493	0.543*	0.597	0.620	0.669*
	0.7	0.434	0.475	0.494*	0.577	0.612	0.657*	0.699	0.737	0.783*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

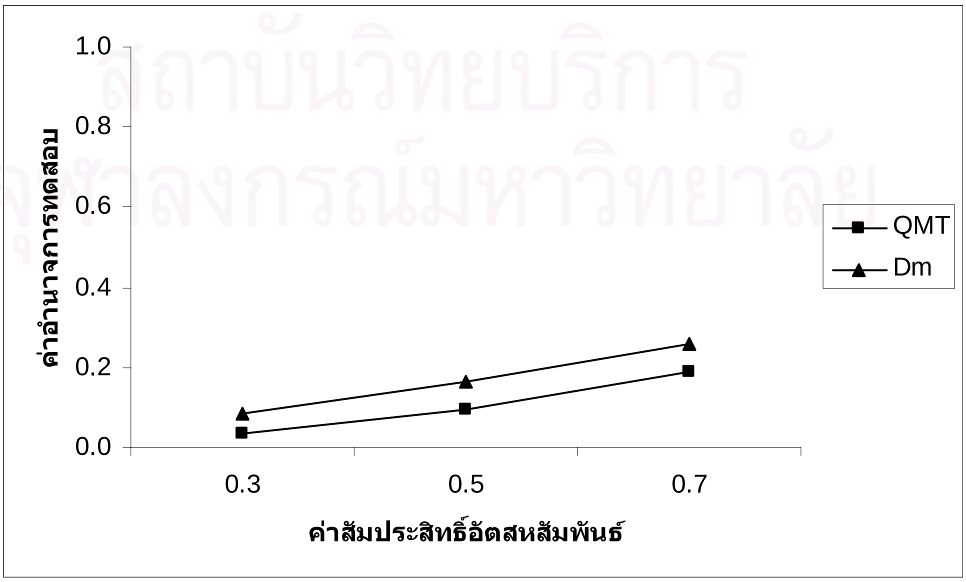
รูปที่ 4.1 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

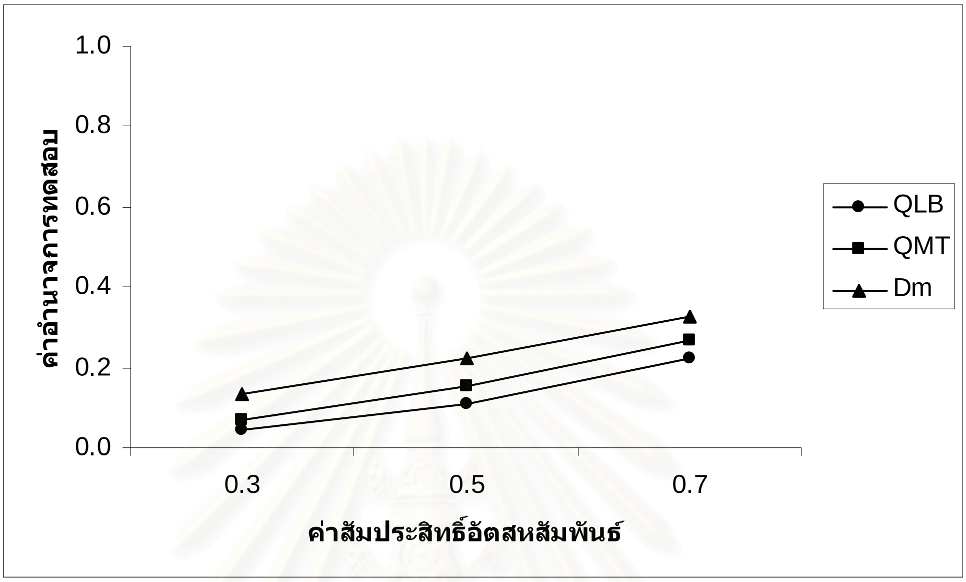


$$n = 50$$

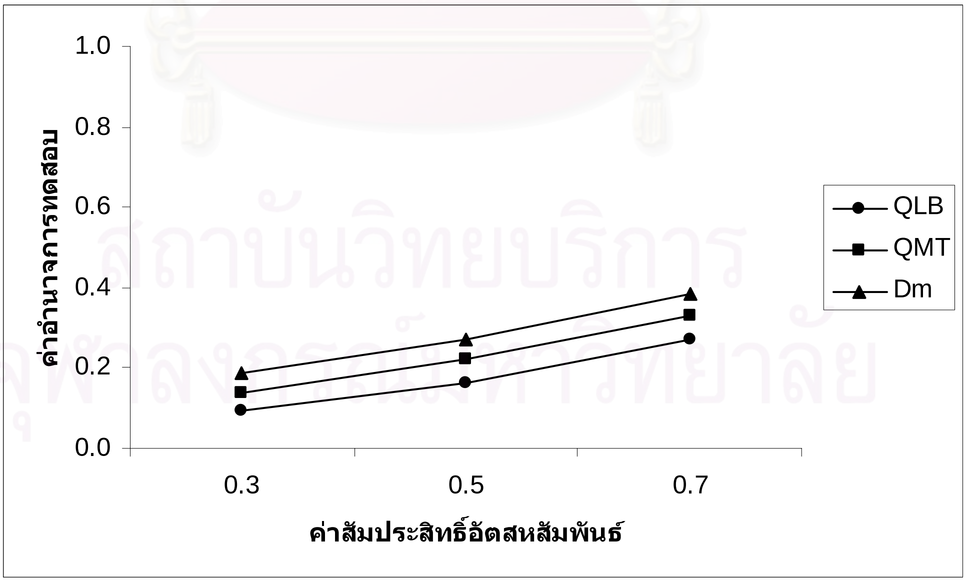


รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$n = 60$

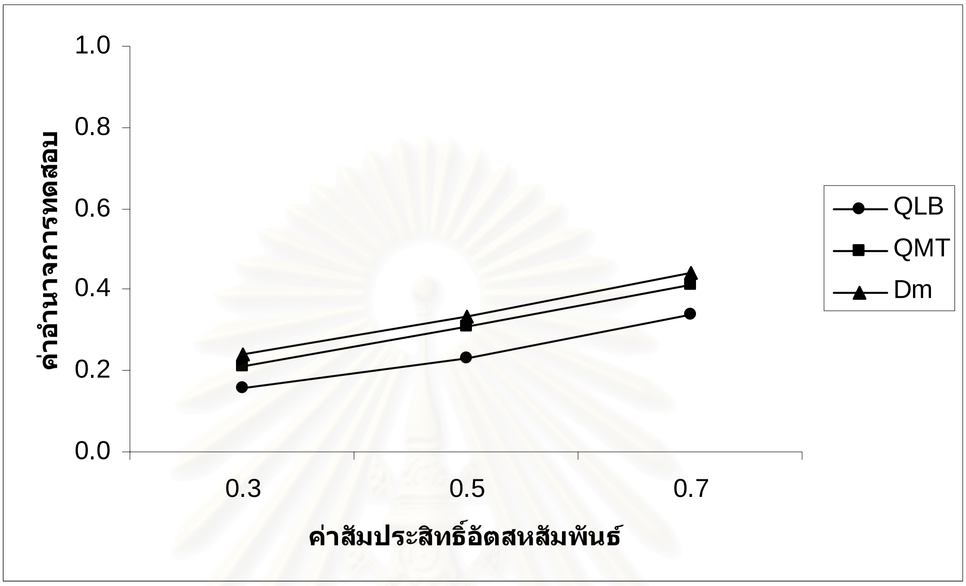


$n = 70$

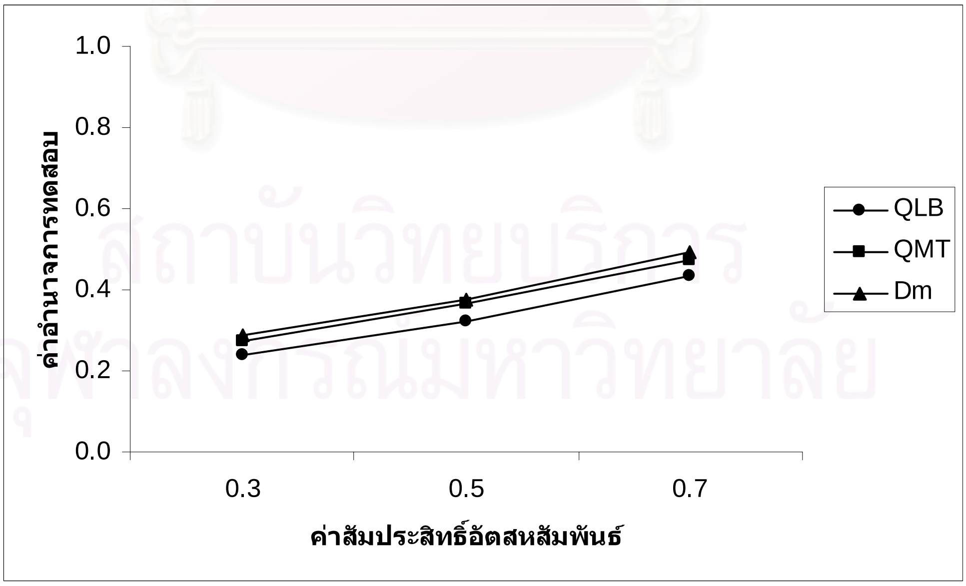


รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$n = 80$



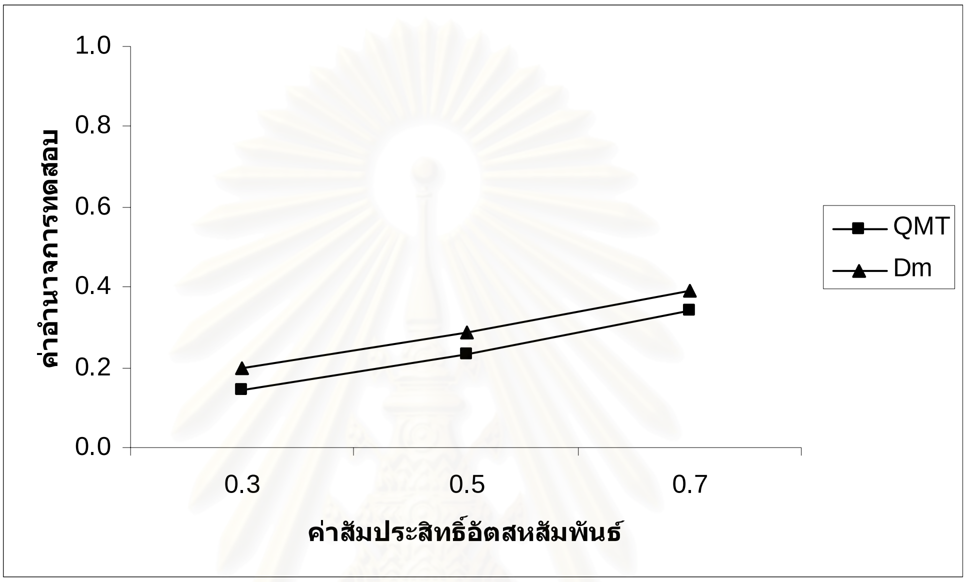
$n = 100$



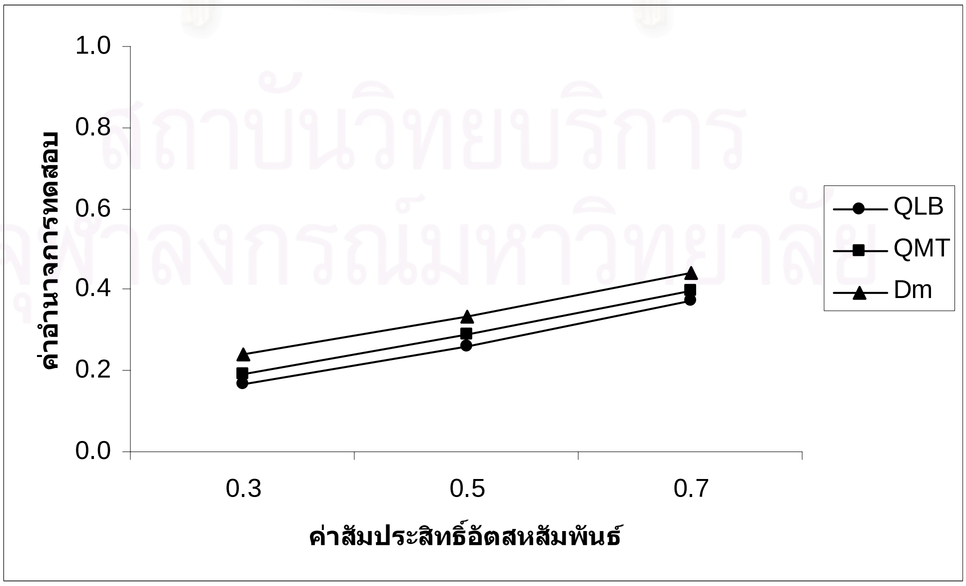
รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 40$$

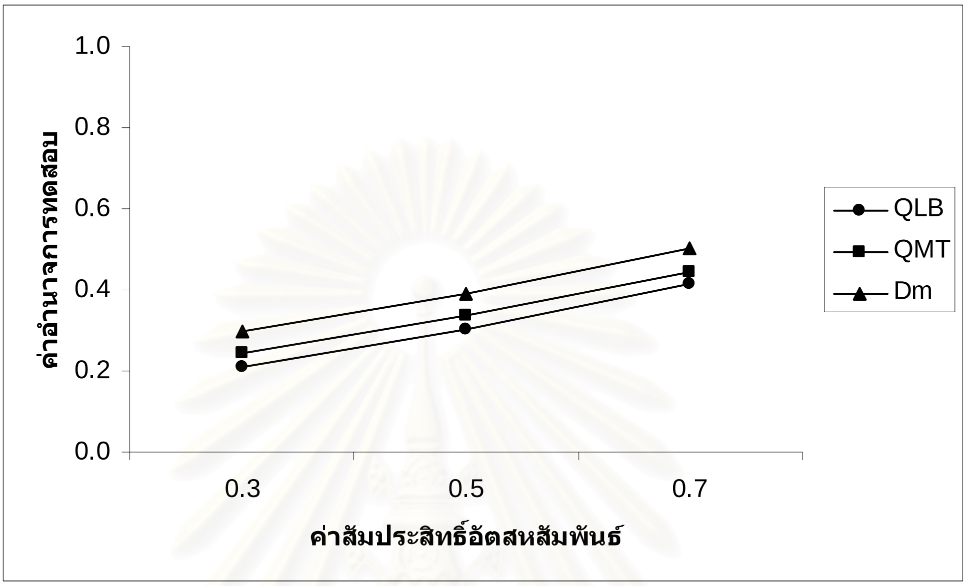


$$n = 50$$

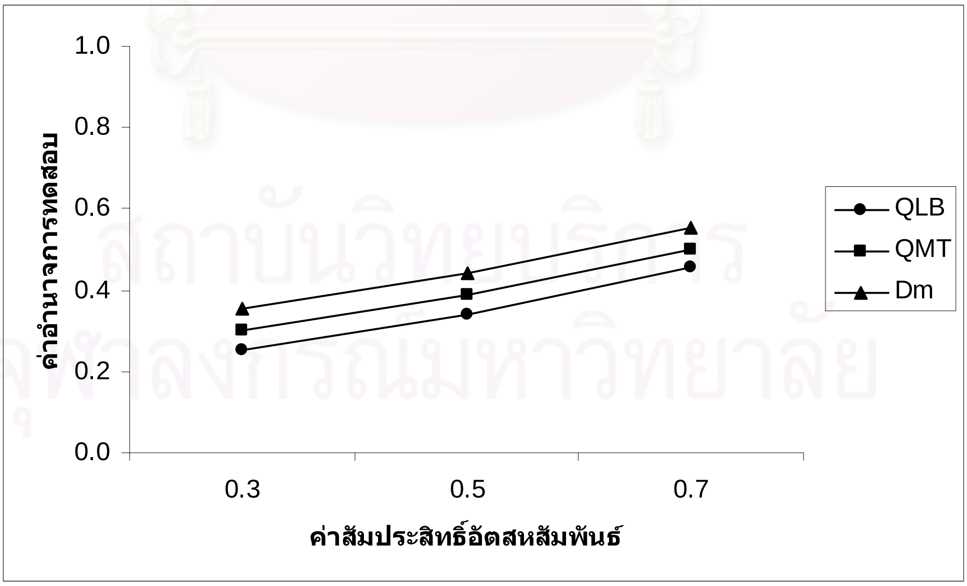


รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$n = 60$

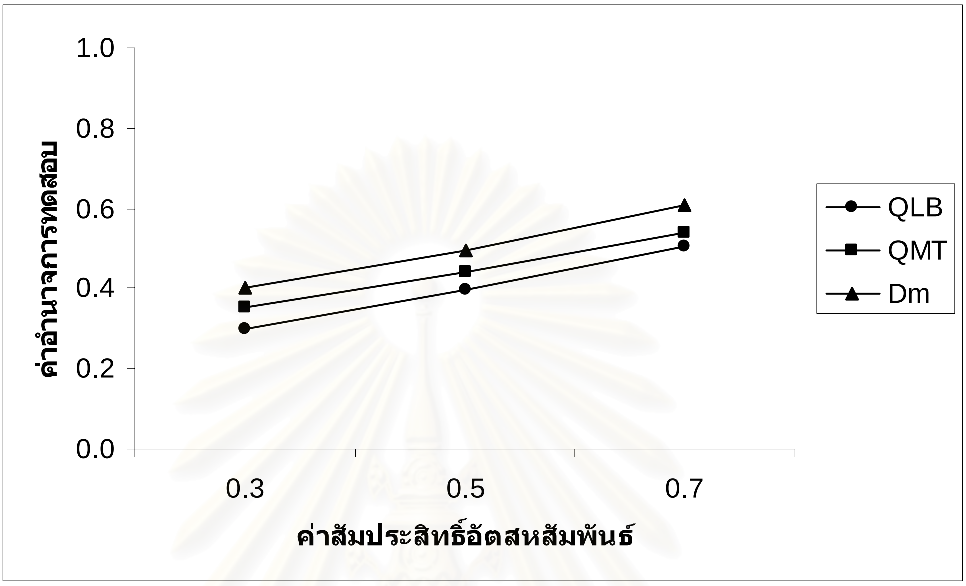


$n = 70$

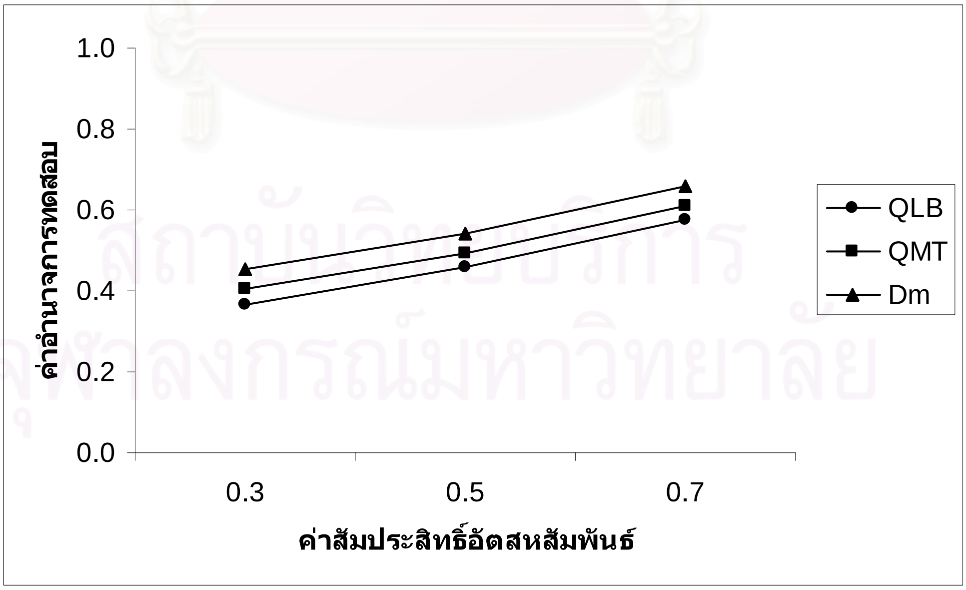


รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$n = 80$



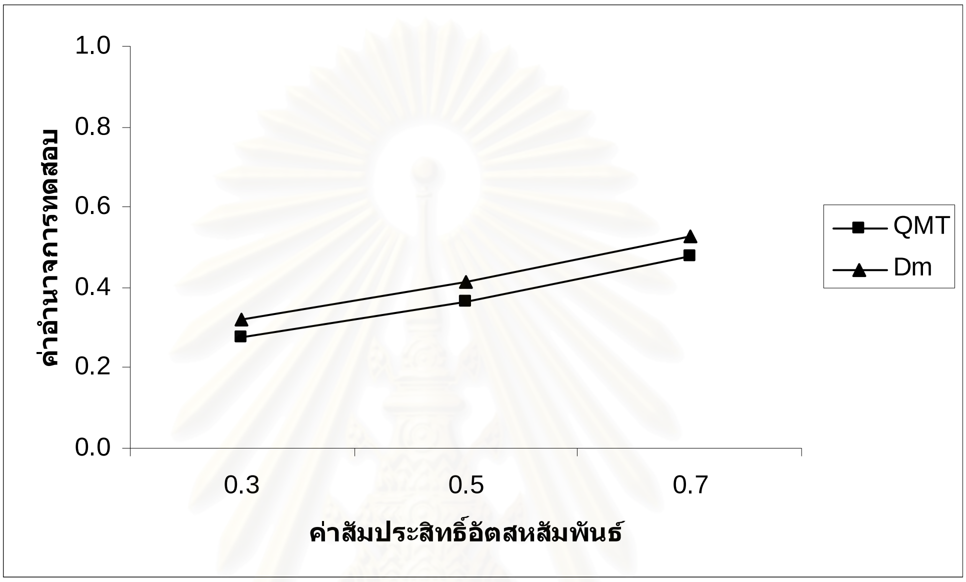
$n = 100$



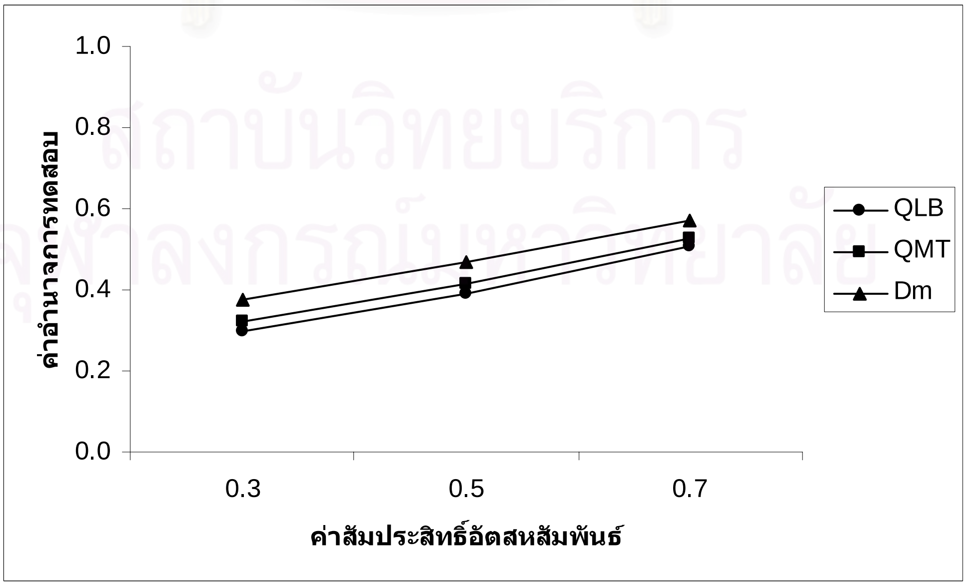
รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$$\alpha = 0.10$$

$$n = 40$$

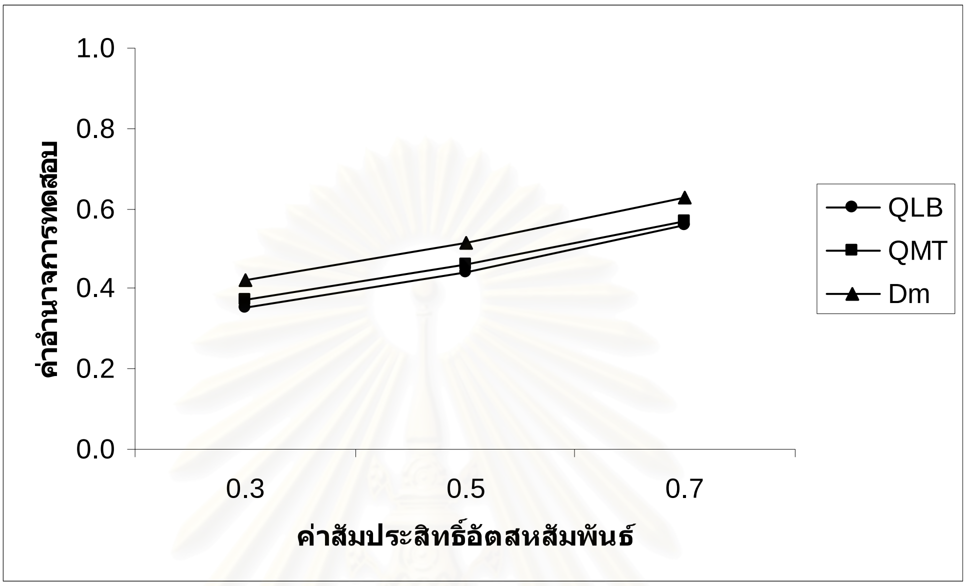


$$n = 50$$

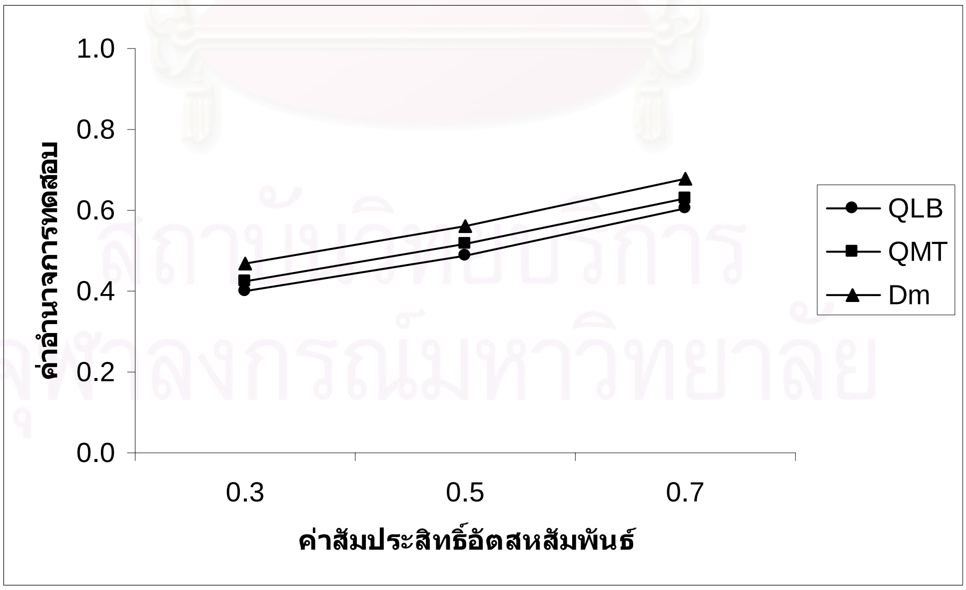


รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$n = 60$

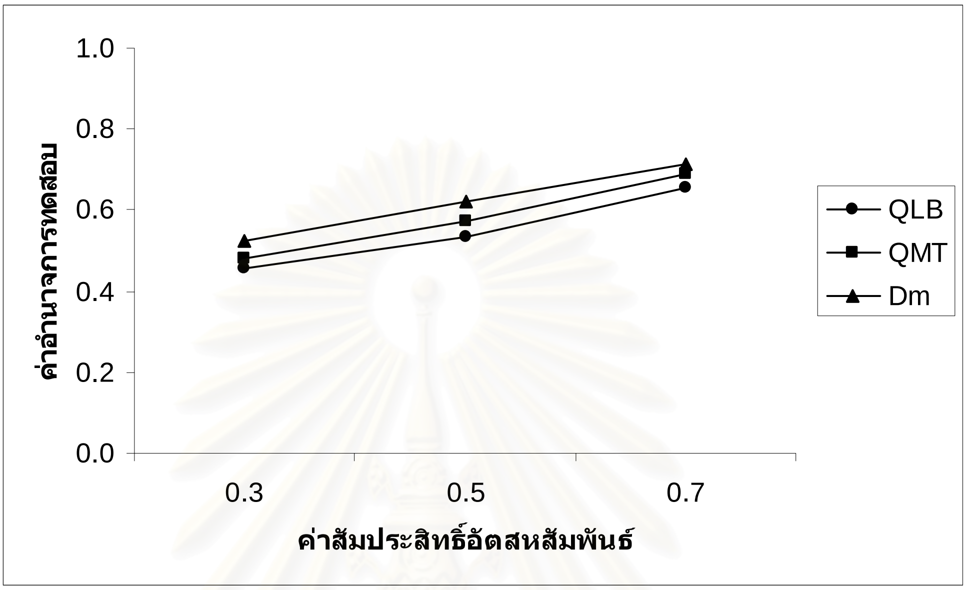


$n = 70$

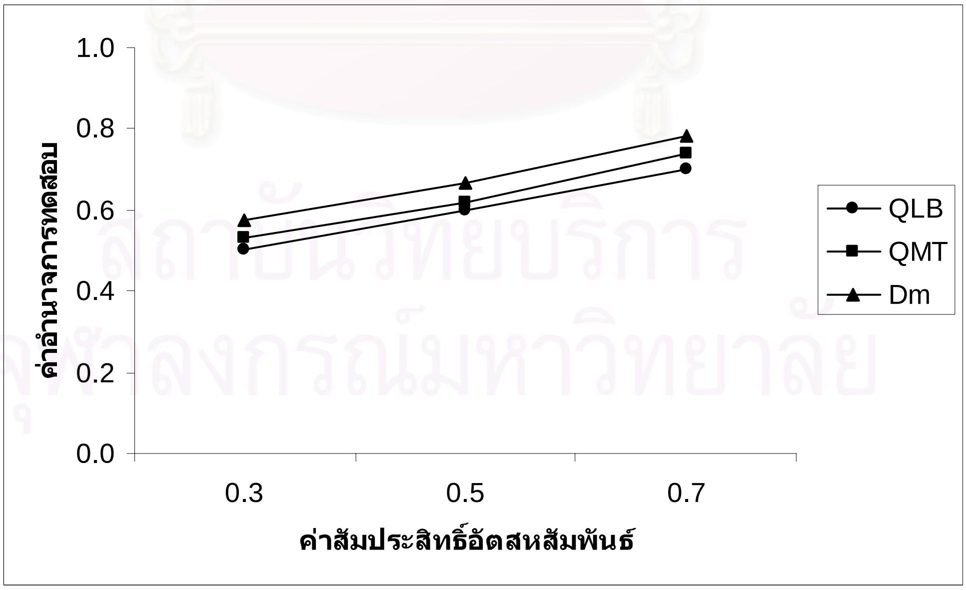


รูปที่ 4.1 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.22 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ(AR(2)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t)โดยมีรูปแบบเป็นAR(1) จำแนกตามระดับ อัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

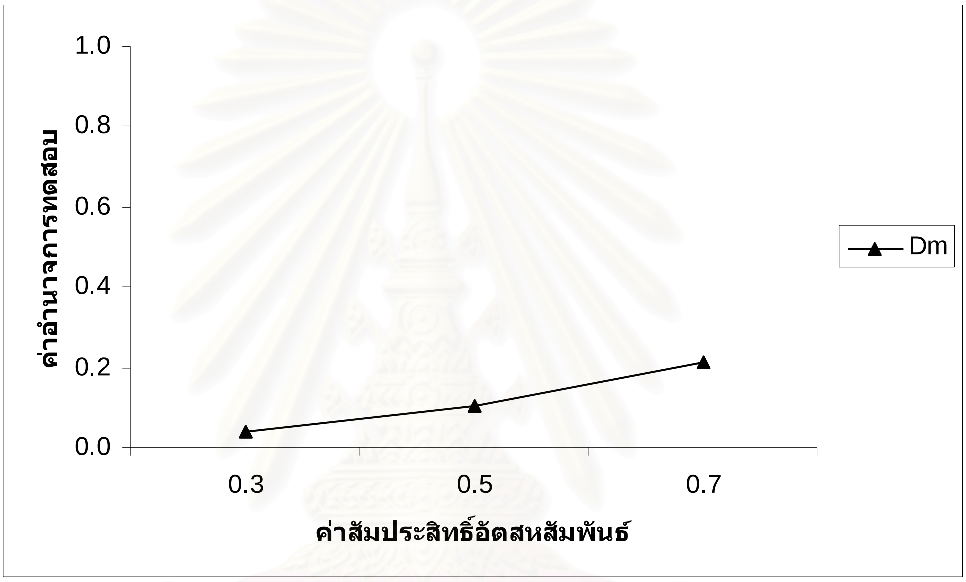
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.038*	-	0.158	0.202*	-	0.291	0.337*
	0.5	-	-	0.103*	-	0.249	0.294*	-	0.383	0.431*
	0.7	-	-	0.212*	-	0.338	0.406*	-	0.496	0.543*
50	0.3	-	0.051	0.107*	0.183	0.215	0.257*	0.319	0.342	0.390*
	0.5	-	0.114	0.188*	0.271	0.304	0.345*	0.411	0.430	0.485*
	0.7	-	0.207	0.291*	0.384	0.417	0.451*	0.525	0.551	0.594*
60	0.3	0.063	0.088	0.154*	0.235	0.266	0.313*	0.372	0.396	0.446*
	0.5	0.129	0.173	0.246*	0.328	0.358	0.408*	0.466	0.487	0.542*
	0.7	0.241	0.285	0.352*	0.439	0.470	0.522*	0.578	0.604	0.658*
70	0.3	0.115	0.156	0.211*	0.282	0.312	0.366*	0.424	0.451	0.499*
	0.5	0.184	0.243	0.308*	0.375	0.409	0.450*	0.517	0.545	0.601*
	0.7	0.288	0.332	0.414*	0.488	0.521	0.563*	0.625	0.648	0.710*
80	0.3	0.182	0.234	0.287*	0.336	0.363	0.419*	0.473	0.503	0.555*
	0.5	0.259	0.322	0.370*	0.425	0.454	0.508*	0.561	0.611	0.642*
	0.7	0.366	0.430	0.483*	0.540	0.566	0.615*	0.676	0.720	0.753*
100	0.3	0.250	0.288	0.336*	0.392	0.421	0.474*	0.520	0.558	0.608*
	0.5	0.337	0.376	0.420*	0.487	0.510	0.560*	0.613	0.647	0.701*
	0.7	0.454	0.485	0.533*	0.601	0.629	0.673*	0.724	0.761	0.816*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

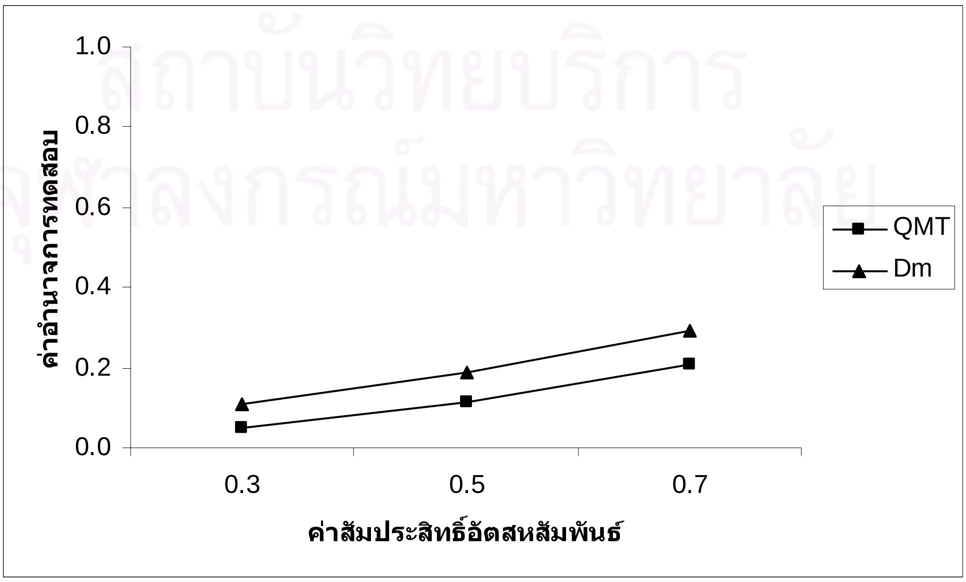
รูปที่ 4.2 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(2)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

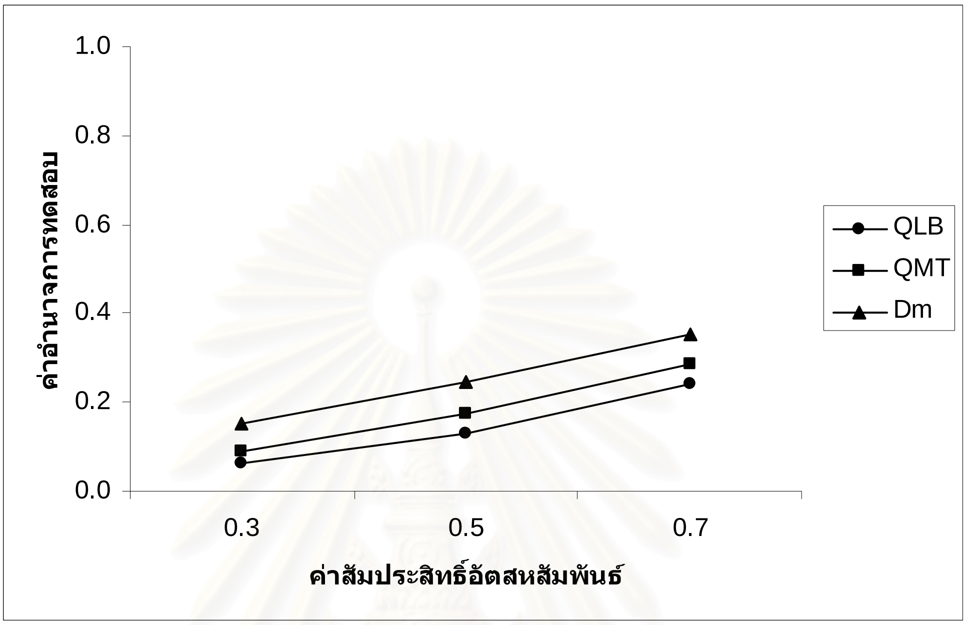


$$n = 50$$

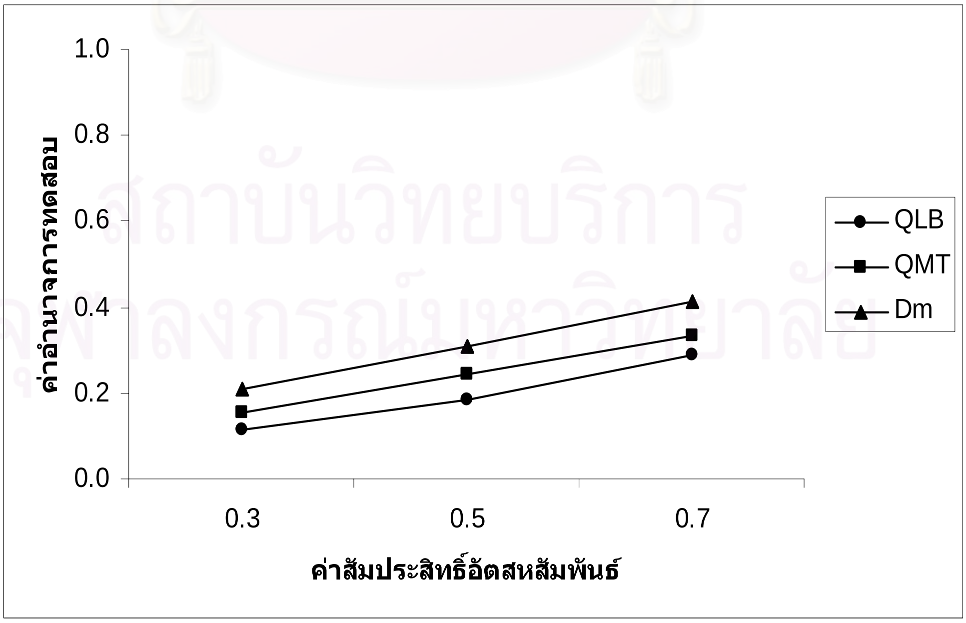


รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$n = 60$

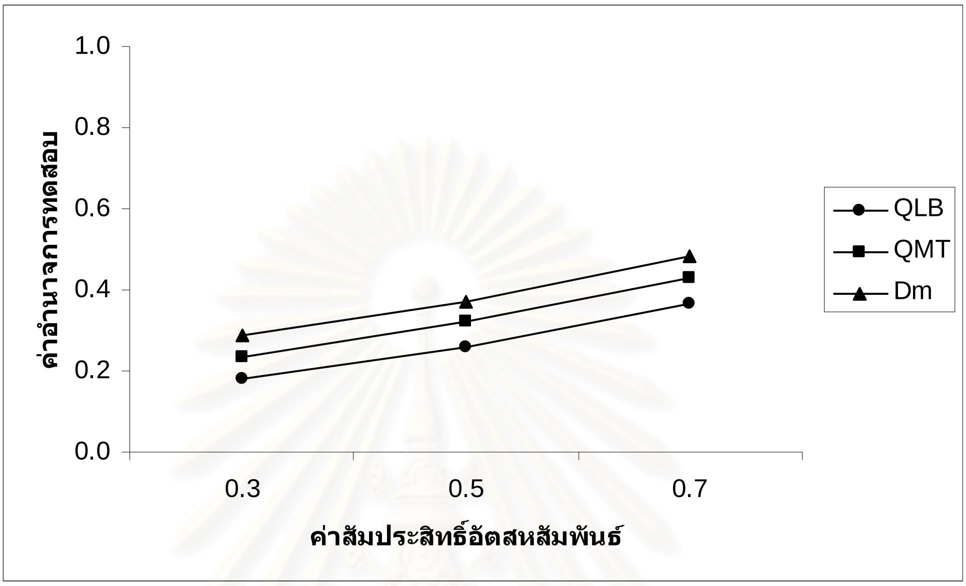


$n = 70$

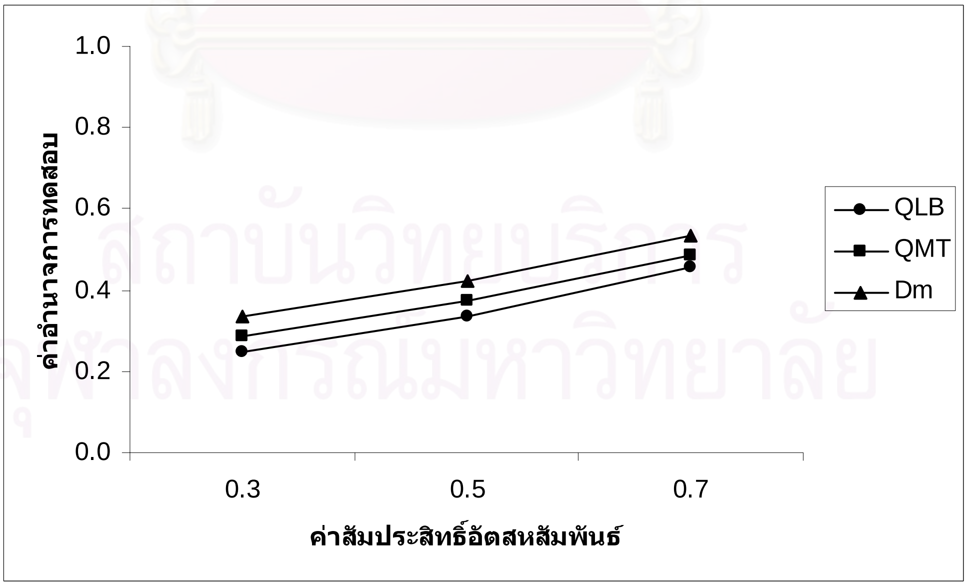


รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$n = 80$



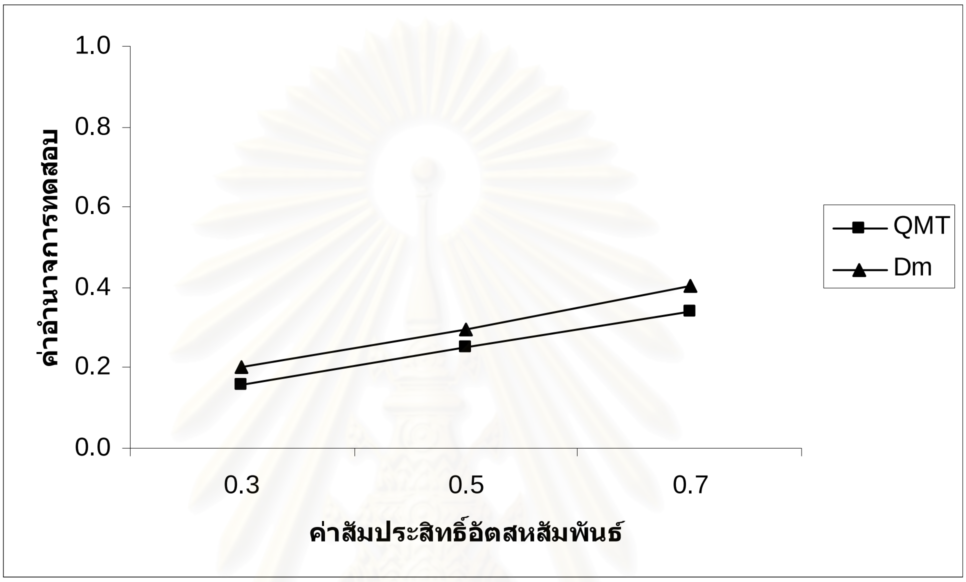
$n = 100$



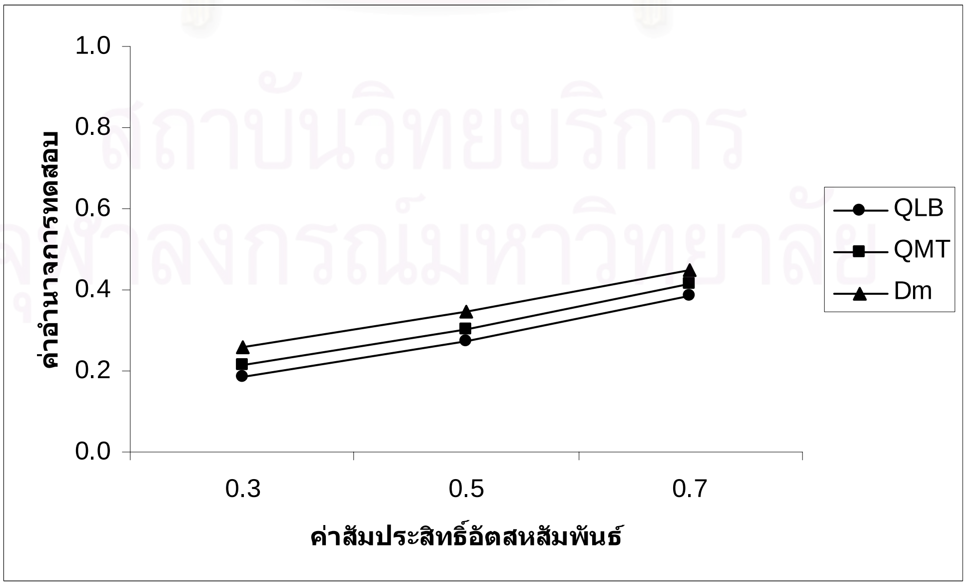
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$

$n = 40$

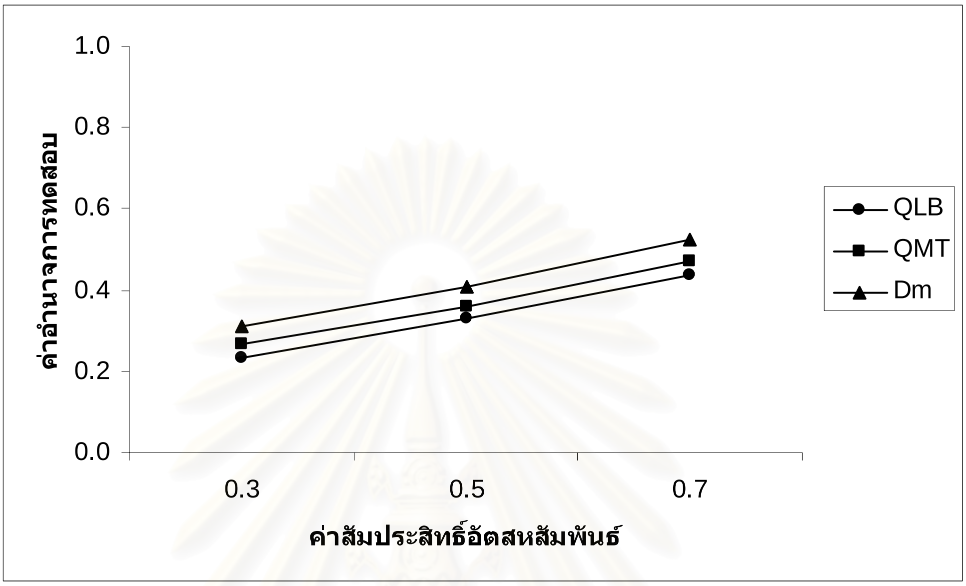


$n = 50$

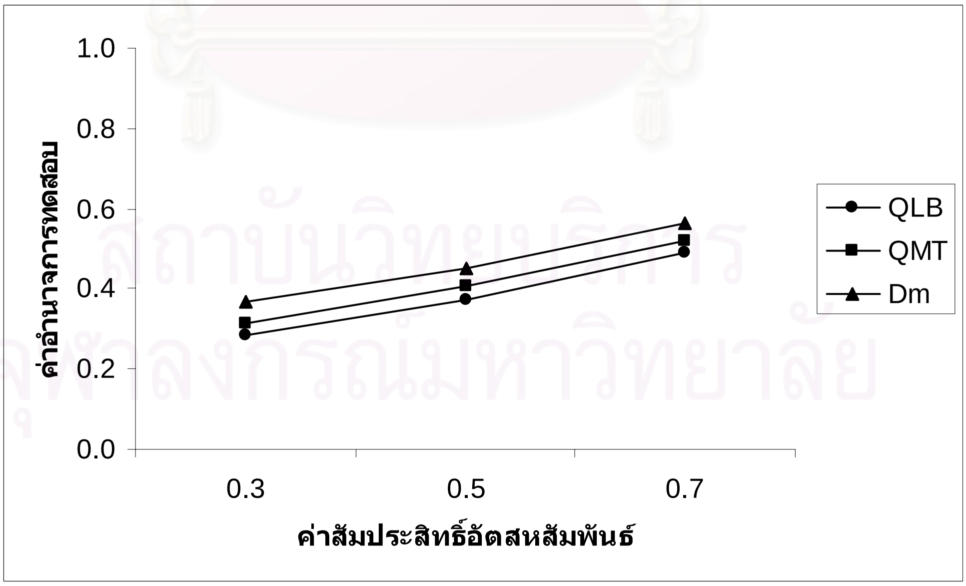


รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$n = 60$

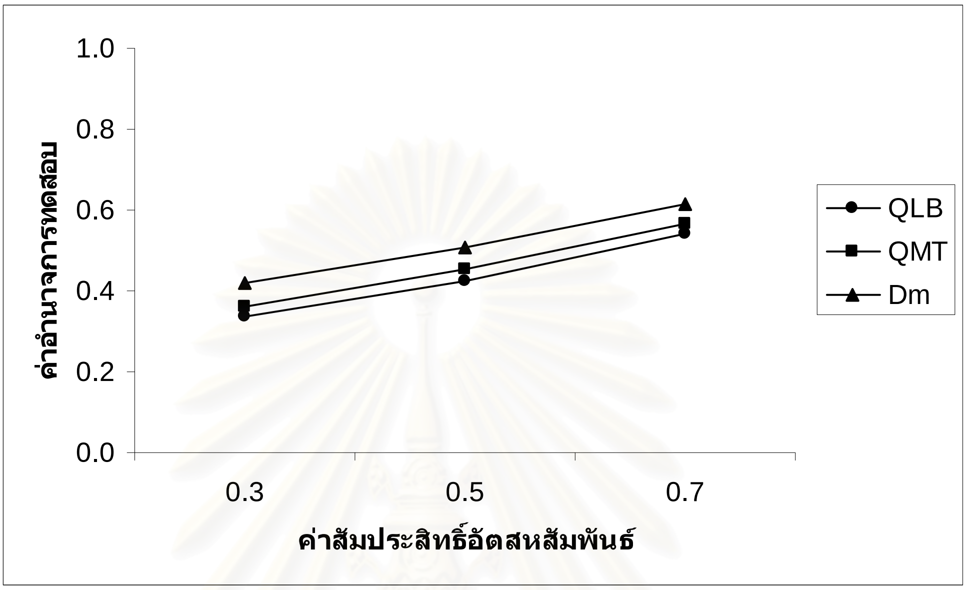


$n = 70$

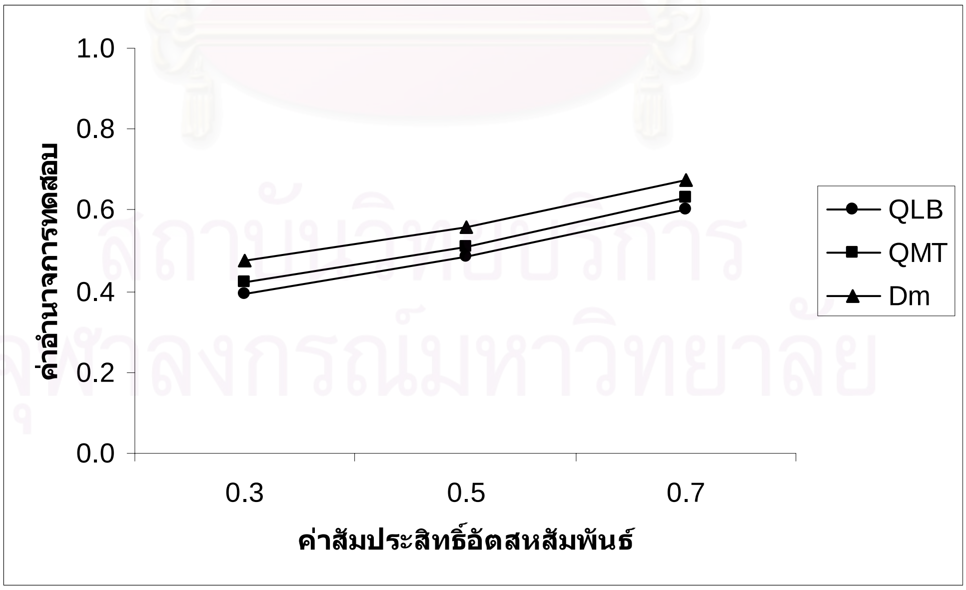


รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$n = 80$



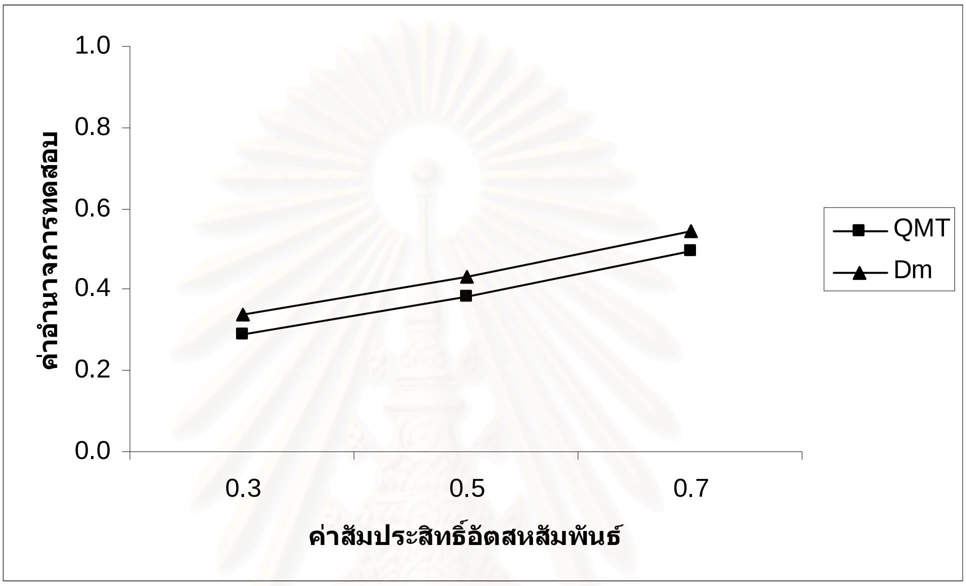
$n = 100$



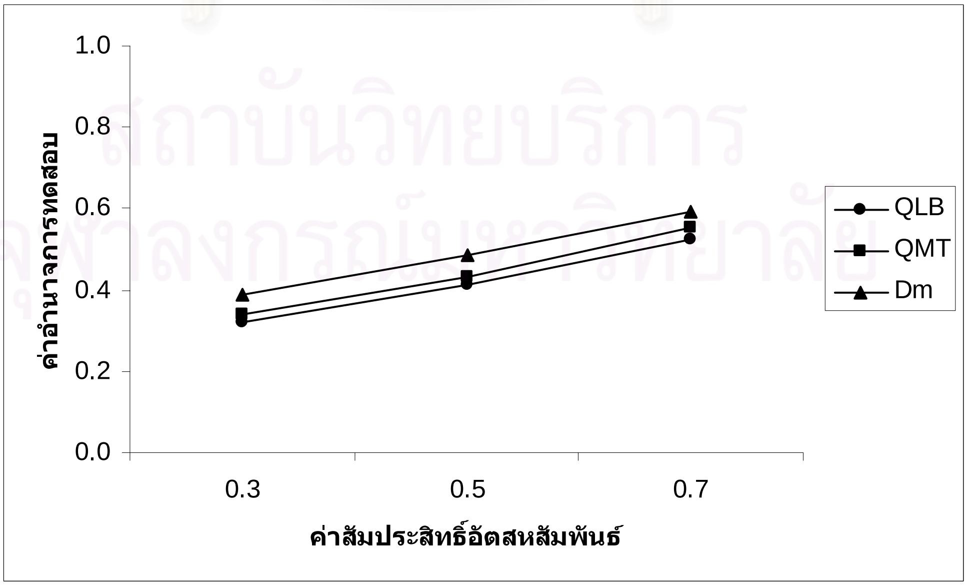
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$$\alpha = 0.10$$

$$n = 40$$

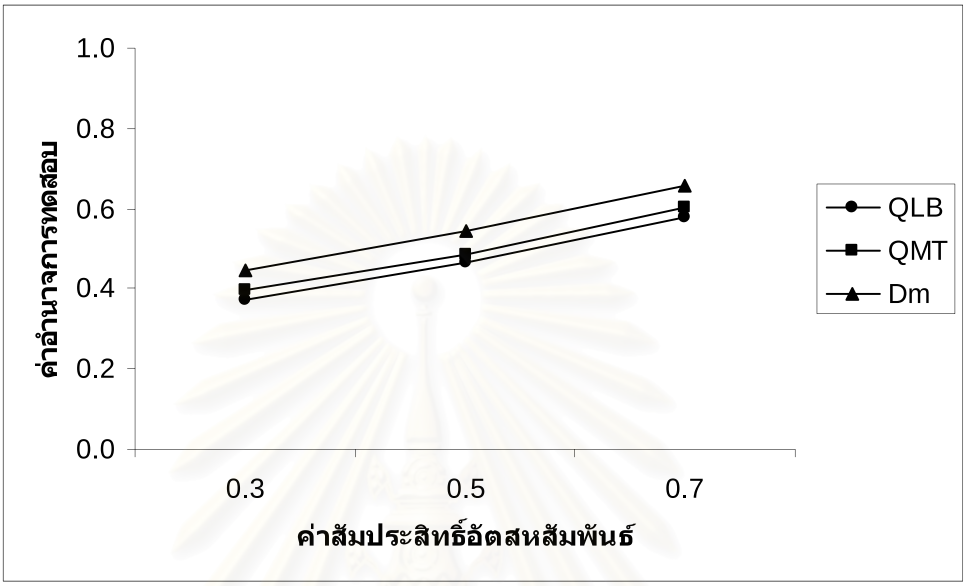


$$n = 50$$

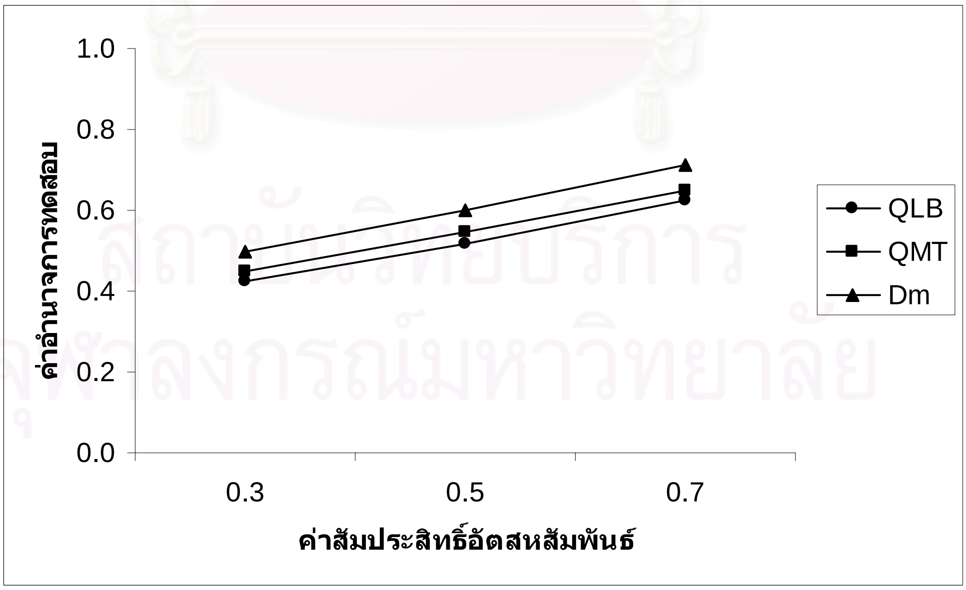


รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$n = 60$

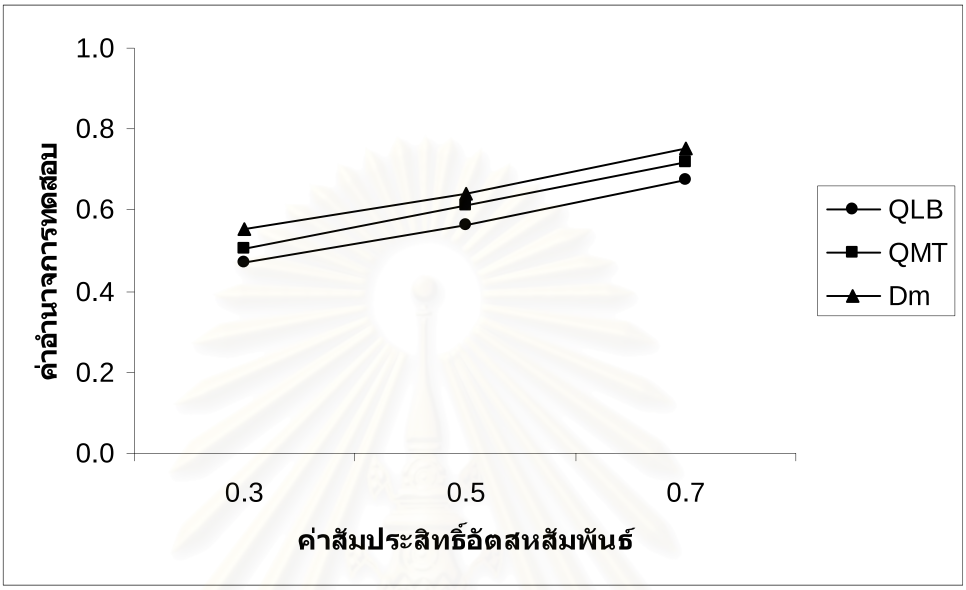


$n = 70$

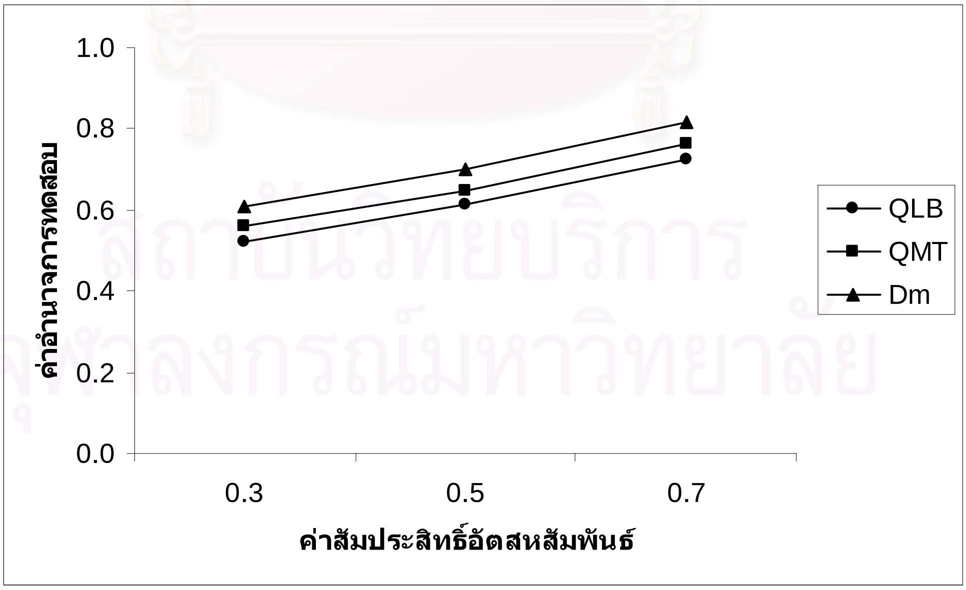


รูปที่ 4.2 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.23 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ(MA(1))และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

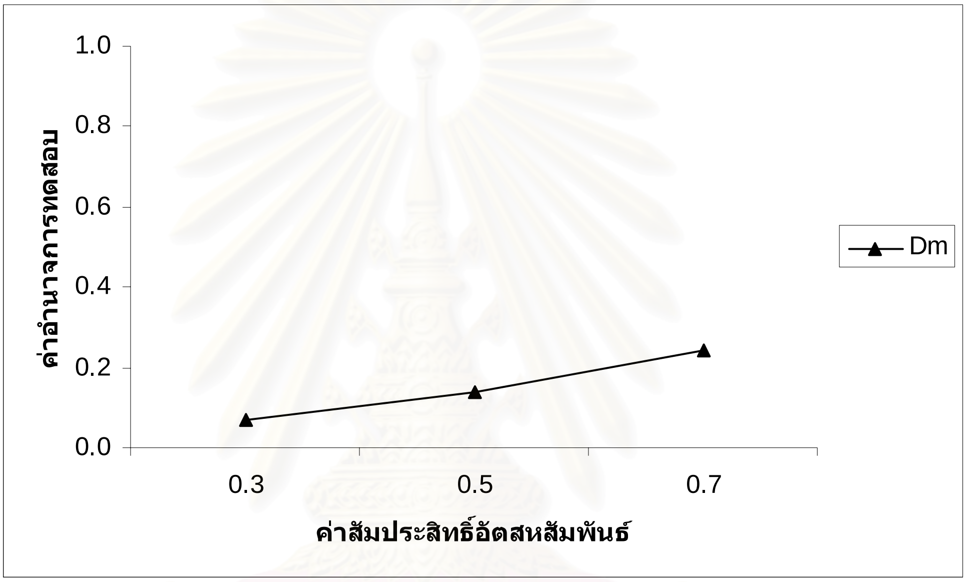
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.071*	-	0.202	0.258*	-	0.339	0.391*
	0.5	-	-	0.138*	-	0.286	0.344*	-	0.434	0.478*
	0.7	-	-	0.242*	-	0.375	0.456*	-	0.548	0.589*
50	0.3	-	0.086	0.133*	0.231	0.257	0.309*	0.365	0.391	0.447*
	0.5	-	0.153	0.217*	0.326	0.350	0.397*	0.457	0.487	0.526*
	0.7	-	0.245	0.325*	0.440	0.463	0.511*	0.571	0.599	0.635*
60	0.3	0.108	0.134	0.188*	0.279	0.311	0.362*	0.410	0.446	0.502*
	0.5	0.172	0.217	0.274*	0.372	0.404	0.450*	0.502	0.535	0.593*
	0.7	0.280	0.325	0.386*	0.485	0.518	0.553*	0.623	0.652	0.721*
70	0.3	0.169	0.216	0.250*	0.334	0.367	0.415*	0.466	0.503	0.558*
	0.5	0.243	0.308	0.341*	0.423	0.459	0.508*	0.554	0.598	0.654*
	0.7	0.345	0.411	0.455*	0.540	0.571	0.623*	0.672	0.710	0.765*
80	0.3	0.254	0.299	0.339*	0.388	0.423	0.471*	0.521	0.561	0.613*
	0.5	0.326	0.392	0.442*	0.482	0.515	0.566*	0.618	0.656	0.699*
	0.7	0.431	0.487	0.554*	0.591	0.627	0.679*	0.743	0.765	0.804*
100	0.3	0.329	0.354	0.387*	0.446	0.470	0.524*	0.576	0.613	0.660*
	0.5	0.437	0.453	0.476*	0.537	0.566	0.642*	0.670	0.702	0.746*
	0.7	0.550	0.560	0.583*	0.649	0.672	0.762*	0.797	0.815	0.857*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

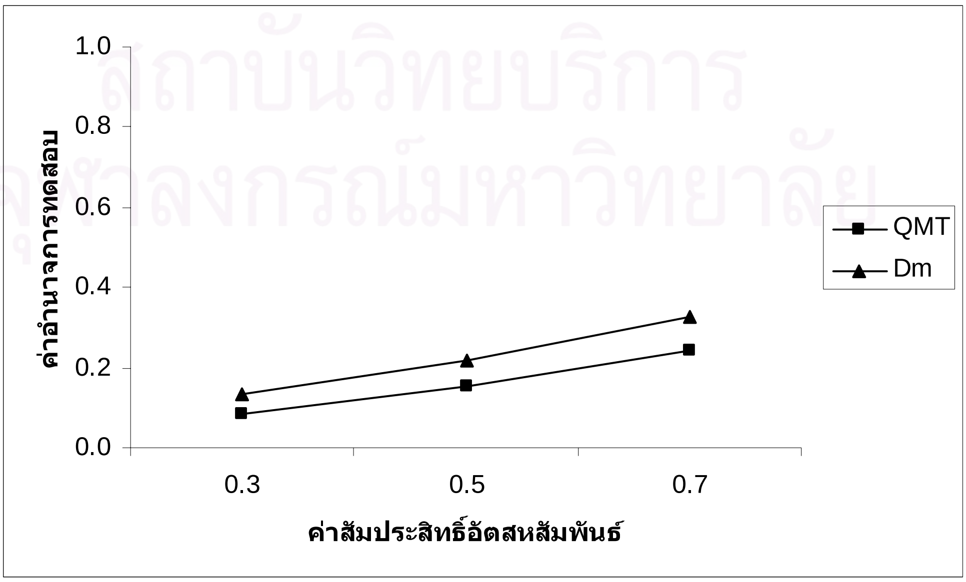
รูปที่ 4.3 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

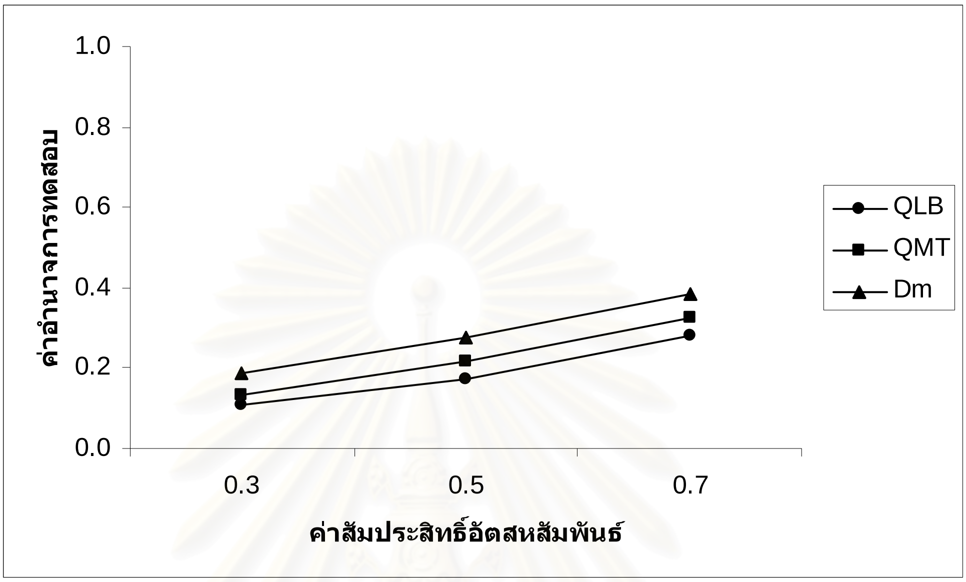


$$n = 50$$

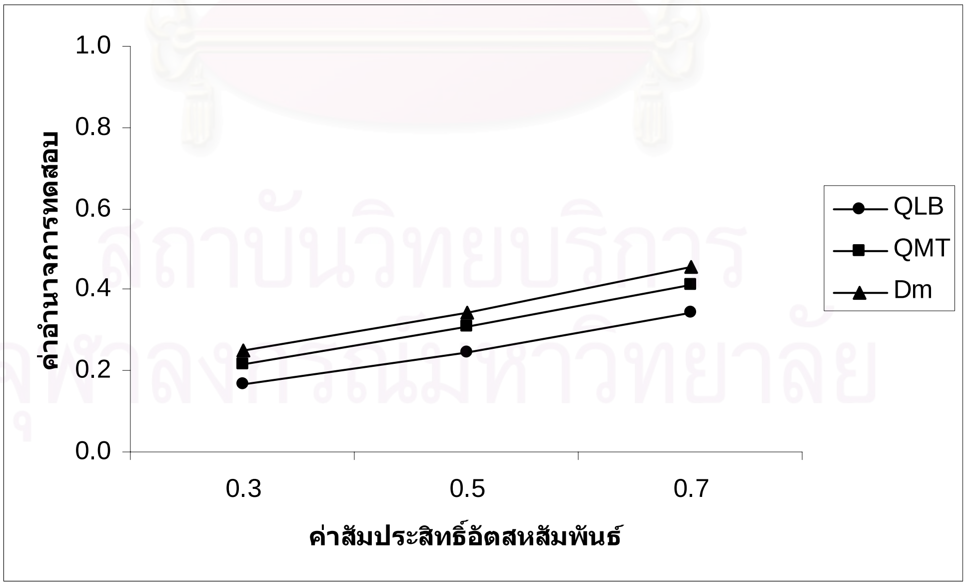


รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$n = 60$

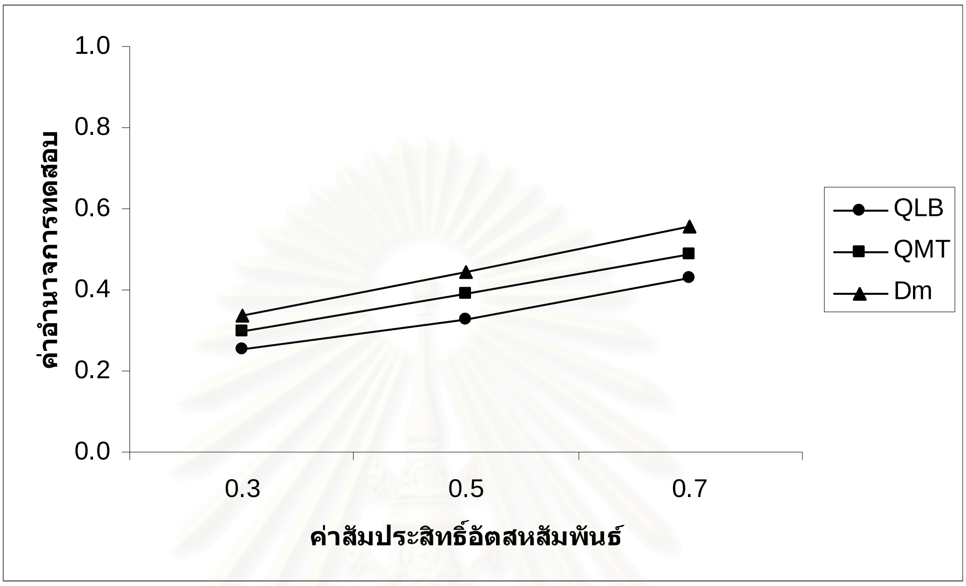


$n = 70$

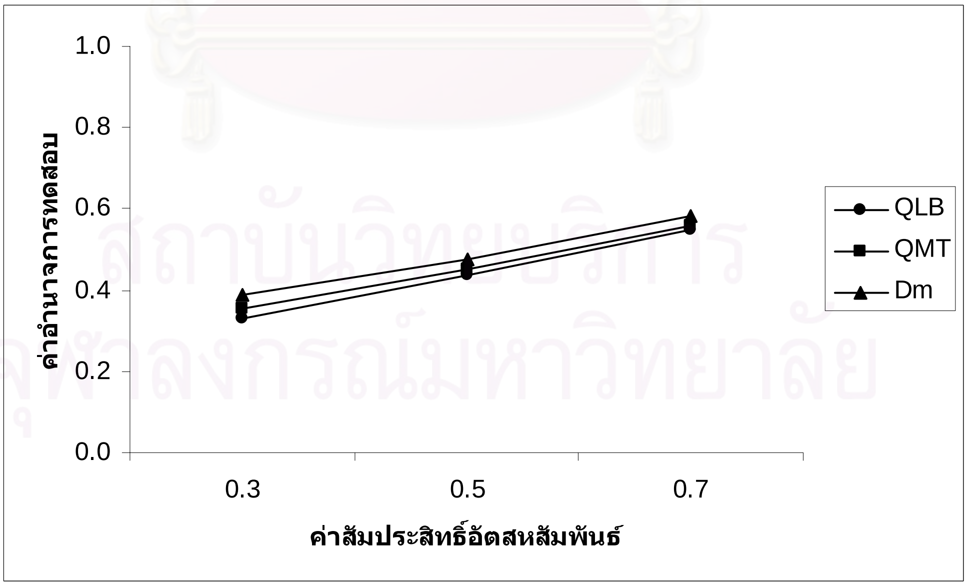


รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$n = 80$



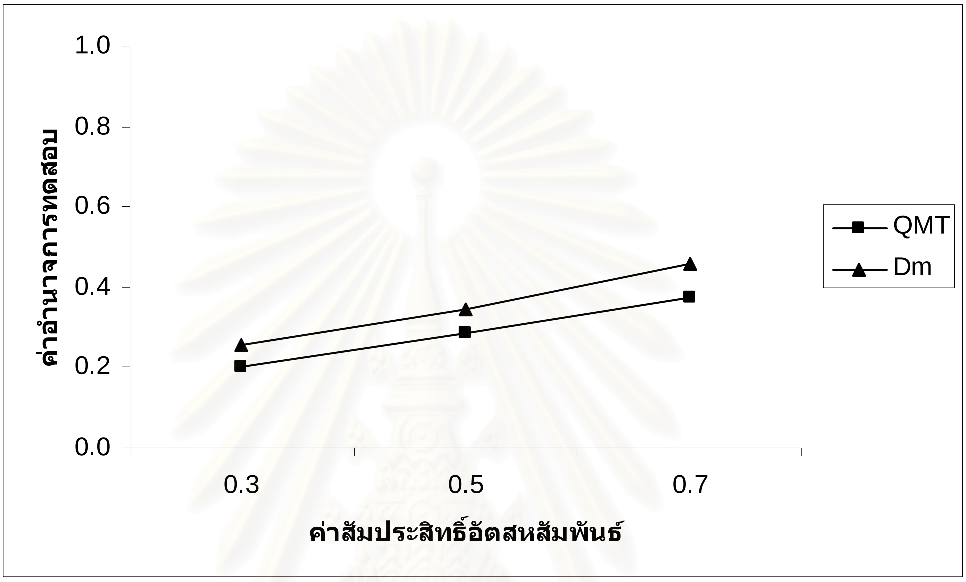
$n = 100$



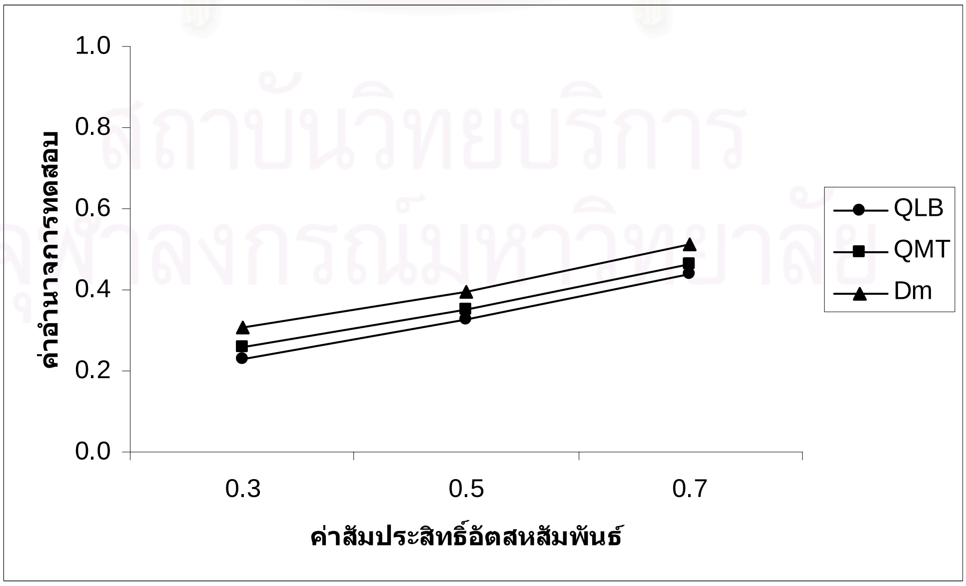
รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$

$n = 40$

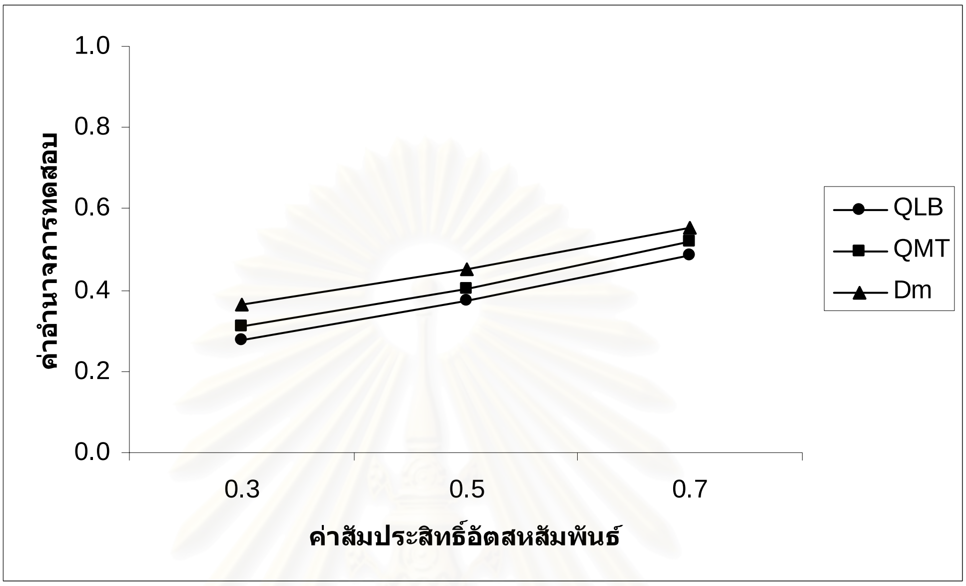


$n = 50$

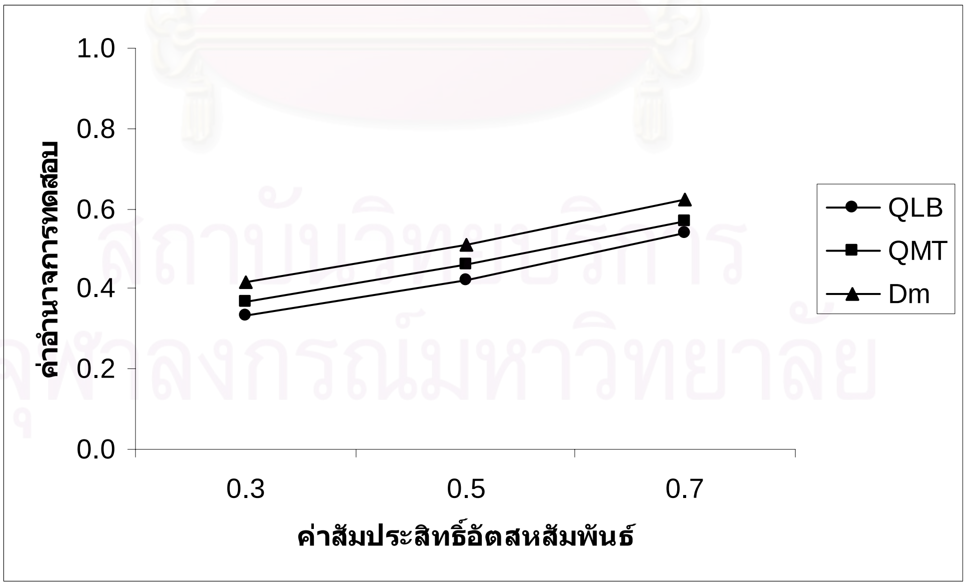


รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$n = 60$

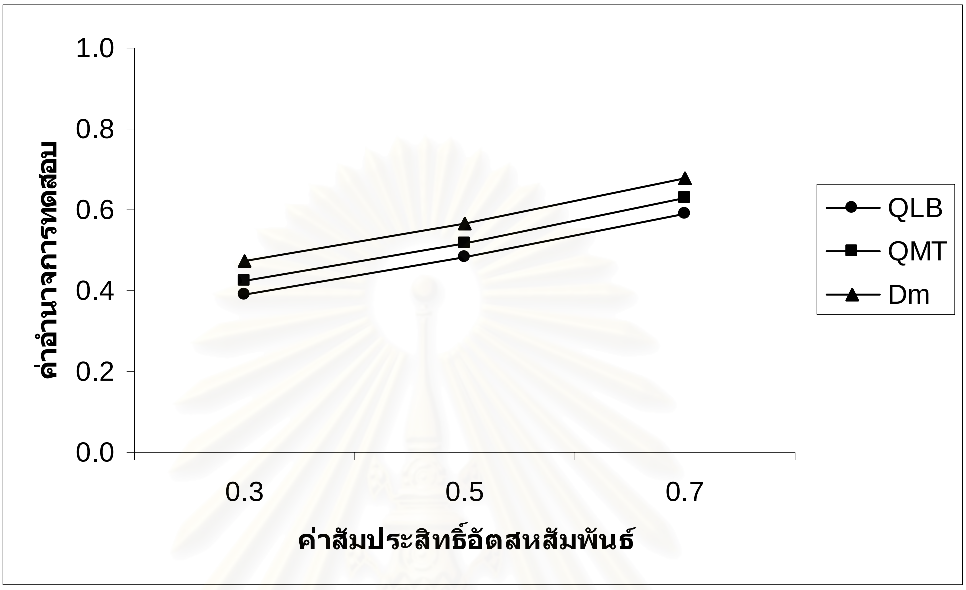


$n = 70$

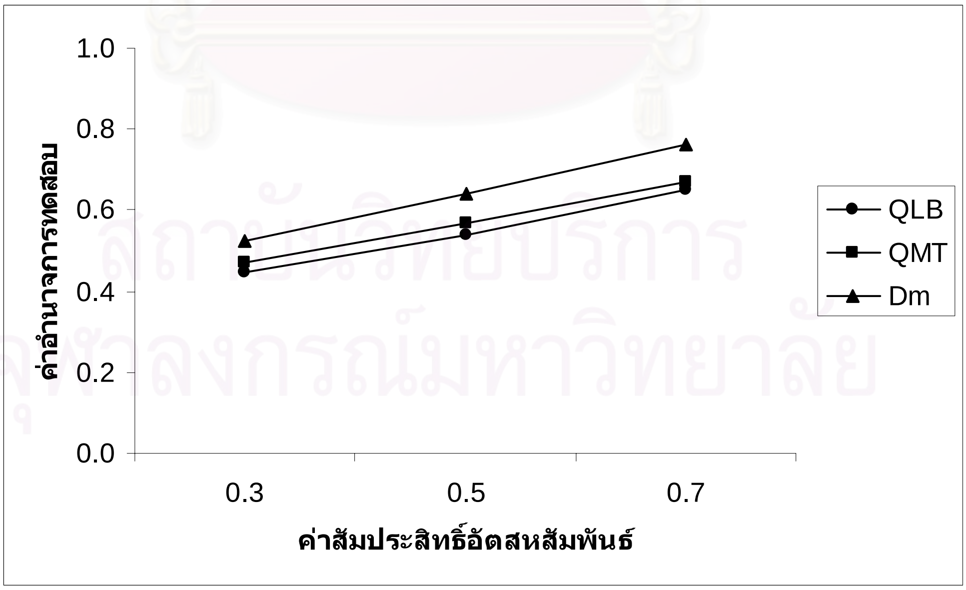


รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$n = 80$



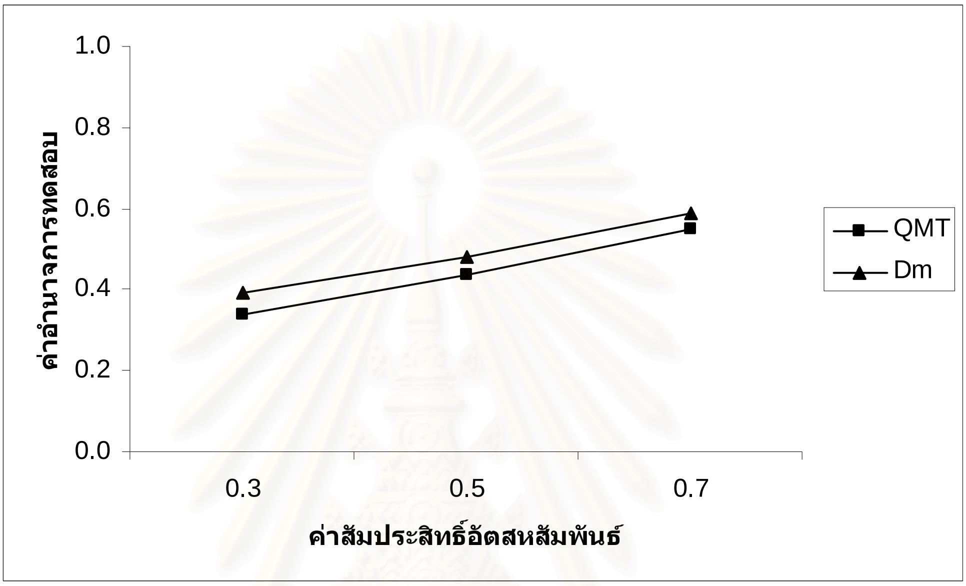
$n = 100$



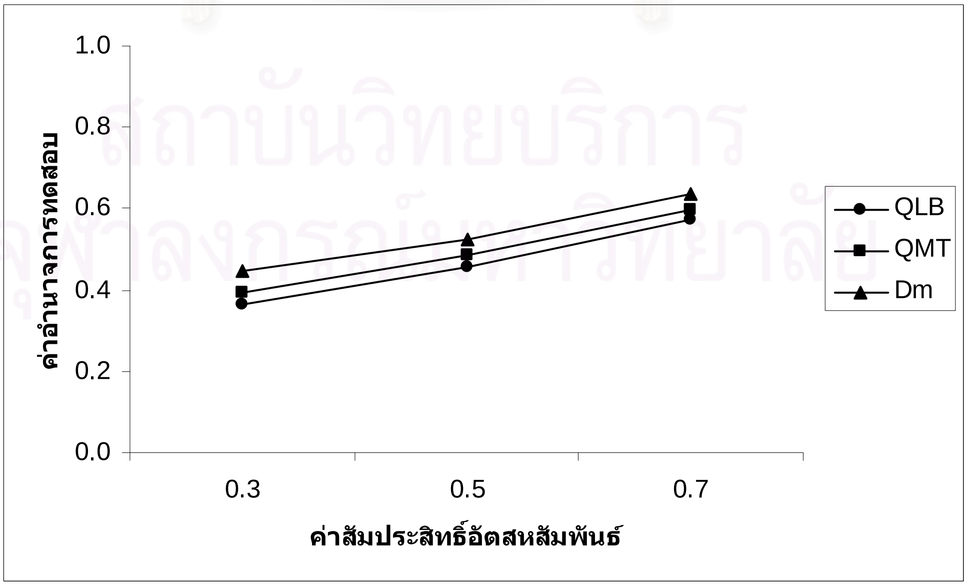
รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$$\alpha = 0.10$$

$$n = 40$$

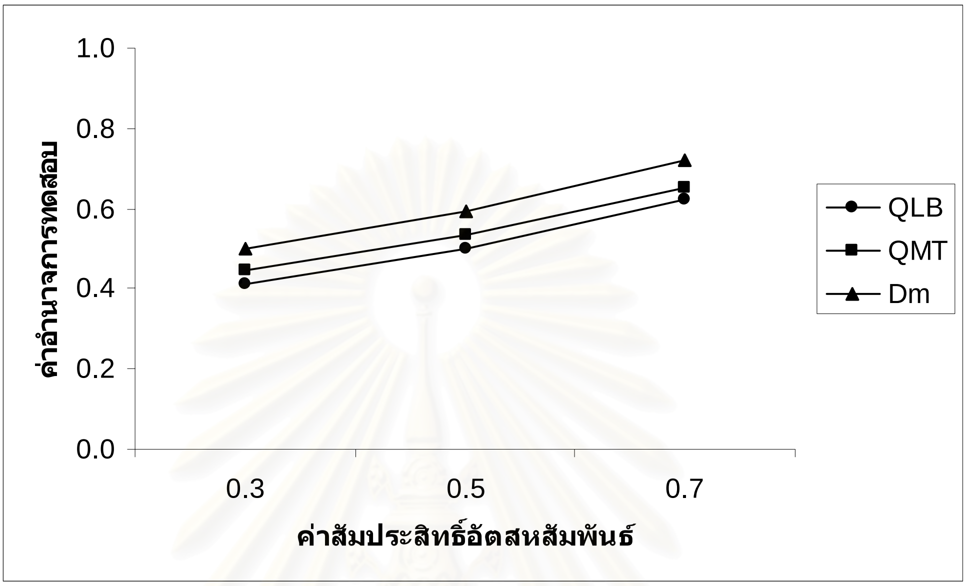


$$n = 50$$

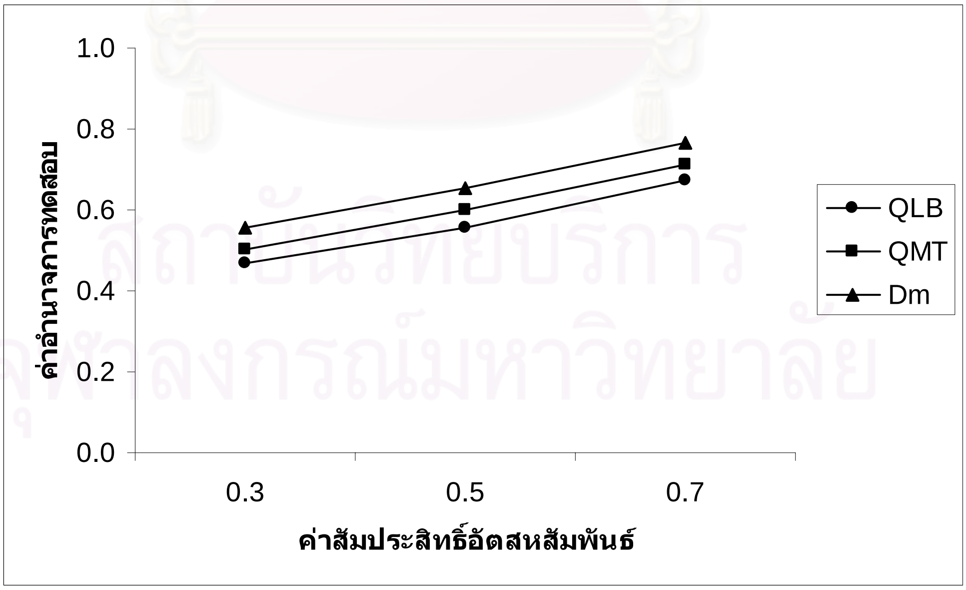


รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$n = 60$

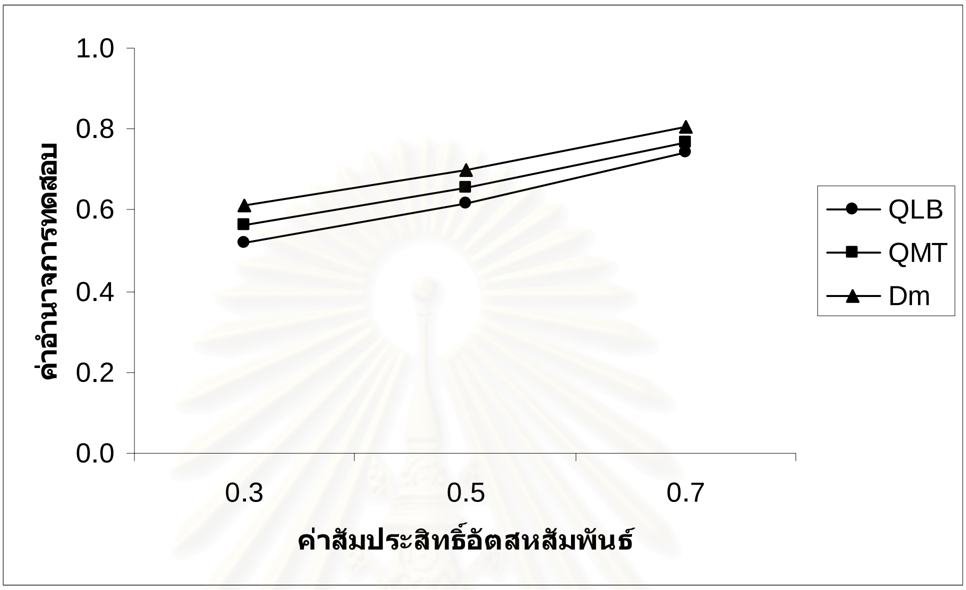


$n = 70$

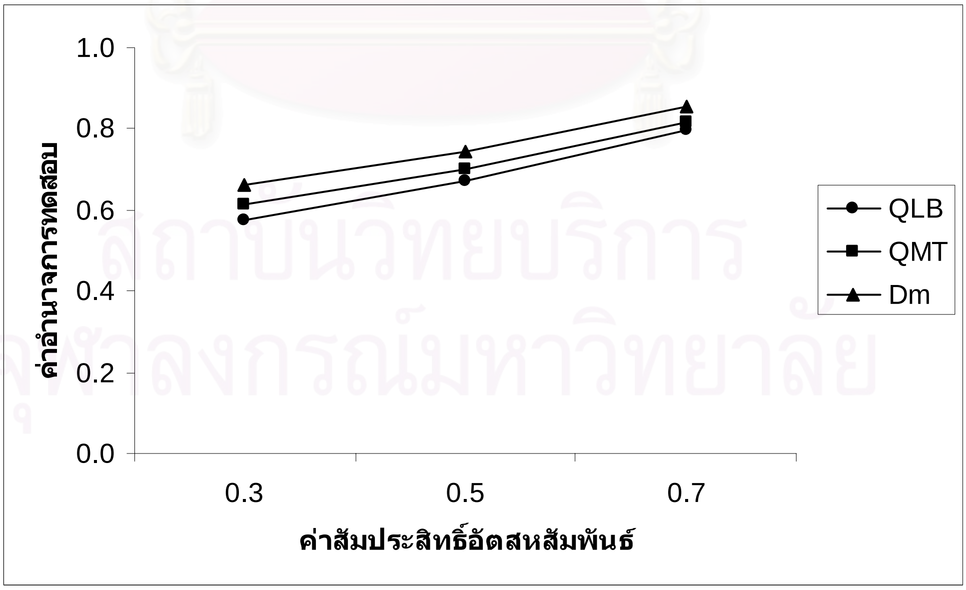


รูปที่ 4.3 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.24 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ(MA(2))และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

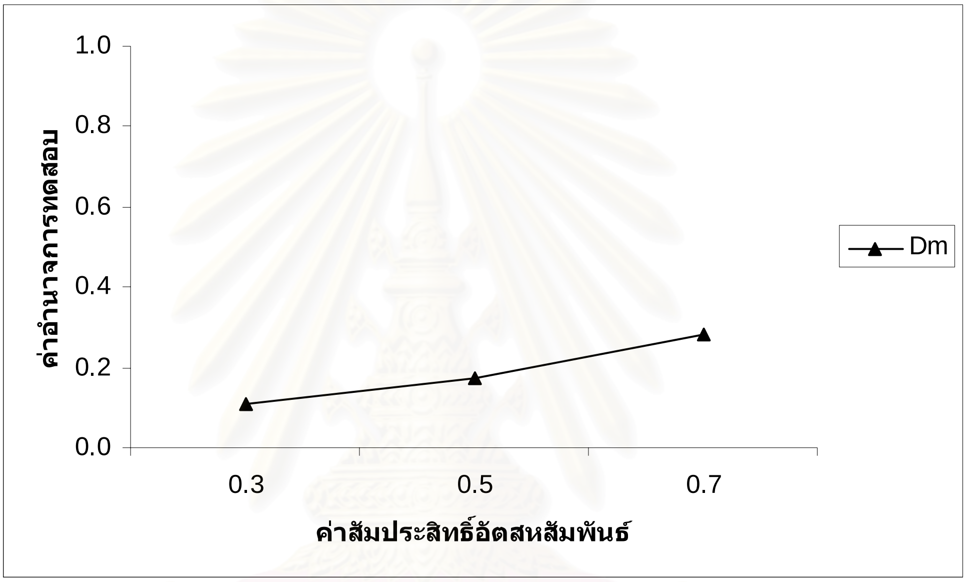
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.108*	-	0.230	0.288*	-	0.372	0.425*
	0.5	-	-	0.172*	-	0.327	0.383*	-	0.464	0.519*
	0.7	-	-	0.280*	-	0.441	0.496*	-	0.581	0.630*
50	0.3	-	0.112	0.166*	0.255	0.282	0.340*	0.388	0.426	0.484*
	0.5	-	0.178	0.254*	0.347	0.375	0.429*	0.479	0.517	0.572*
	0.7	-	0.270	0.361*	0.472	0.486	0.544*	0.592	0.632	0.688*
60	0.3	0.134	0.159	0.215*	0.306	0.338	0.397*	0.440	0.478	0.541*
	0.5	0.196	0.241	0.306*	0.399	0.427	0.482*	0.534	0.570	0.637*
	0.7	0.313	0.353	0.413*	0.510	0.543	0.591*	0.647	0.685	0.753*
70	0.3	0.197	0.239	0.270*	0.361	0.394	0.453*	0.493	0.533	0.596*
	0.5	0.271	0.334	0.367*	0.454	0.489	0.546*	0.585	0.624	0.685*
	0.7	0.380	0.446	0.474*	0.566	0.605	0.660*	0.701	0.741	0.801*
80	0.3	0.279	0.327	0.363*	0.408	0.443	0.507*	0.552	0.589	0.654*
	0.5	0.352	0.415	0.459*	0.503	0.536	0.595*	0.646	0.686	0.749*
	0.7	0.463	0.523	0.571*	0.621	0.650	0.701*	0.760	0.799	0.860*
100	0.3	0.365	0.375	0.418*	0.465	0.491	0.564*	0.611	0.640	0.703*
	0.5	0.448	0.469	0.512*	0.557	0.584	0.673*	0.703	0.735	0.795*
	0.7	0.562	0.581	0.623*	0.672	0.692	0.795*	0.824	0.852	0.922*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

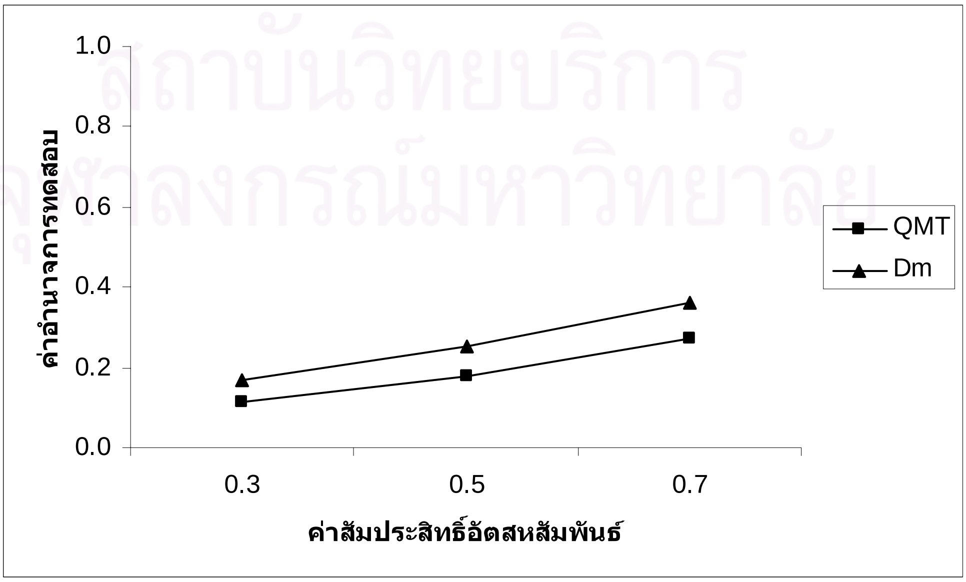
รูปที่ 4.4 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(2)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

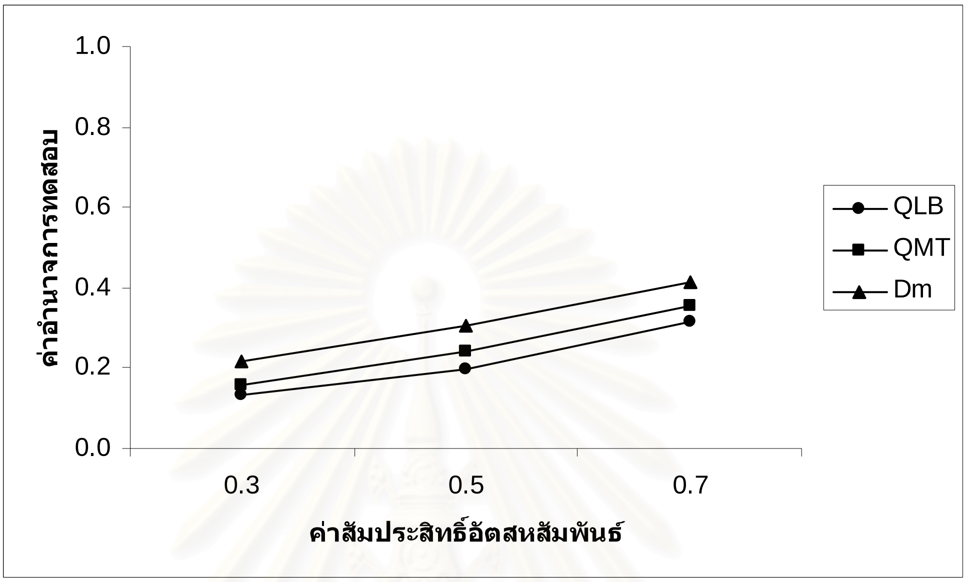


$$n = 50$$

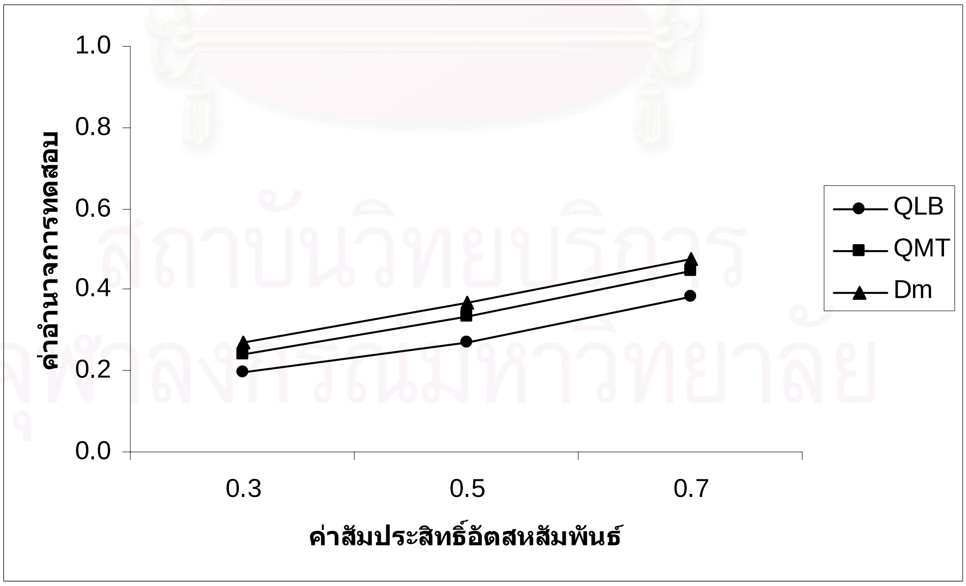


รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$n = 60$

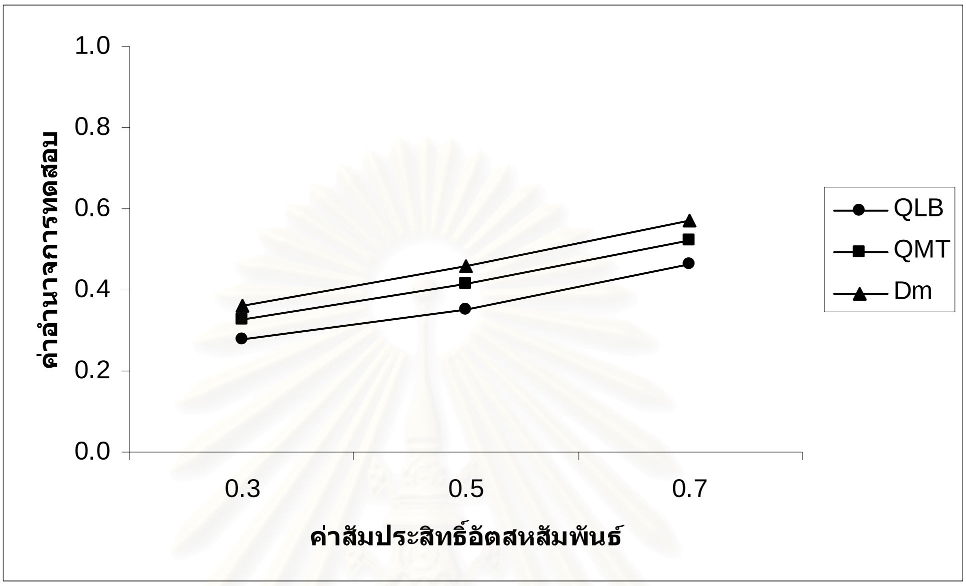


$n = 70$

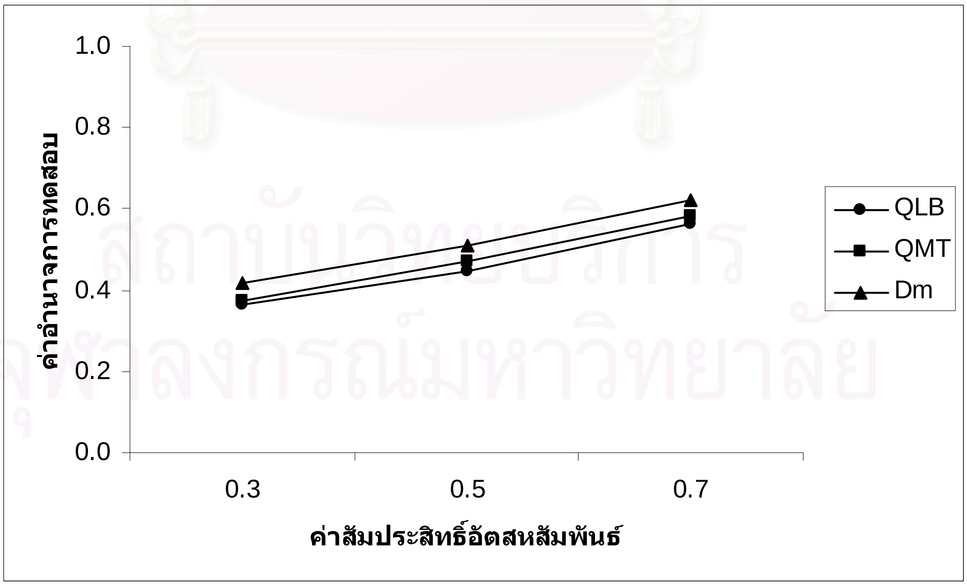


รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$n = 80$



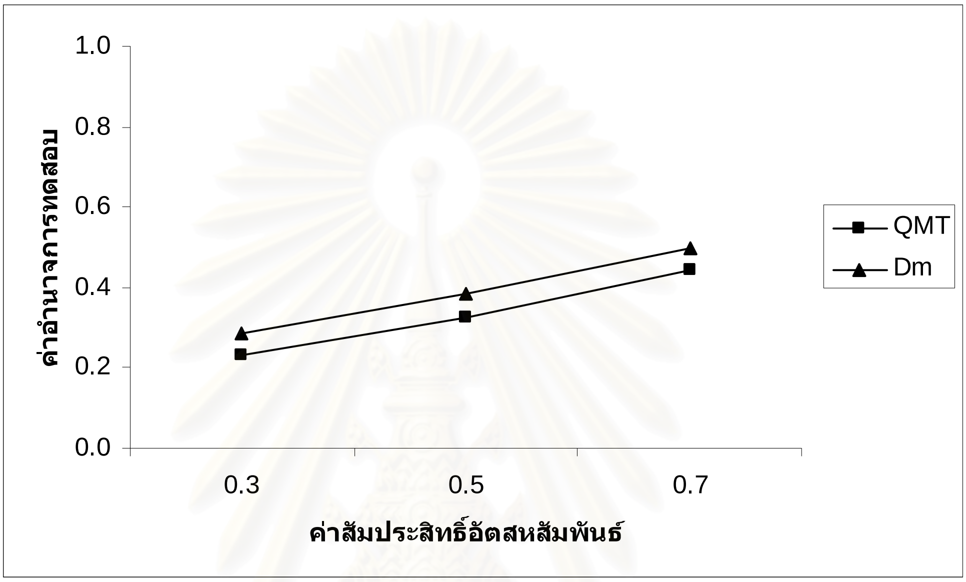
$n = 100$



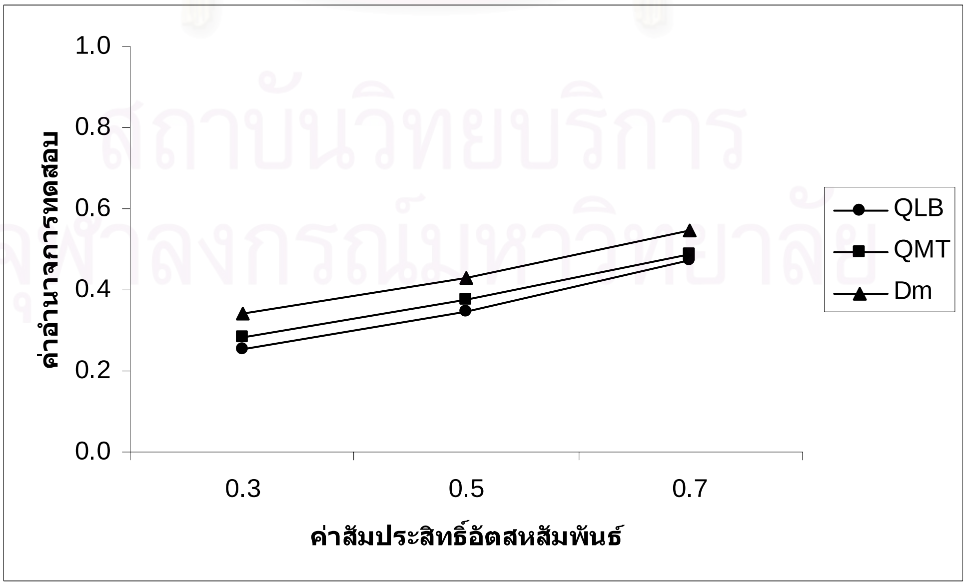
รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$

$n = 40$

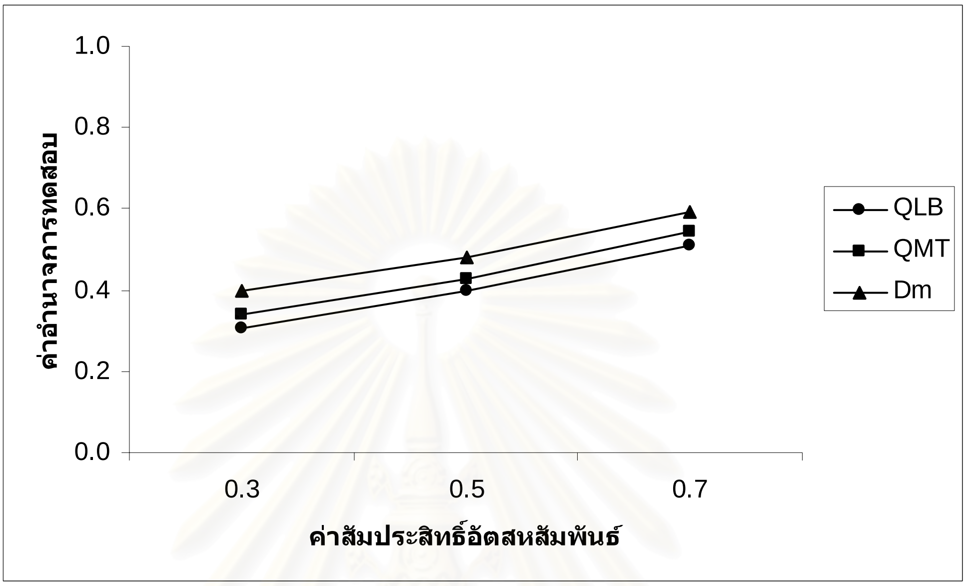


$n = 50$

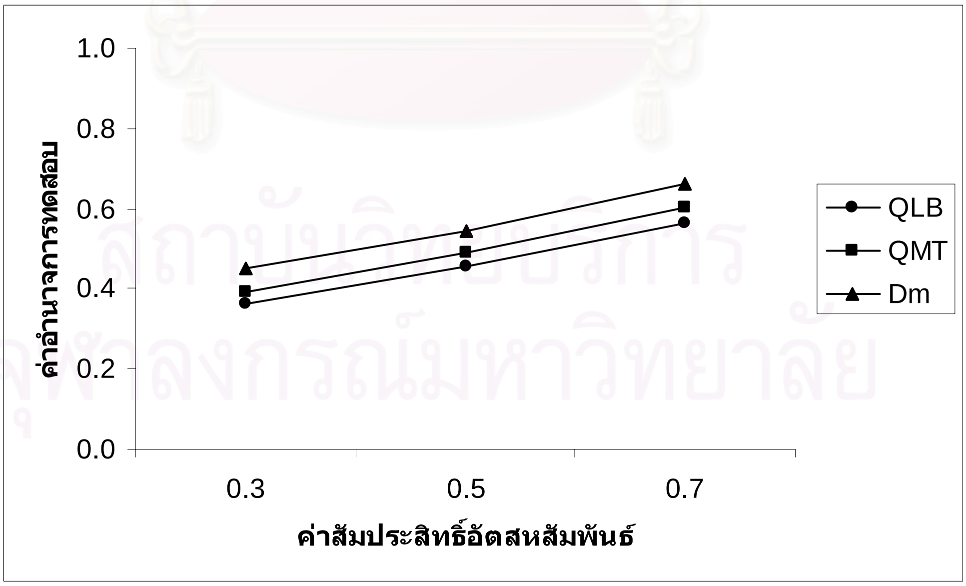


รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$n = 60$

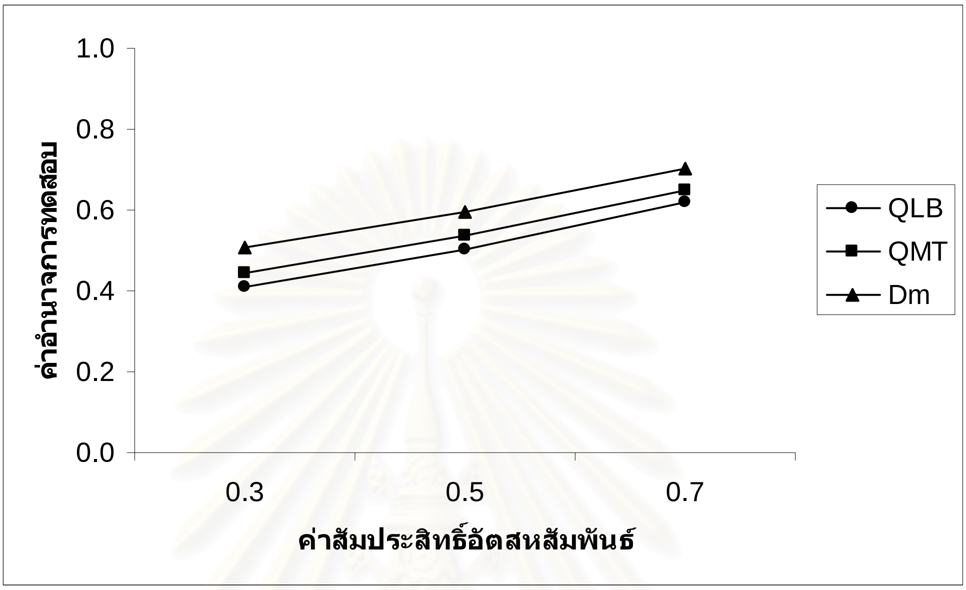


$n = 70$

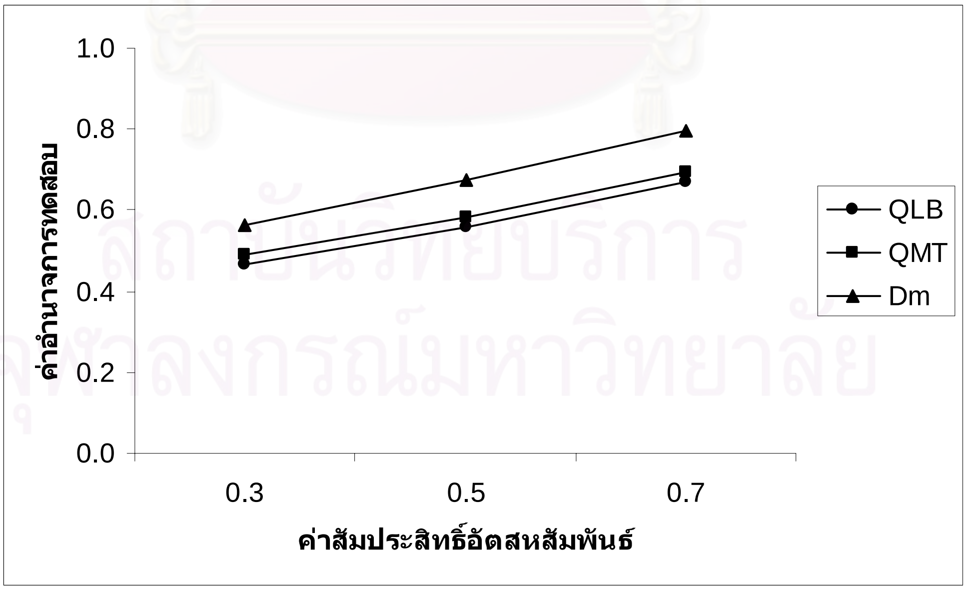


รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$n = 80$



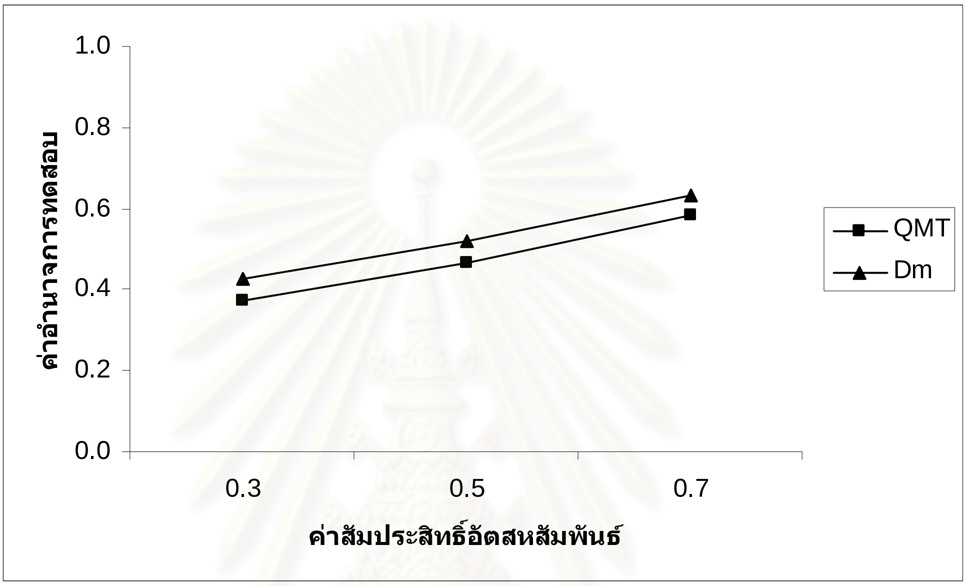
$n = 100$



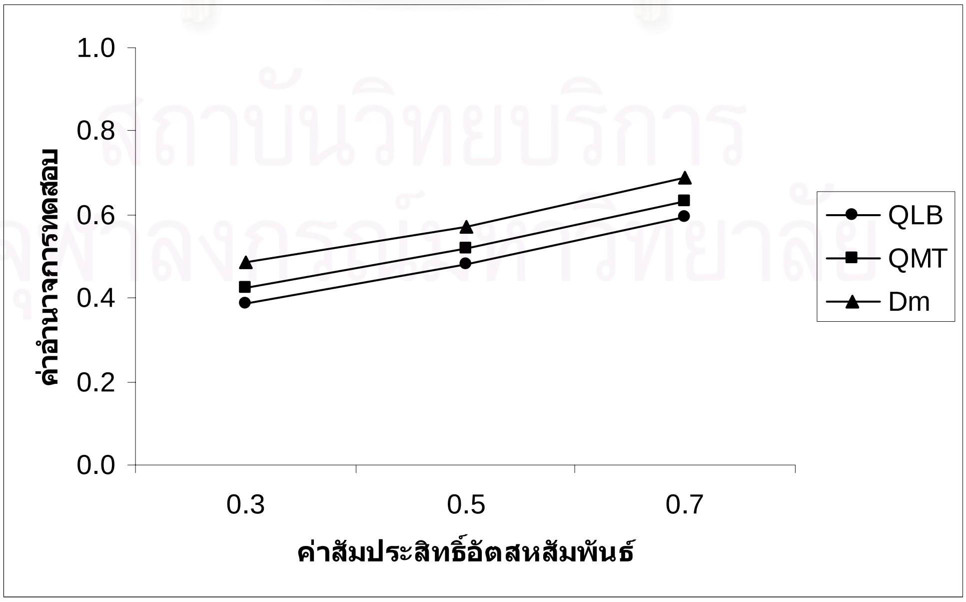
รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$$\alpha = 0.10$$

$$n = 40$$

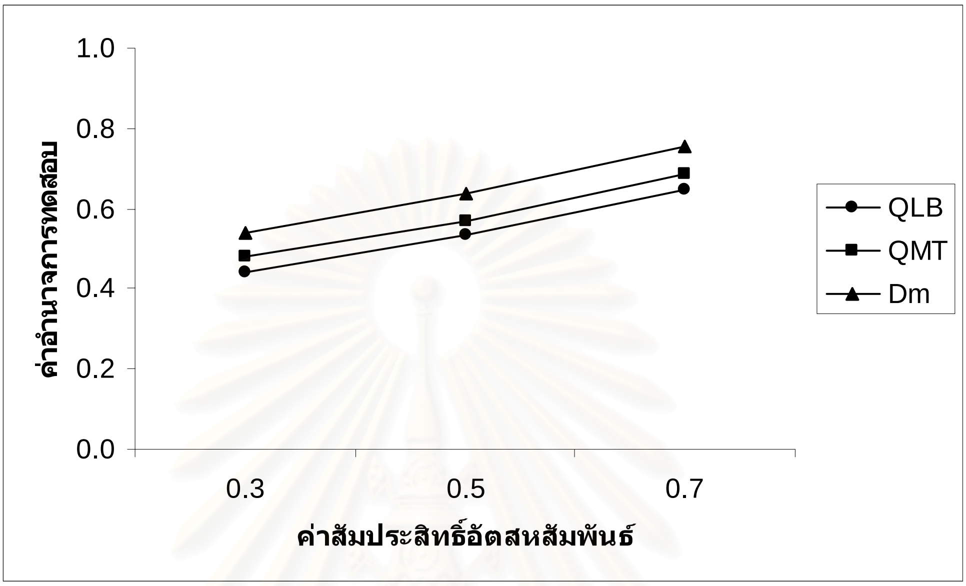


$$n = 50$$

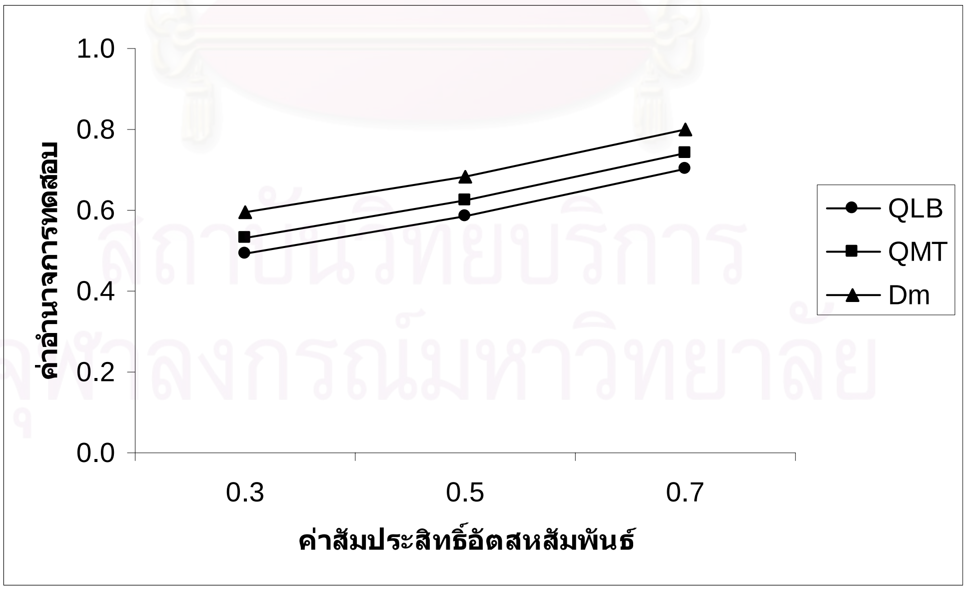


รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$n = 60$

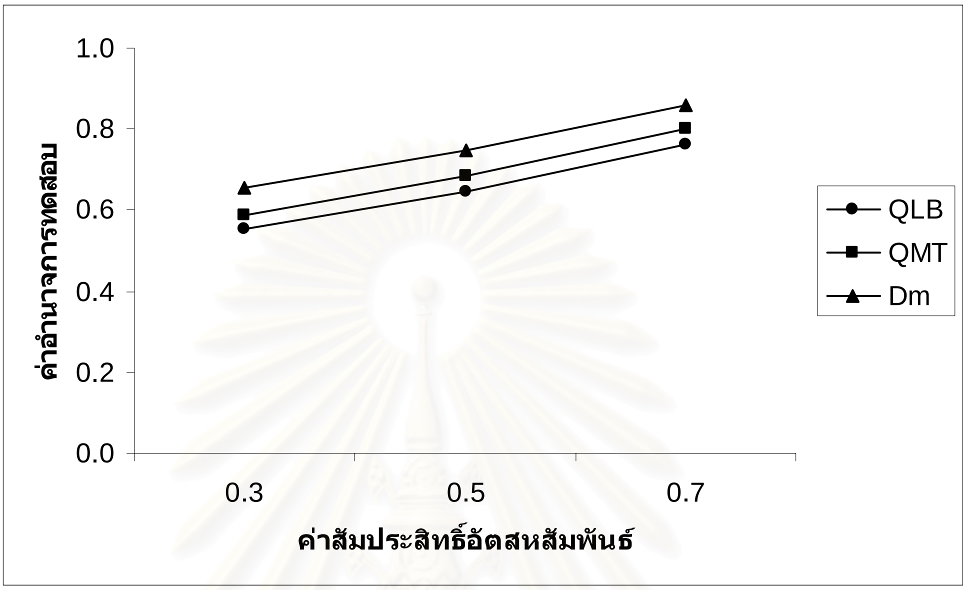


$n = 70$

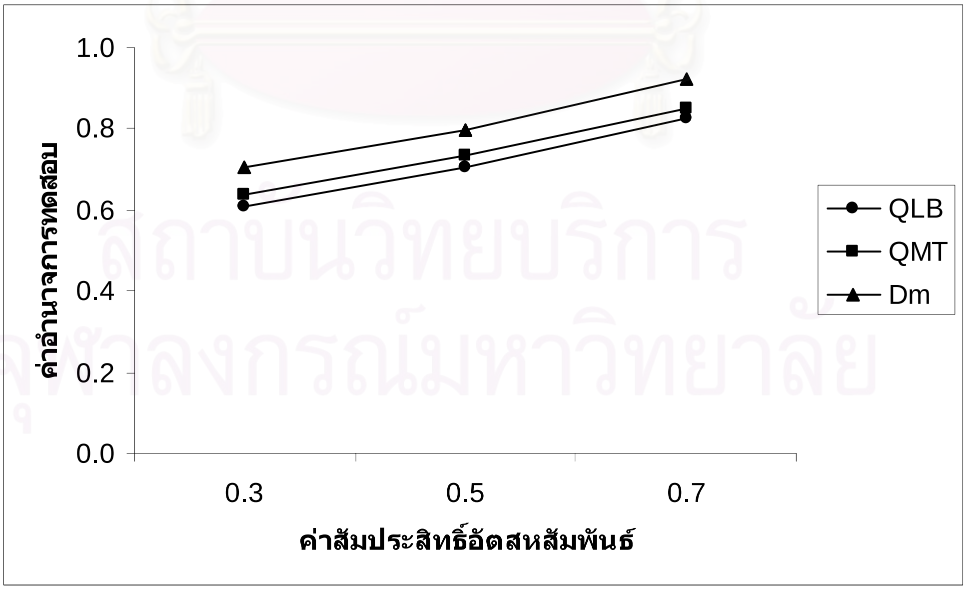


รูปที่ 4.4 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.25 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (ARMA(1,1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

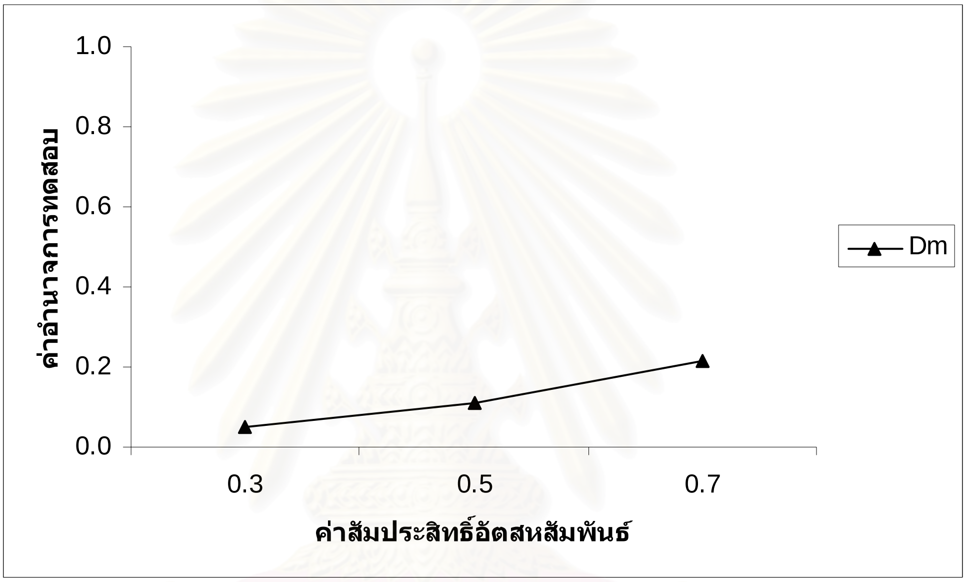
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.052*	-	0.171	0.226*	-	0.308	0.362*
	0.5	-	-	0.108*	-	0.256	0.323*	-	0.412	0.453*
	0.7	-	-	0.213*	-	0.342	0.428*	-	0.526	0.566*
50	0.3	-	0.062	0.114*	0.206	0.240	0.281*	0.338	0.361	0.417*
	0.5	-	0.119	0.196*	0.298	0.331	0.375*	0.430	0.453	0.505*
	0.7	-	0.207	0.301*	0.411	0.445	0.482*	0.542	0.564	0.611*
60	0.3	0.087	0.113	0.167*	0.259	0.293	0.335*	0.393	0.417	0.460*
	0.5	0.155	0.187	0.255*	0.347	0.379	0.429*	0.487	0.509	0.551*
	0.7	0.263	0.299	0.354*	0.462	0.491	0.544*	0.601	0.613	0.663*
70	0.3	0.146	0.181	0.233*	0.311	0.347	0.388*	0.446	0.478	0.518*
	0.5	0.218	0.275	0.316*	0.398	0.433	0.485*	0.538	0.575	0.614*
	0.7	0.322	0.384	0.425*	0.512	0.545	0.597*	0.653	0.682	0.726*
80	0.3	0.229	0.266	0.318*	0.365	0.402	0.441*	0.499	0.530	0.572*
	0.5	0.305	0.358	0.407*	0.453	0.496	0.536*	0.604	0.622	0.667*
	0.7	0.411	0.463	0.528*	0.565	0.613	0.654*	0.715	0.734	0.779*
100	0.3	0.297	0.311	0.365*	0.417	0.455	0.498*	0.550	0.585	0.625*
	0.5	0.382	0.408	0.451*	0.503	0.546	0.592*	0.644	0.673	0.713*
	0.7	0.495	0.512	0.566*	0.616	0.668	0.717*	0.751	0.784	0.828*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

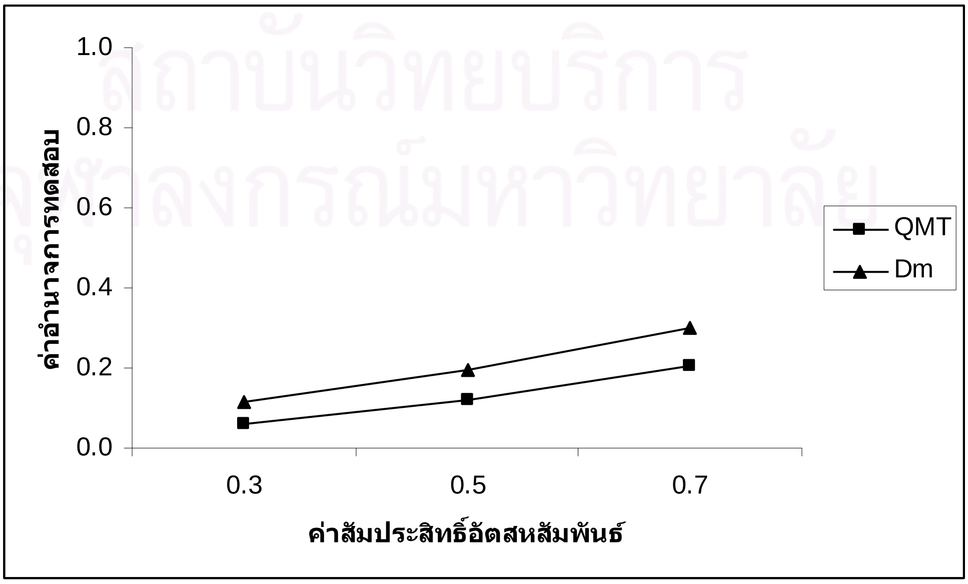
รูปที่ 4.5 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ(ARMA(1,1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น AR(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (η) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

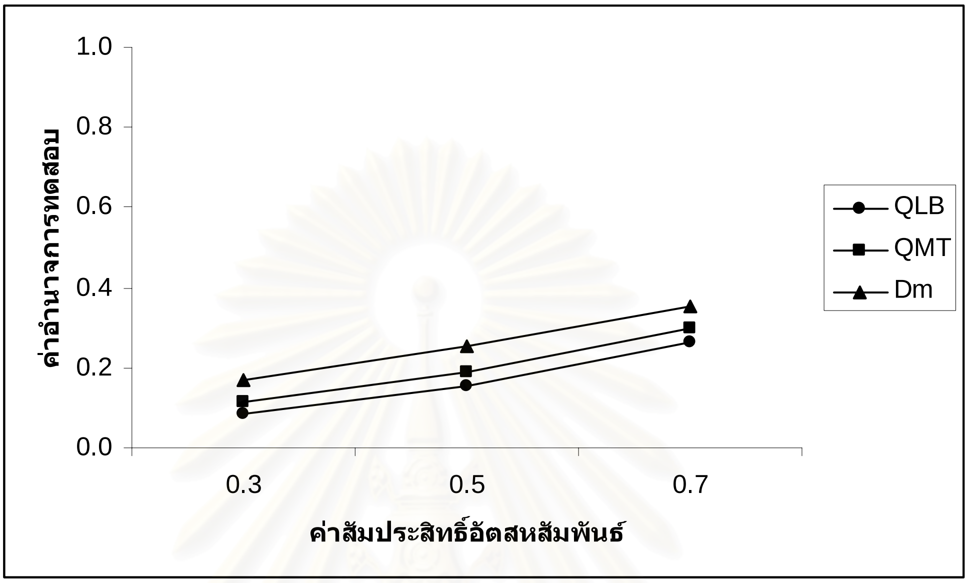


$$n = 50$$

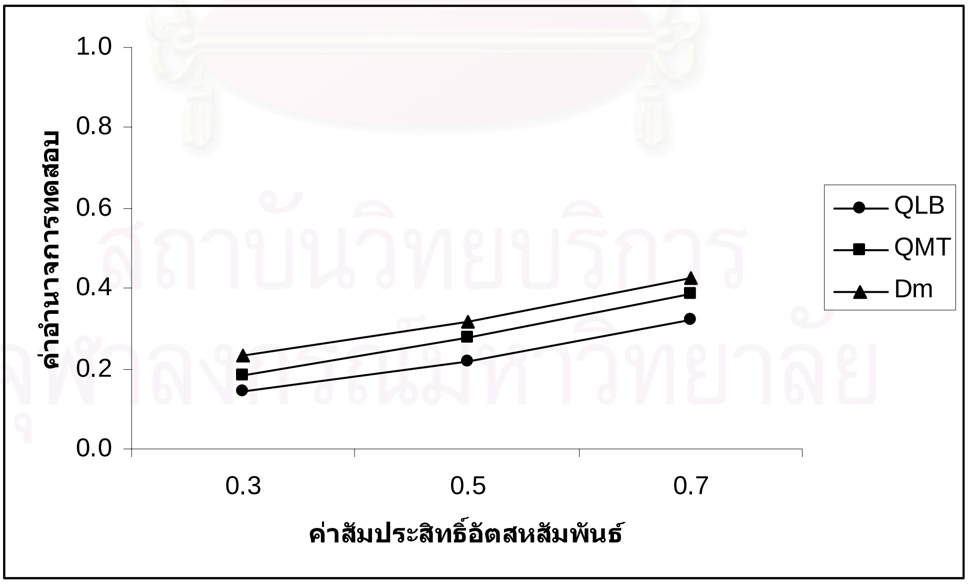


รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$n = 60$

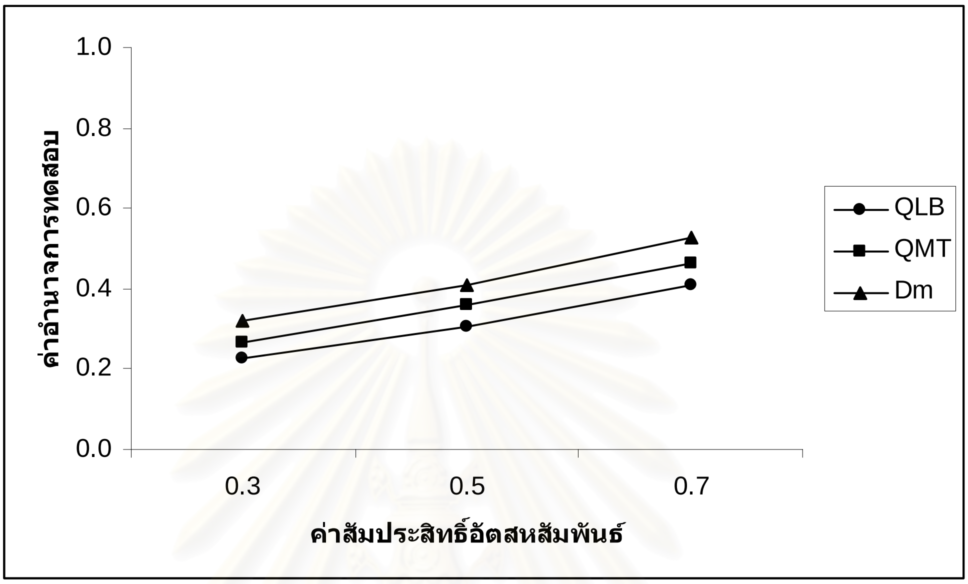


$n = 70$

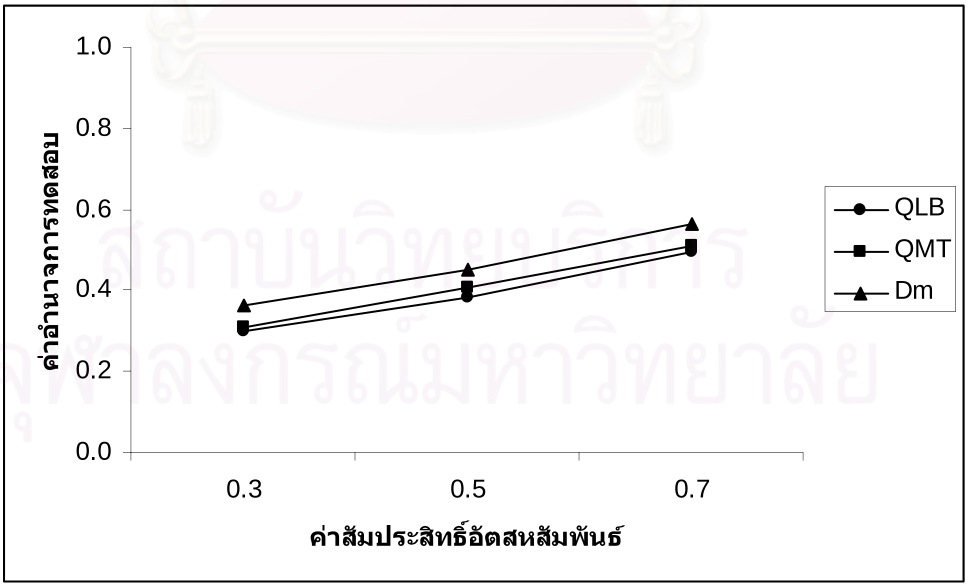


รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$n = 80$



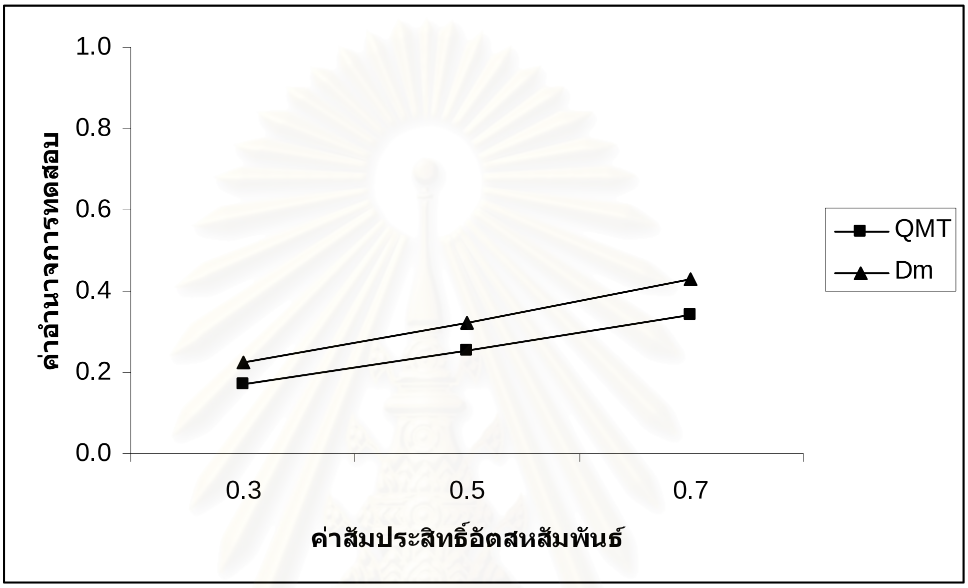
$n = 100$



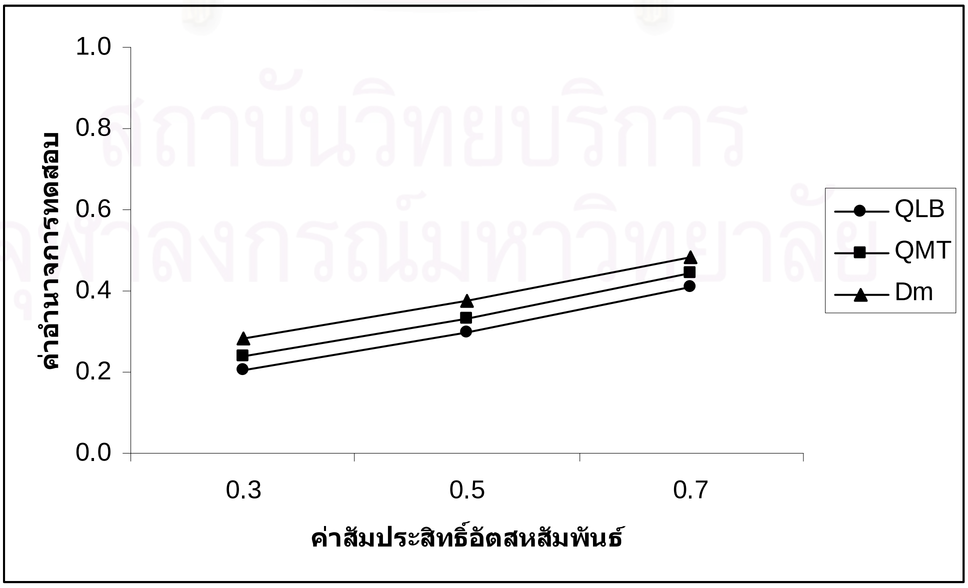
รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 40$$

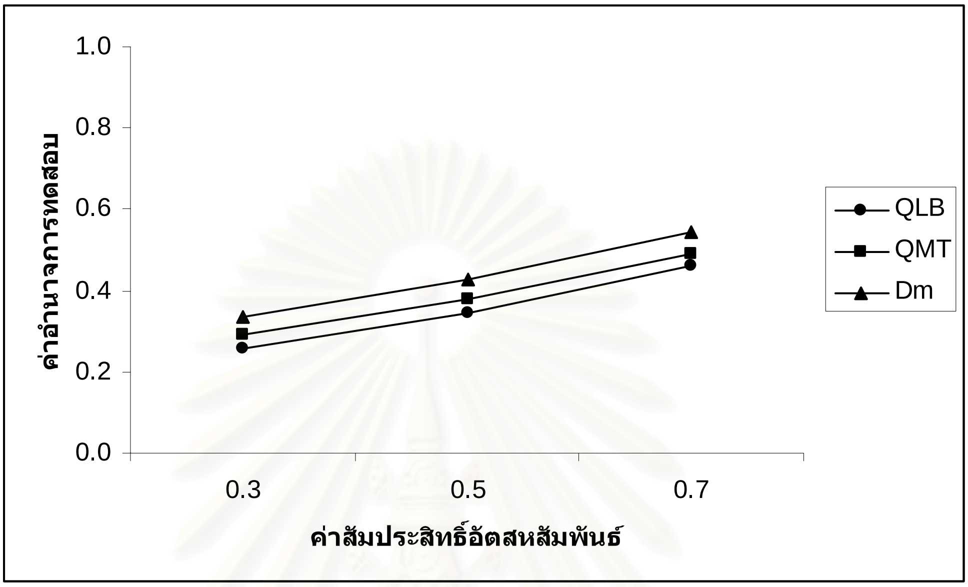


$$n = 50$$

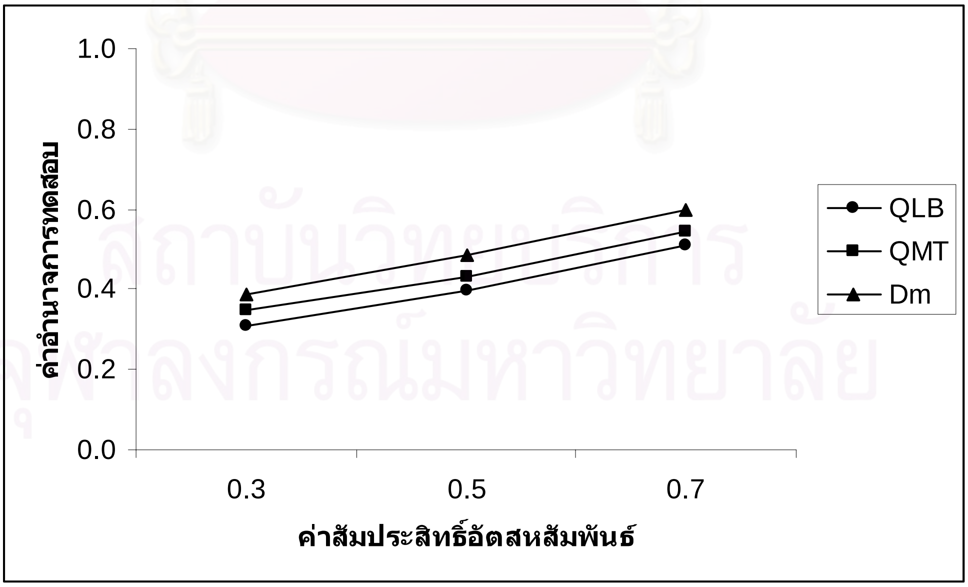


รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$n = 60$

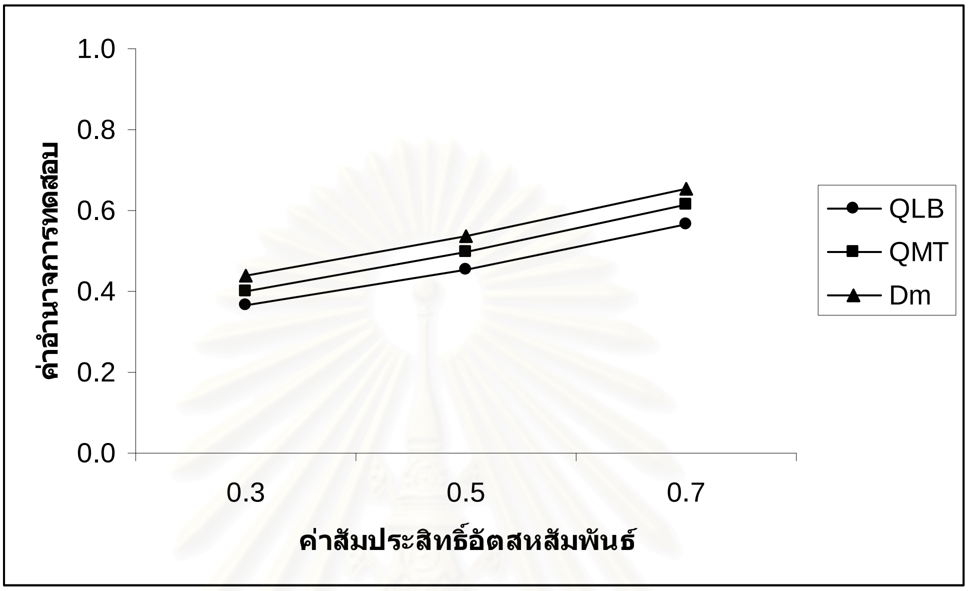


$n = 70$

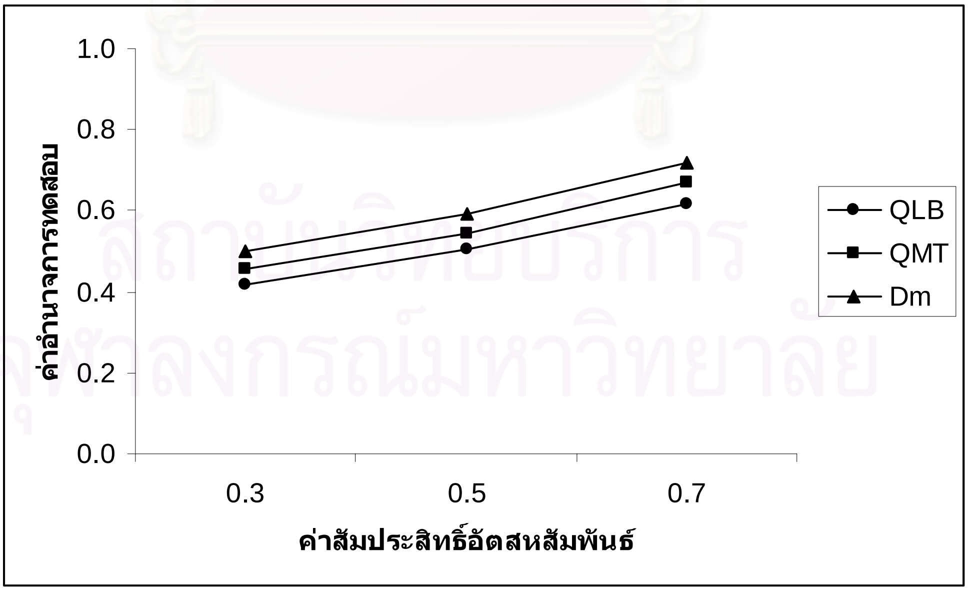


รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$n = 80$



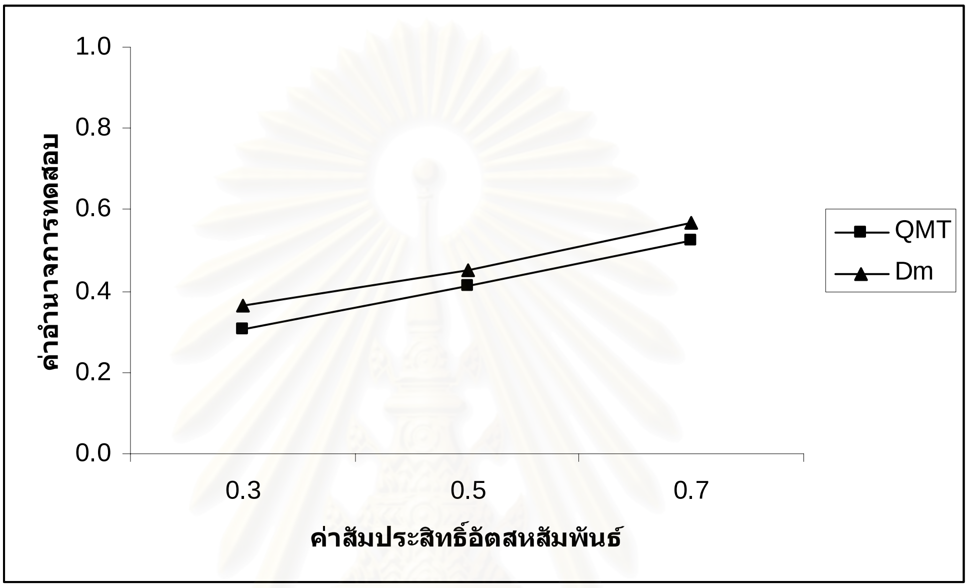
$n = 100$



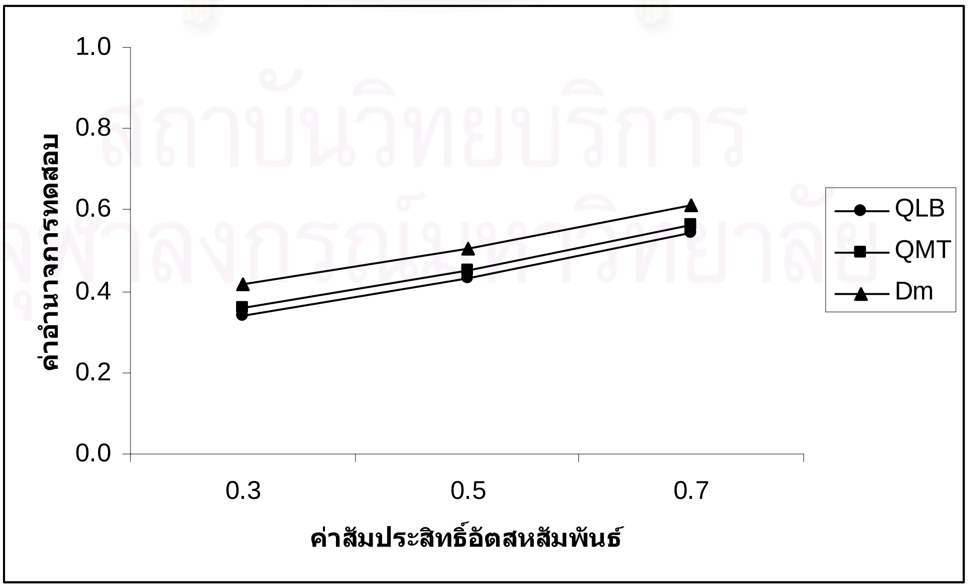
รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$

$n = 40$

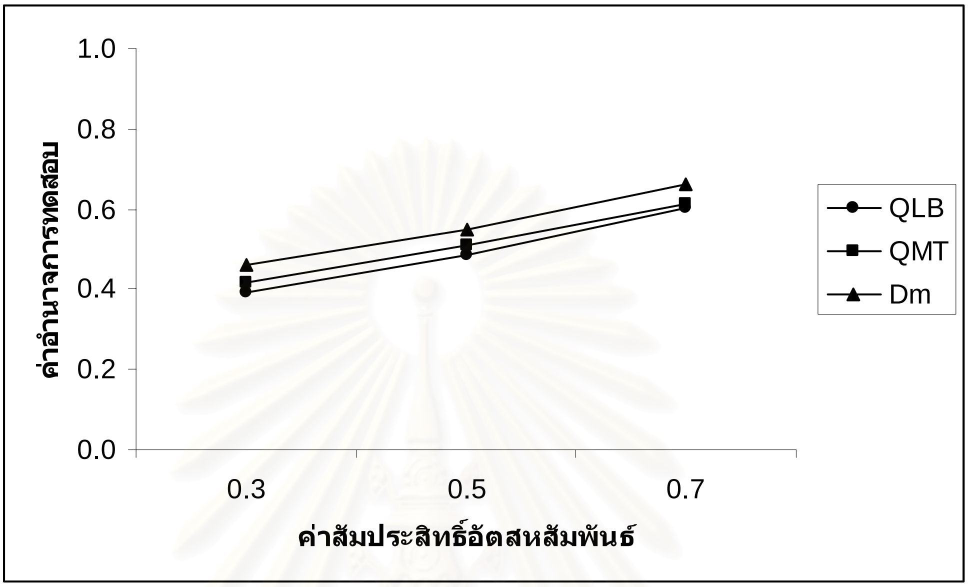


$n = 50$

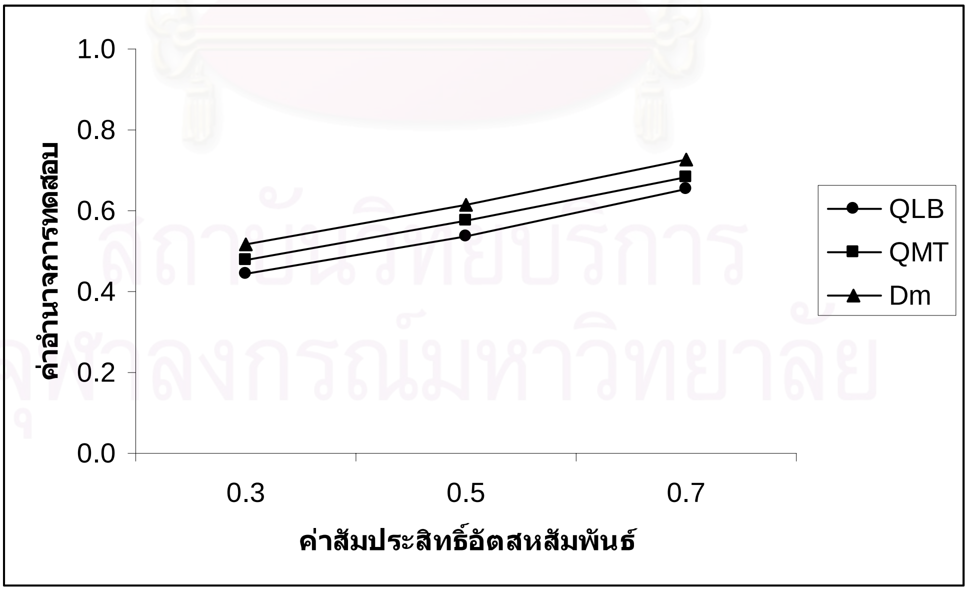


รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$n = 60$

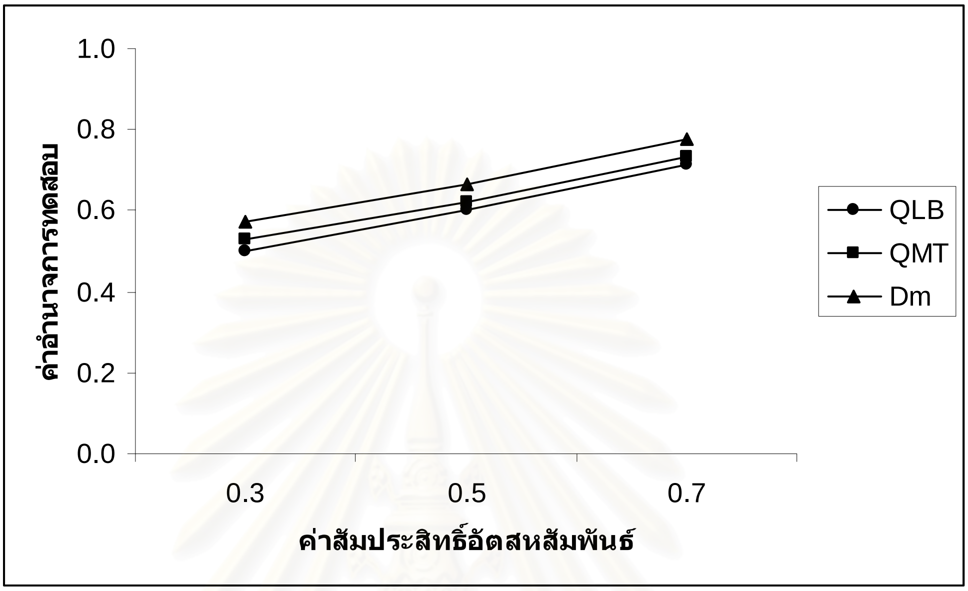


$n = 70$

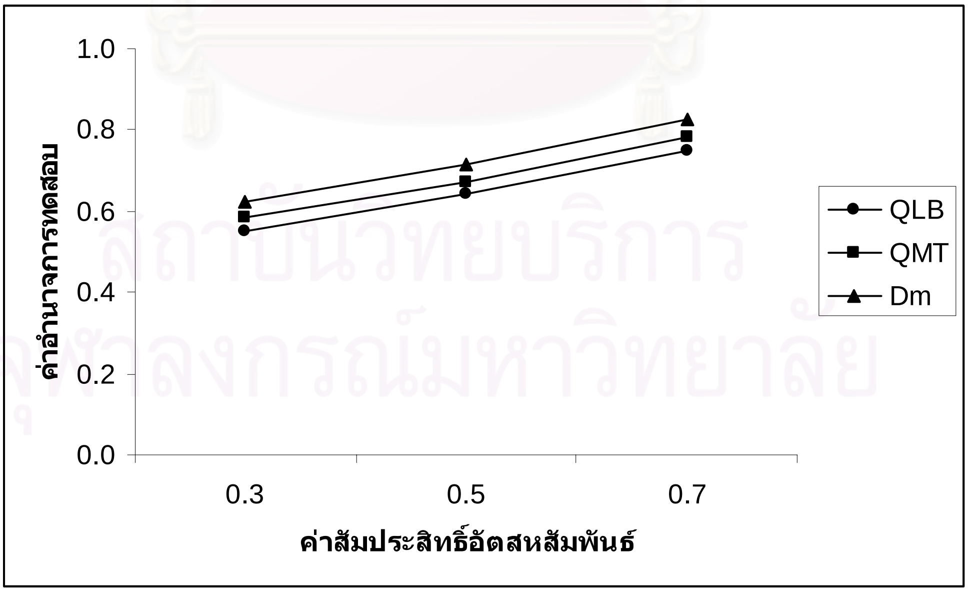


รูปที่ 4.5 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



4.2.1.2 กำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1)

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 นำเสนอด้วยตารางที่ 4.26 ถึง 4.30 และรูปที่ 4.6 ถึง 4.10 สรุปรายละเอียดดังนี้

4.2.1.2.1 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

4.2.1.2.2 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ

4.2.1.2.3 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

4.2.1.2.4 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันที่ทุกระดับนัยสำคัญ

4.2.1.2.5 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1)

ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง และระดับอัตสหสัมพันธ์ ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ(AR(1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

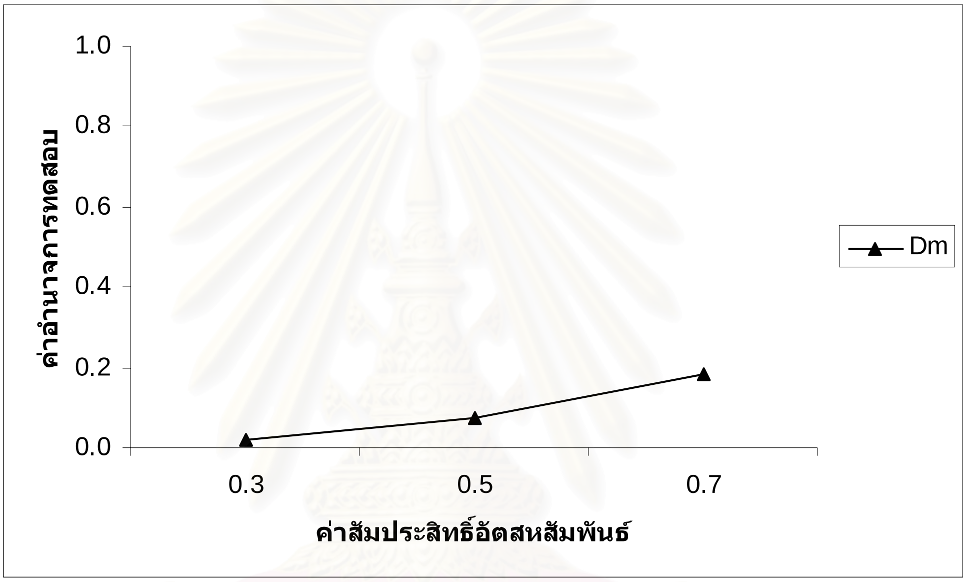
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.020*	-	0.132	0.184*	-	0.265	0.313*
	0.5	-	-	0.073*	-	0.228	0.271*	-	0.352	0.408*
	0.7	-	-	0.185*	-	0.330	0.378*	-	0.471	0.517*
50	0.3	-	0.023	0.072*	0.158	0.184	0.226*	0.293	0.310	0.355*
	0.5	-	0.081	0.156*	0.253	0.276	0.312*	0.379	0.404	0.452*
	0.7	-	0.174	0.247*	0.365	0.391	0.427*	0.488	0.509	0.564*
60	0.3	0.031	0.055	0.124*	0.201	0.233	0.275*	0.341	0.363	0.409*
	0.5	0.095	0.137	0.211*	0.297	0.327	0.366*	0.433	0.456	0.501*
	0.7	0.206	0.242	0.315*	0.406	0.439	0.483*	0.547	0.568	0.616*
70	0.3	0.083	0.126	0.172*	0.249	0.285	0.327*	0.398	0.417	0.460*
	0.5	0.159	0.213	0.259*	0.332	0.374	0.420*	0.492	0.506	0.553*
	0.7	0.270	0.320	0.370*	0.441	0.490	0.541*	0.595	0.622	0.668*
80	0.3	0.144	0.199	0.228*	0.290	0.339	0.389*	0.446	0.458	0.511*
	0.5	0.218	0.291	0.315*	0.384	0.425	0.490*	0.527	0.544	0.604*
	0.7	0.327	0.402	0.424*	0.493	0.528	0.595*	0.634	0.663	0.709*
100	0.3	0.220	0.248	0.263*	0.346	0.394	0.442*	0.498	0.517	0.565*
	0.5	0.309	0.334	0.351*	0.432	0.482	0.538*	0.580	0.601	0.655*
	0.7	0.422	0.440	0.467*	0.550	0.607	0.653*	0.689	0.711	0.771*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

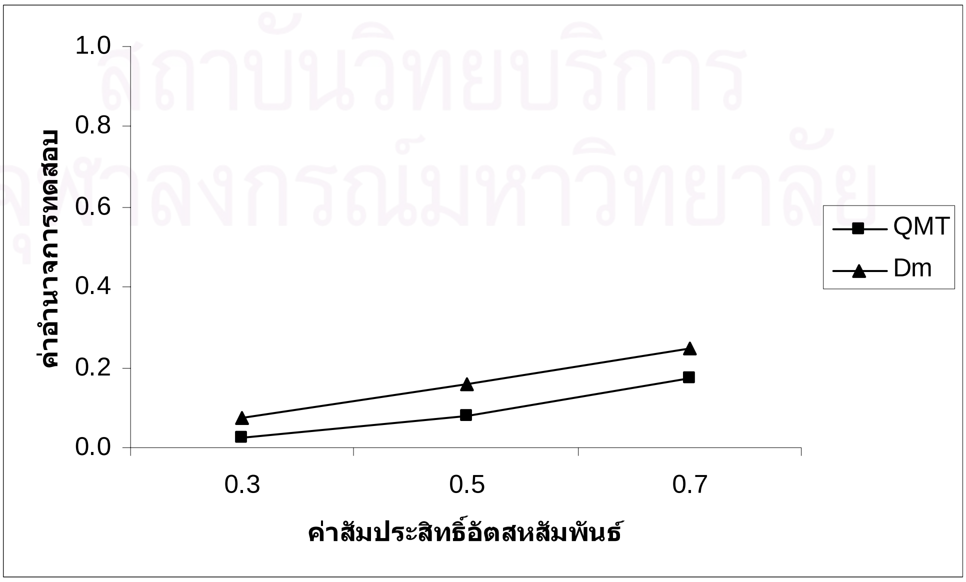
รูปที่ 4.6 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

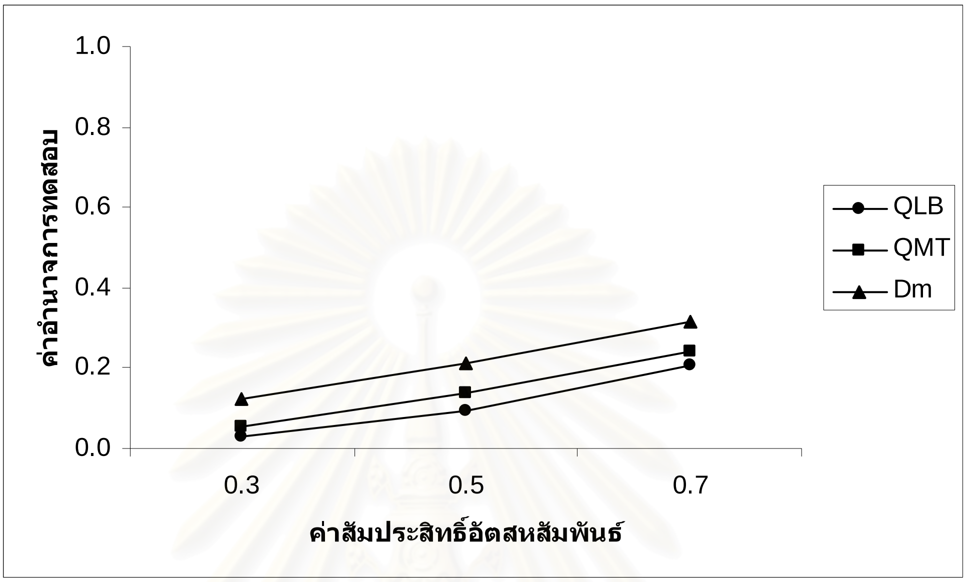


$$n = 50$$

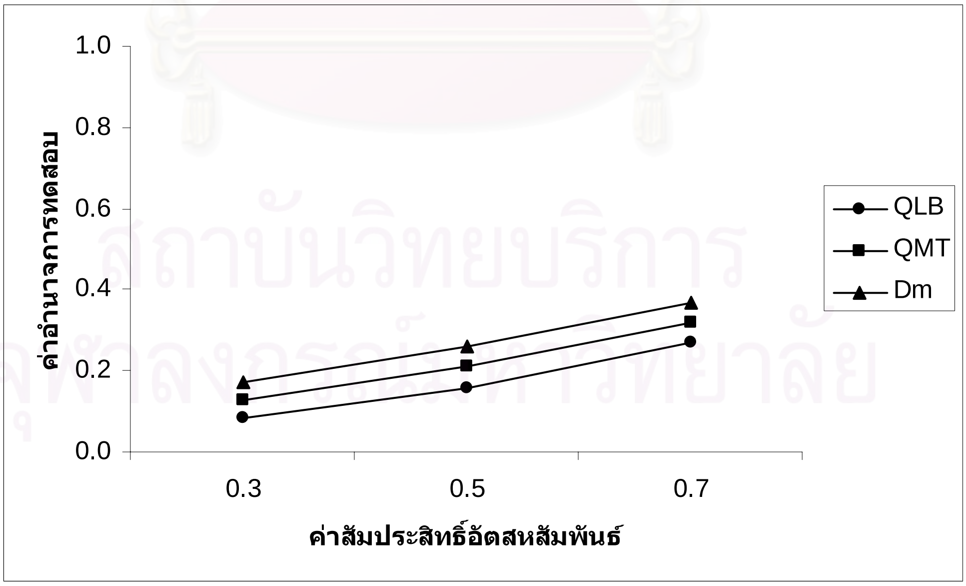


รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$n = 60$

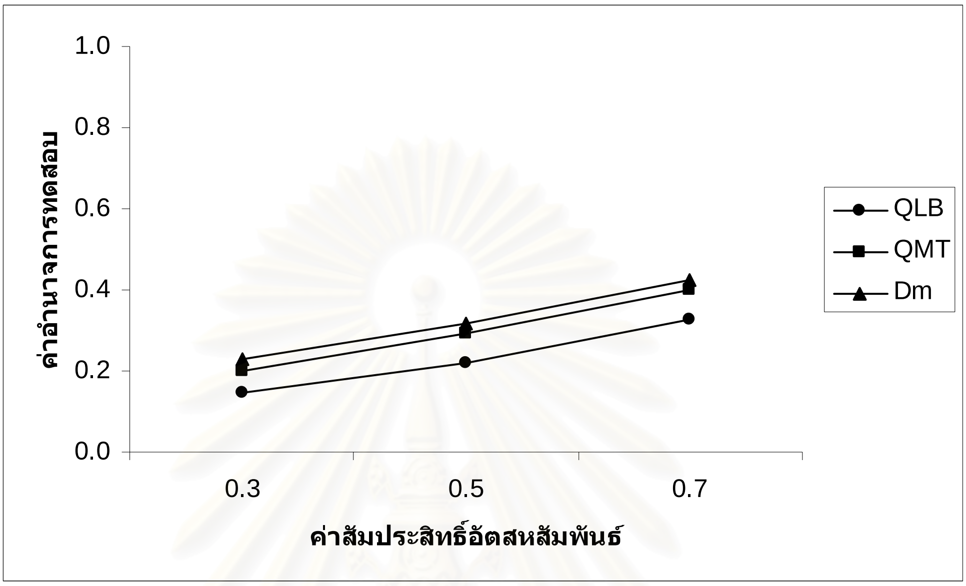


$n = 70$

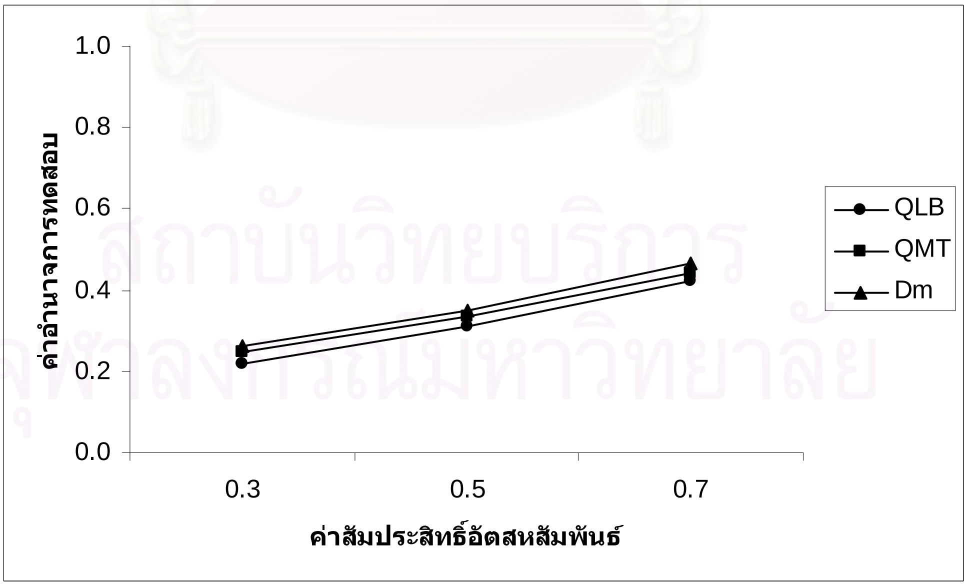


รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$n = 80$



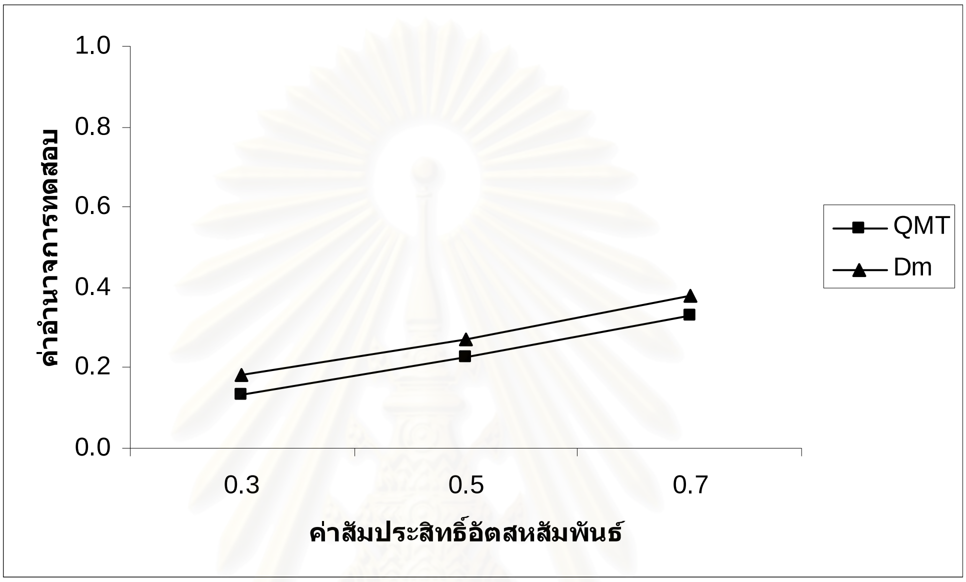
$n = 100$



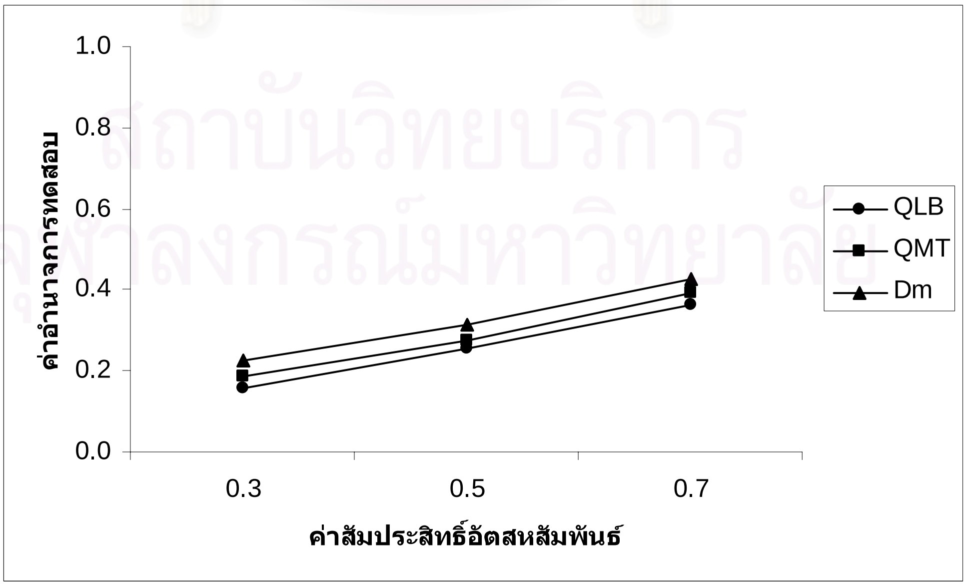
รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$

$n = 40$

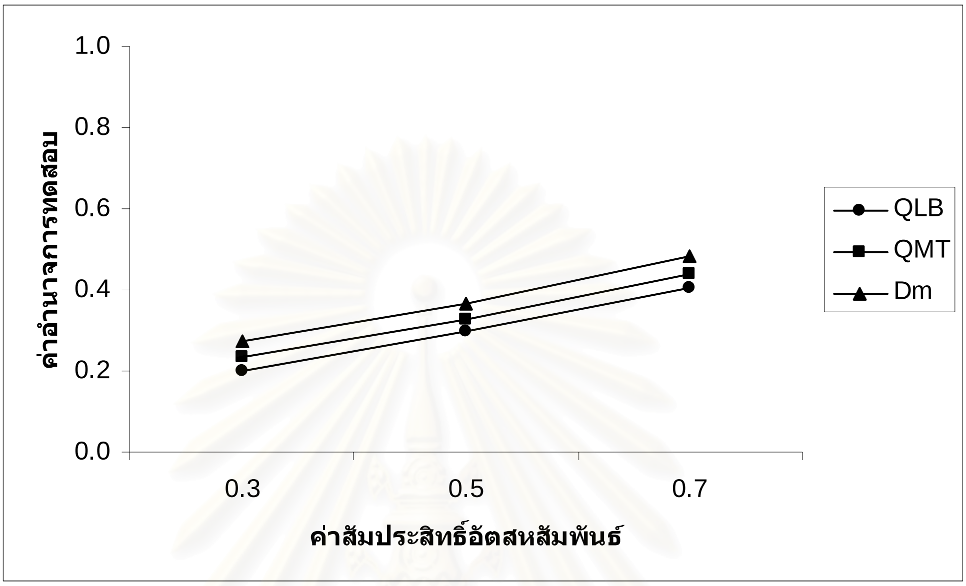


$n = 50$

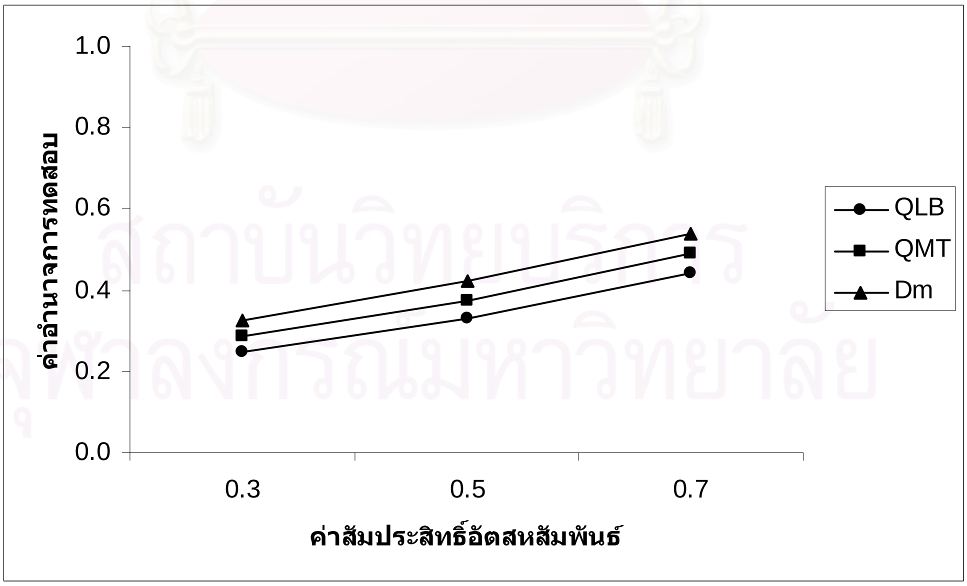


รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$n = 60$

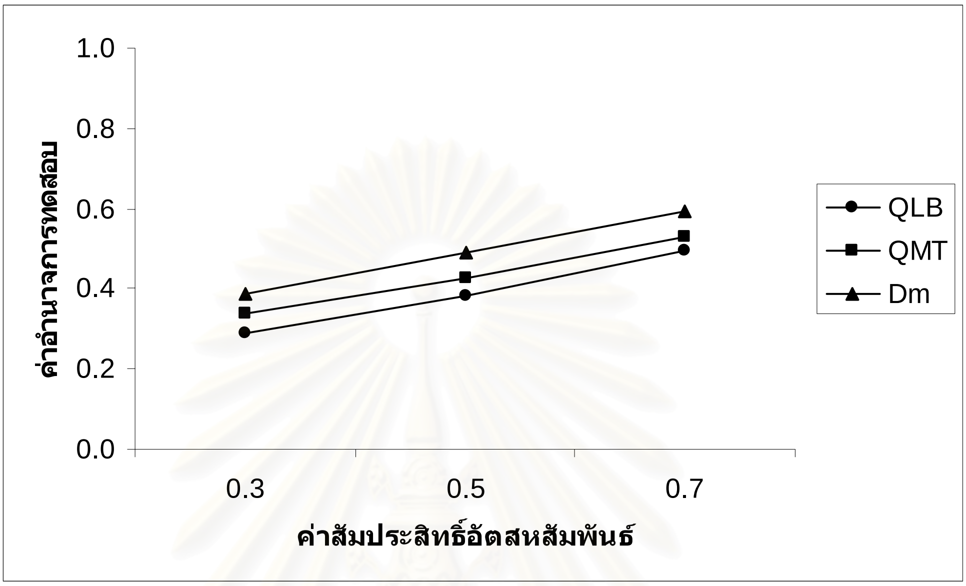


$n = 70$

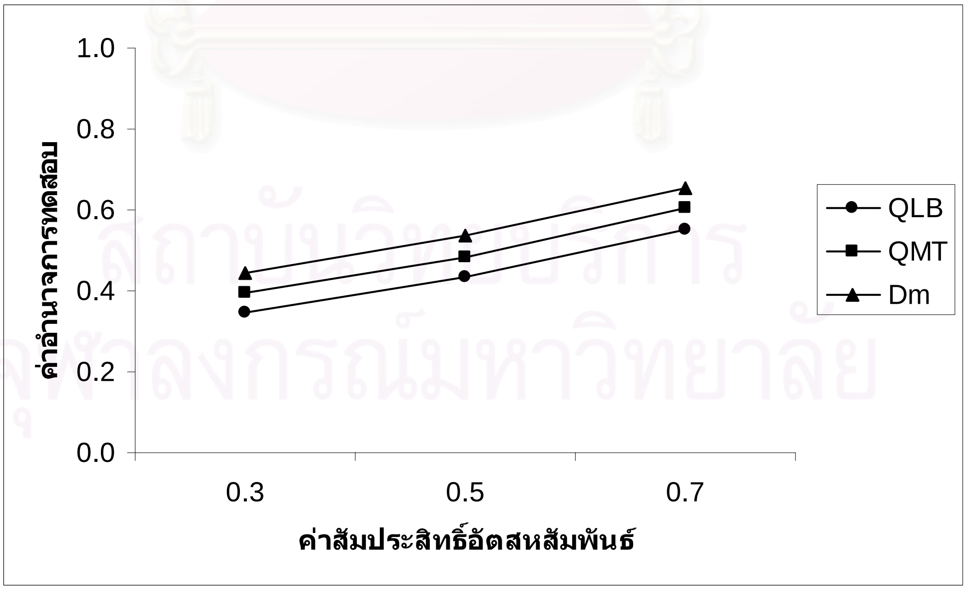


รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$n = 80$



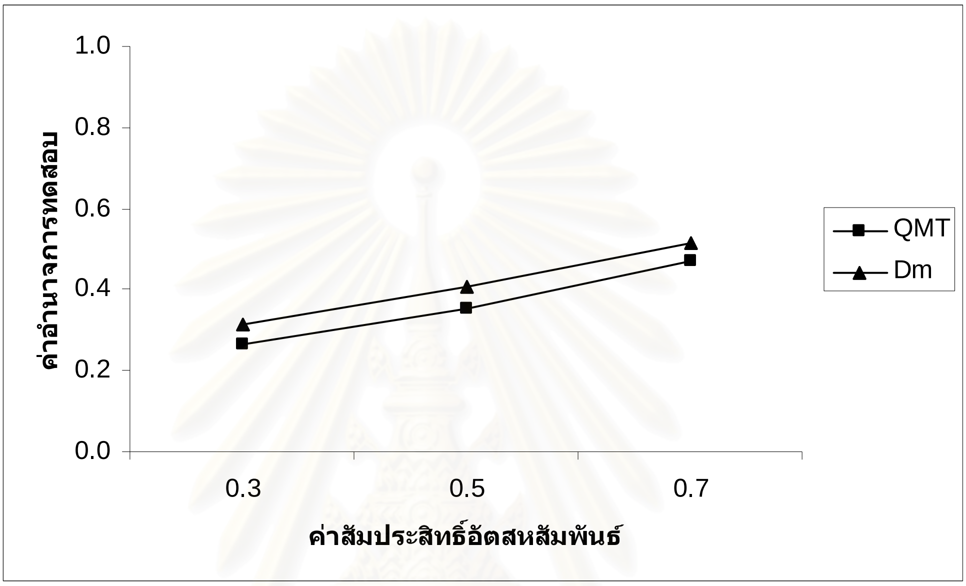
$n = 100$



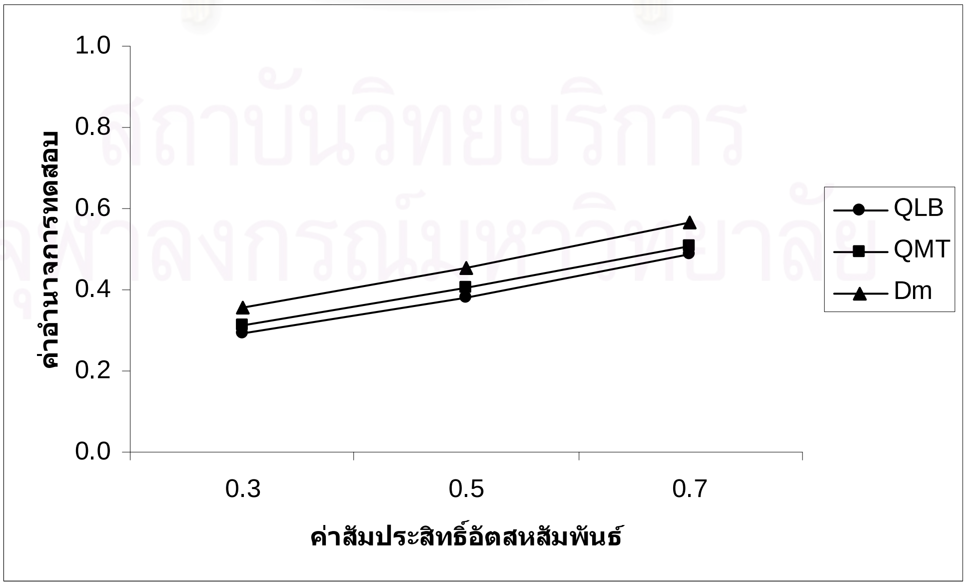
รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$

$n = 40$

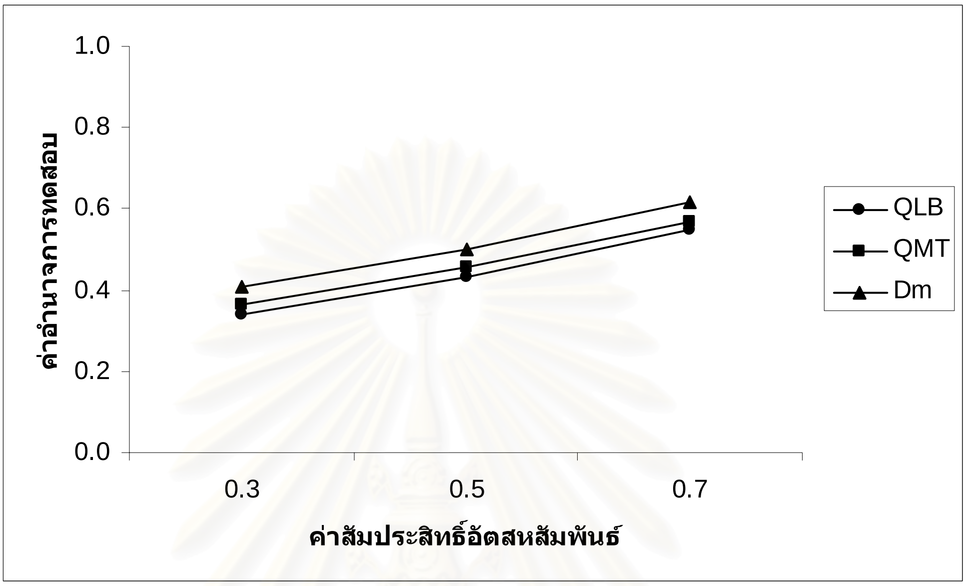


$n = 50$

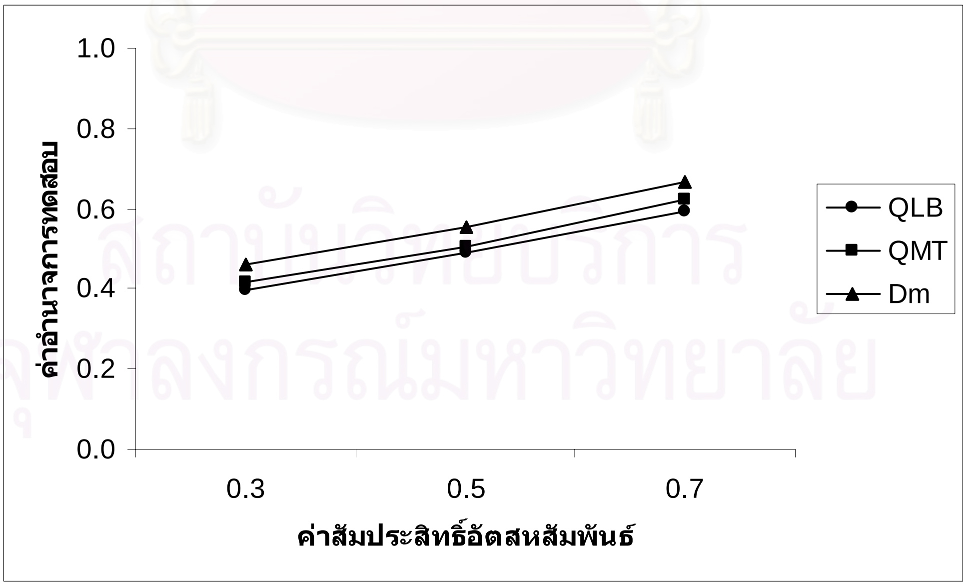


รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$n = 60$

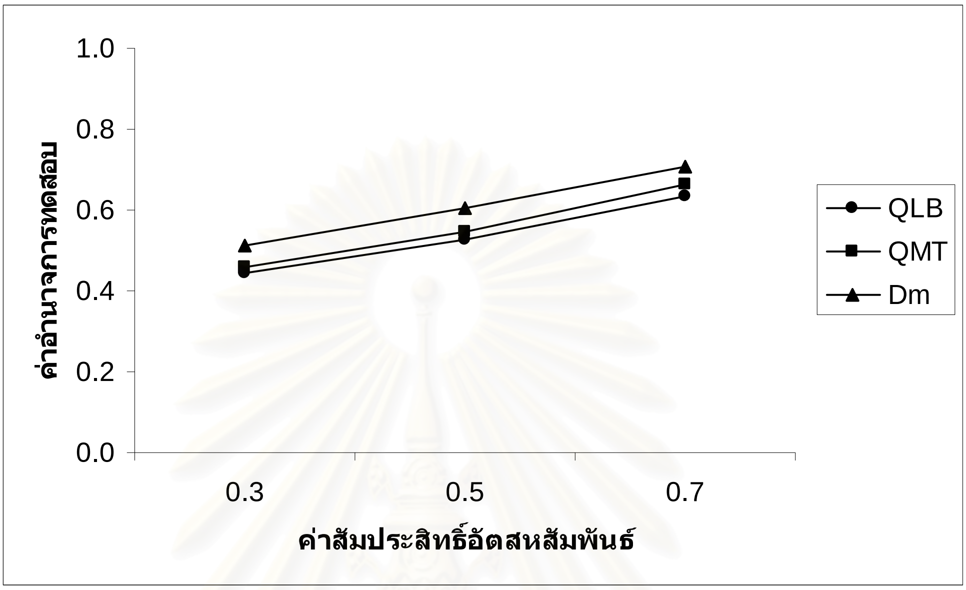


$n = 70$

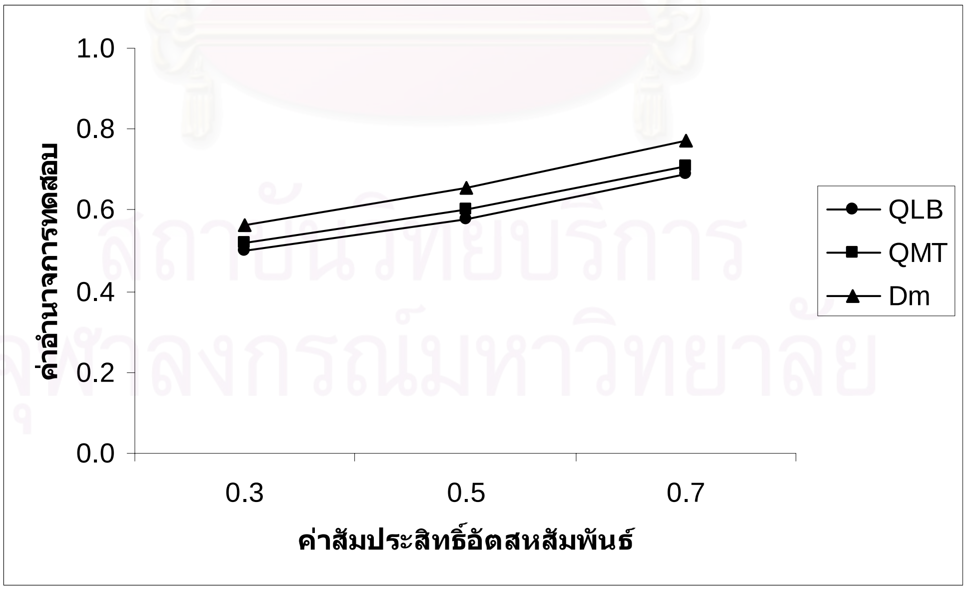


รูปที่ 4.6 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.27 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ(AR(2)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม(a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับ อัตสหสัมพันธ์(ν) และขนาดตัวอย่าง(n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

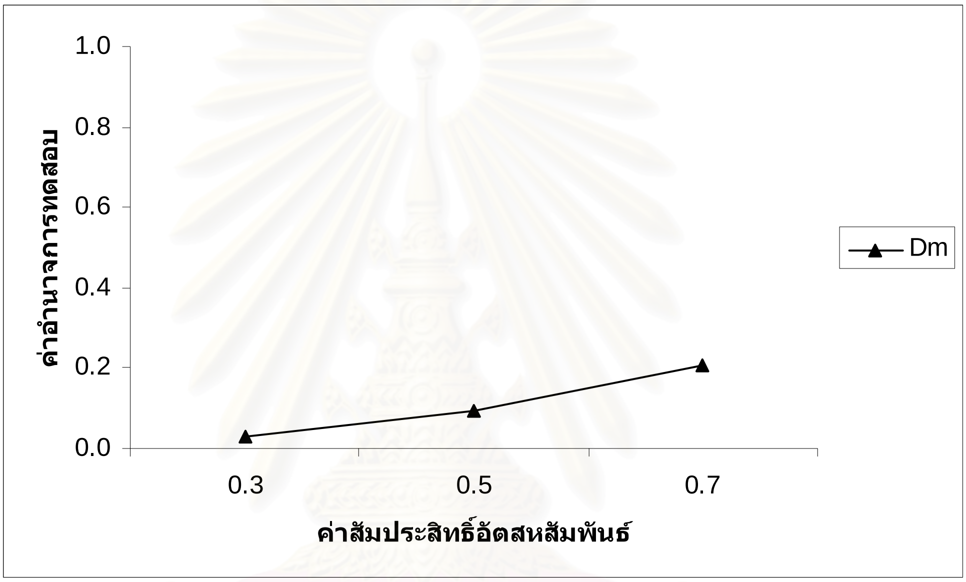
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.031*	-	0.153	0.198*	-	0.284	0.320*
	0.5	-	-	0.095*	-	0.238	0.285*	-	0.376	0.415*
	0.7	-	-	0.206*	-	0.335	0.392*	-	0.491	0.532*
50	0.3	-	0.039	0.094*	0.175	0.200	0.249*	0.308	0.337	0.374*
	0.5	-	0.091	0.179*	0.259	0.294	0.337*	0.401	0.420	0.468*
	0.7	-	0.185	0.280*	0.376	0.401	0.443*	0.512	0.541	0.581*
60	0.3	0.049	0.074	0.143*	0.223	0.256	0.304*	0.360	0.378	0.426*
	0.5	0.113	0.156	0.237*	0.307	0.347	0.395*	0.453	0.469	0.527*
	0.7	0.225	0.263	0.341*	0.418	0.462	0.517*	0.571	0.585	0.633*
70	0.3	0.104	0.140	0.202*	0.274	0.309	0.356*	0.416	0.432	0.479*
	0.5	0.172	0.232	0.294*	0.362	0.391	0.441*	0.509	0.527	0.577*
	0.7	0.278	0.326	0.403*	0.480	0.512	0.550*	0.622	0.641	0.688*
80	0.3	0.167	0.221	0.278*	0.321	0.354	0.407*	0.467	0.483	0.530*
	0.5	0.241	0.317	0.362*	0.417	0.440	0.499*	0.554	0.588	0.624*
	0.7	0.350	0.419	0.469*	0.531	0.561	0.602*	0.663	0.692	0.739*
100	0.3	0.242	0.275	0.326*	0.376	0.408	0.458*	0.509	0.537	0.582*
	0.5	0.324	0.366	0.415*	0.465	0.492	0.548*	0.597	0.622	0.676*
	0.7	0.439	0.472	0.531*	0.588	0.617	0.661*	0.715	0.739	0.793*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

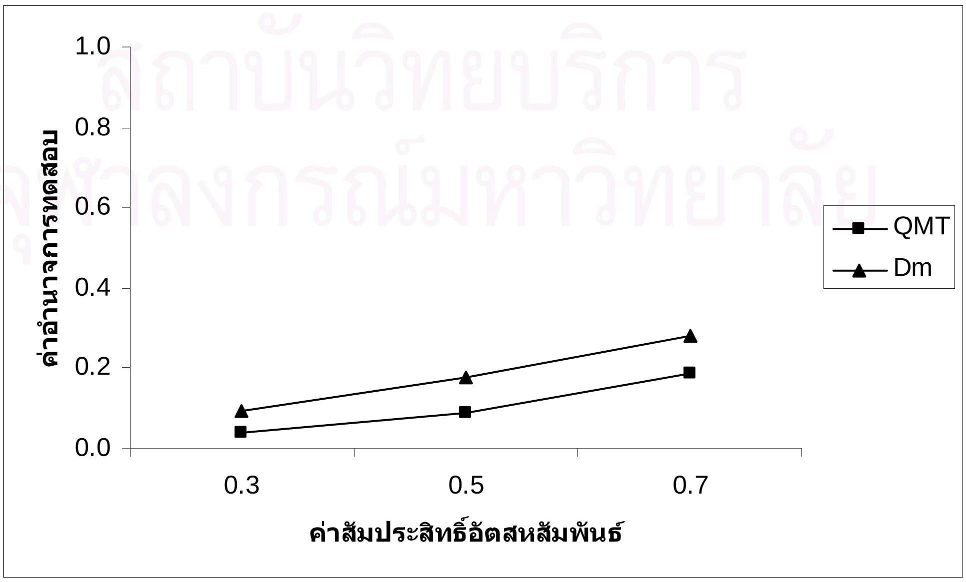
รูปที่ 4.7 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(2)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

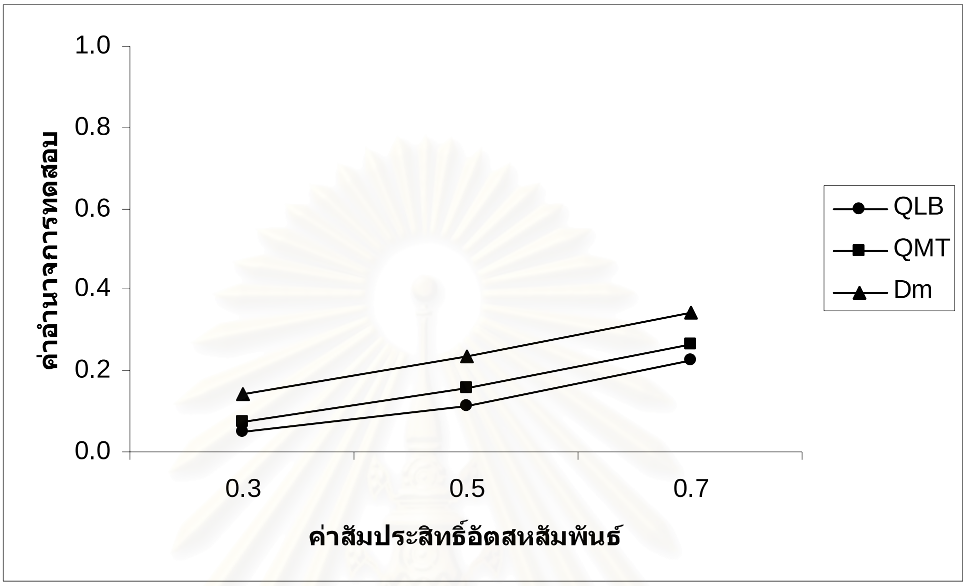


$$n = 50$$

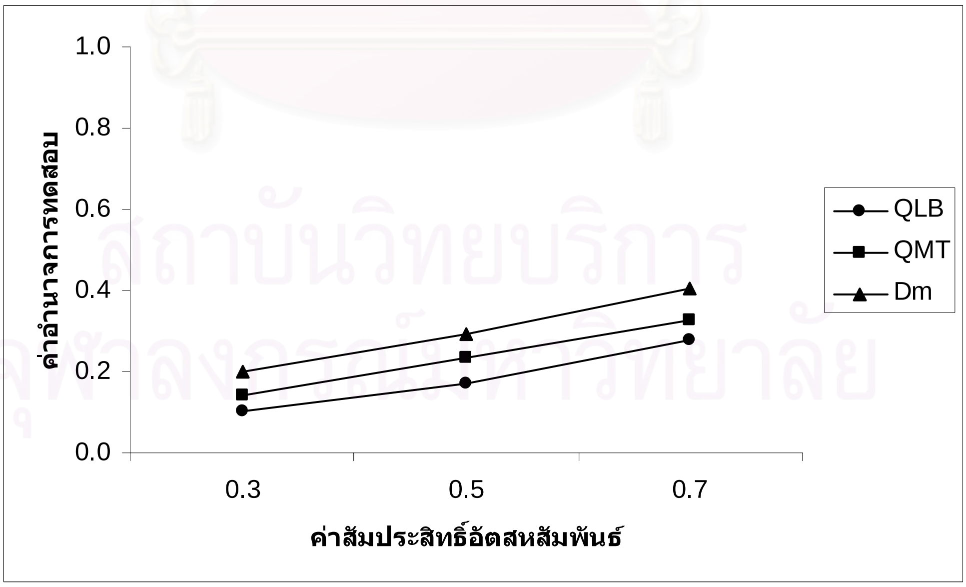


รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$n = 60$

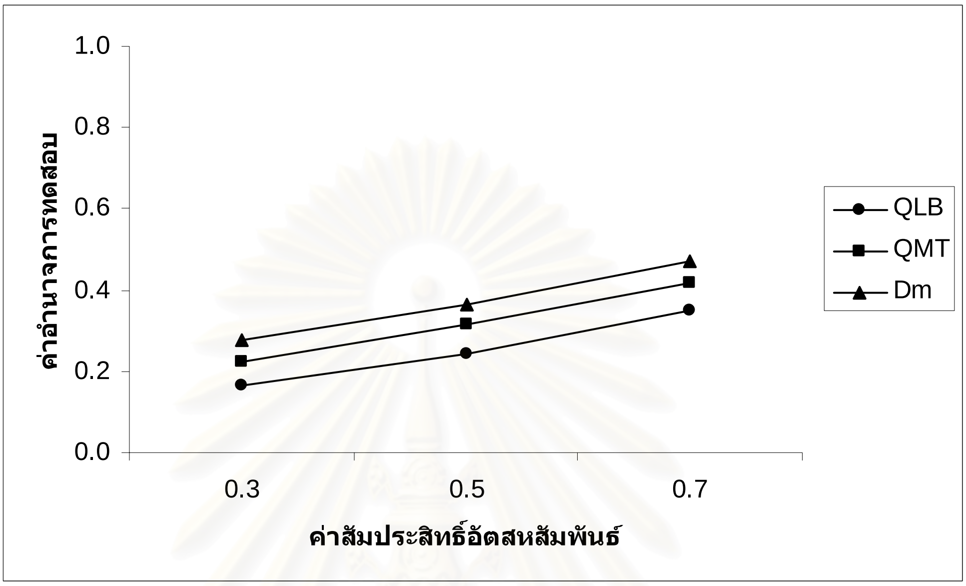


$n = 70$

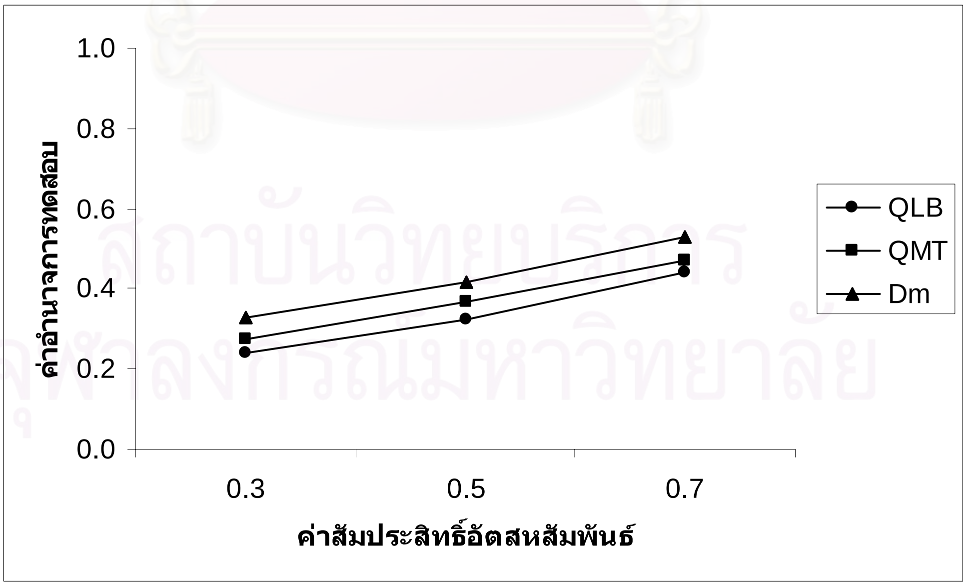


รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$n = 80$



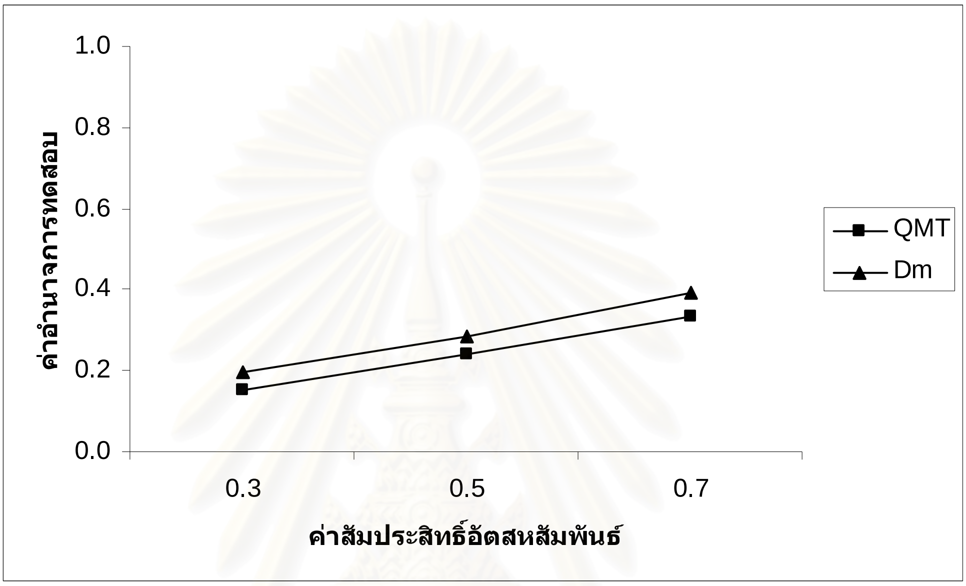
$n = 100$



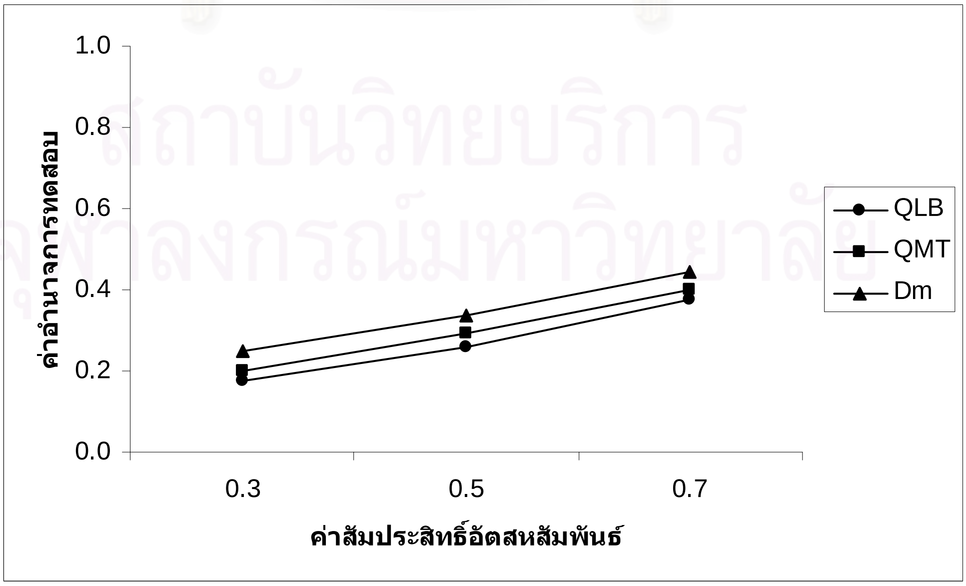
รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 40$$

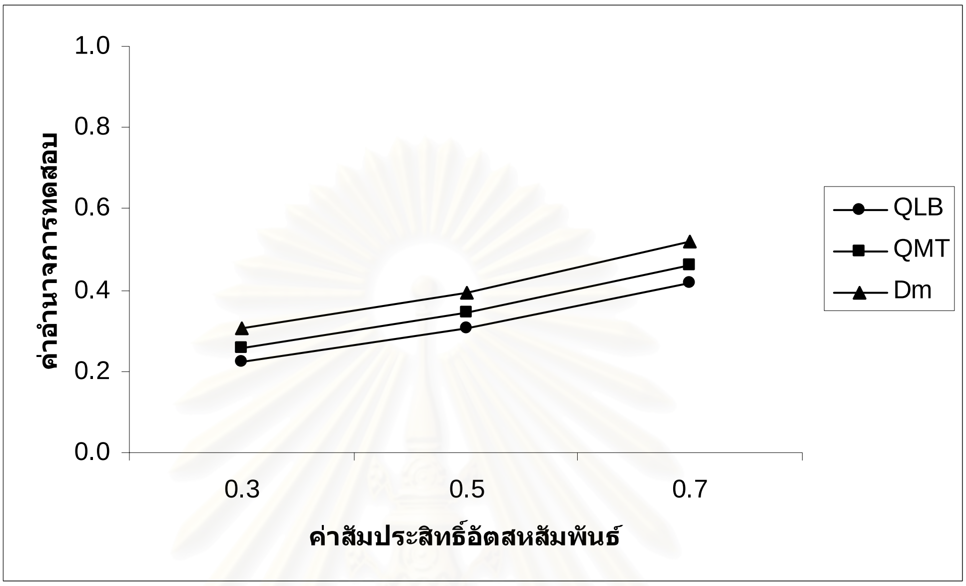


$$n = 50$$

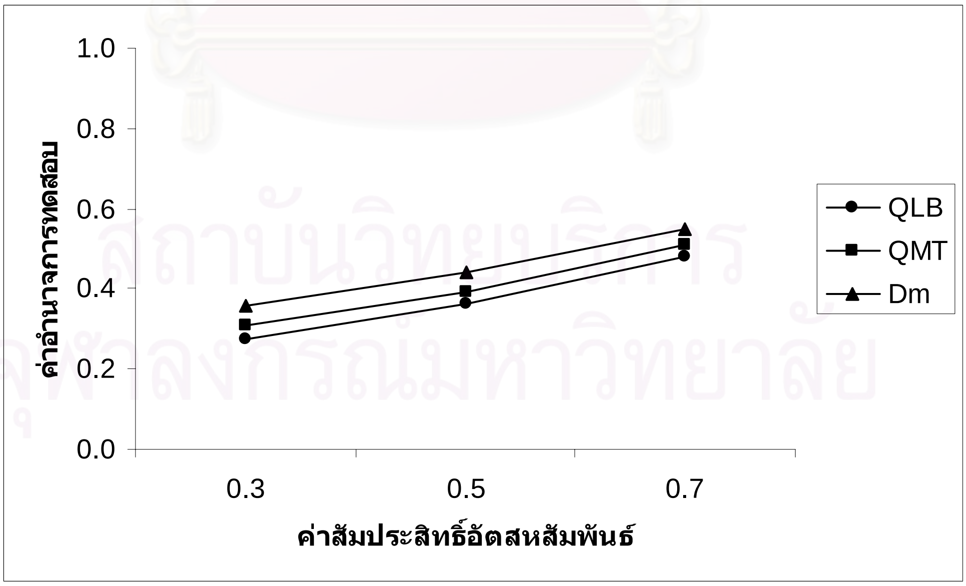


รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$n = 60$

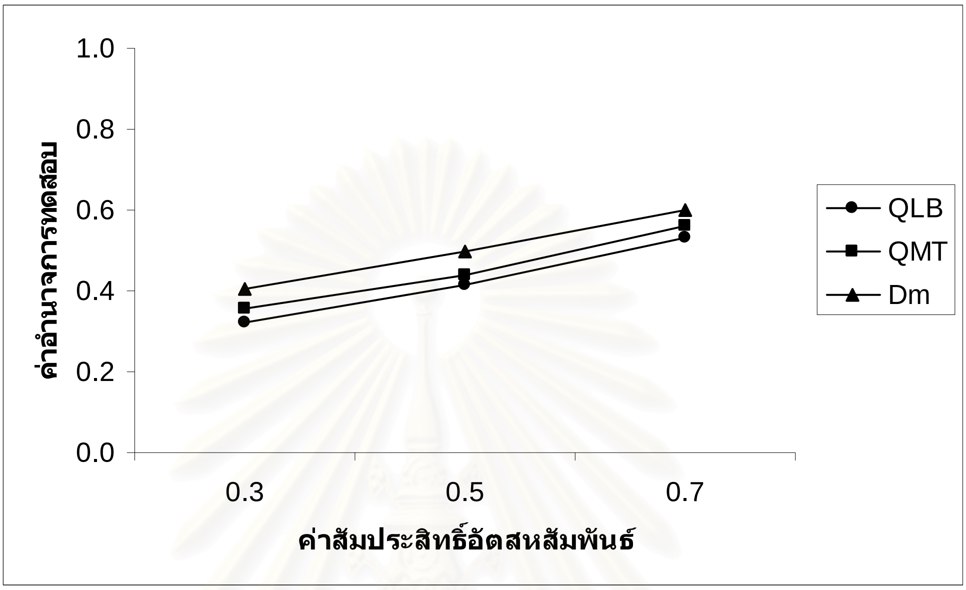


$n = 70$

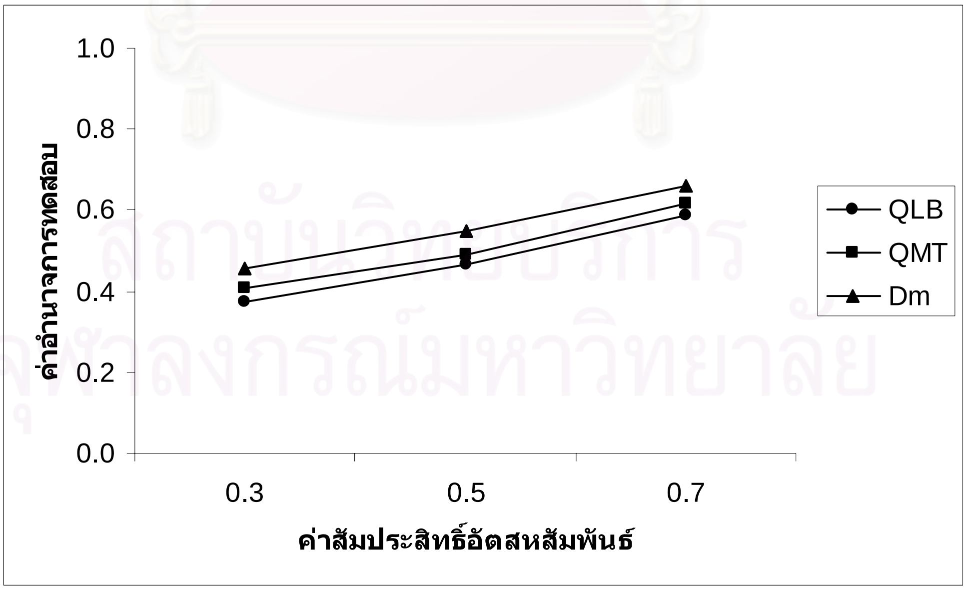


รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$n = 80$



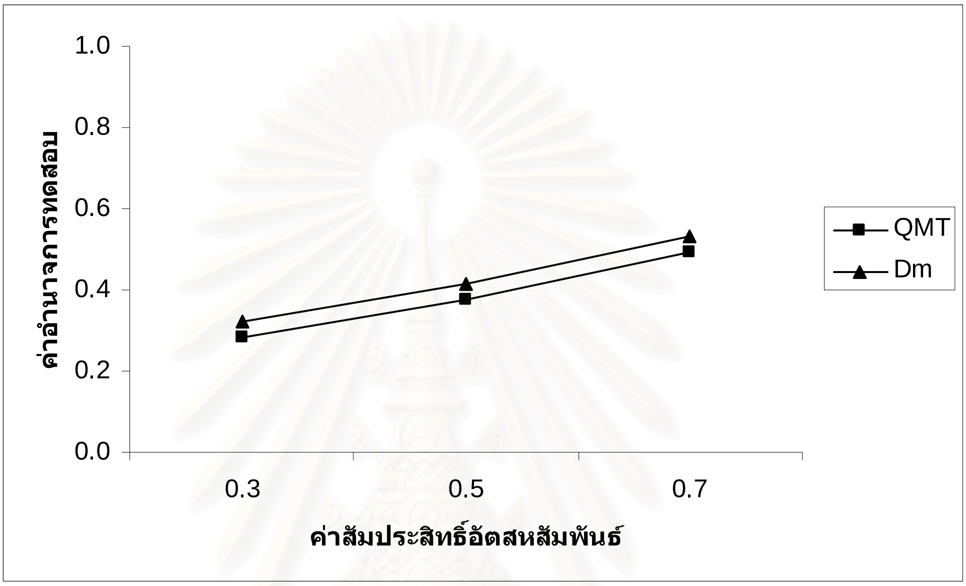
$n = 100$



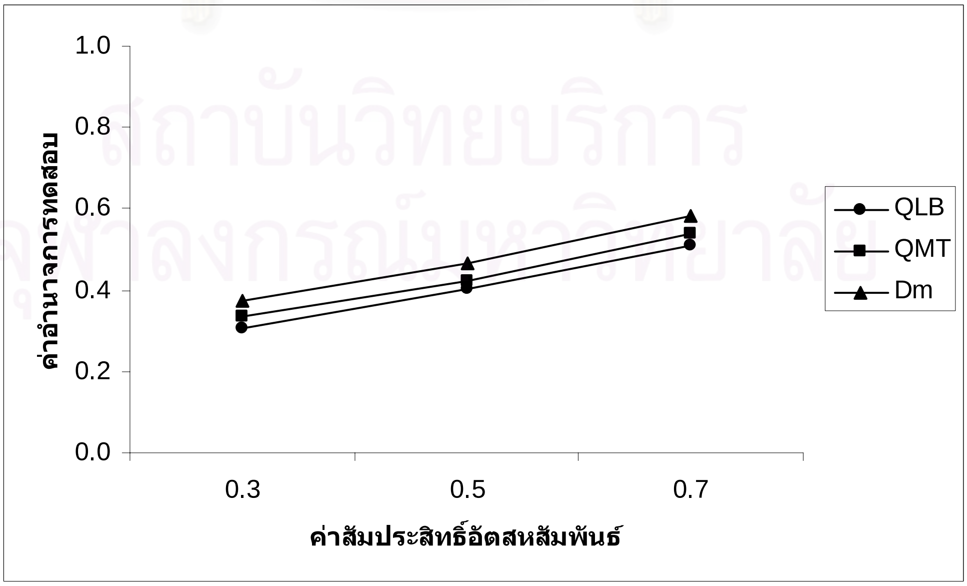
รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$

$n = 40$

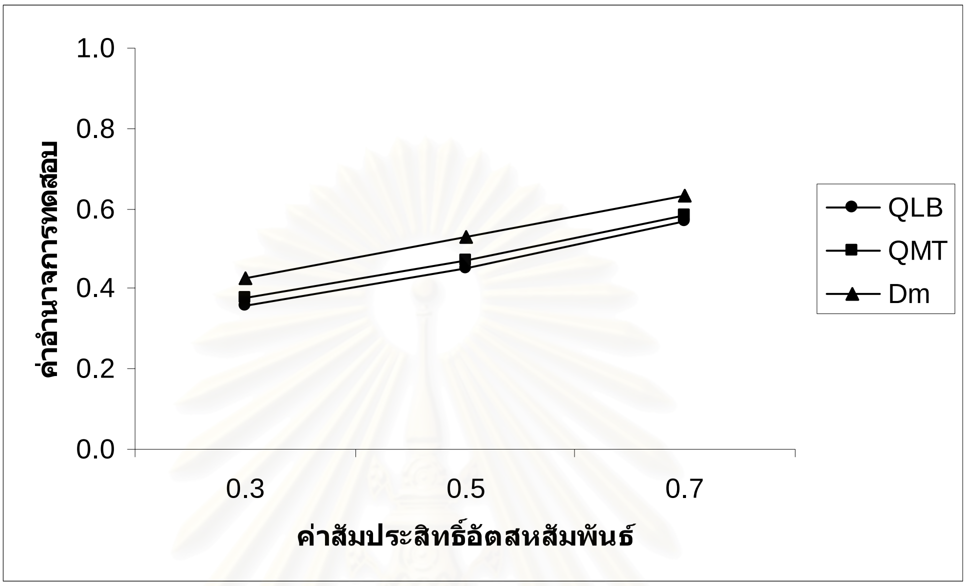


$n = 50$

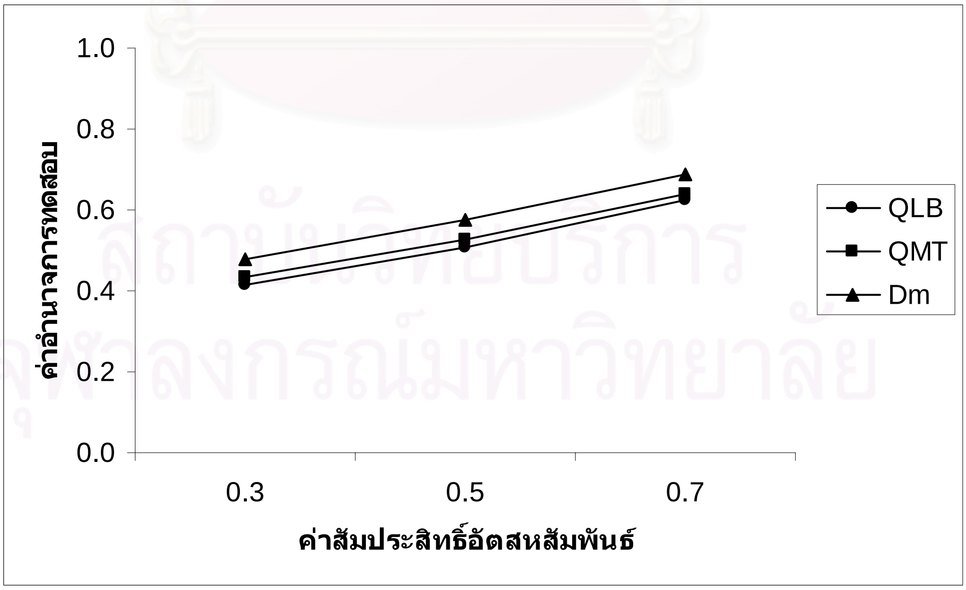


รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$n = 60$

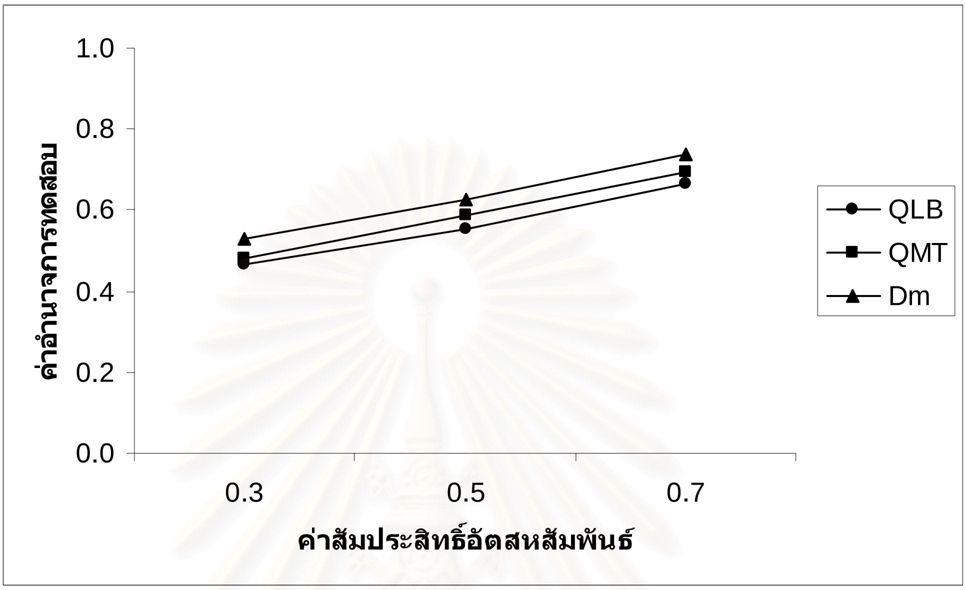


$n = 70$

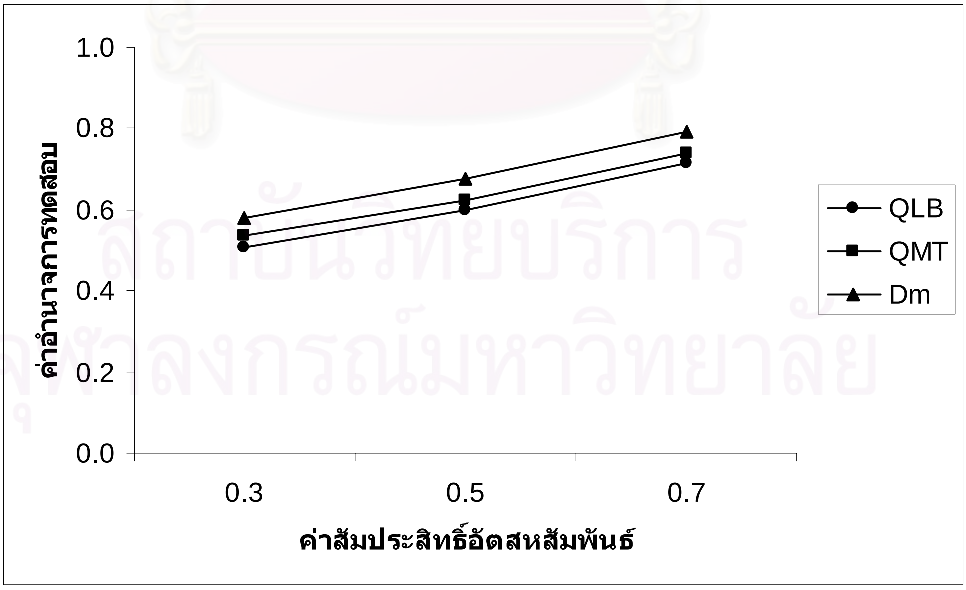


รูปที่ 4.7 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.28 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

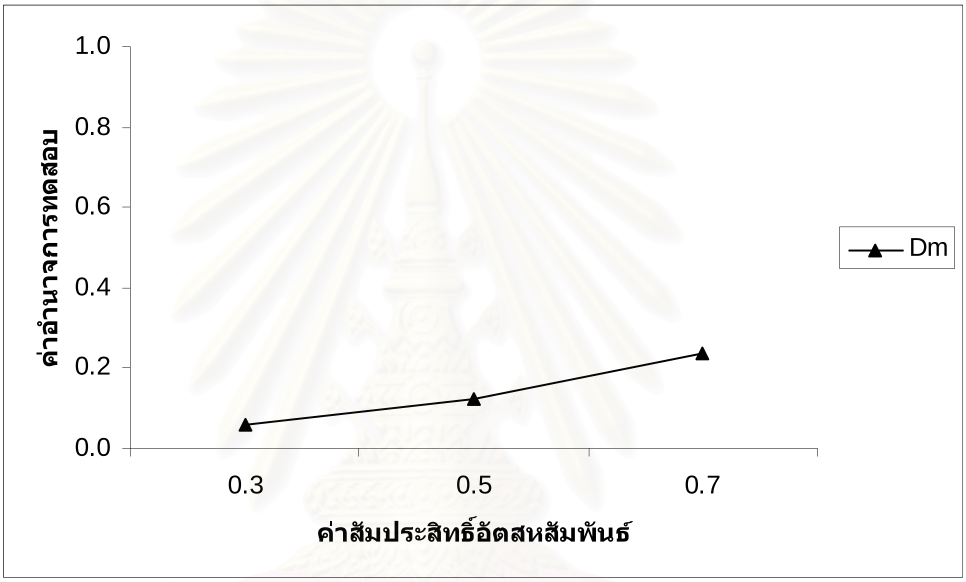
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.058*	-	0.194	0.243*	-	0.328	0.379*
	0.5	-	-	0.121*	-	0.272	0.339*	-	0.405	0.466*
	0.7	-	-	0.234*	-	0.370	0.451*	-	0.526	0.581*
50	0.3	-	0.072	0.122*	0.217	0.243	0.296*	0.348	0.380	0.433*
	0.5	-	0.137	0.205*	0.302	0.337	0.385*	0.441	0.477	0.518*
	0.7	-	0.235	0.317*	0.424	0.448	0.493*	0.560	0.582	0.627*
60	0.3	0.094	0.118	0.173*	0.265	0.296	0.347*	0.405	0.431	0.485*
	0.5	0.156	0.190	0.262*	0.361	0.385	0.432*	0.493	0.525	0.574*
	0.7	0.267	0.311	0.371*	0.473	0.505	0.540*	0.614	0.643	0.690*
70	0.3	0.148	0.193	0.235*	0.312	0.351	0.394*	0.458	0.489	0.532*
	0.5	0.221	0.284	0.320*	0.406	0.442	0.487*	0.542	0.585	0.633*
	0.7	0.335	0.402	0.443*	0.528	0.560	0.611*	0.661	0.701	0.756*
80	0.3	0.230	0.279	0.318*	0.369	0.409	0.458*	0.504	0.543	0.588*
	0.5	0.309	0.356	0.406*	0.471	0.497	0.543*	0.597	0.647	0.671*
	0.7	0.422	0.475	0.527*	0.580	0.614	0.665*	0.723	0.752	0.799*
100	0.3	0.313	0.335	0.372*	0.425	0.462	0.509*	0.560	0.591	0.642*
	0.5	0.404	0.429	0.465*	0.516	0.553	0.613*	0.655	0.685	0.741*
	0.7	0.533	0.553	0.576*	0.633	0.655	0.736*	0.779	0.798	0.853*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

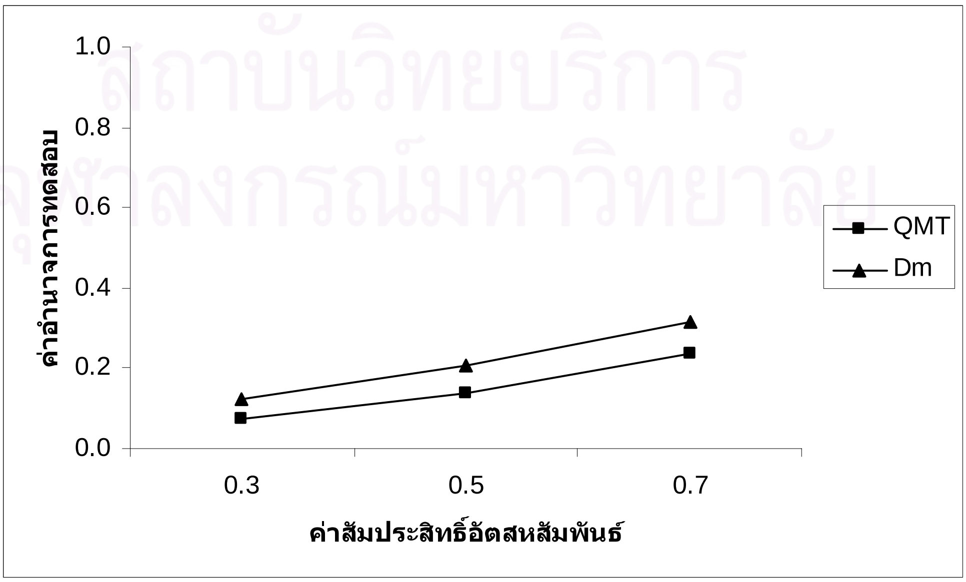
รูปที่ 4.8 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

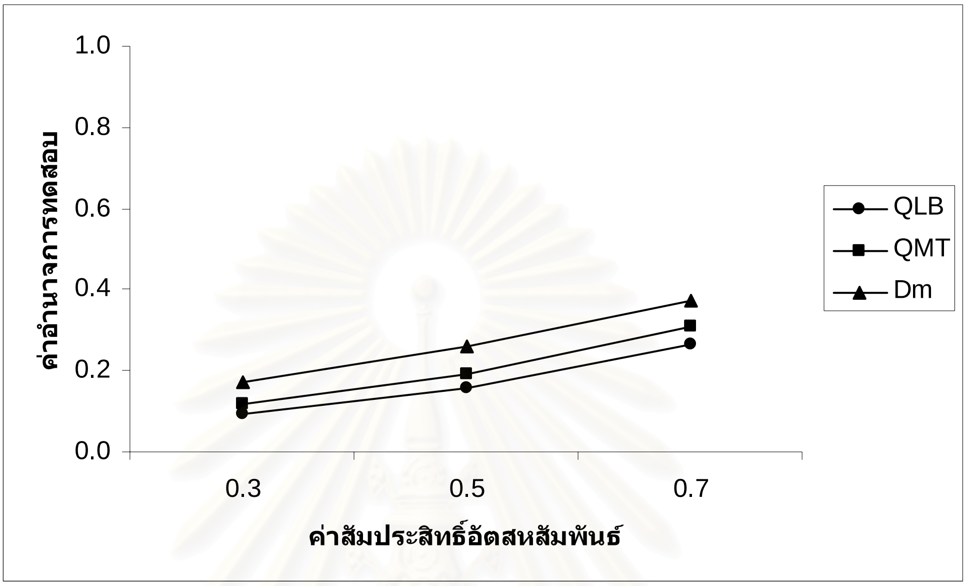


$$n = 50$$

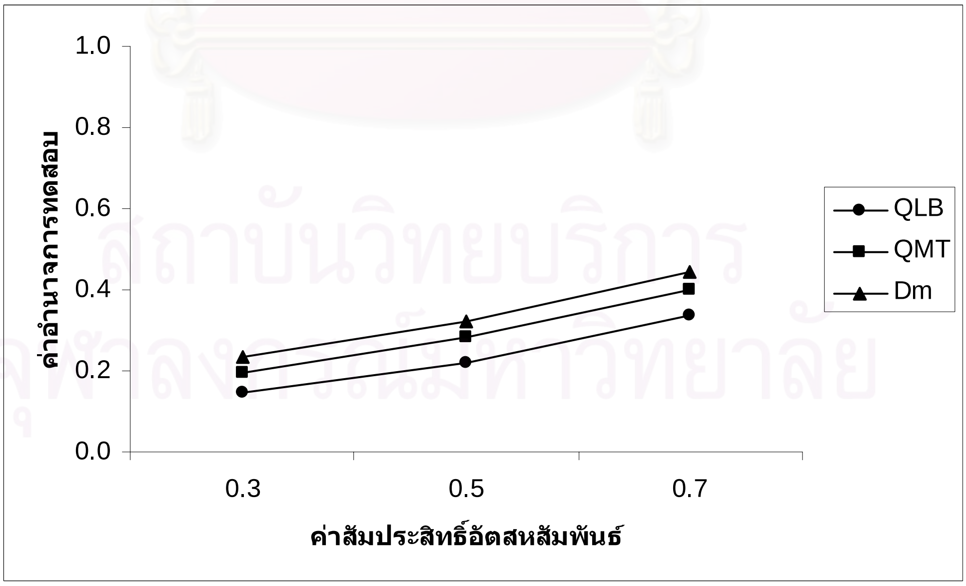


รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$n = 60$

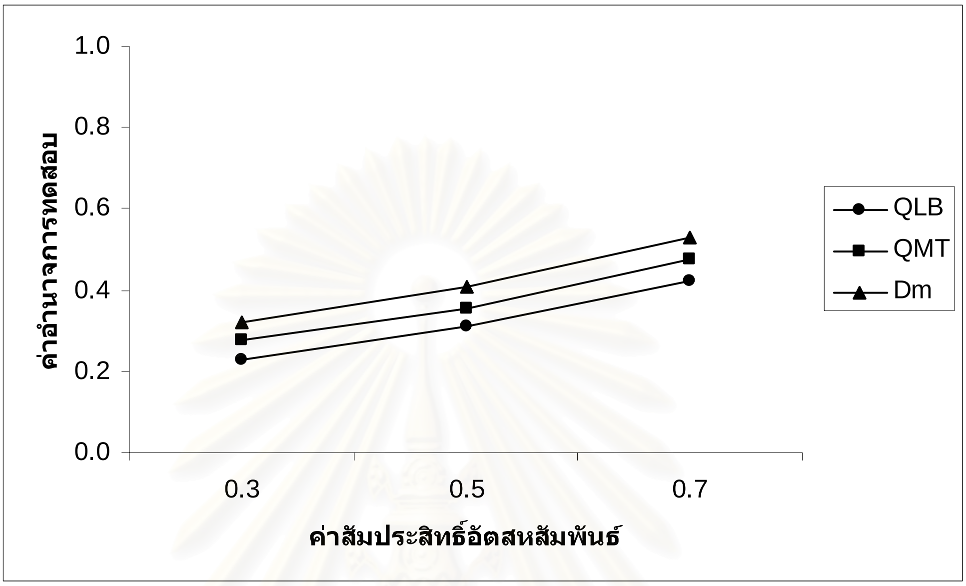


$n = 70$

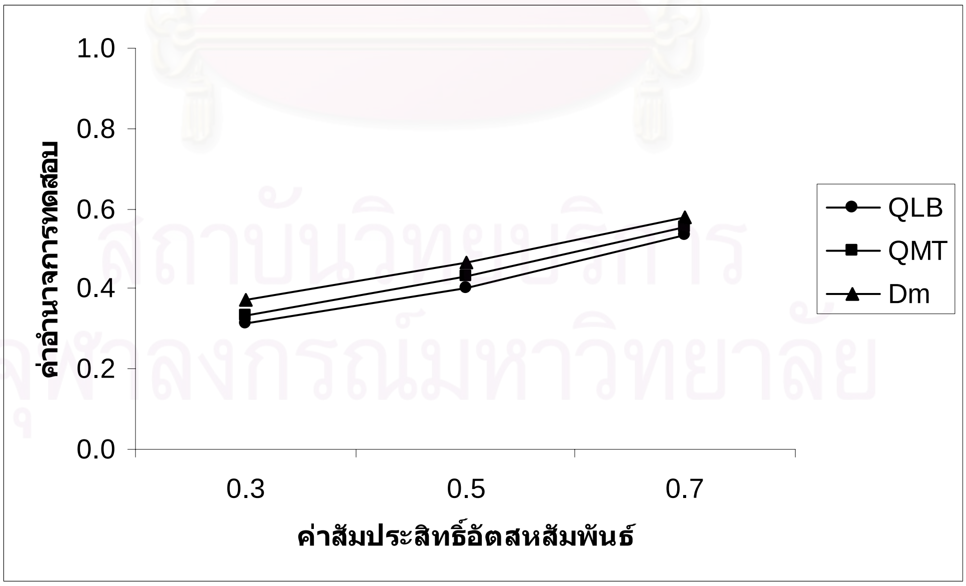


รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$n = 80$



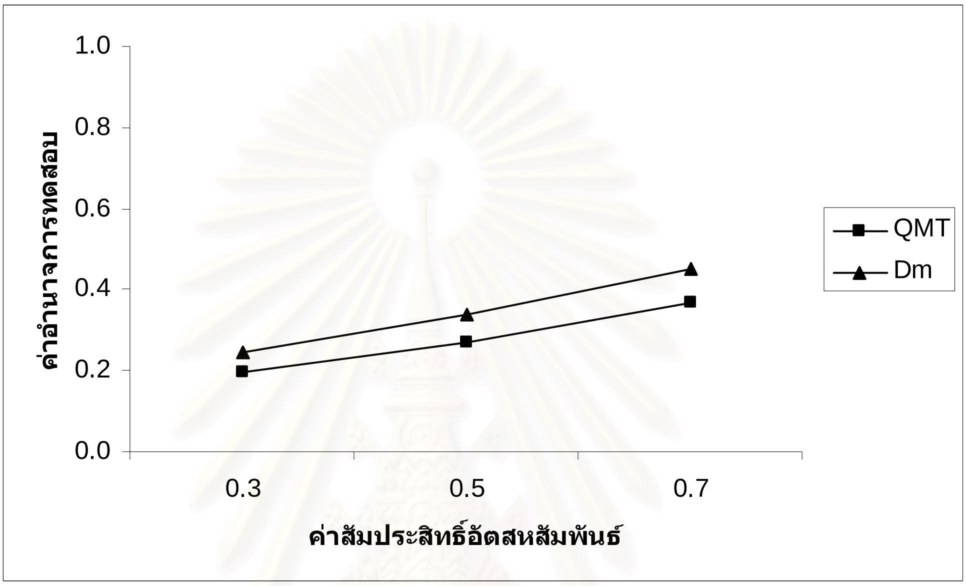
$n = 100$



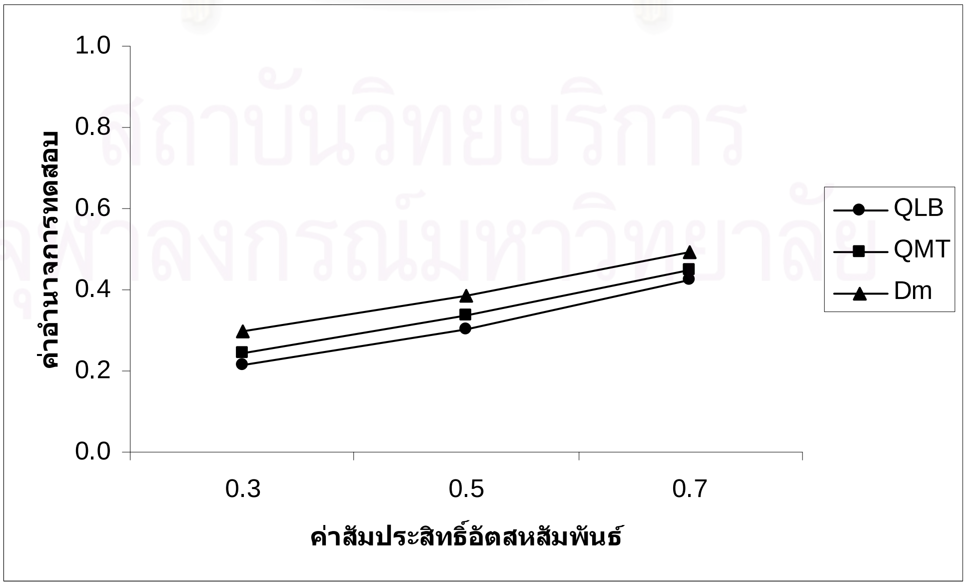
รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$

$n = 40$

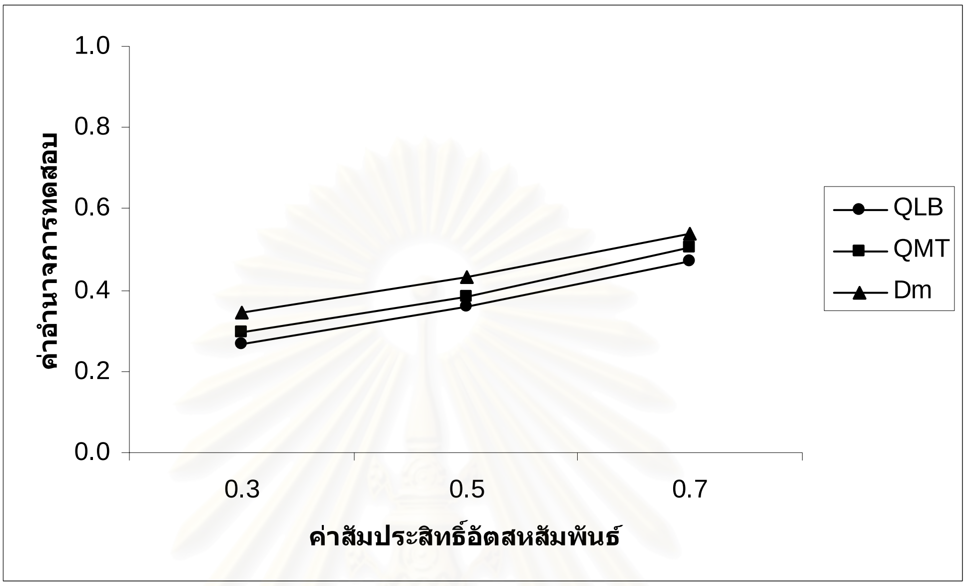


$n = 50$

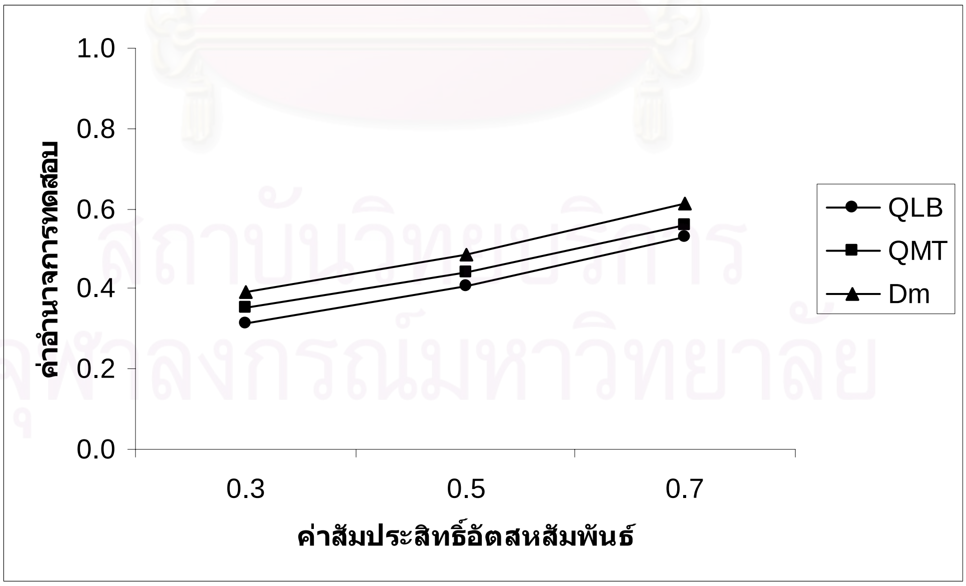


รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$n = 60$

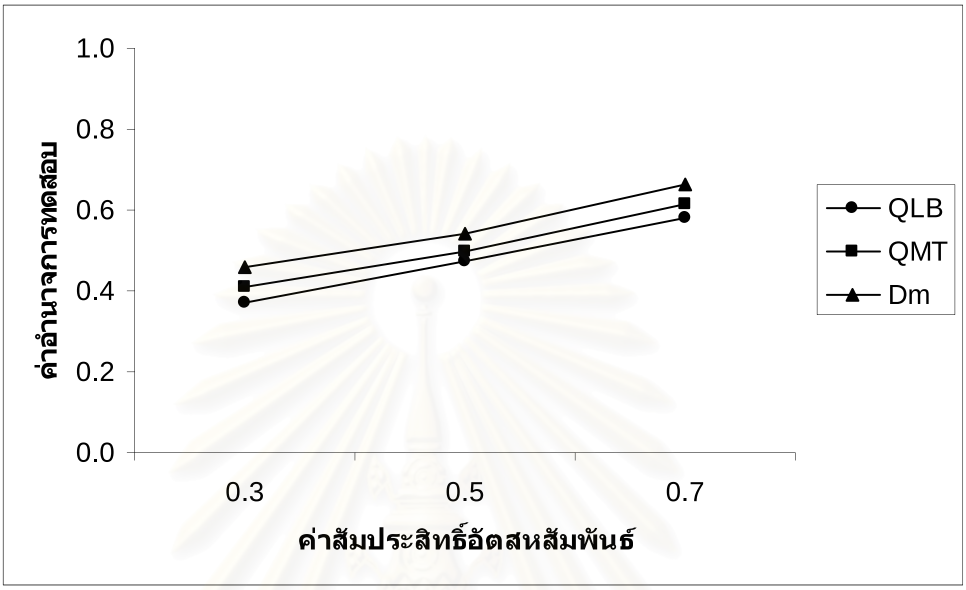


$n = 70$

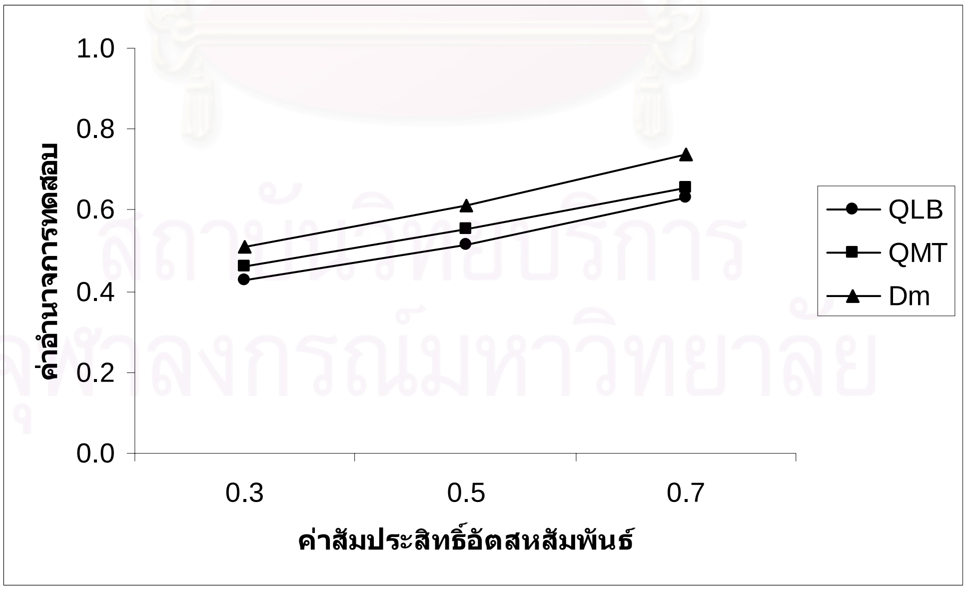


รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$n = 80$



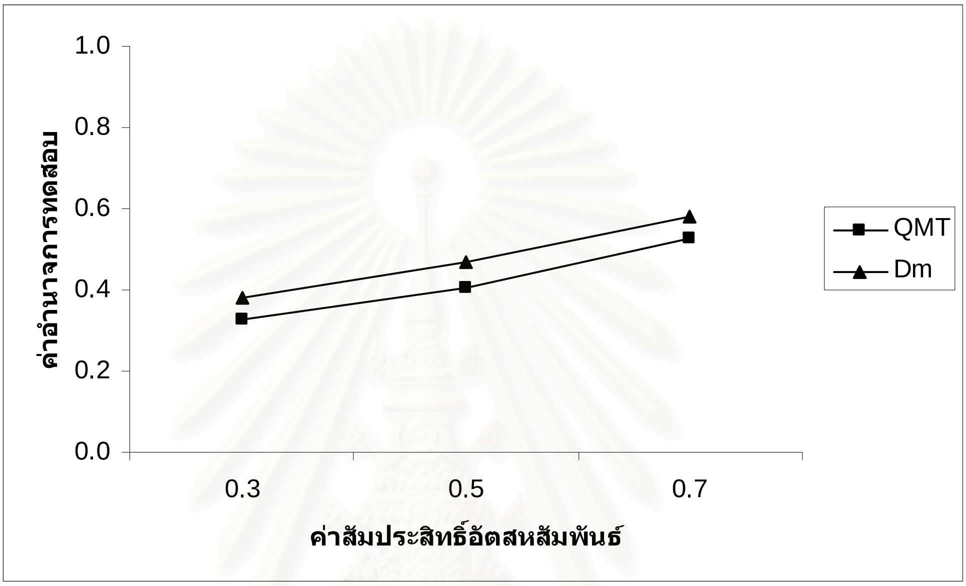
$n = 100$



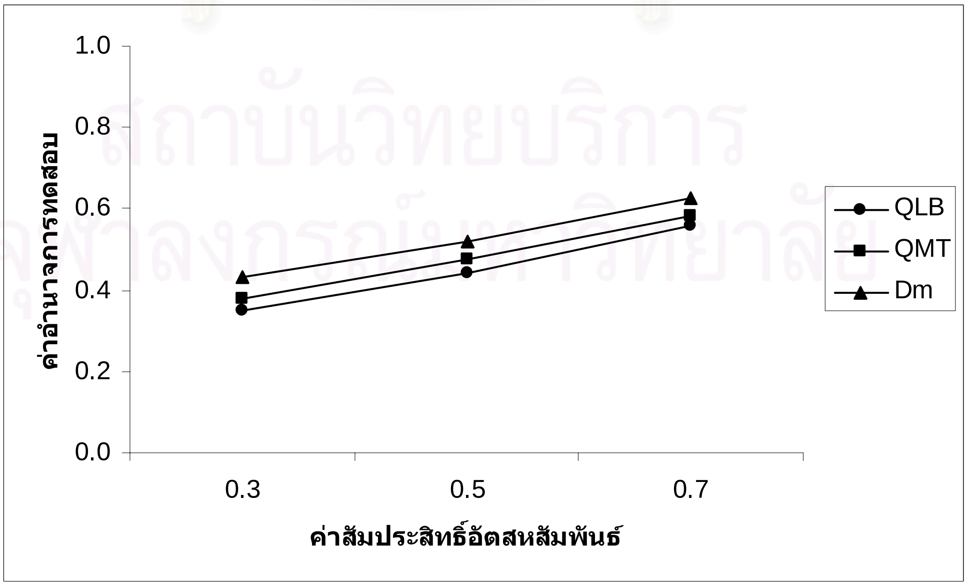
รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$

$n = 40$

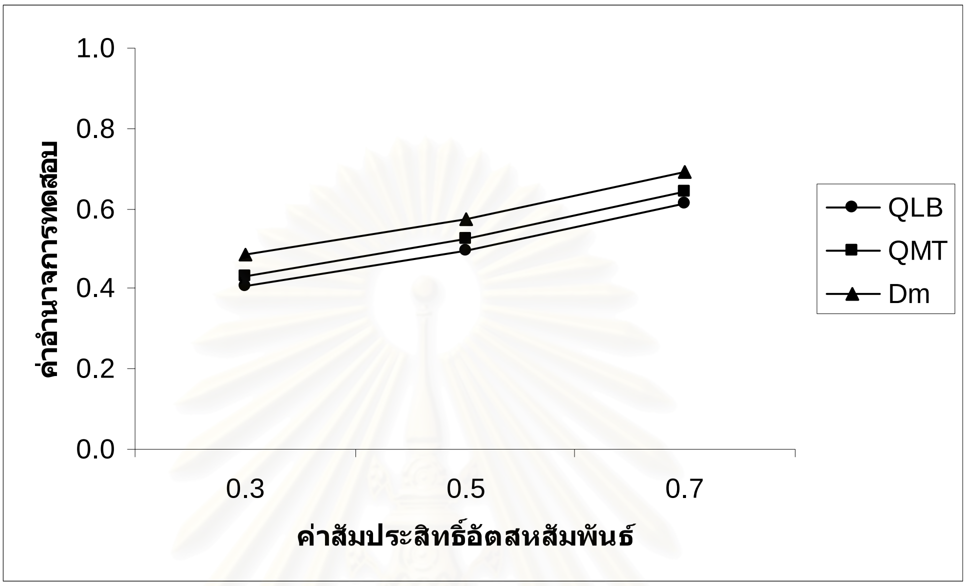


$n = 50$

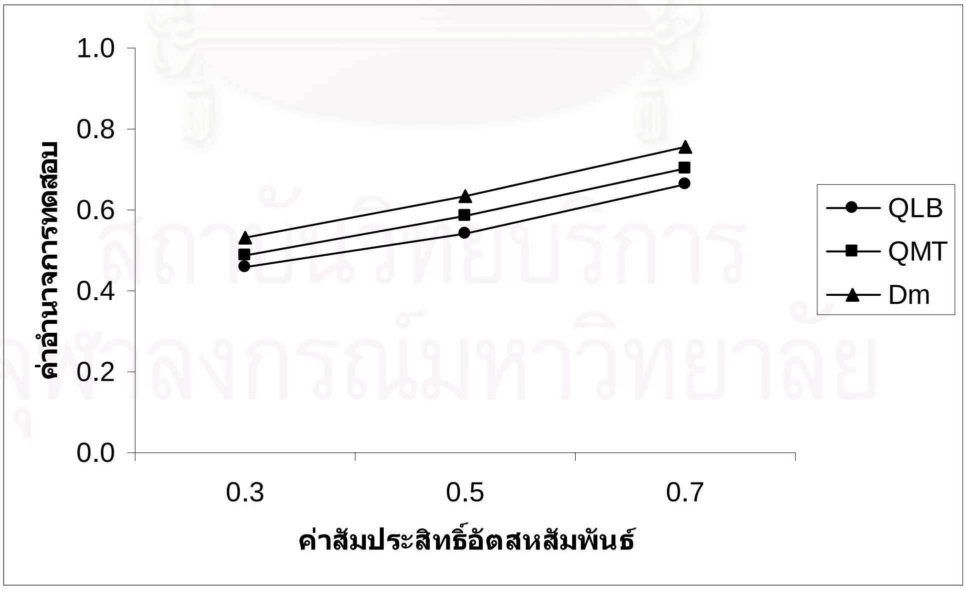


รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$n = 60$

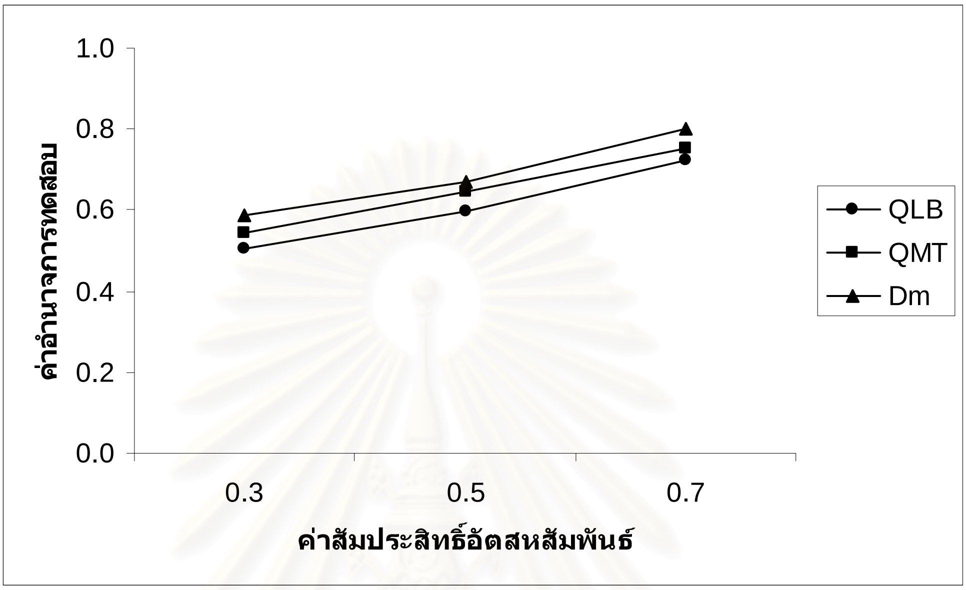


$n = 70$

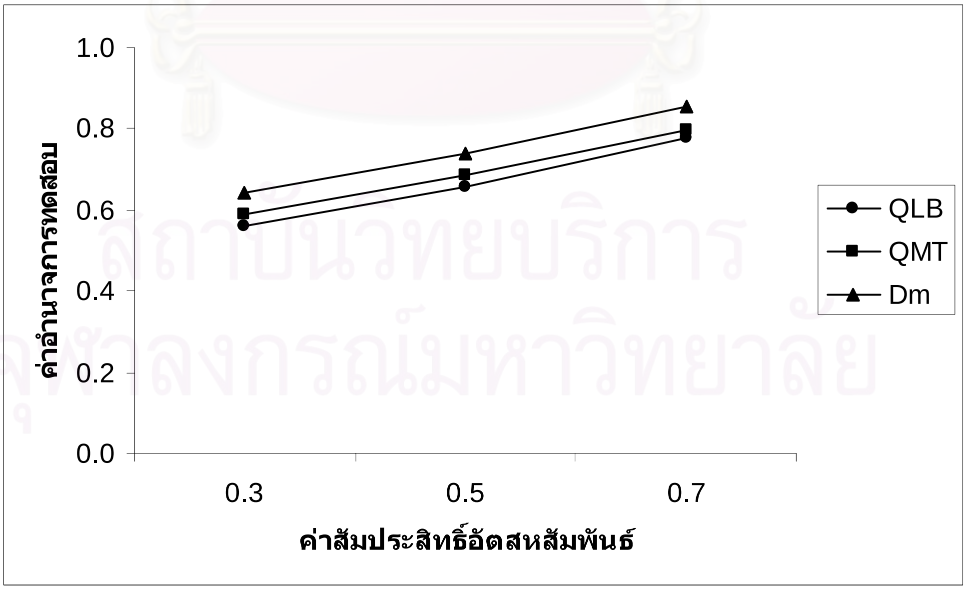


รูปที่ 4.8 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.29 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(2)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์(ν) และขนาดตัวอย่าง(n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

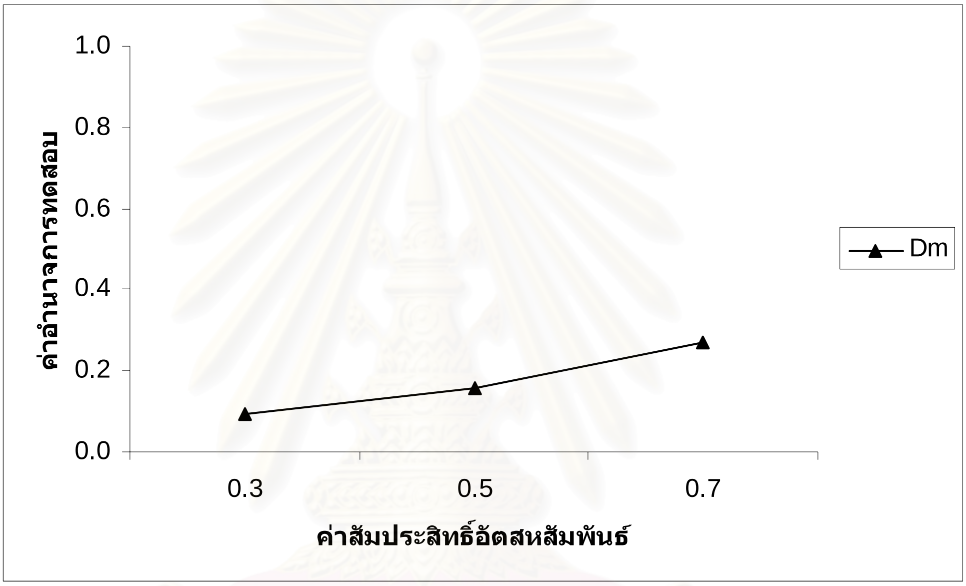
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.910*	-	0.221	0.275*	-	0.348	0.402*
	0.5	-	-	0.155*	-	0.308	0.366*	-	0.450	0.499*
	0.7	-	-	0.270*	-	0.435	0.481*	-	0.566	0.615*
50	0.3	-	0.108	0.152*	0.237	0.270	0.328*	0.369	0.392	0.456*
	0.5	-	0.161	0.238*	0.325	0.364	0.412*	0.460	0.487	0.558*
	0.7	-	0.257	0.346*	0.449	0.481	0.530*	0.581	0.604	0.672*
60	0.3	0.115	0.142	0.203*	0.282	0.322	0.384*	0.422	0.445	0.513*
	0.5	0.179	0.226	0.290*	0.374	0.413	0.475*	0.517	0.539	0.621*
	0.7	0.291	0.330	0.402*	0.495	0.536	0.582*	0.633	0.658	0.745*
70	0.3	0.174	0.225	0.251*	0.336	0.377	0.437*	0.478	0.511	0.564*
	0.5	0.256	0.319	0.344*	0.433	0.469	0.531*	0.565	0.612	0.657*
	0.7	0.362	0.433	0.457*	0.551	0.585	0.652*	0.684	0.726	0.770*
80	0.3	0.258	0.304	0.349*	0.392	0.431	0.490*	0.533	0.563	0.626*
	0.5	0.330	0.395	0.445*	0.487	0.528	0.588*	0.629	0.674	0.733*
	0.7	0.451	0.511	0.562*	0.608	0.644	0.695*	0.746	0.780	0.849*
100	0.3	0.346	0.359	0.396*	0.450	0.483	0.544*	0.584	0.615	0.684*
	0.5	0.433	0.454	0.503*	0.544	0.576	0.636*	0.675	0.707	0.771*
	0.7	0.552	0.573	0.617*	0.665	0.689	0.773*	0.797	0.829	0.894*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

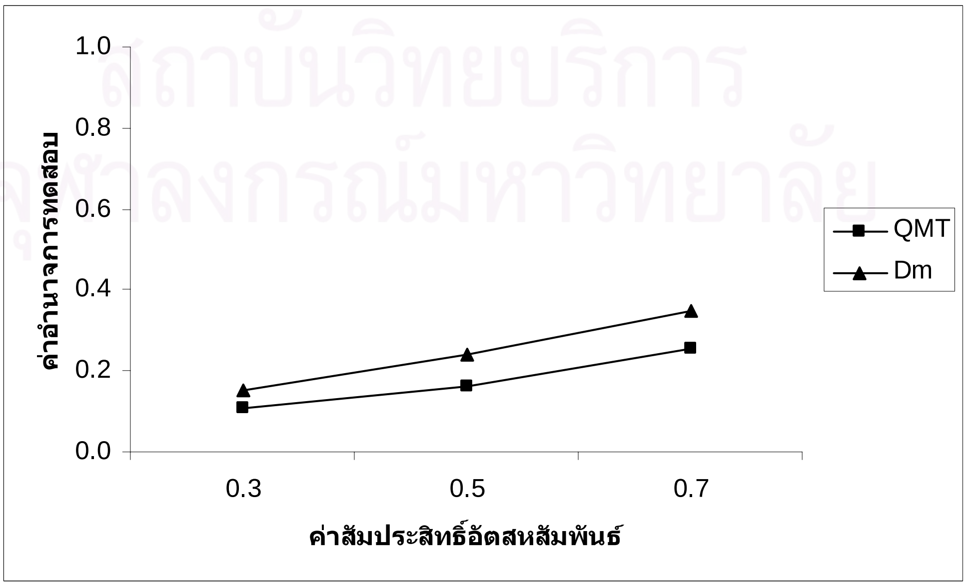
รูปที่ 4.9 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(2)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

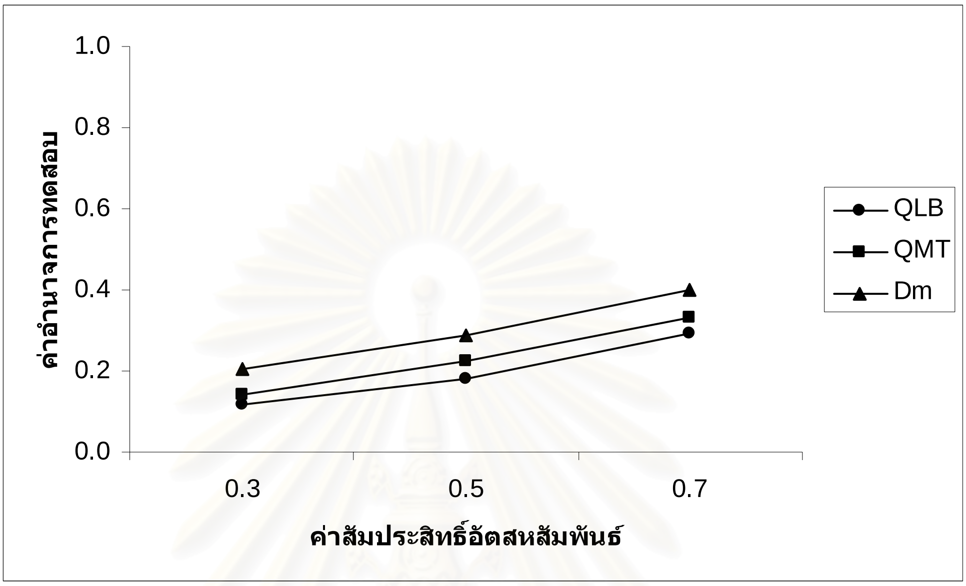


$$n = 50$$

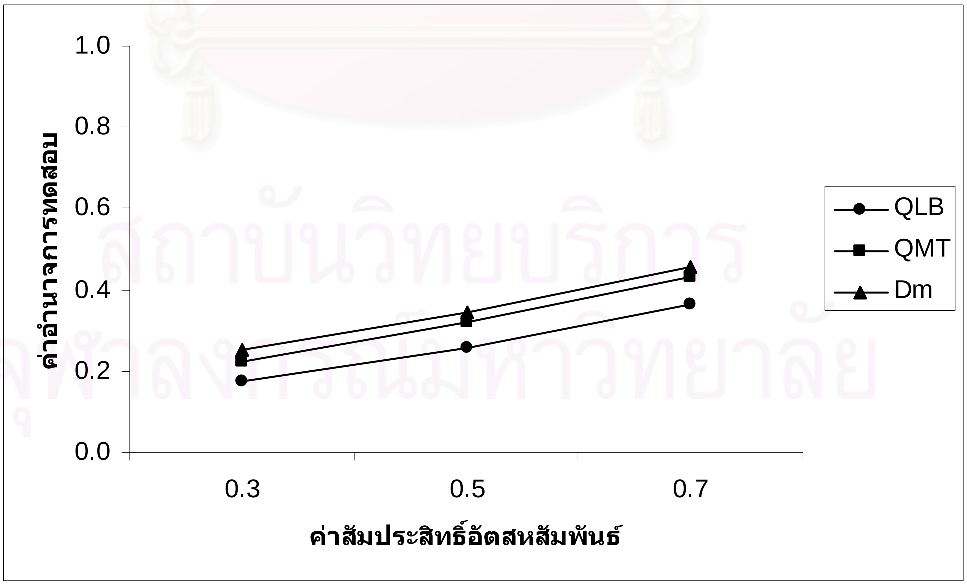


รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$n = 60$

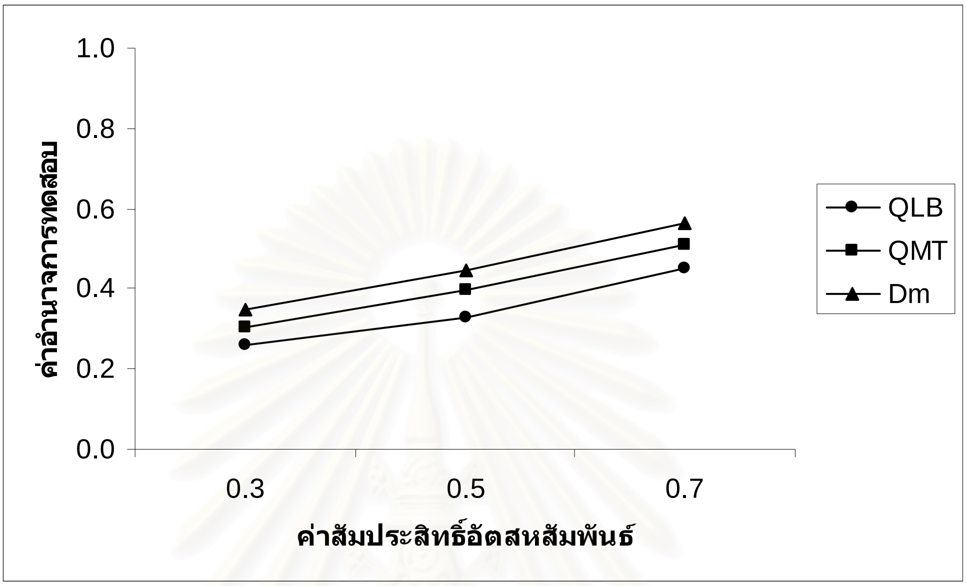


$n = 70$

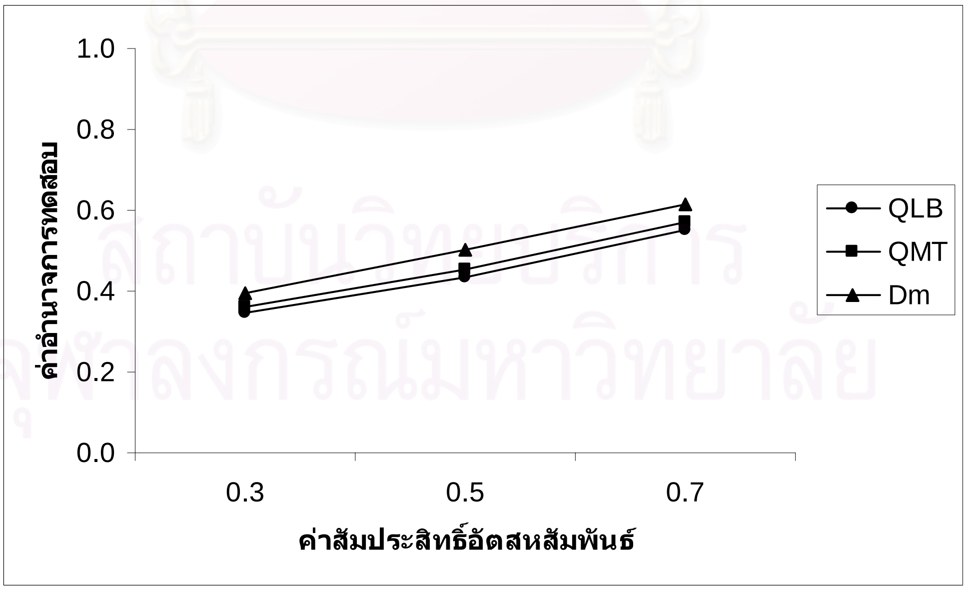


รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$n = 80$



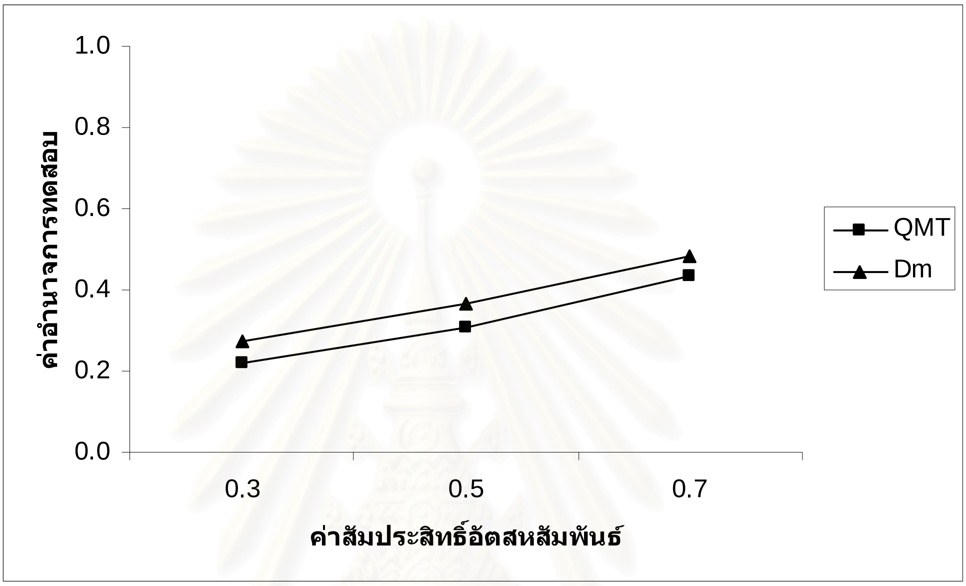
$n = 100$



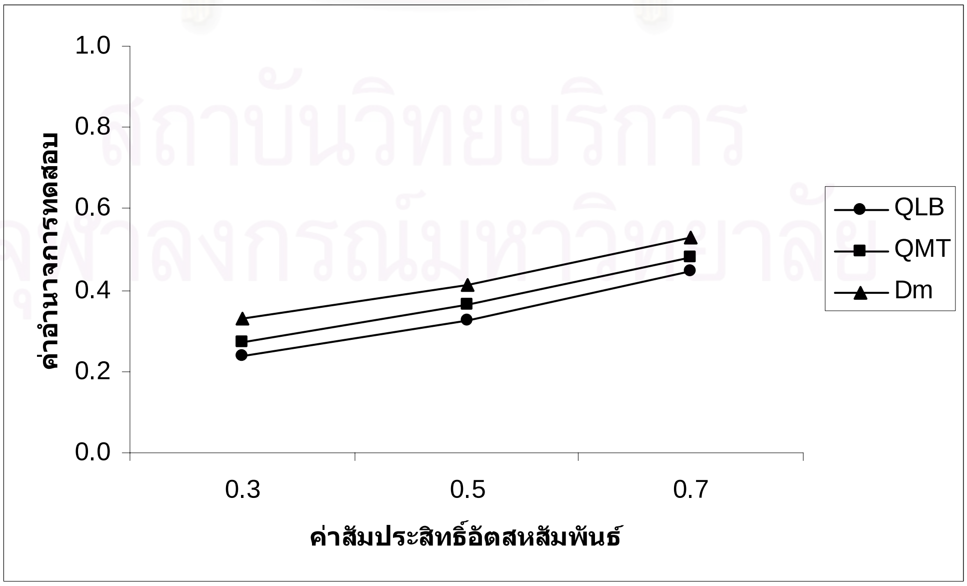
รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 40$$

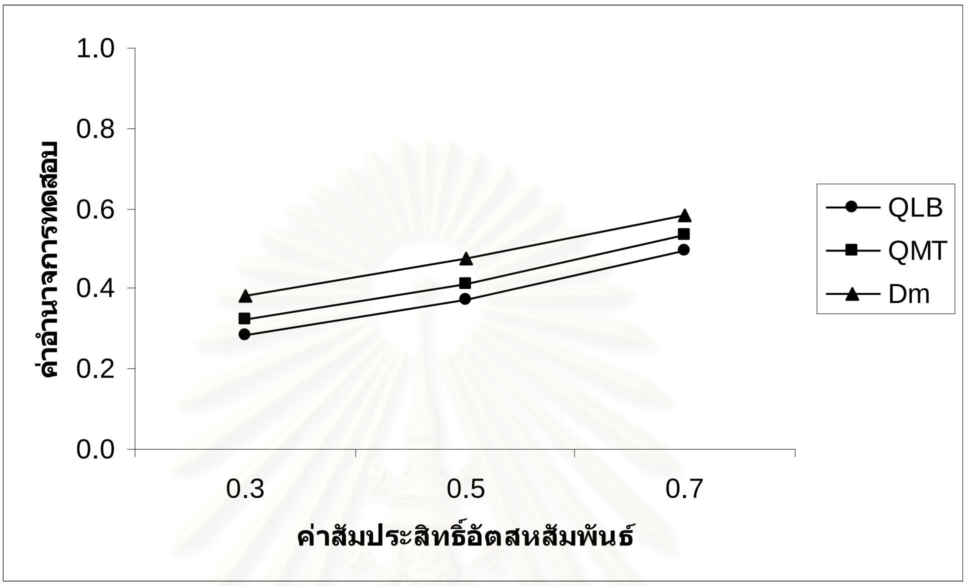


$$n = 50$$

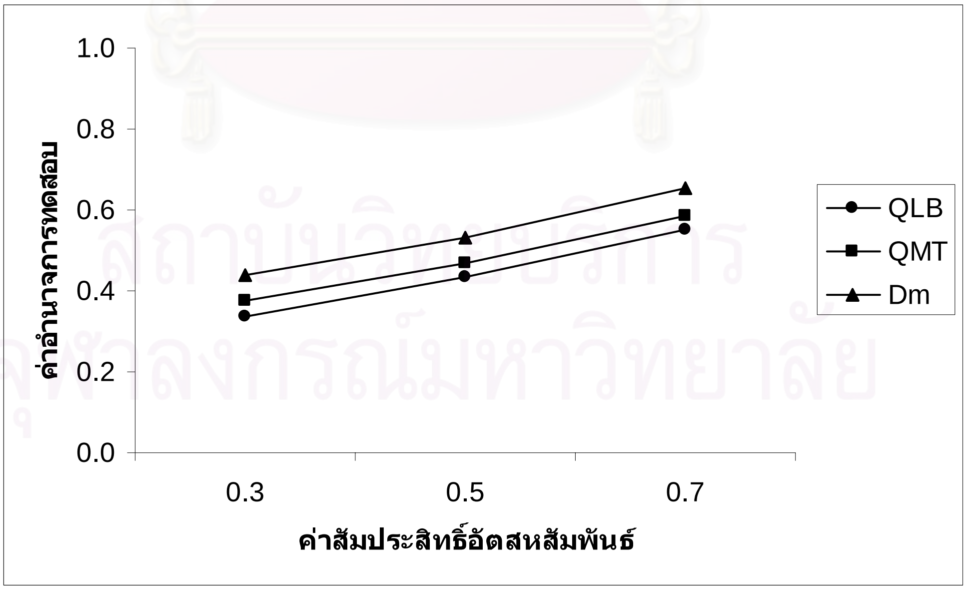


รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$n = 60$

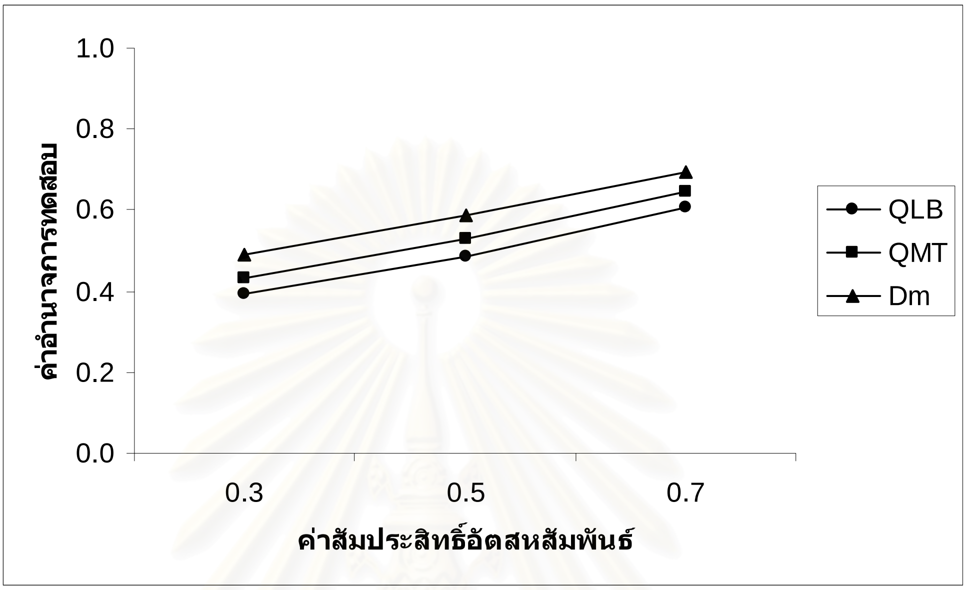


$n = 70$

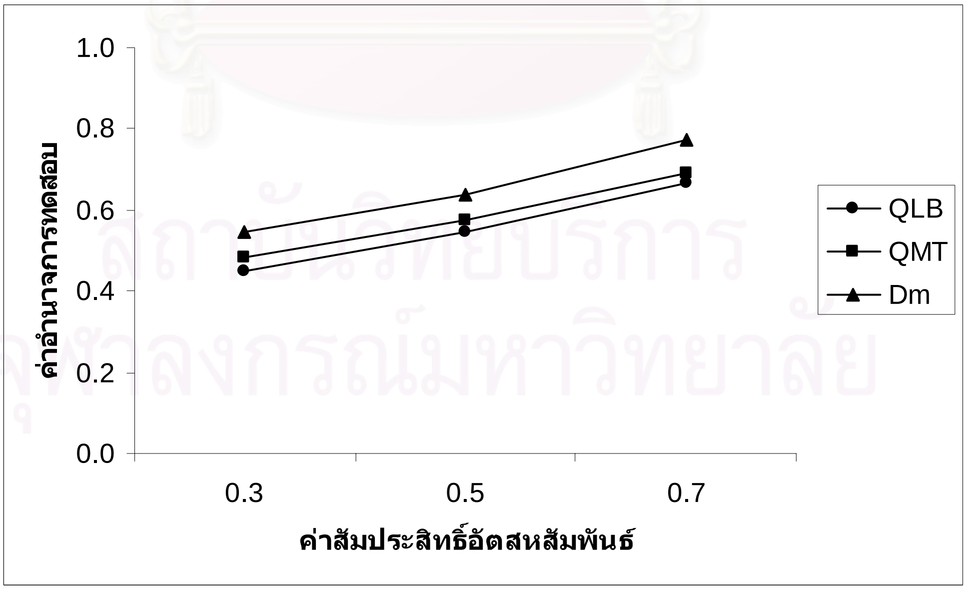


รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$n = 80$



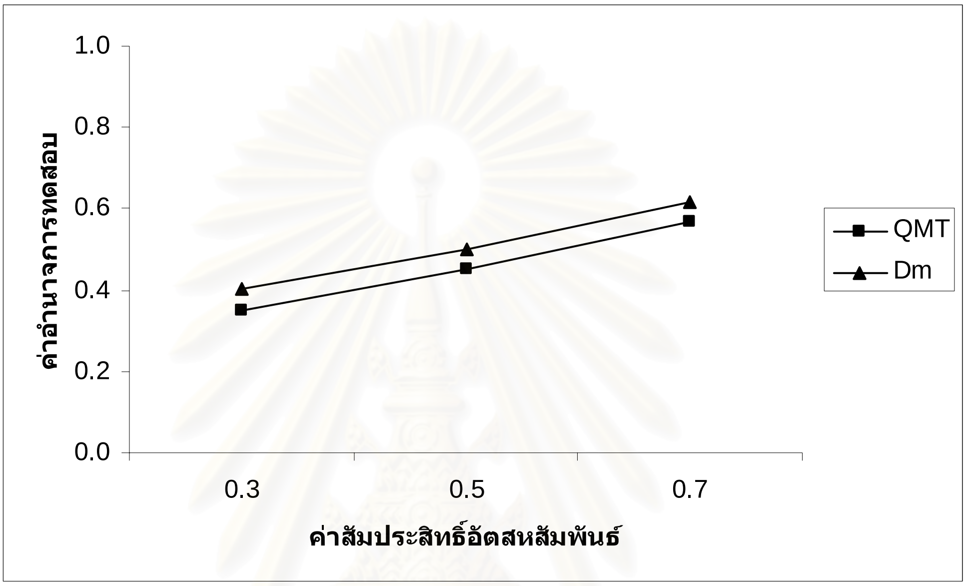
$n = 100$



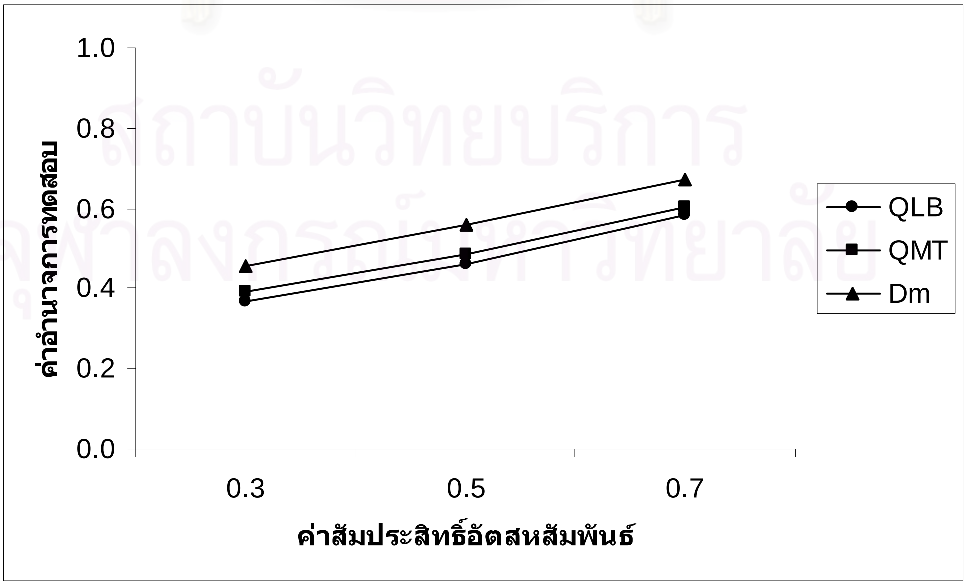
รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$

$n = 40$

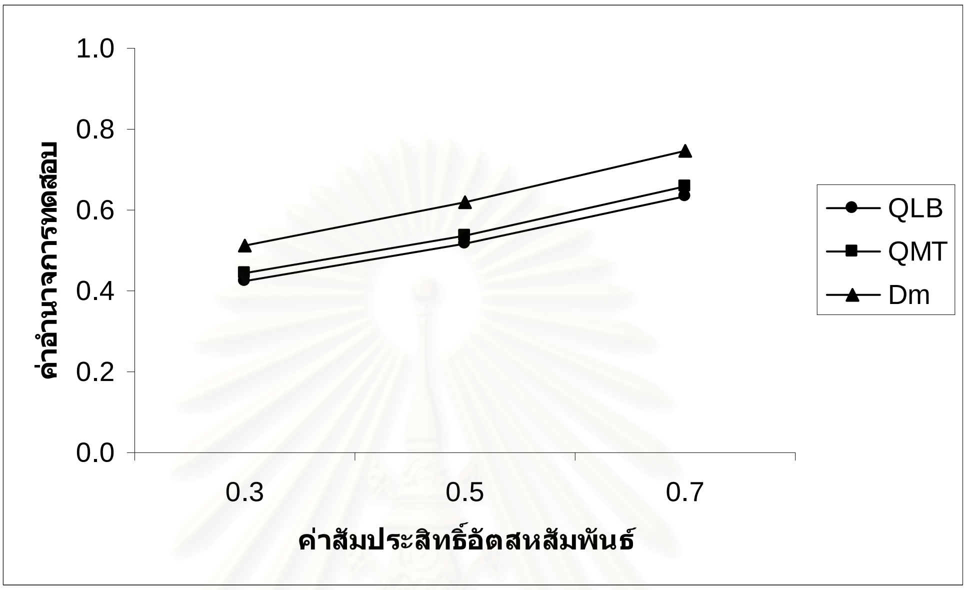


$n = 50$

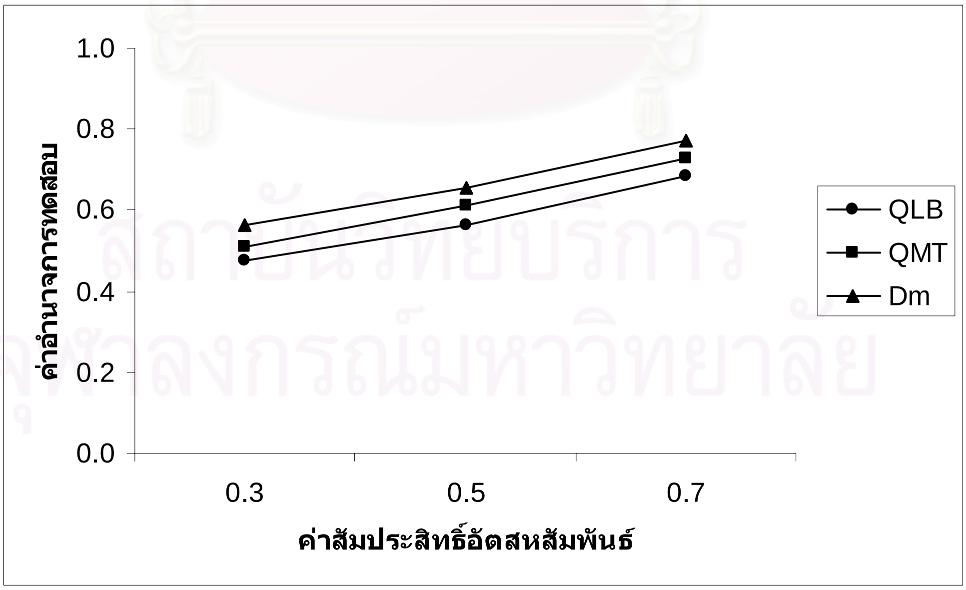


รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$n = 60$

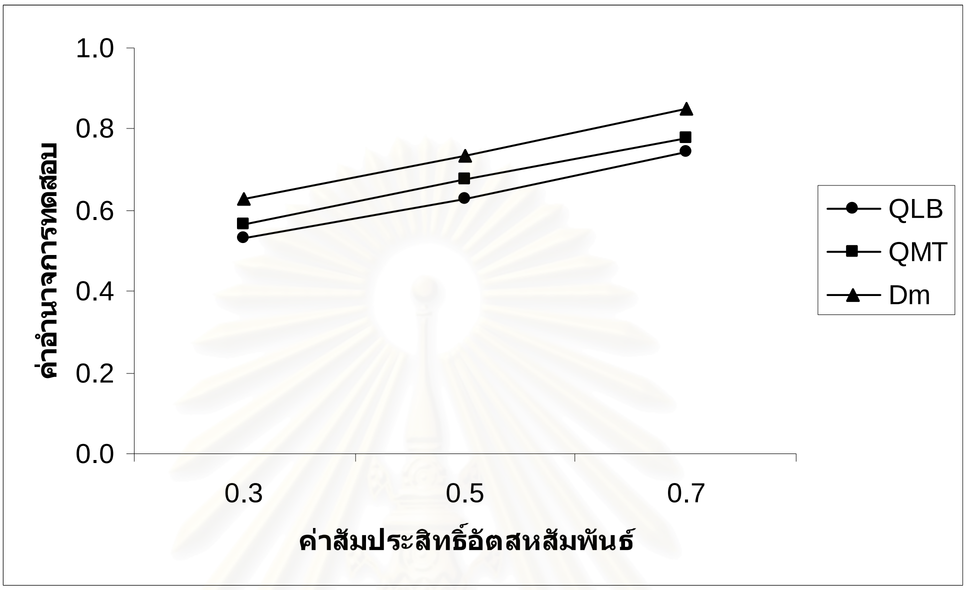


$n = 70$

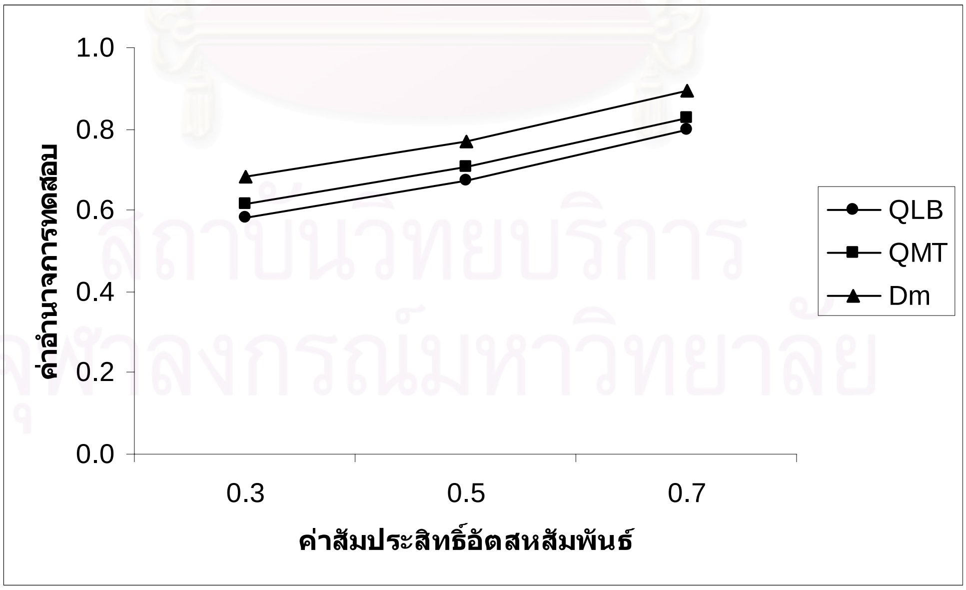


รูปที่ 4.9 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



ตารางที่ 4.30 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (ARMA(1,1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

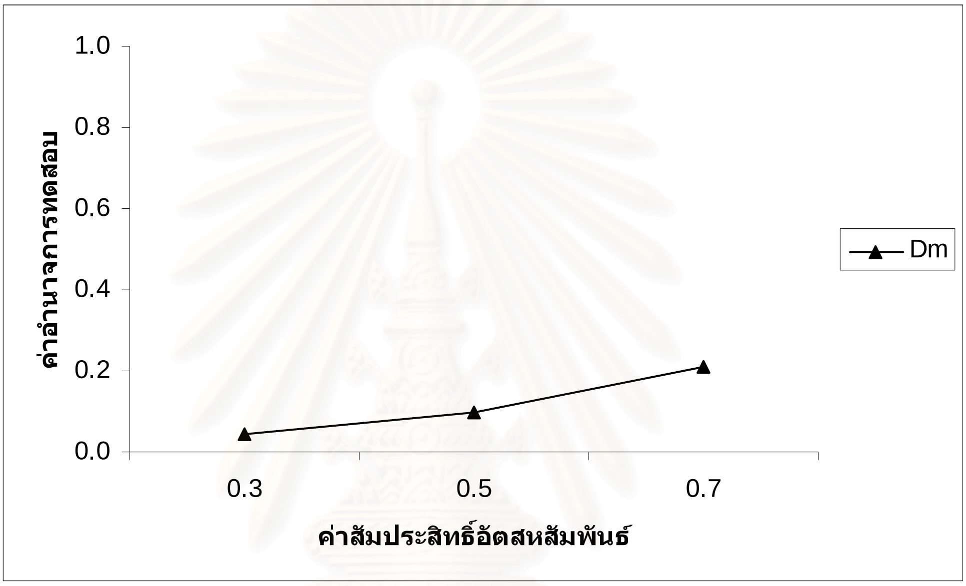
n	η	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
		0.01			0.05			0.10		
		Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	0.3	-	-	0.045*	-	0.167	0.213*	-	0.296	0.350*
	0.5	-	-	0.099*	-	0.242	0.305*	-	0.381	0.448*
	0.7	-	-	0.211*	-	0.339	0.418*	-	0.507	0.561*
50	0.3	-	0.050	0.106*	0.192	0.223	0.267*	0.326	0.352	0.402*
	0.5	-	0.101	0.182*	0.287	0.318	0.356*	0.411	0.440	0.495*
	0.7	-	0.198	0.297*	0.401	0.425	0.459*	0.530	0.558	0.599*
60	0.3	0.072	0.095	0.158*	0.240	0.276	0.322*	0.382	0.403	0.447*
	0.5	0.135	0.176	0.243*	0.334	0.360	0.415*	0.473	0.499	0.541*
	0.7	0.247	0.282	0.347*	0.446	0.481	0.525*	0.592	0.611	0.659*
70	0.3	0.126	0.169	0.220*	0.298	0.327	0.370*	0.435	0.455	0.493*
	0.5	0.198	0.264	0.301*	0.389	0.415	0.462*	0.519	0.544	0.590*
	0.7	0.305	0.375	0.414*	0.505	0.526	0.581*	0.641	0.667	0.705*
80	0.3	0.209	0.248	0.303*	0.353	0.383	0.423*	0.487	0.509	0.556*
	0.5	0.281	0.337	0.396*	0.442	0.474	0.512*	0.575	0.603	0.644*
	0.7	0.394	0.451	0.514*	0.556	0.590	0.638*	0.699	0.715	0.764*
100	0.3	0.270	0.303	0.359*	0.407	0.438	0.477*	0.534	0.561	0.607*
	0.5	0.356	0.393	0.445*	0.495	0.521	0.580*	0.622	0.658	0.699*
	0.7	0.466	0.505	0.550*	0.609	0.647	0.696*	0.740	0.772	0.812*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

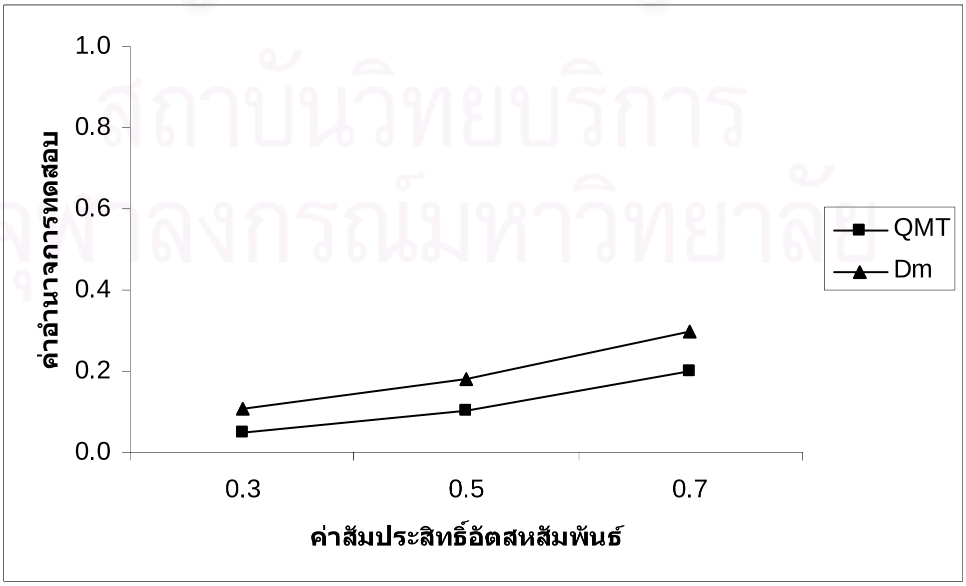
รูปที่ 4.10 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (ARMA(1,1)) และกำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม (a_t) โดยมีรูปแบบเป็น MA(1) จำแนกตามระดับอัตสหสัมพันธ์ (ν) และขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

$$\alpha = 0.01$$

$$n = 40$$

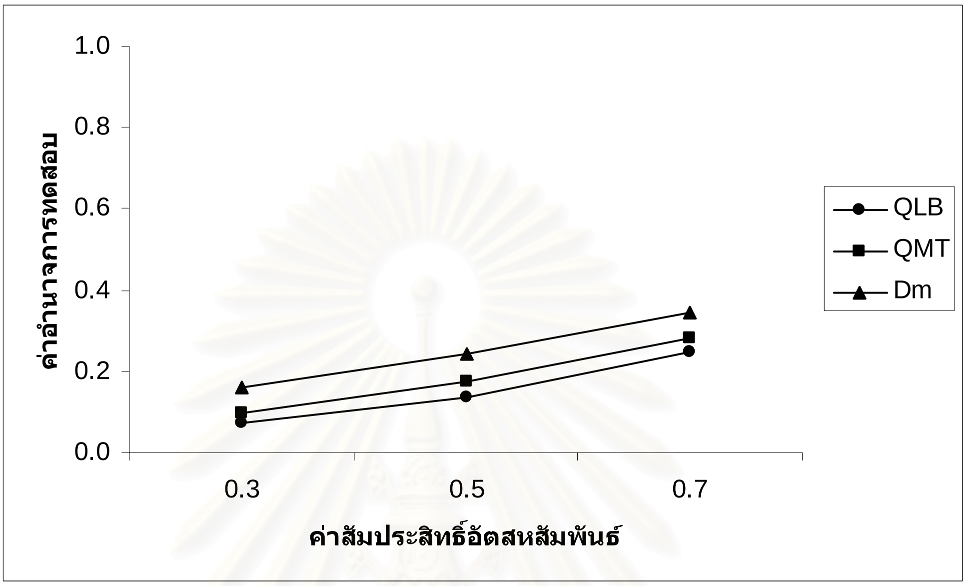


$$n = 50$$

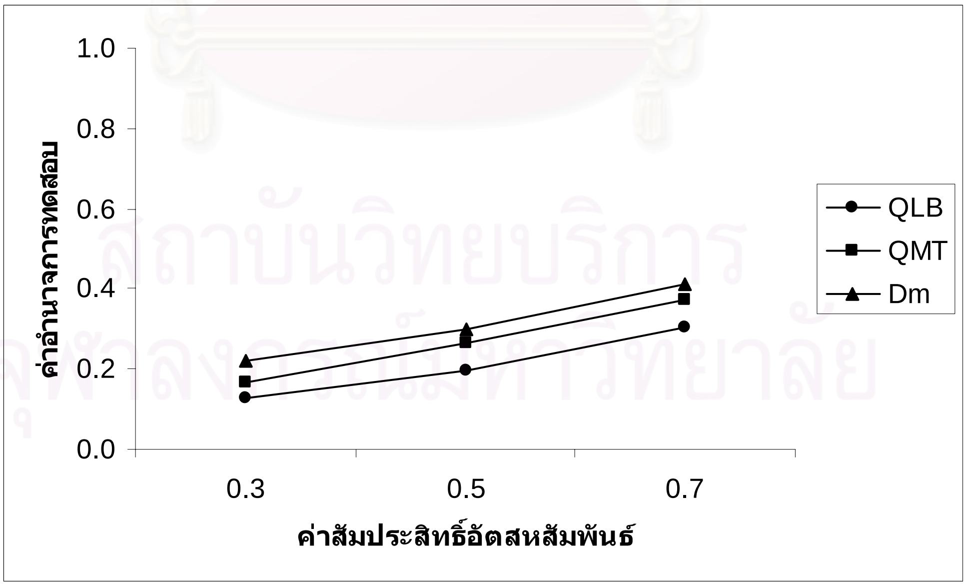


รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$n = 60$

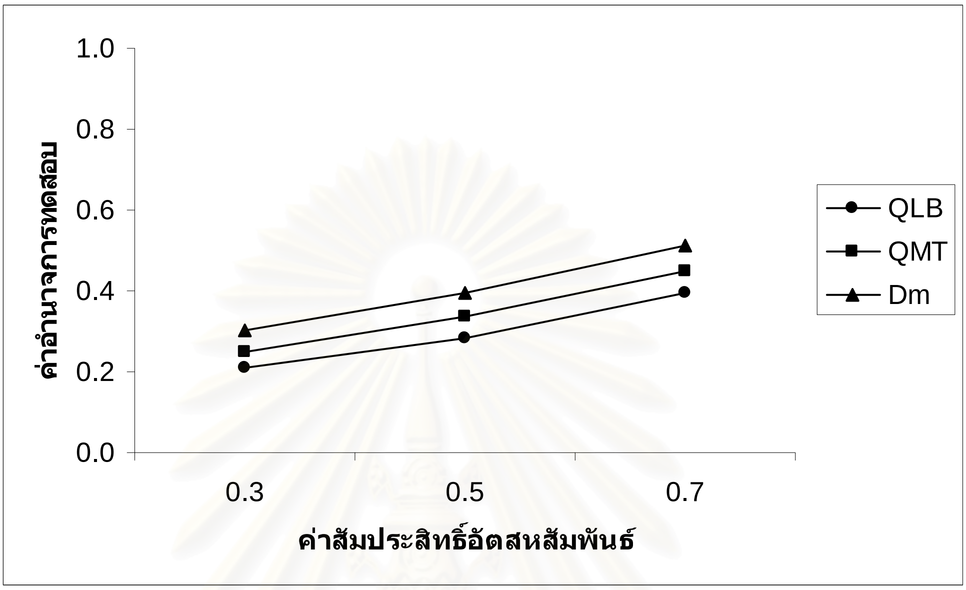


$n = 70$

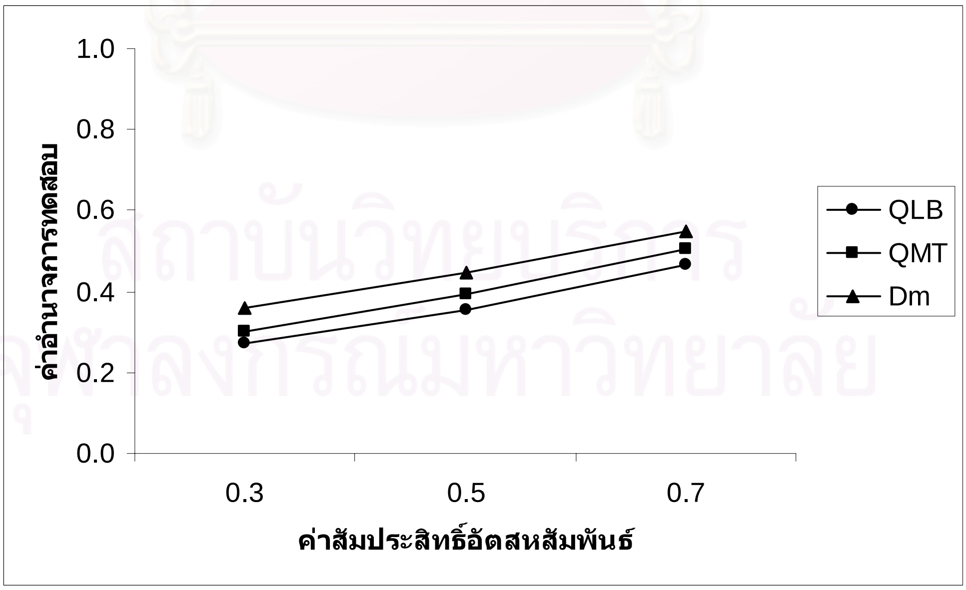


รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$n = 80$



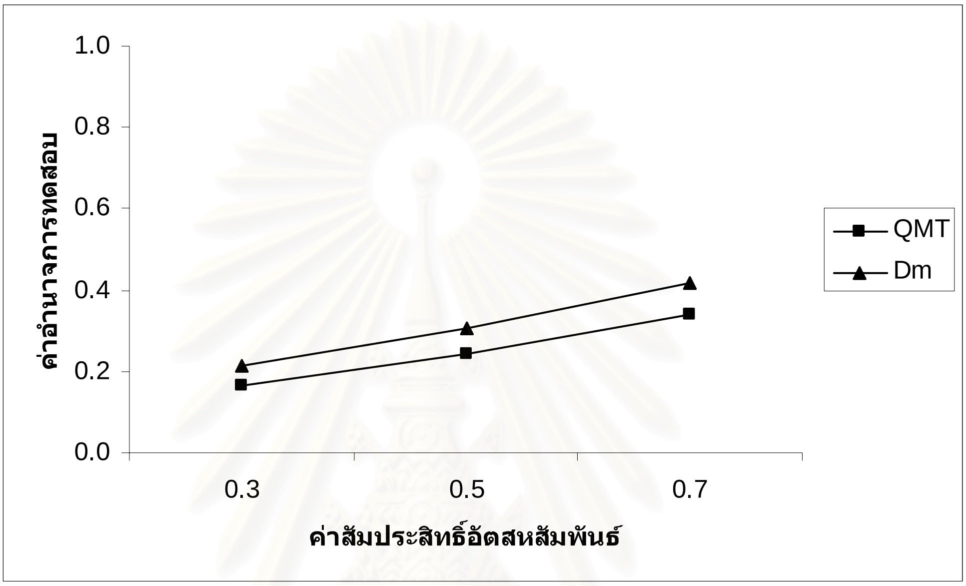
$n = 100$



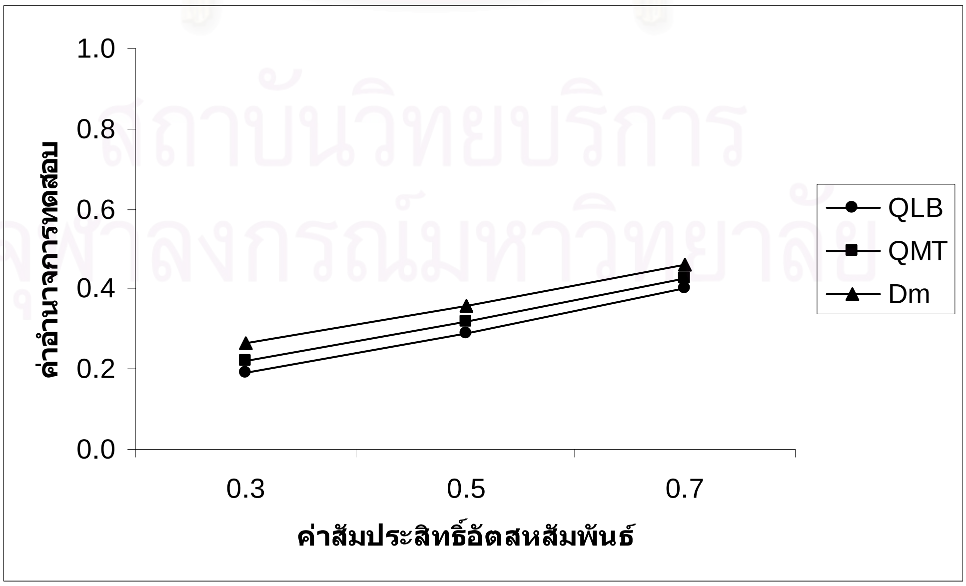
รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$

$n = 40$

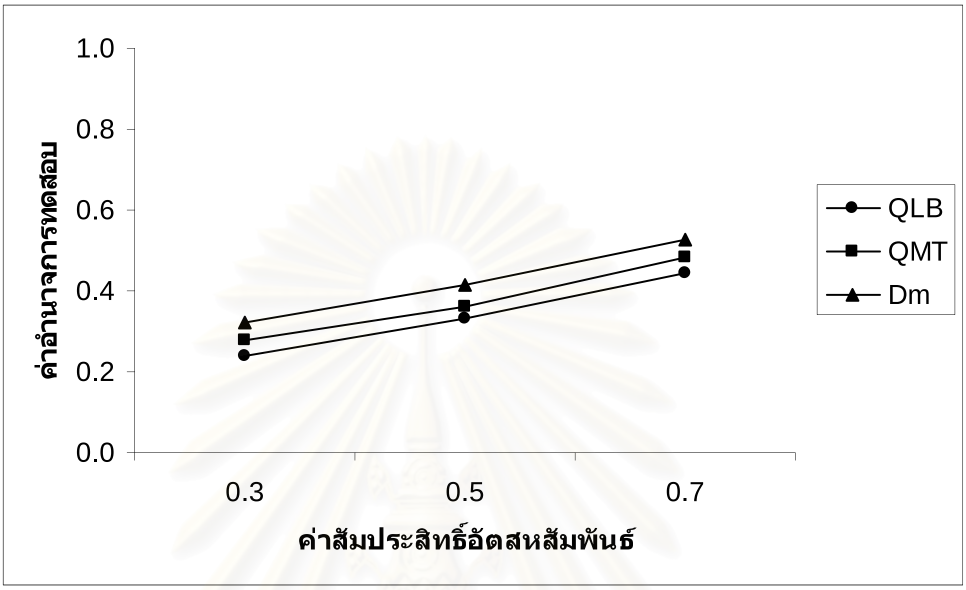


$n = 50$

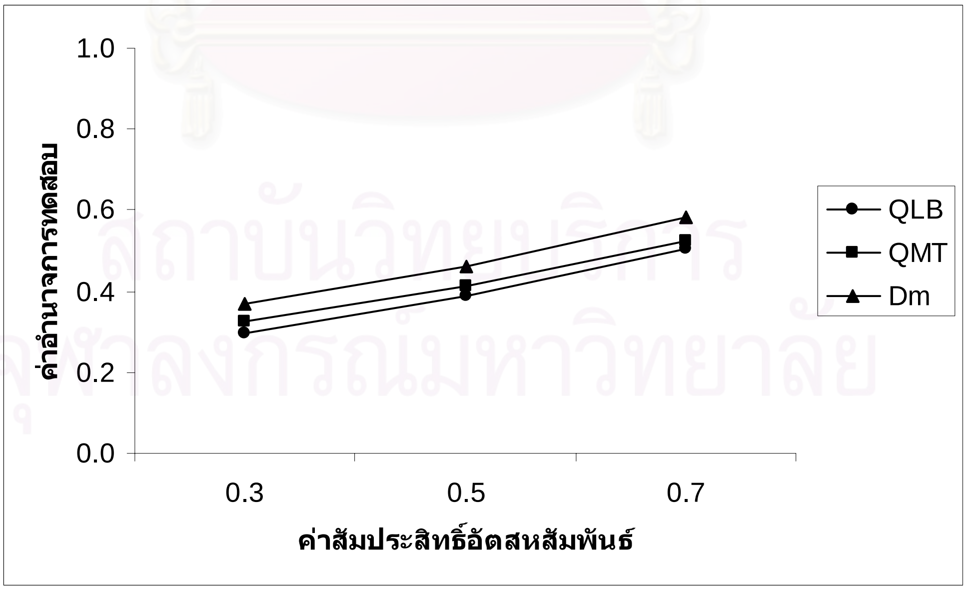


รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$n = 60$

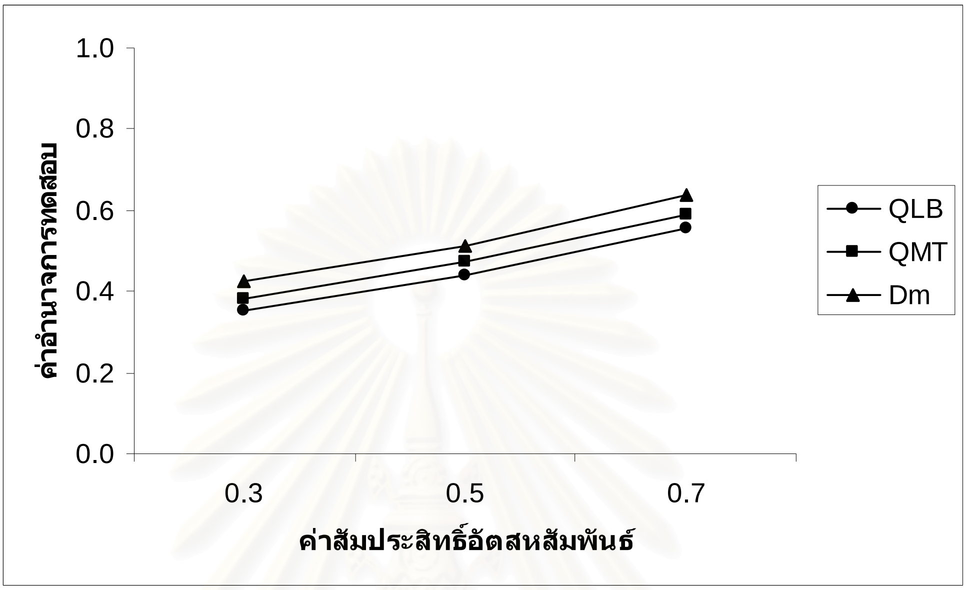


$n = 70$

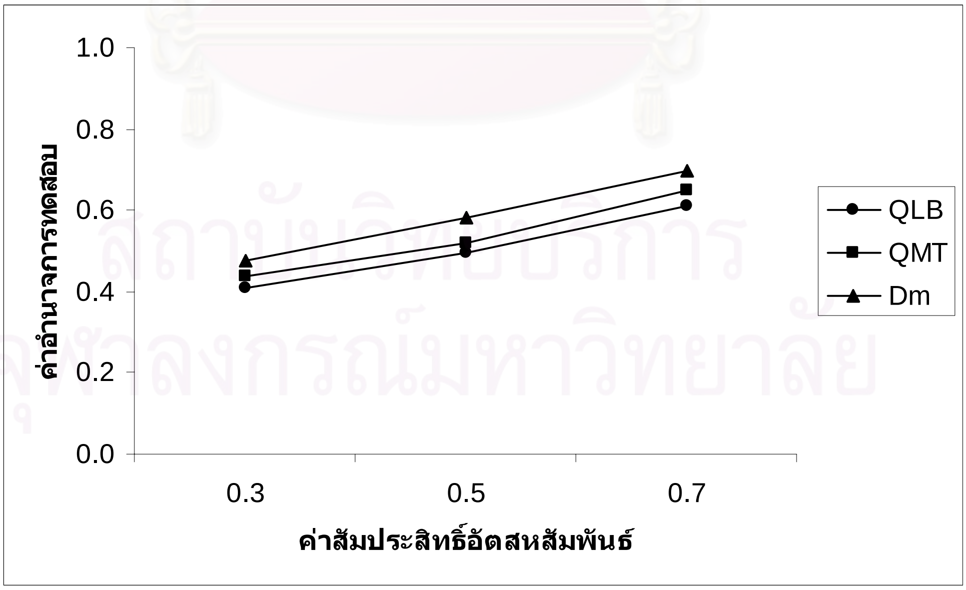


รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$n = 80$



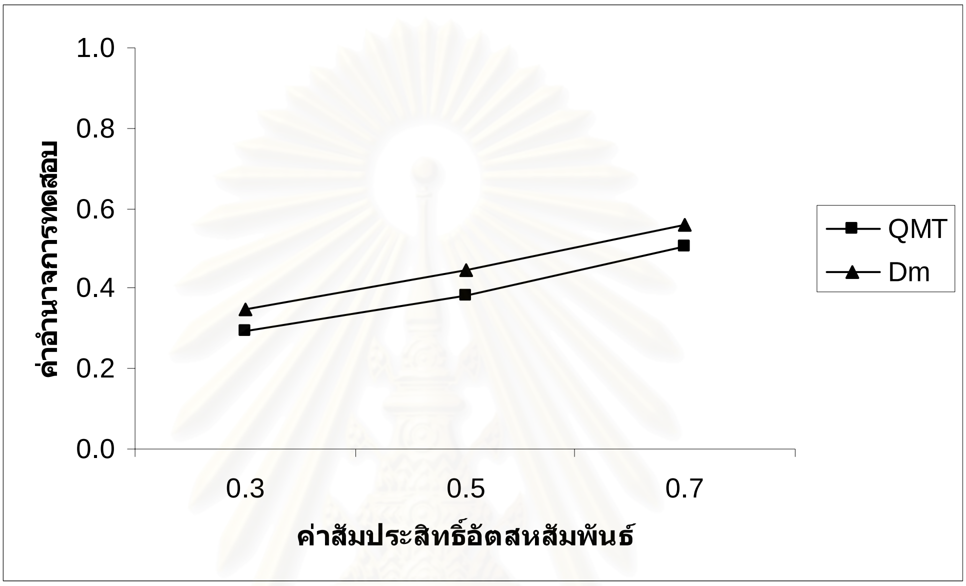
$n = 100$



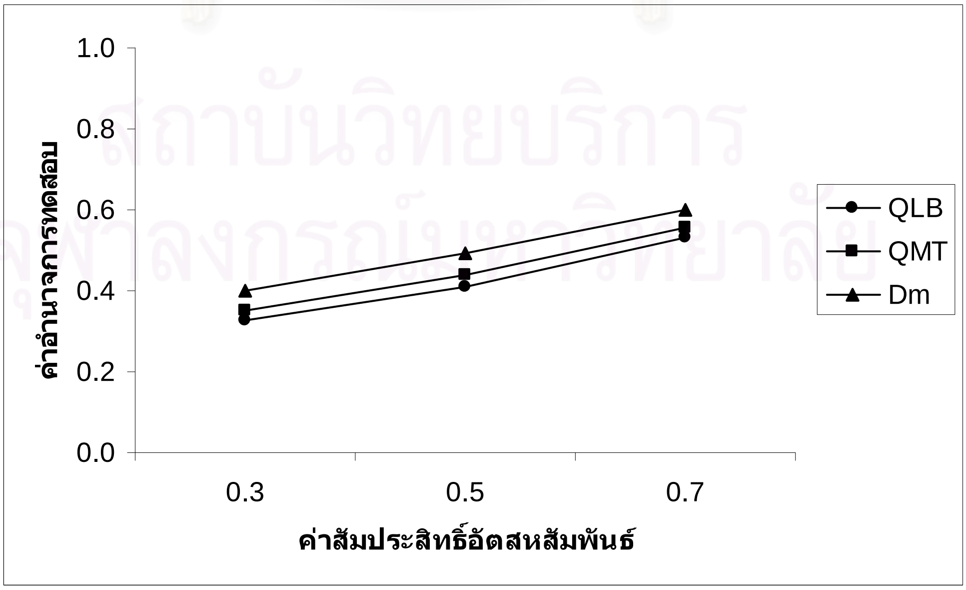
รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$$\alpha = 0.10$$

$$n = 40$$

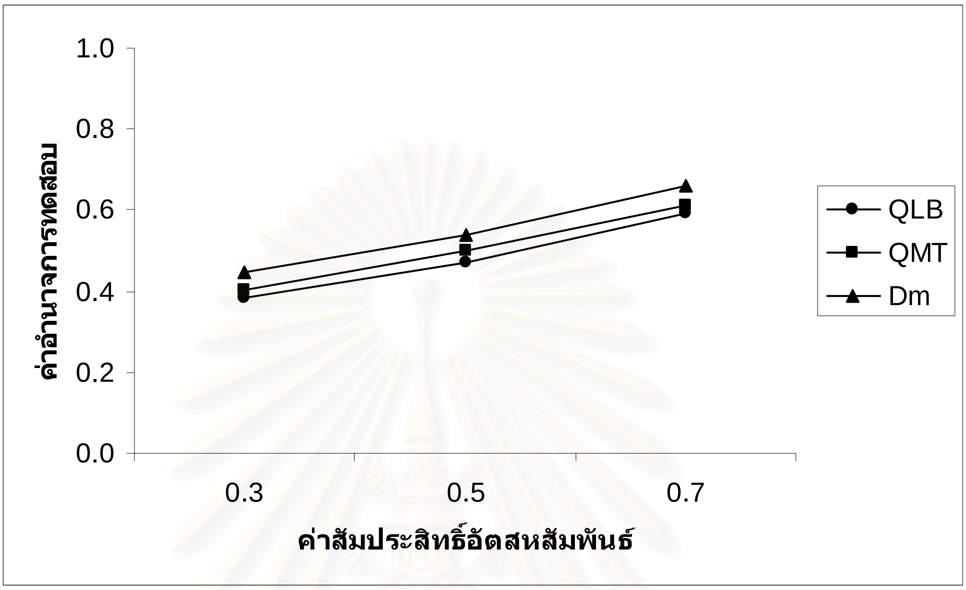


$$n = 50$$

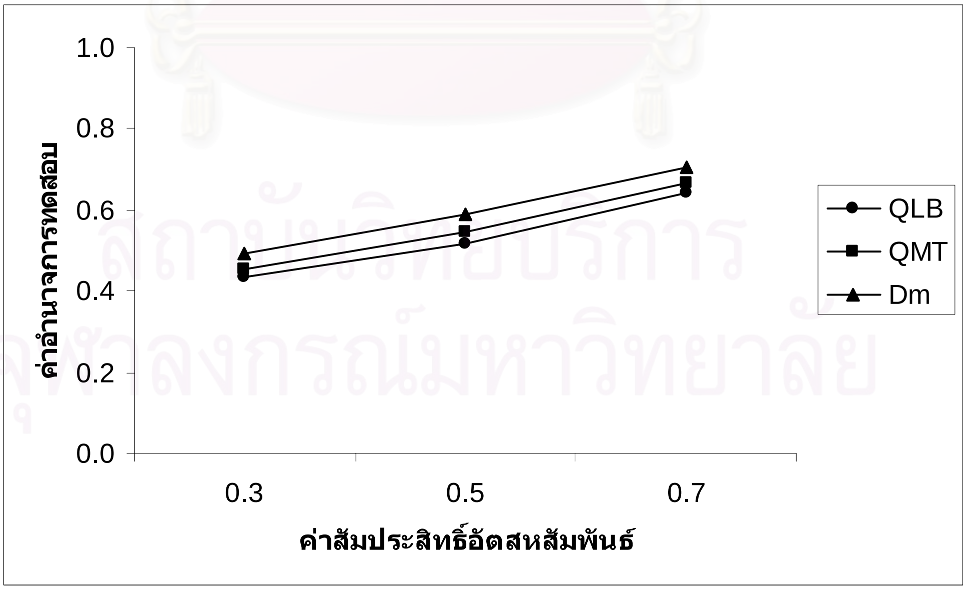


รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$n = 60$

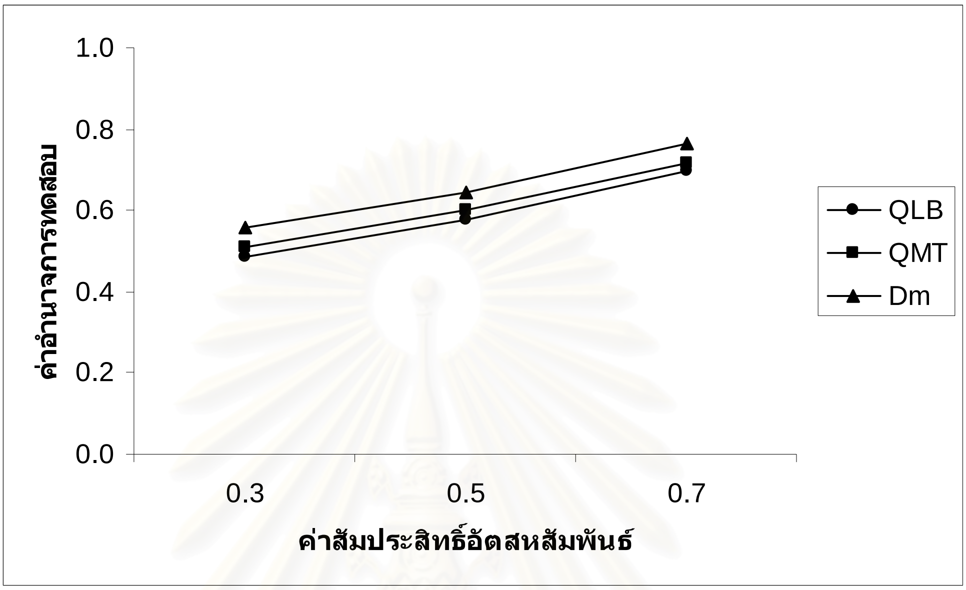


$n = 70$

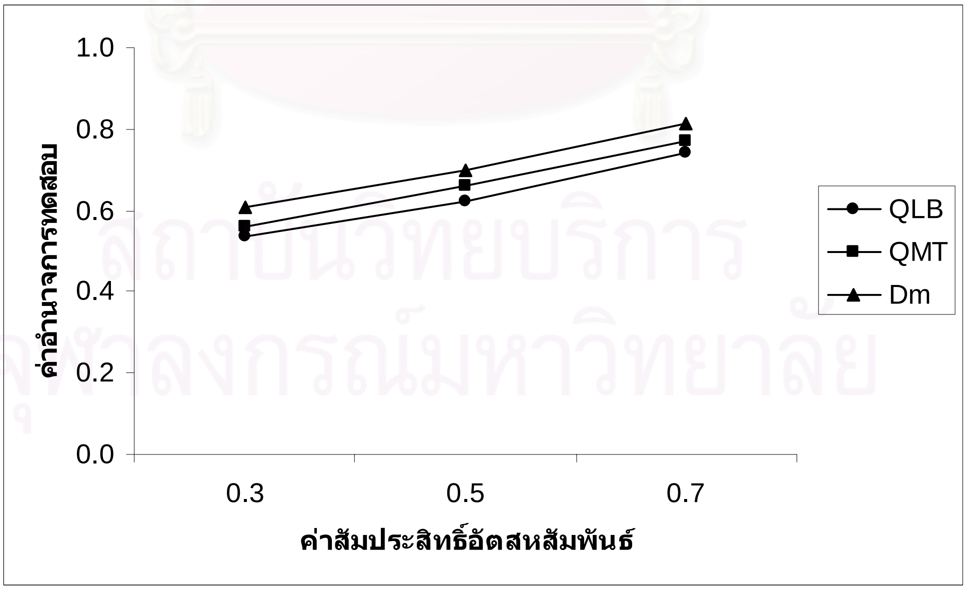


รูปที่ 4.10 (ต่อ)

$n = 80$



$n = 100$



4.2.2 การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ 3 ตัว กรณีที่กำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0

4.2.2.1 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1)

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 นำเสนอด้วยตารางที่ 4.31 ถึง 4.35 และรูปที่ 4.6 ถึง 4.15 สรุปรายละเอียดดังนี้

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ซึ่งตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันที่ทุกระดับนัยสำคัญ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.10 เมื่อขนาดตัวอย่างน้อย ๆ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ทุกระดับนัยสำคัญ เมื่อขนาดตัวอย่างน้อย ๆ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(1)) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.3$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(2) , MA(1) , MA(2) และ ARMA(1,1) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.218*	-	0.180*	0.396	-	0.274	0.498*
50	-	0.088	0.258*	0.230	0.210*	0.446	0.325	0.310	0.506*
60	0.116	0.108	0.289*	0.249	0.237*	0.557	0.346	0.334	0.585*
70	0.127	0.117	0.301*	0.252	0.246*	0.588	0.378	0.355	0.616*
80	0.158	0.137	0.357*	0.310	0.300*	0.610	0.425	0.400	0.657*
100	0.190	0.164	0.394*	0.344	0.330*	0.687	0.479	0.468	0.771*

ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.1$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.520*	-	0.515	0.714*	-	0.673	0.816*
50	-	0.388	0.614*	0.512	0.588	0.813*	0.622	0.712	0.888*
60	0.375	0.415	0.679*	0.548	0.651	0.856*	0.647	0.769	0.919*
70	0.422	0.458	0.759*	0.609	0.711	0.900*	0.705	0.820	0.937*
80	0.465	0.497	0.798*	0.640	0.774	0.910*	0.731	0.855	0.949*
100	0.537	0.552	0.871*	0.701	0.823	0.957*	0.782	0.911	0.977*

ตารางที่ 4.31 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.164*	-	0.199	0.368*	-	0.217	0.407*
50	-	0.068	0.176*	0.130	0.213	0.392*	0.196	0.238	0.434*
60	0.063	0.092	0.222*	0.146	0.241	0.467*	0.209	0.291	0.490*
70	0.066	0.153	0.242*	0.159	0.257	0.487*	0.233	0.344	0.518*
80	0.077	0.181	0.306*	0.166	0.301	0.514*	0.241	0.399	0.562*
100	0.084	0.212	0.375*	0.175	0.371	0.605*	0.263	0.471	0.618*

ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

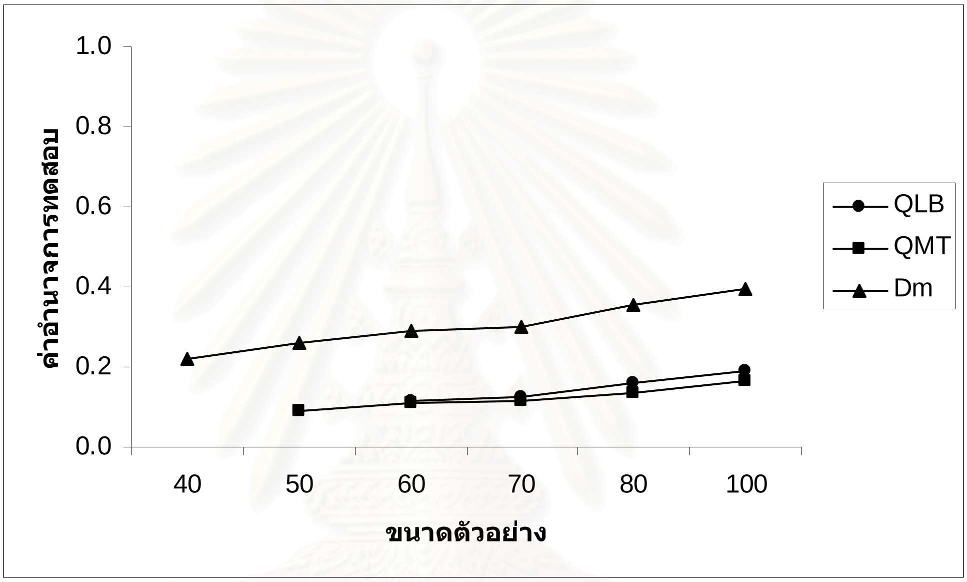
n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.228*	-	0.233	0.351*	-	0.317	0.507*
50	-	0.145	0.280*	0.214	0.268	0.454*	0.319	0.366	0.585*
60	0.109	0.208	0.352*	0.235	0.353	0.528*	0.340	0.423	0.603*
70	0.124	0.279	0.394*	0.256	0.388	0.578*	0.352	0.447	0.625*
80	0.146	0.351	0.448*	0.282	0.411	0.634*	0.388	0.519	0.671*
100	0.166	0.396	0.497*	0.330	0.453	0.655*	0.448	0.551	0.701*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

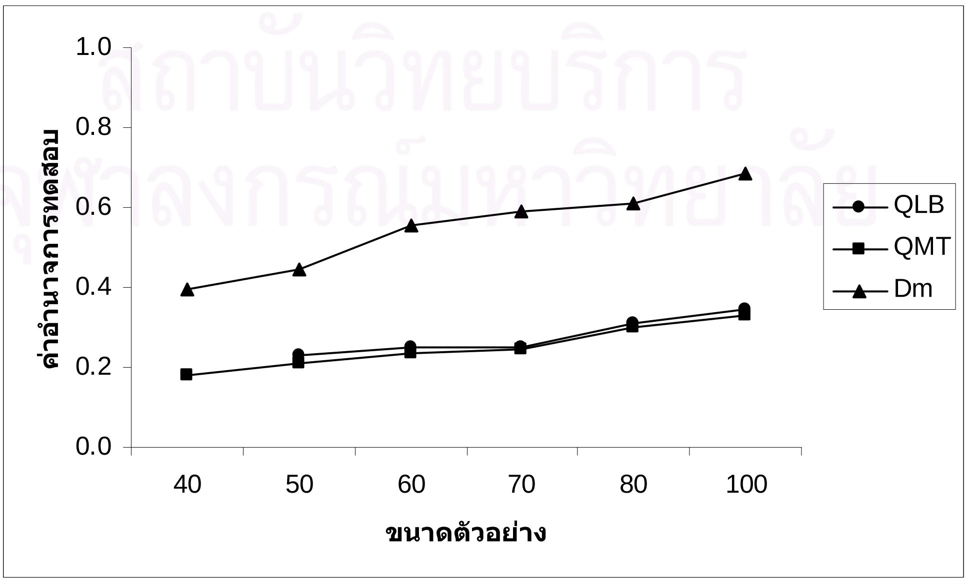
รูปที่ 4.11 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(1)) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.3$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(2) , MA(1) , MA(2) และ ARMA(1,1) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$

$\alpha = 0.01$

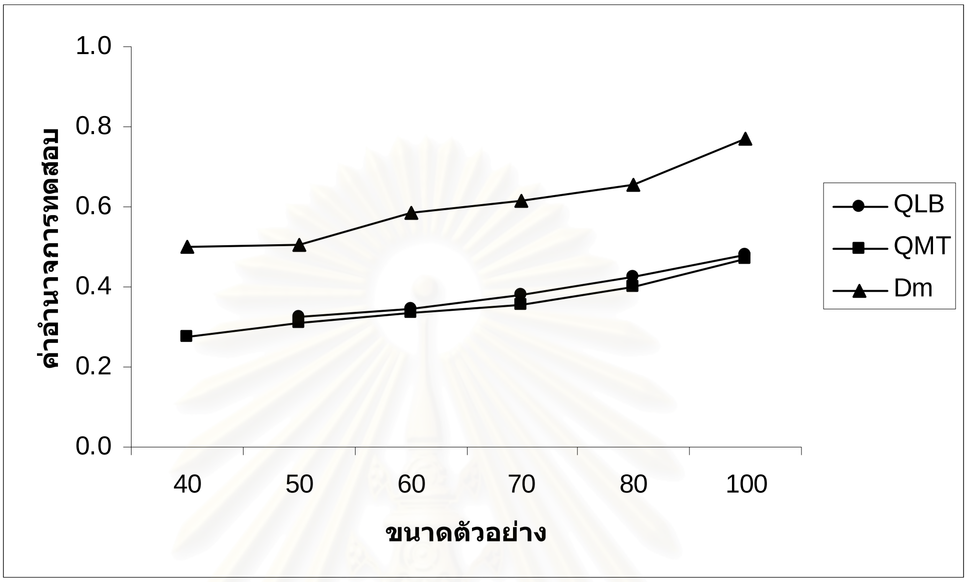


$\alpha = 0.05$



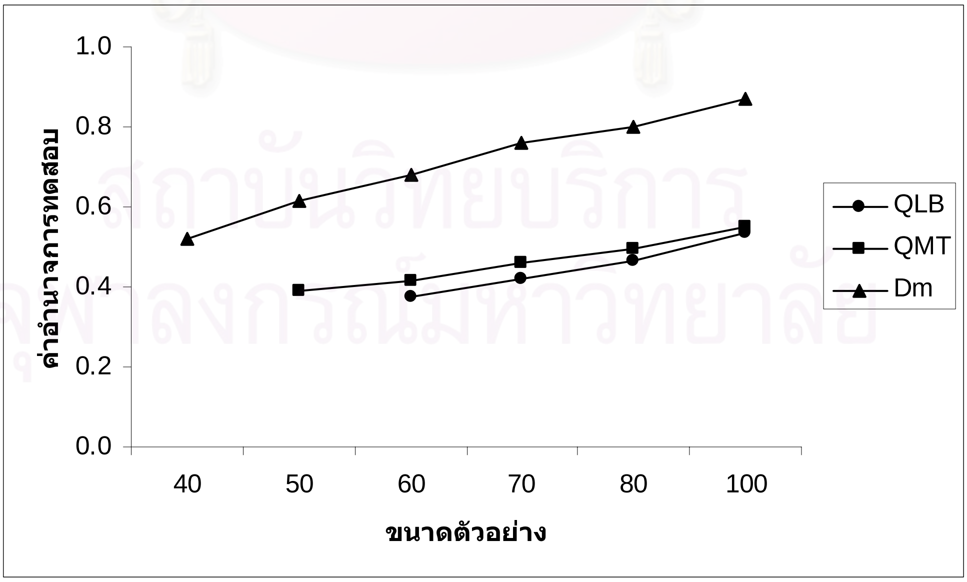
รูปที่ 4.11 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



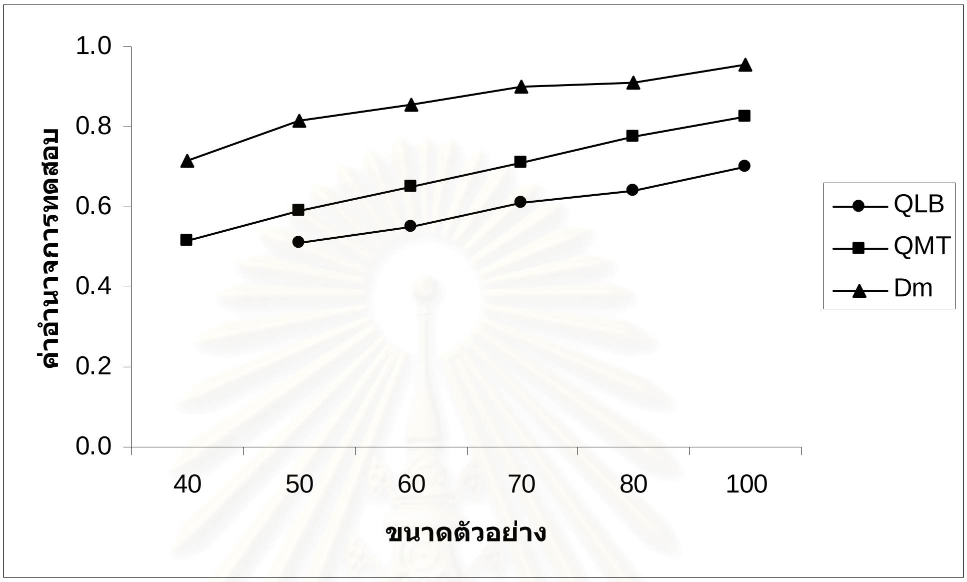
ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

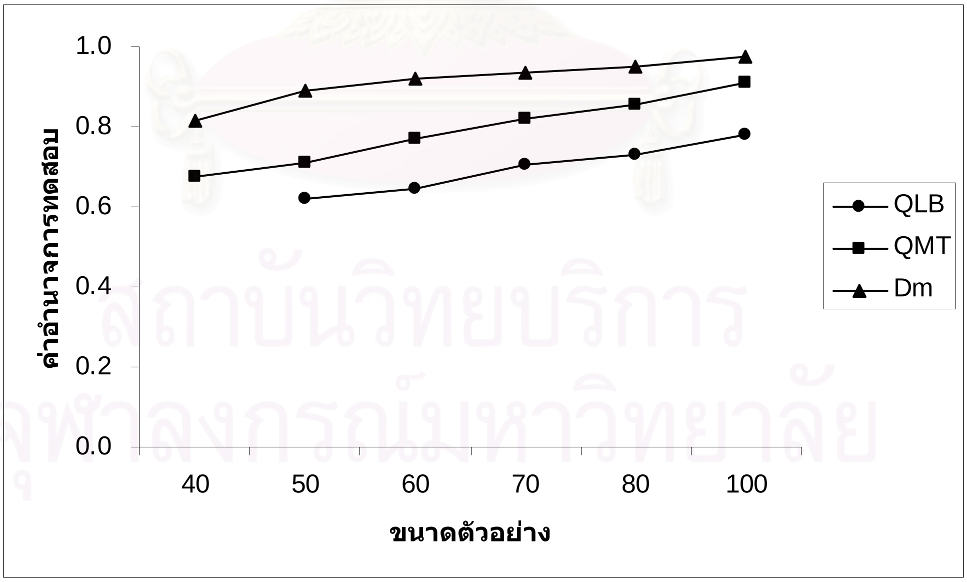


รูปที่ 4.11 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



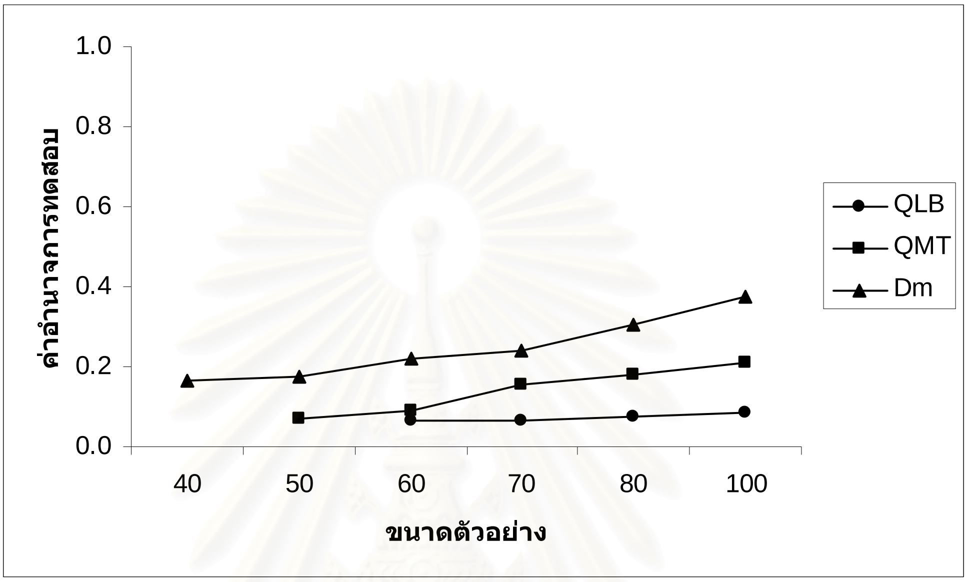
$\alpha = 0.10$



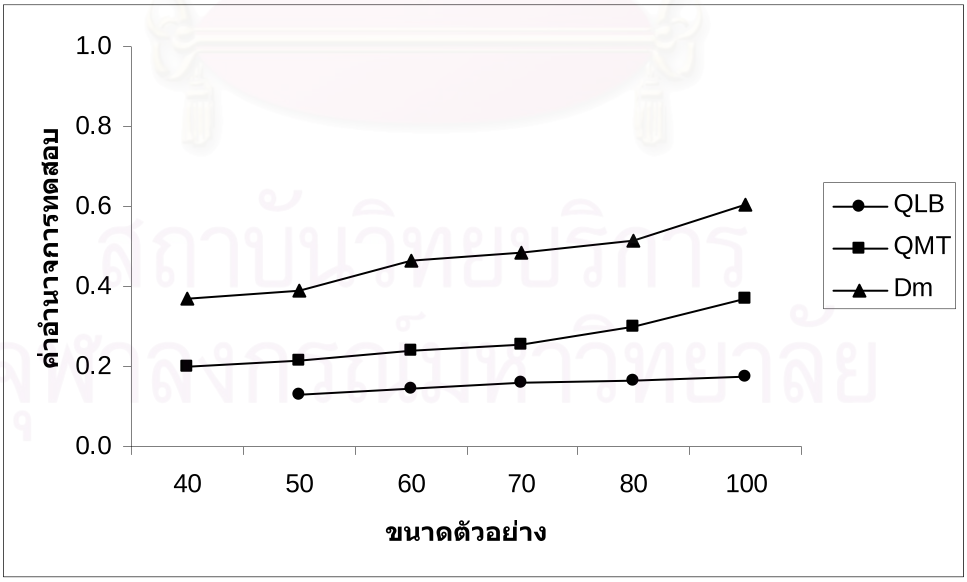
รูปที่ 4.11 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

$\alpha = 0.01$

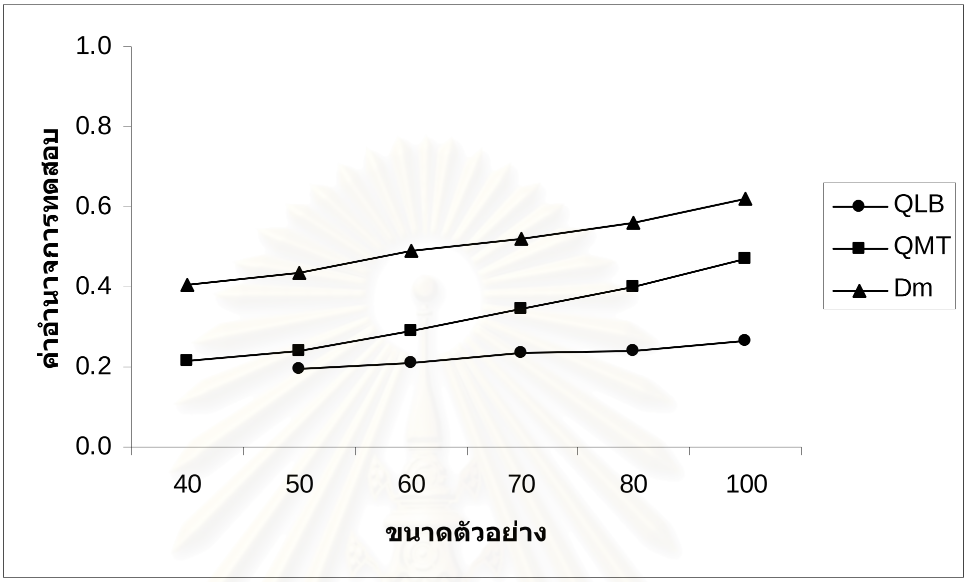


$\alpha = 0.05$



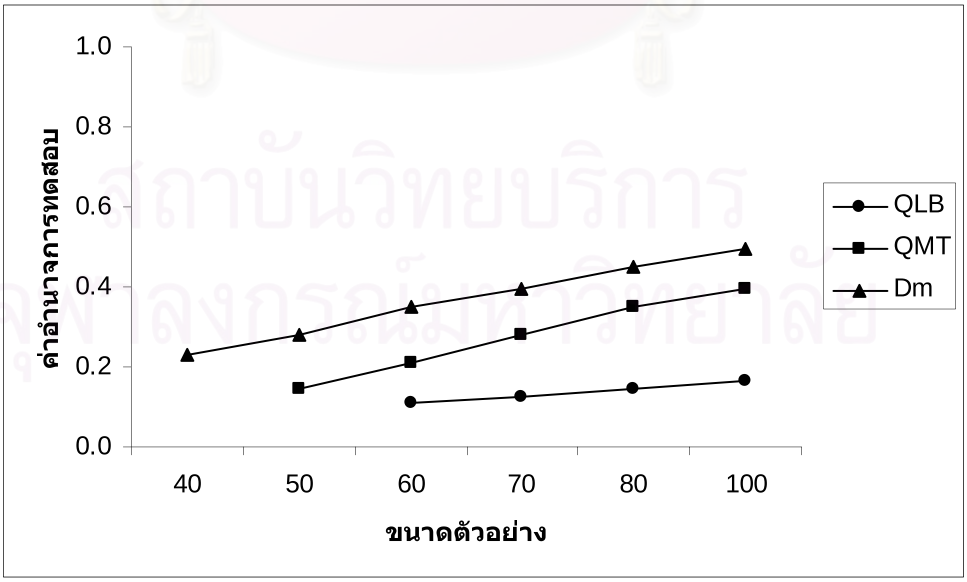
รูปที่ 4.11 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



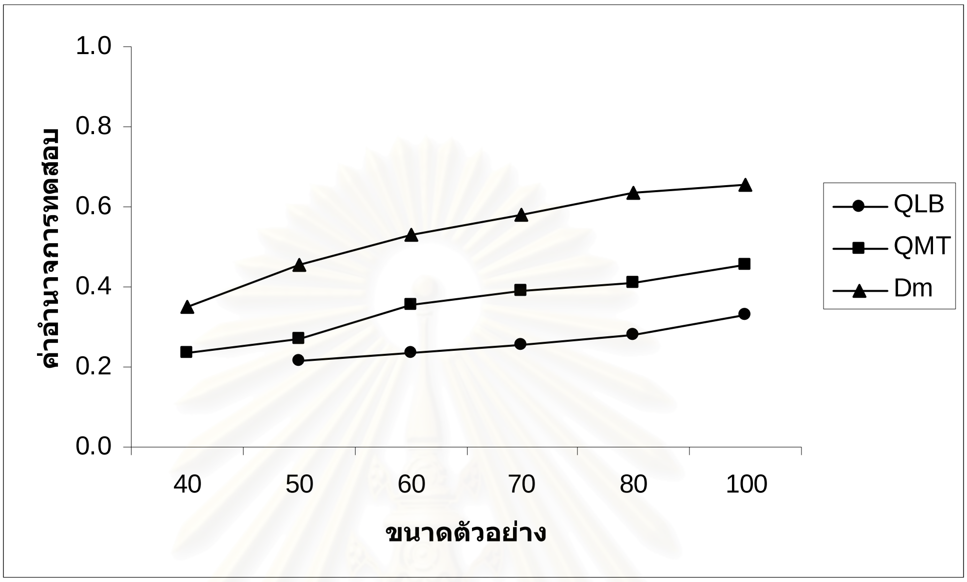
ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

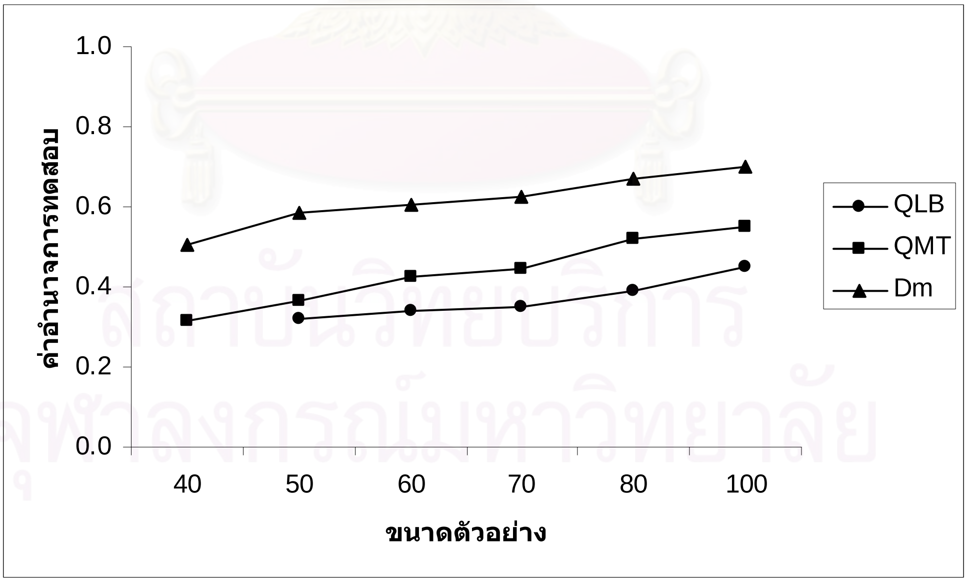


รูปที่ 4.11 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



$\alpha = 0.10$



4.2.2.2 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2)

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 นำเสนอด้วยตารางที่ 4.27 และรูปที่ 4.7 สรุปรายละเอียดดังนี้

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ซึ่งตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันที่ทุกระดับนัยสำคัญ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.10 ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(2)) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1) , MA(1) , MA(2) และ ARMA(1,1)สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.8$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.317*	-	0.206	0.490*	-	0.301	0.601*
50	-	0.112	0.410*	0.366	0.243	0.523*	0.487	0.332	0.657*
60	0.306	0.136	0.429*	0.423	0.252	0.548*	0.532	0.345	0.692*
70	0.369	0.150	0.467*	0.472	0.278	0.580*	0.568	0.351	0.711*
80	0.415	0.162	0.490*	0.496	0.296	0.613*	0.602	0.386	0.732*
100	0.444	0.187	0.556*	0.501	0.317	0.668*	0.677	0.419	0.762*

ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.8$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.551*	-	0.618	0.686*	-	0.705	0.731*
50	-	0.525	0.699*	0.655	0.672	0.708*	0.742	0.763	0.782*
60	0.536	0.579	0.752*	0.717	0.739	0.853*	0.792	0.813	0.880*
70	0.610	0.665	0.809*	0.761	0.781	0.868*	0.850	0.857	0.899*
80	0.672	0.731	0.837*	0.811	0.832	0.880*	0.874	0.884	0.984*
100	0.757	0.779	0.874*	0.868	0.889	0.959*	0.913	0.942	0.990*

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.820*	-	0.782	0.900*	-	0.811	0.934*
50	-	0.712	0.856*	0.769	0.823	0.935*	0.812	0.834	0.954*
60	0.690	0.733	0.876*	0.792	0.851	0.959*	0.845	0.896	0.960*
70	0.757	0.787	0.916*	0.834	0.888	0.964*	0.874	0.902	0.983*
80	0.801	0.821	0.942*	0.863	0.922	0.977*	0.905	0.928	0.988*
100	0.845	0.866	0.971*	0.895	0.947	0.990*	0.922	0.967	0.996*

ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

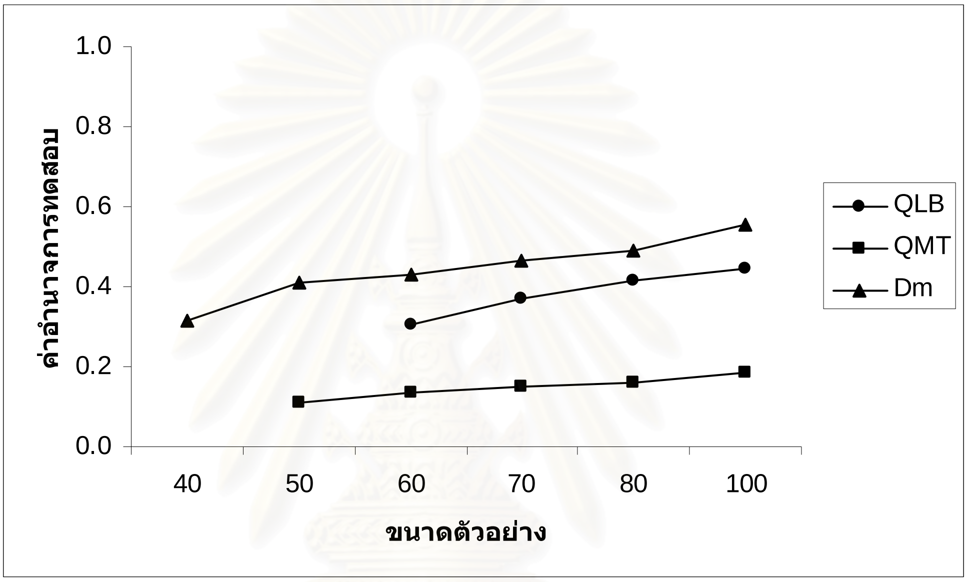
n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.447*	-	0.422	0.548*	-	0.503	0.717*
50	-	0.379	0.456*	0.409	0.489	0.592*	0.490	0.609	0.722*
60	0.338	0.405	0.461*	0.455	0.505	0.634*	0.549	0.647	0.798*
70	0.361	0.467	0.547*	0.489	0.539	0.675*	0.588	0.679	0.855*
80	0.390	0.483	0.586*	0.500	0.587	0.703*	0.662	0.732	0.886*
100	0.454	0.520	0.639*	0.540	0.612	0.751*	0.692	0.752	0.907*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

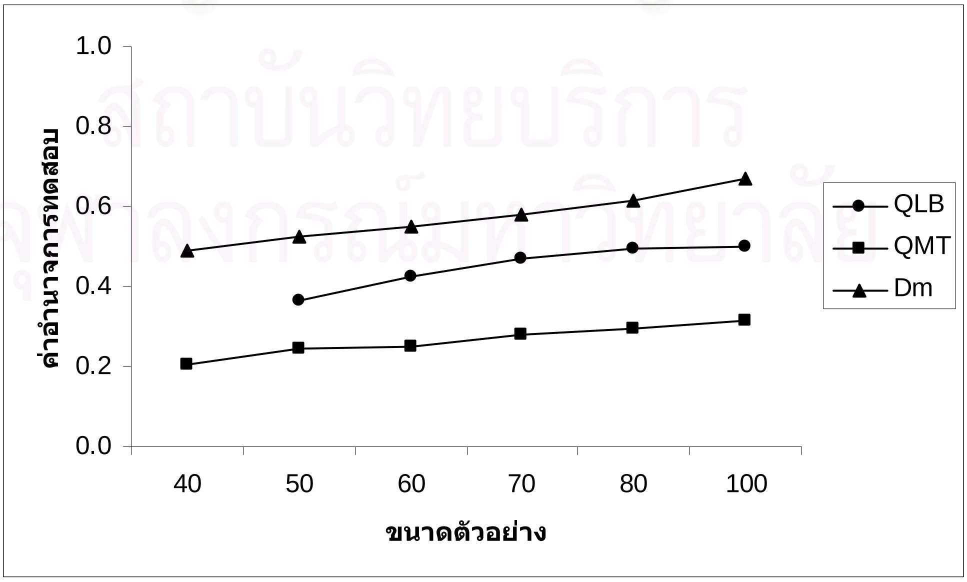
รูปที่ 4.12 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (AR(2)) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\phi_2 = 0.7$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1) , MA(1) , MA(2) และ ARMA(1,1) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.8$

$\alpha = 0.01$

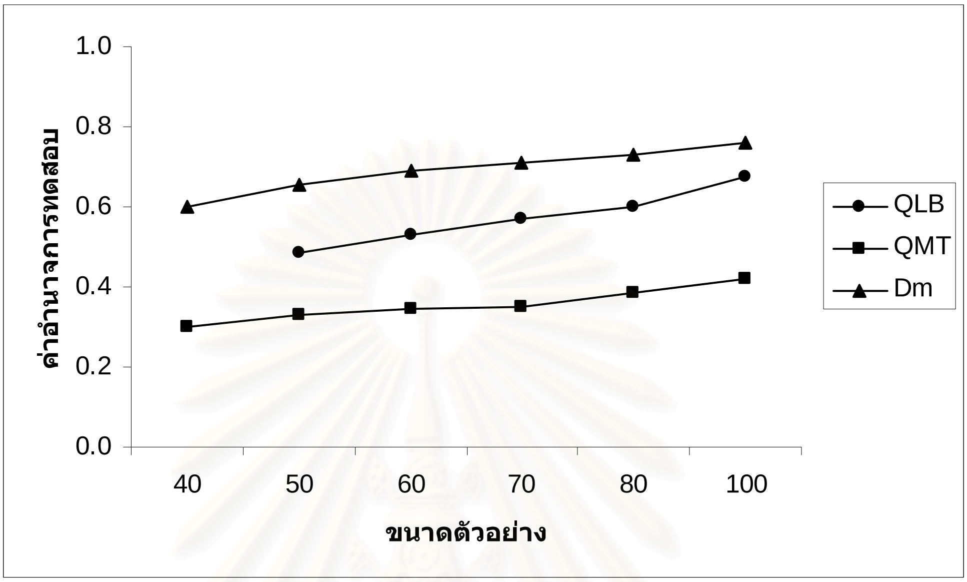


$\alpha = 0.05$



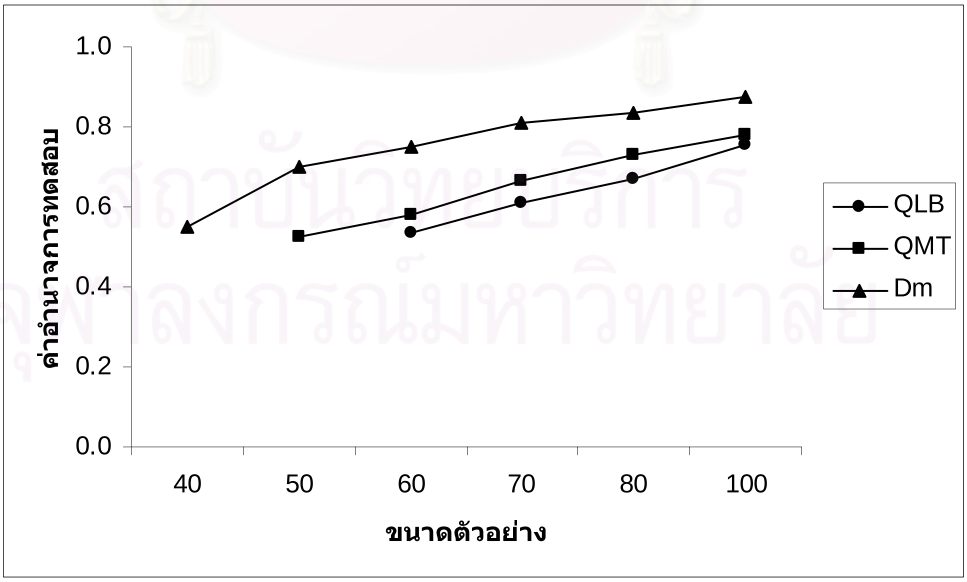
รูปที่ 4.12 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



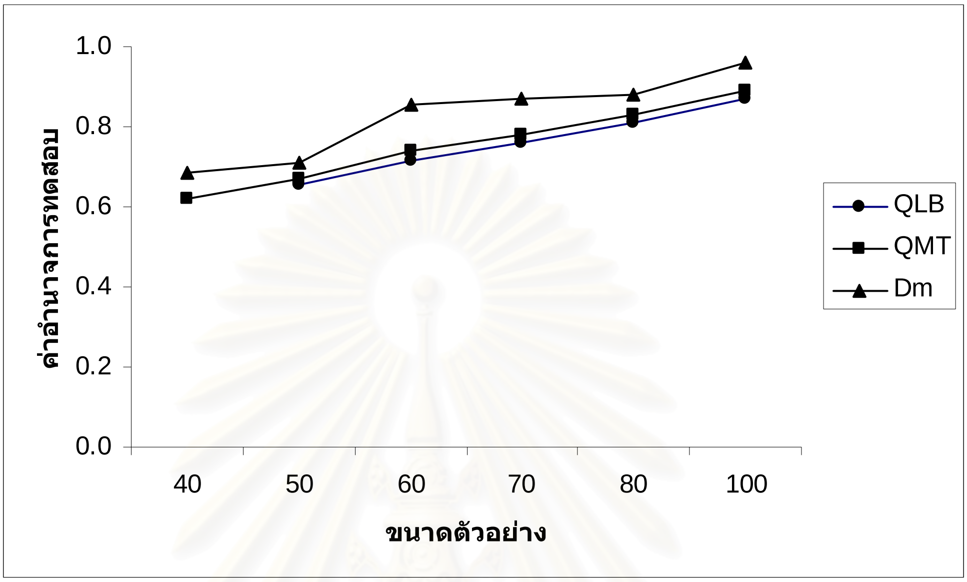
ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.8$

$\alpha = 0.01$

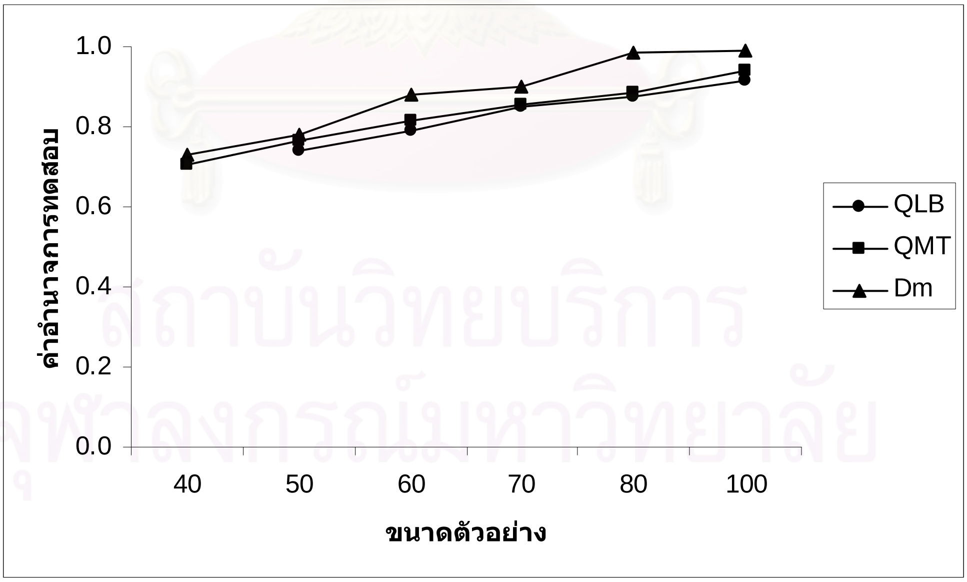


รูปที่ 4.12 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



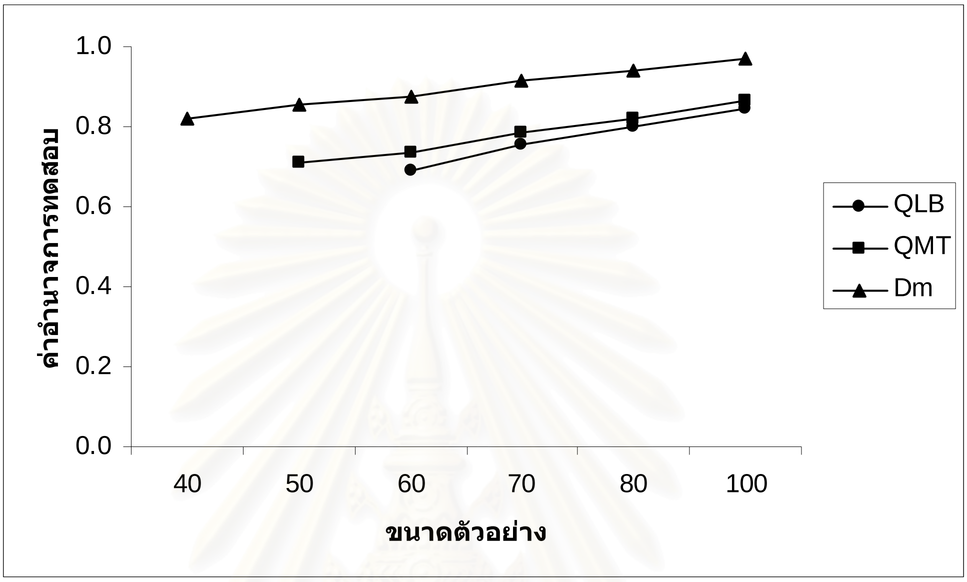
$\alpha = 0.10$



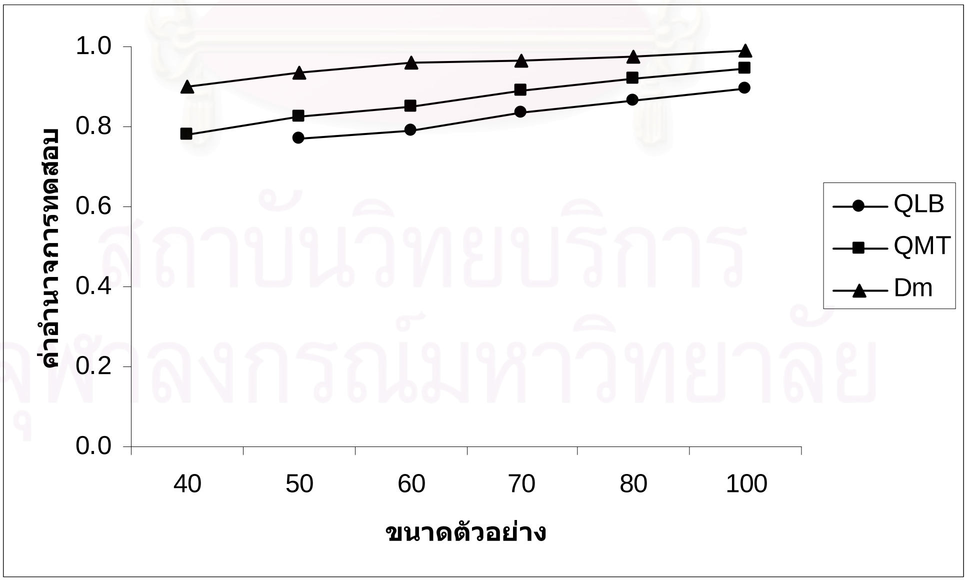
รูปที่ 4.12 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

$\alpha = 0.01$

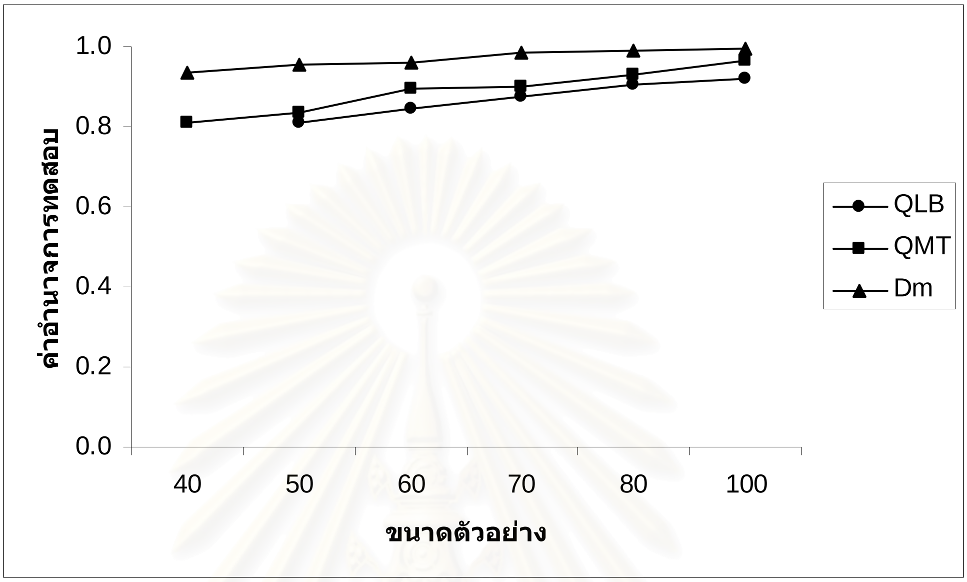


$\alpha = 0.05$



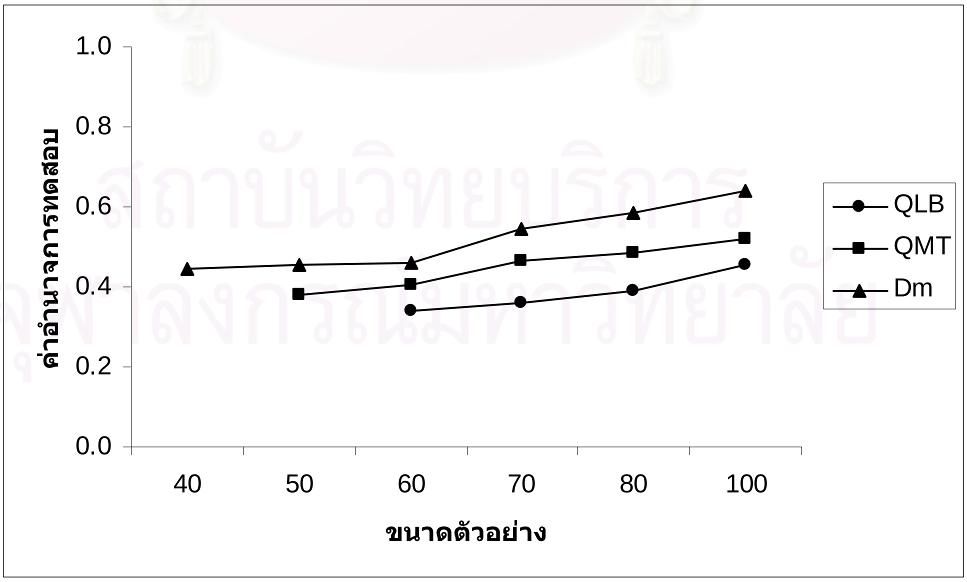
รูปที่ 4.12 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



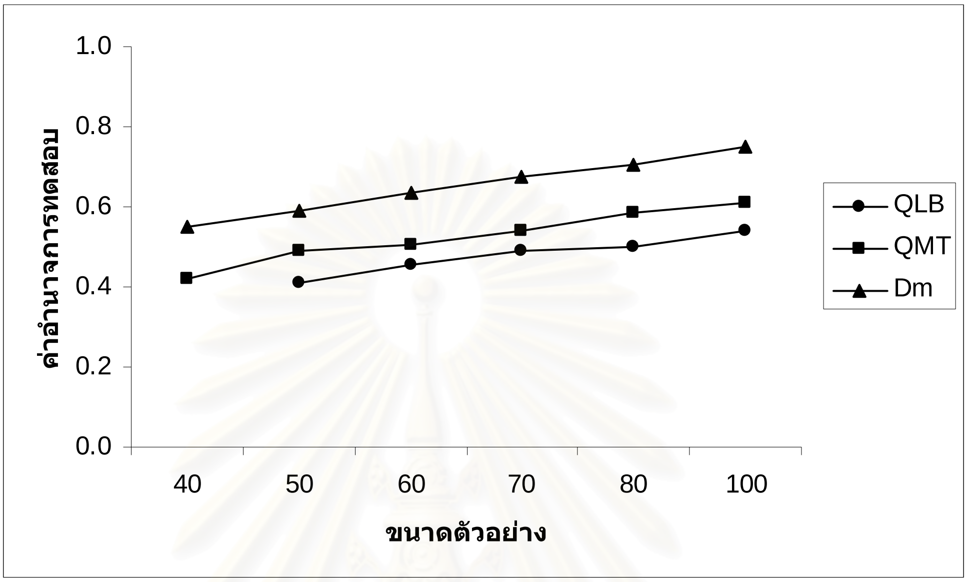
ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.7$, $\theta_1 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

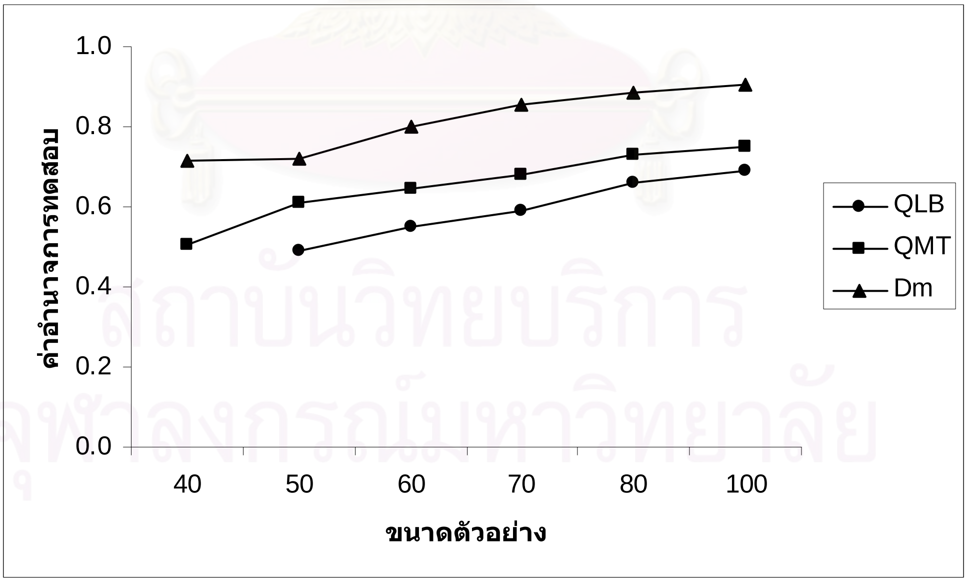


รูปที่ 4.12 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



$\alpha = 0.10$



4.2.2.3 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1)

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 นำเสนอด้วยตารางที่ 4.28 และรูปที่ 4.8 สรุปรายละเอียดดังนี้

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ซึ่งตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันที่ทุกระดับนัยสำคัญ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เมื่อขนาดตัวอย่างน้อย ๆ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุด รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เมื่อขนาดตัวอย่างน้อย ๆ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.33 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(1)) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.3$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1) , AR(2) , MA(2) และ ARMA(1,1) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.3$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.698*	-	0.607	0.865*	-	0.706	0.936*
50	-	0.456	0.765*	0.696	0.668	0.926*	0.796	0.759	0.957*
60	0.572	0.522	0.849*	0.763	0.716	0.950*	0.866	0.802	0.978*
70	0.612	0.577	0.905*	0.848	0.769	0.975*	0.895	0.851	0.986*
80	0.709	0.652	0.966*	0.881	0.839	0.987*	0.957	0.903	0.995*
100	0.795	0.747	0.984*	0.907	0.882	0.991*	0.983	0.935	0.997*

ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.263*	-	0.216	0.422*	-	0.324	0.557*
50	-	0.130	0.326*	0.310	0.259	0.528*	0.405	0.364	0.664*
60	0.235	0.142	0.430*	0.374	0.305	0.611*	0.464	0.409	0.716*
70	0.266	0.156	0.488*	0.407	0.313	0.647*	0.517	0.434	0.768*
80	0.297	0.173	0.542*	0.473	0.365	0.714*	0.539	0.479	0.803*
100	0.356	0.220	0.598*	0.518	0.410	0.792*	0.581	0.539	0.843*

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.175*	-	0.193	0.274*	-	0.277	0.318*
50	-	0.109	0.206*	0.169	0.222	0.370*	0.257	0.295	0.397*
60	0.090	0.144	0.245*	0.181	0.251	0.400*	0.291	0.310	0.417*
70	0.105	0.183	0.287*	0.209	0.289	0.411*	0.321	0.351	0.447*
80	0.119	0.237	0.325*	0.223	0.317	0.482*	0.350	0.438	0.505*
100	0.136	0.289	0.386*	0.234	0.338	0.537*	0.396	0.473	0.554*

ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$

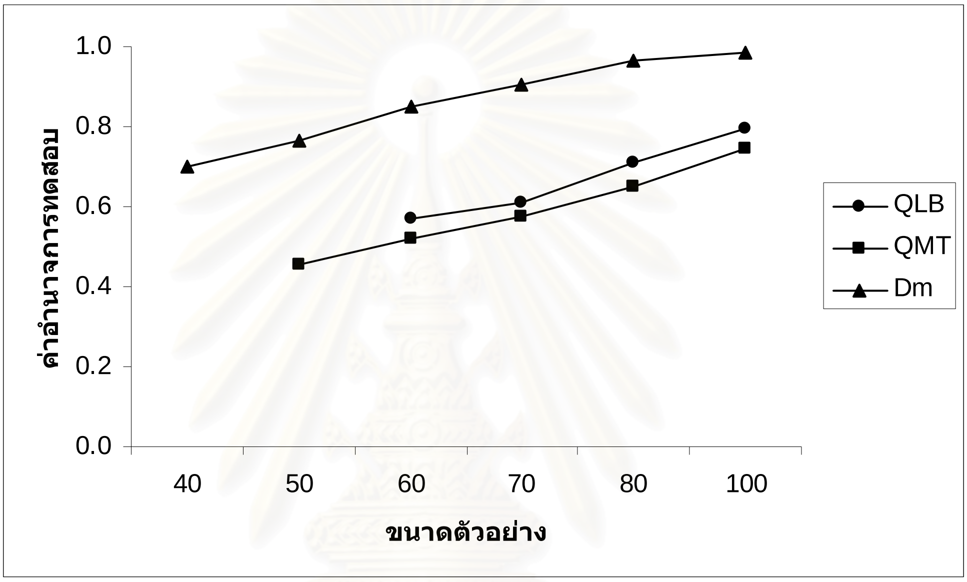
n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.205*	-	0.288	0.409*	-	0.372	0.623*
50	-	0.177	0.255*	0.352	0.300	0.433*	0.470	0.445	0.661*
60	0.265	0.193	0.309*	0.379	0.328	0.487*	0.531	0.458	0.705*
70	0.284	0.223	0.328*	0.411	0.353	0.521*	0.565	0.475	0.755*
80	0.307	0.237	0.375*	0.440	0.371	0.595*	0.620	0.508	0.783*
100	0.350	0.247	0.452*	0.487	0.411	0.633*	0.667	0.537	0.809*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

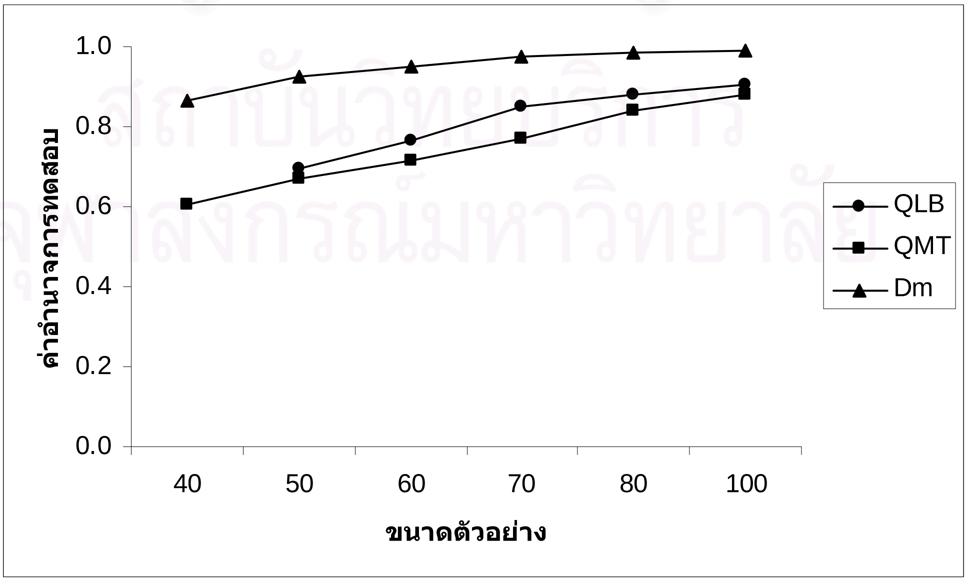
รูปที่ 4.13 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(1)) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.3$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1) , AR(2) , MA(2) และ ARMA(1,1) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.3$

$\alpha = 0.01$

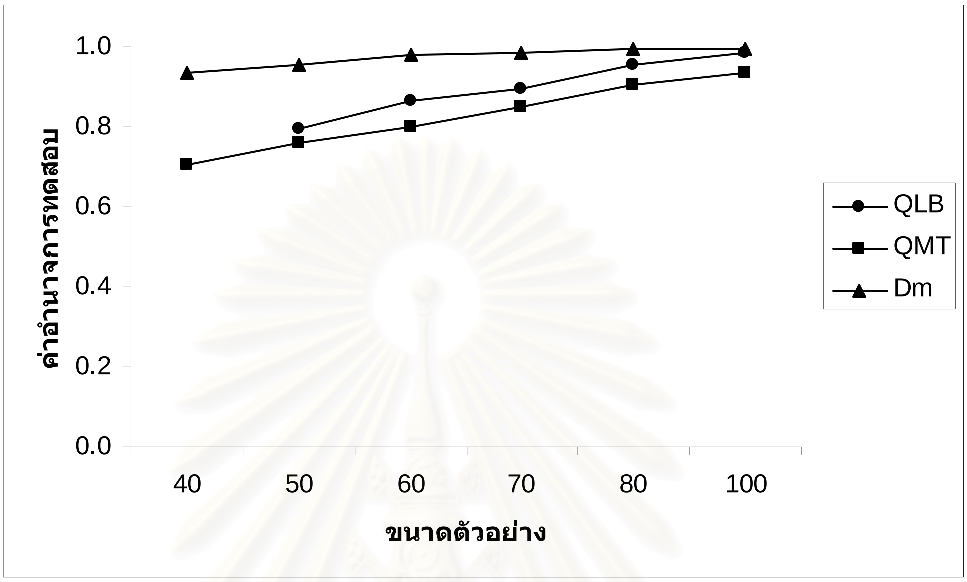


$\alpha = 0.05$



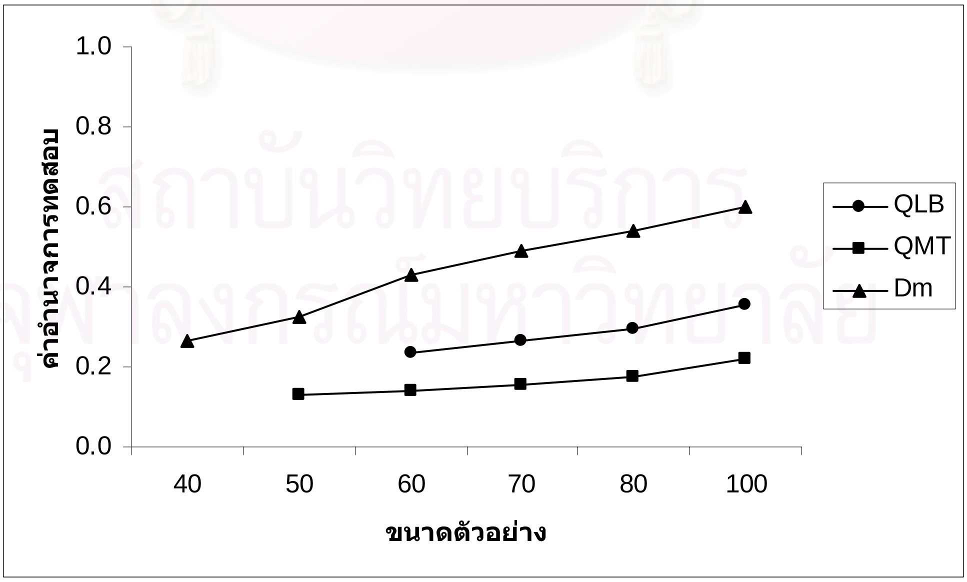
รูปที่ 4.13 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



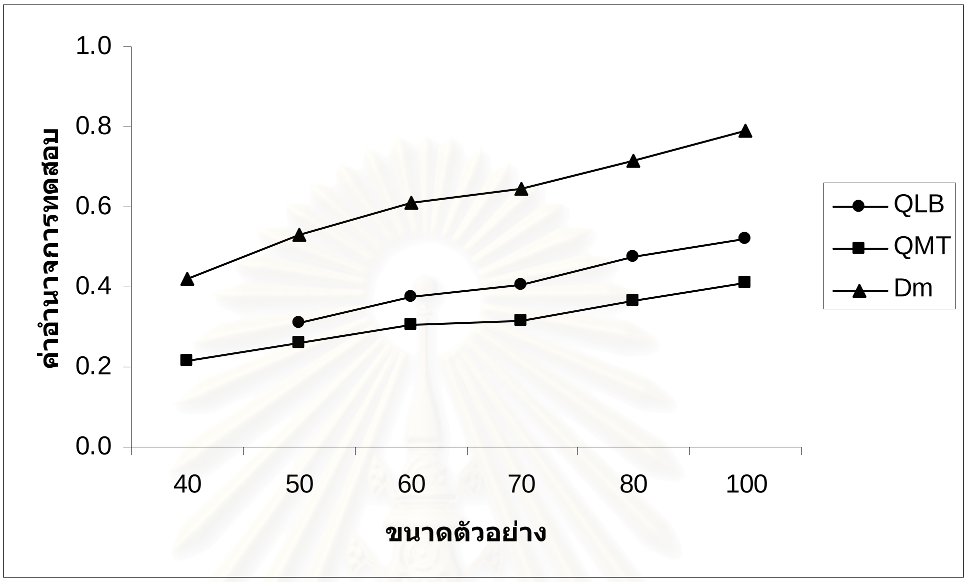
ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

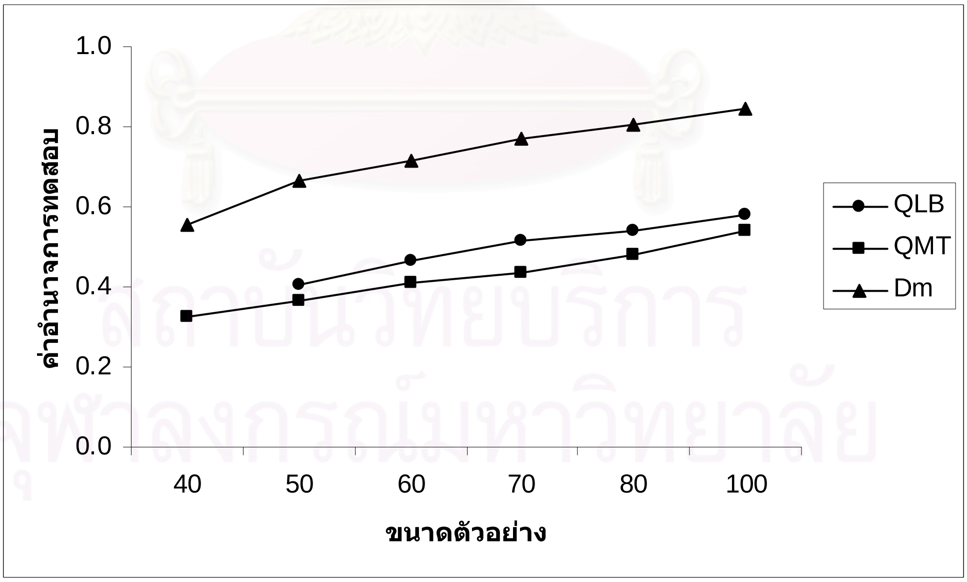


รูปที่ 4.13 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



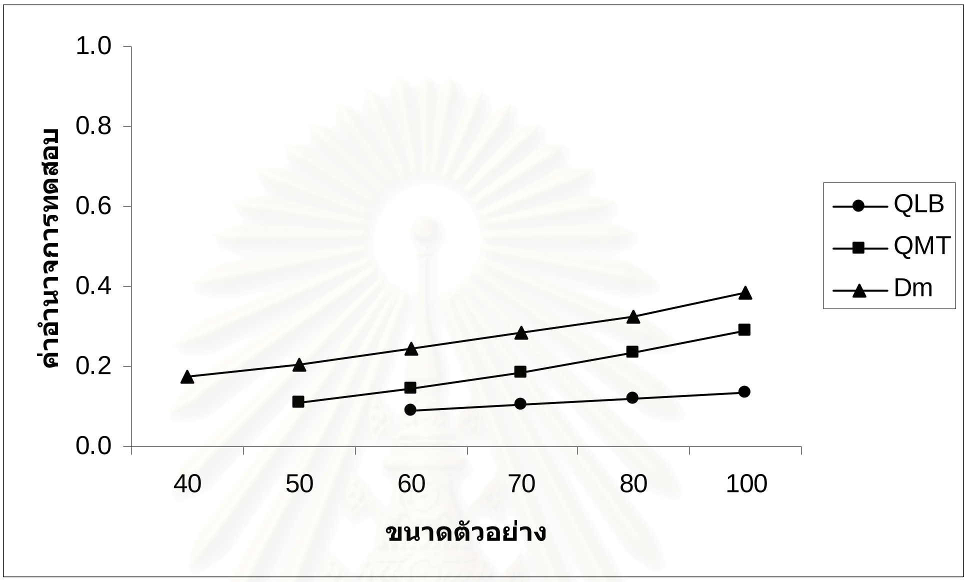
$\alpha = 0.10$



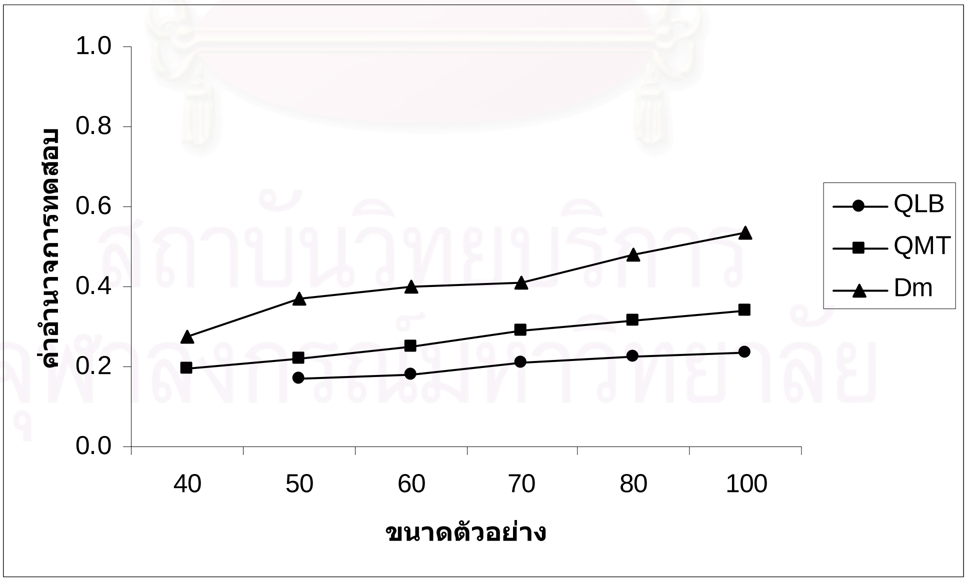
รูปที่ 4.13 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

$\alpha = 0.01$

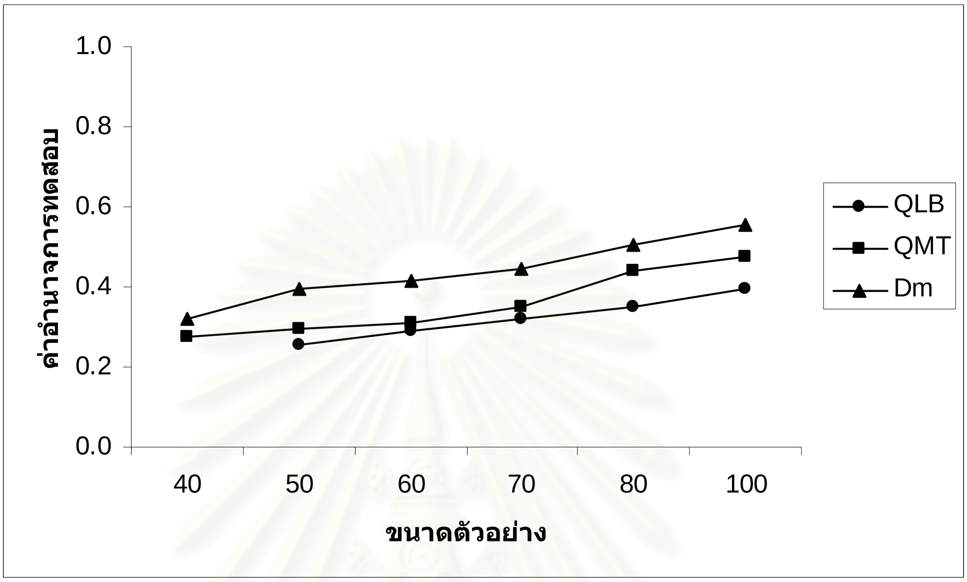


$\alpha = 0.05$



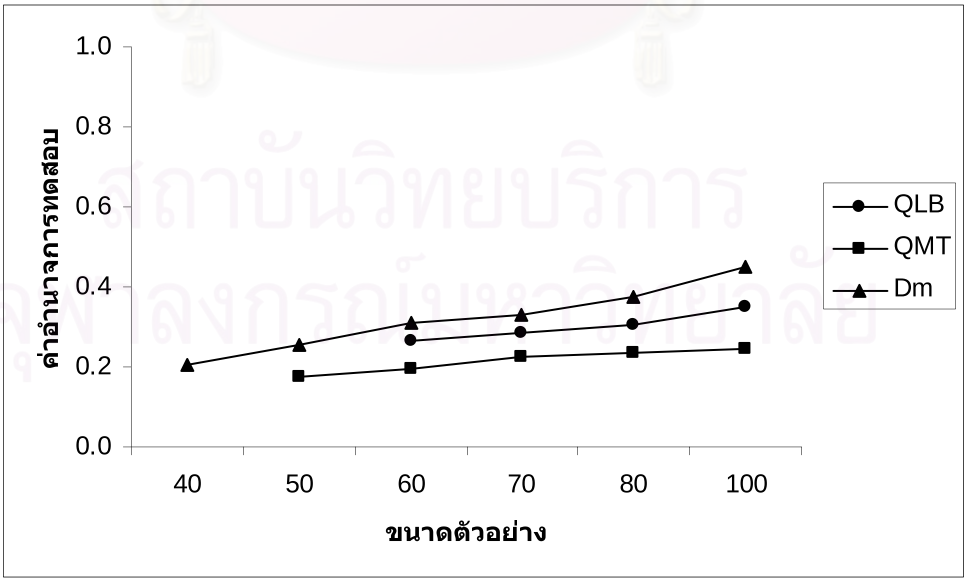
รูปที่ 4.13 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



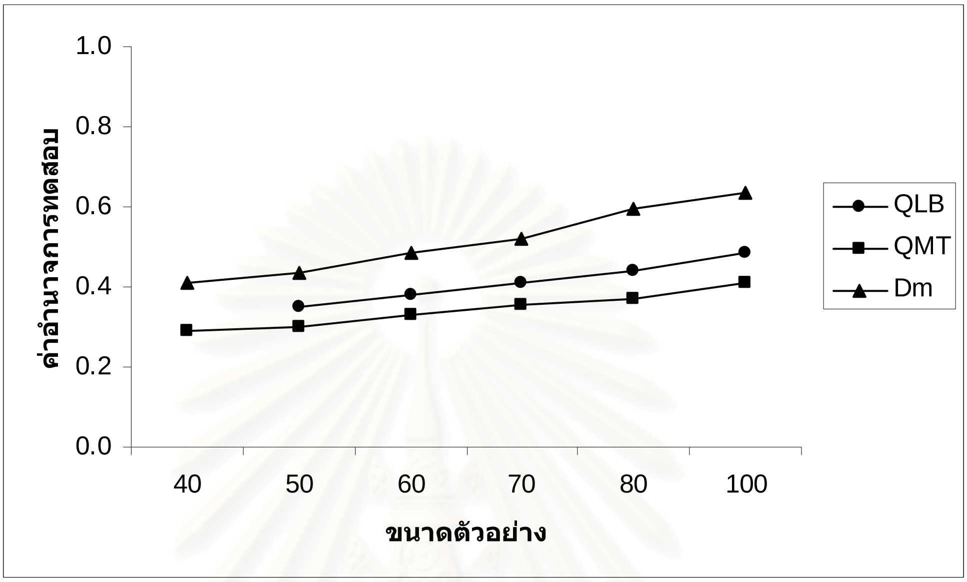
ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$

$\alpha = 0.01$

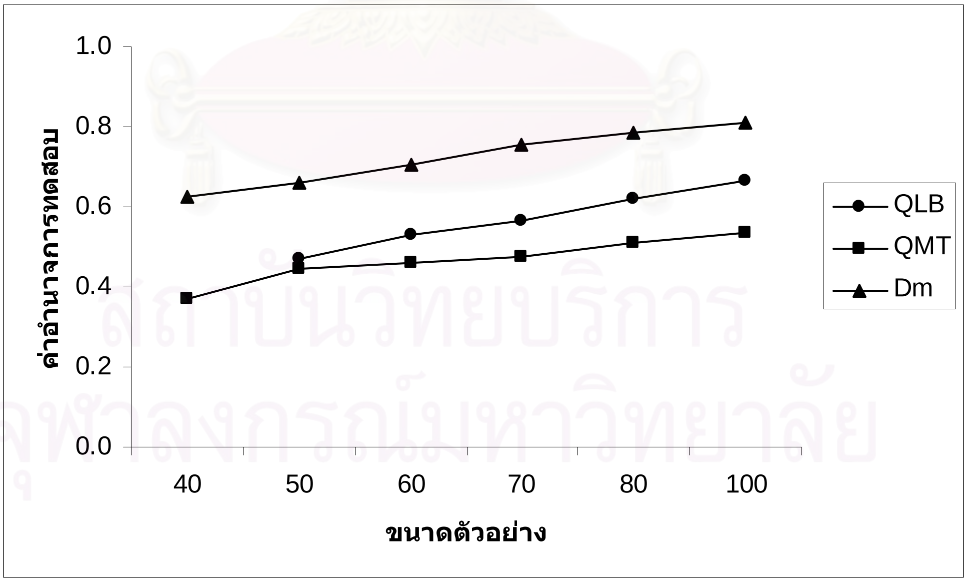


รูปที่ 4.13 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



$\alpha = 0.10$



4.2.2.4 ตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2)

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 นำเสนอด้วยตารางที่ 4.29 และรูปที่ 4.9 สรุปรายละเอียดดังนี้

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ซึ่งตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันที่ทุกระดับนัยสำคัญ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว จะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ทุกระดับนัยสำคัญ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10 ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.34 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(2)) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.1, \theta_2 = 0.8$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1) , AR(2) , MA(1) และ ARMA(1,1) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.1$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.480*	-	0.427	0.684*	-	0.570	0.741*
50	-	0.292	0.538*	0.535	0.495	0.720*	0.674	0.632	0.773*
60	0.456	0.369	0.575*	0.578	0.510	0.734*	0.726	0.662	0.824*
70	0.469	0.388	0.643*	0.622	0.578	0.762*	0.759	0.715	0.862*
80	0.506	0.455	0.671*	0.666	0.590	0.788*	0.781	0.723	0.899*
100	0.543	0.482	0.734*	0.754	0.623	0.823*	0.824	0.795	0.927*

ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.541*	-	0.532	0.692*	-	0.655	0.746*
50	-	0.384	0.611*	0.598	0.576	0.741*	0.741	0.724	0.766*
60	0.541	0.413	0.630*	0.637	0.619	0.773*	0.788	0.755	0.827*
70	0.562	0.513	0.704*	0.718	0.665	0.851*	0.852	0.807	0.881*
80	0.628	0.553	0.750*	0.772	0.694	0.862*	0.878	0.859	0.939*
100	0.685	0.649	0.775*	0.839	0.729	0.888*	0.920	0.899	0.964*

ตารางที่ 4.34 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.8$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.373*	-	0.288	0.405*	-	0.372	0.523*
50	-	0.234	0.446*	0.282	0.321	0.488*	0.352	0.435	0.594*
60	0.212	0.298	0.485*	0.291	0.376	0.507*	0.398	0.482	0.656*
70	0.272	0.360	0.522*	0.346	0.427	0.566*	0.434	0.508	0.693*
80	0.357	0.448	0.573*	0.425	0.488	0.615*	0.485	0.541	0.744*
100	0.465	0.521	0.614*	0.499	0.550	0.683*	0.517	0.574	0.782*

ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$

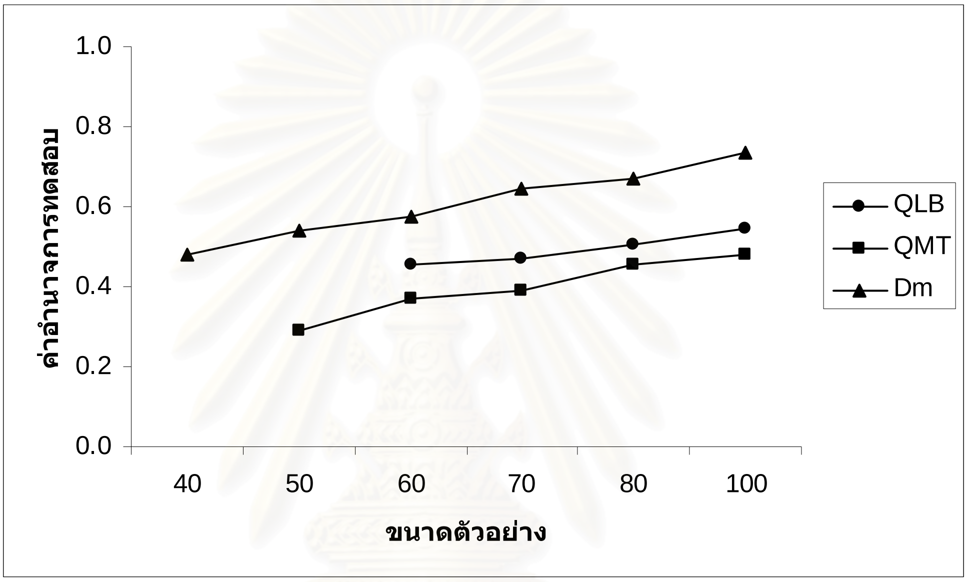
n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.463*	-	0.393	0.508*	-	0.525	0.618*
50	-	0.250	0.484*	0.473	0.444	0.546*	0.611	0.569	0.691*
60	0.384	0.298	0.503*	0.505	0.460	0.620*	0.673	0.642	0.709*
70	0.405	0.326	0.527*	0.588	0.550	0.646*	0.699	0.662	0.762*
80	0.459	0.360	0.577*	0.612	0.572	0.669*	0.728	0.693	0.787*
100	0.471	0.425	0.659*	0.678	0.651	0.719*	0.773	0.756	0.822*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

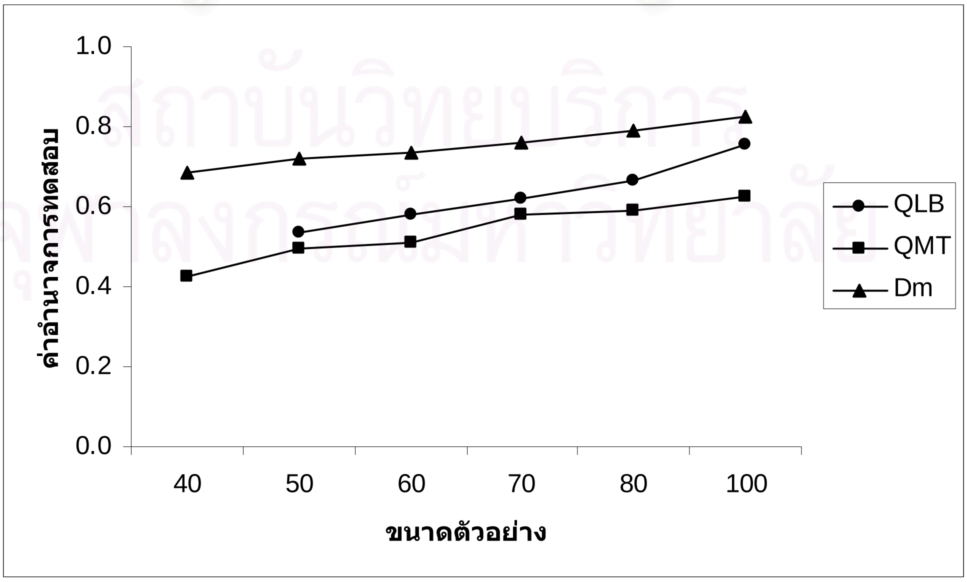
รูปที่ 4.14 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (MA(2)) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.1$, $\theta_2 = 0.8$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1) , AR(2) , MA(1) และ ARMA(1,1) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

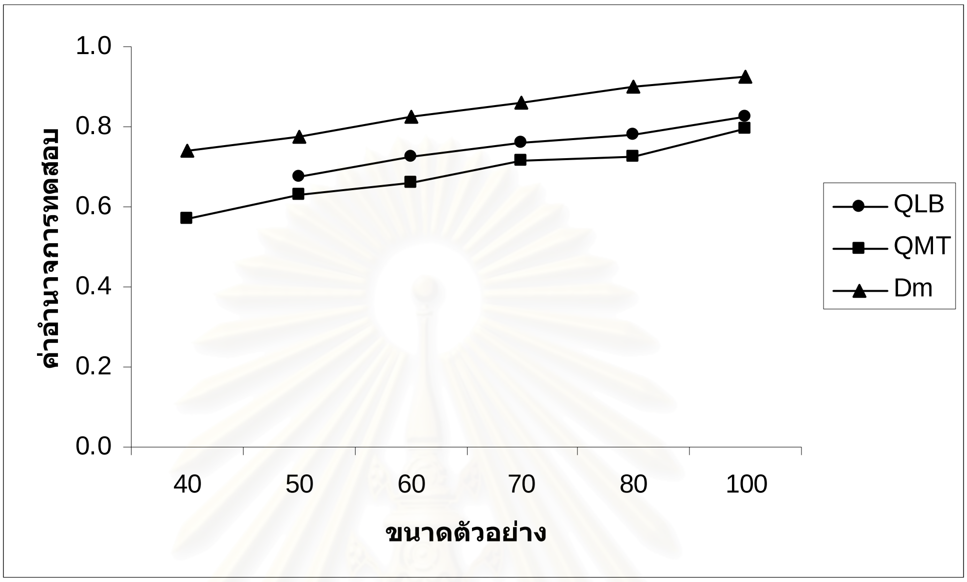


$\alpha = 0.05$



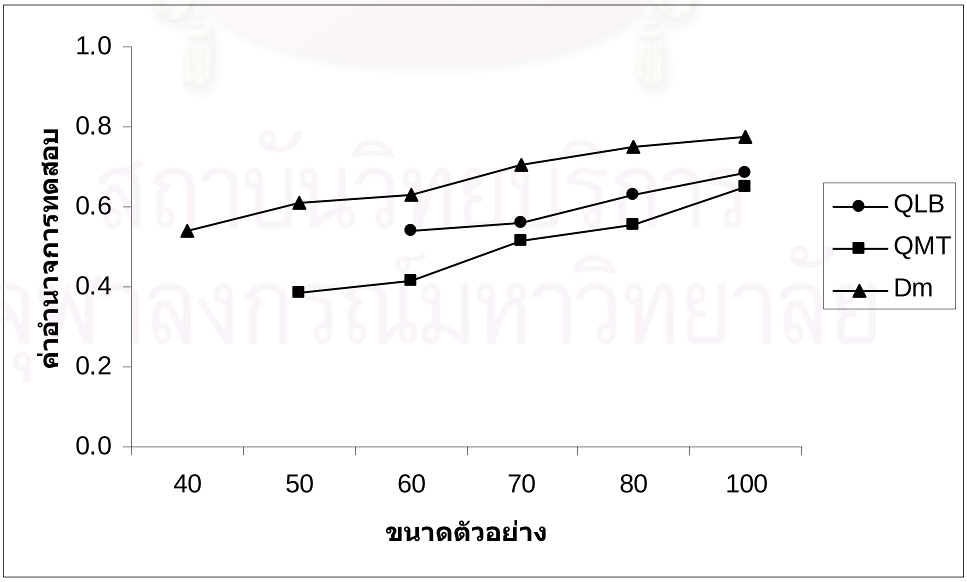
รูปที่ 4.14 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



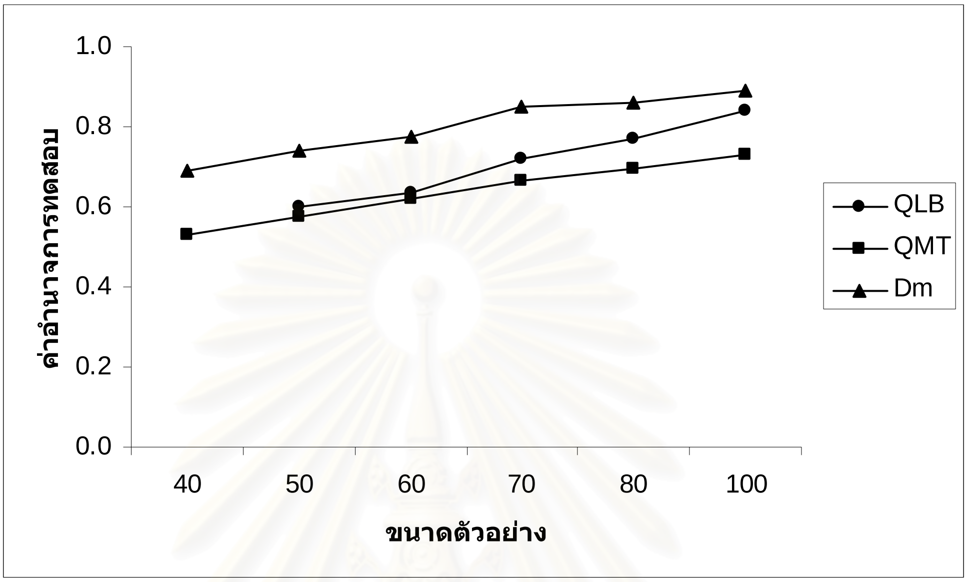
ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

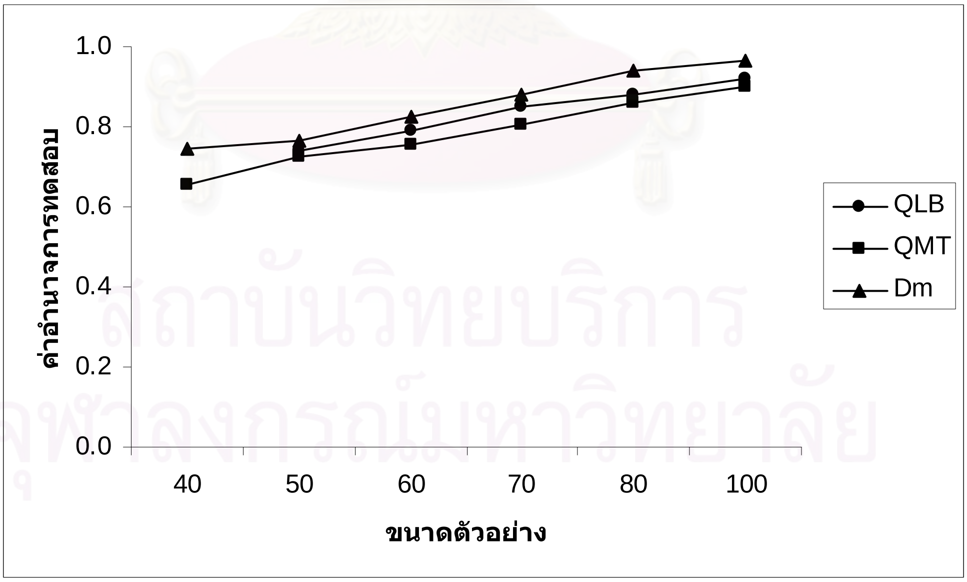


รูปที่ 4.14 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



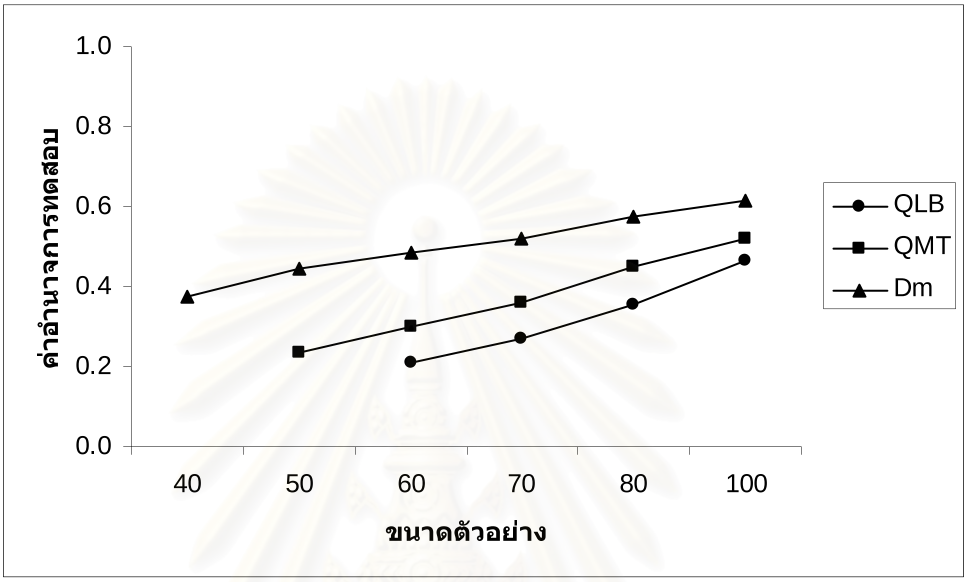
$\alpha = 0.10$



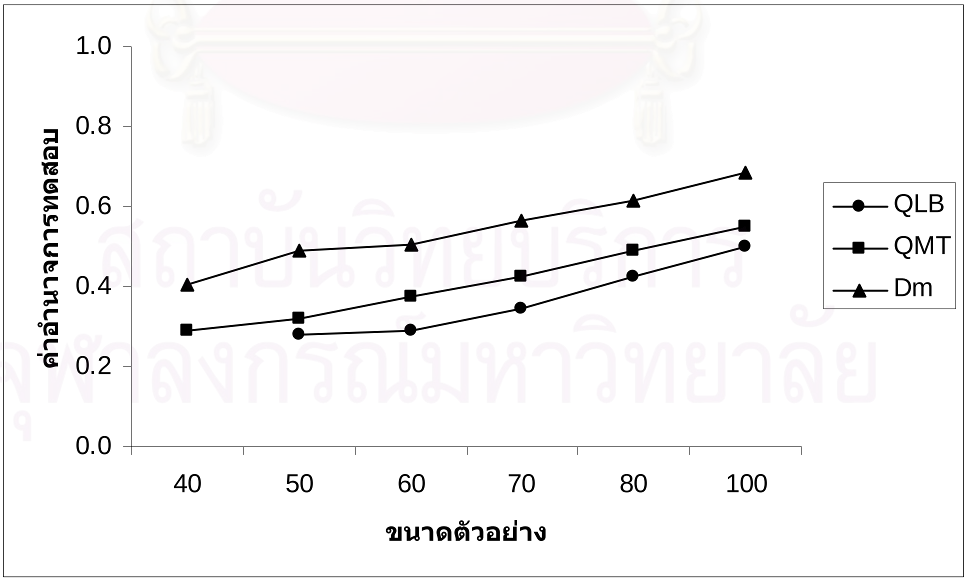
รูปที่ 4.14 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.8$

$\alpha = 0.01$

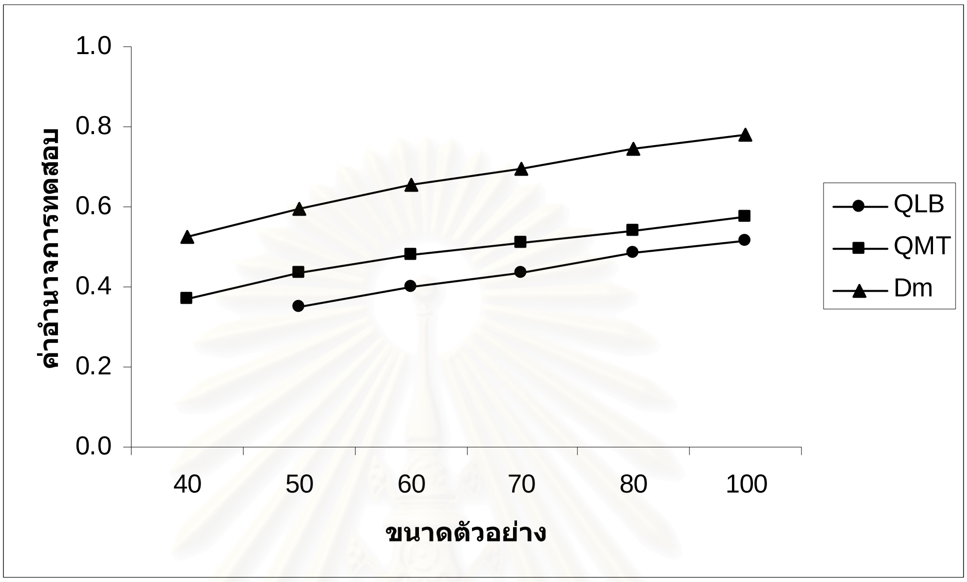


$\alpha = 0.05$



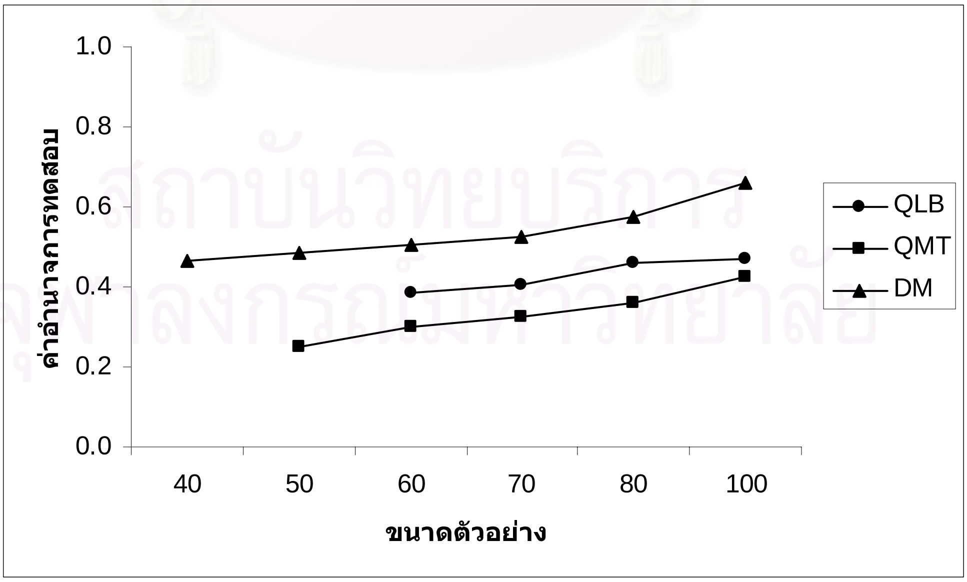
รูปที่ 4.14 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



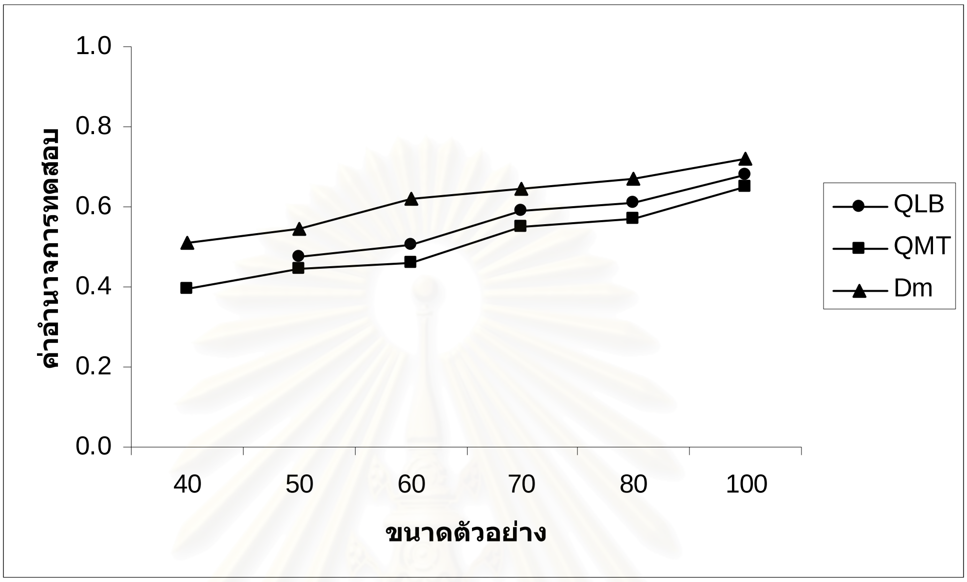
ตัวแบบ ARMA(1,1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\theta_1 = -0.2$

$\alpha = 0.01$

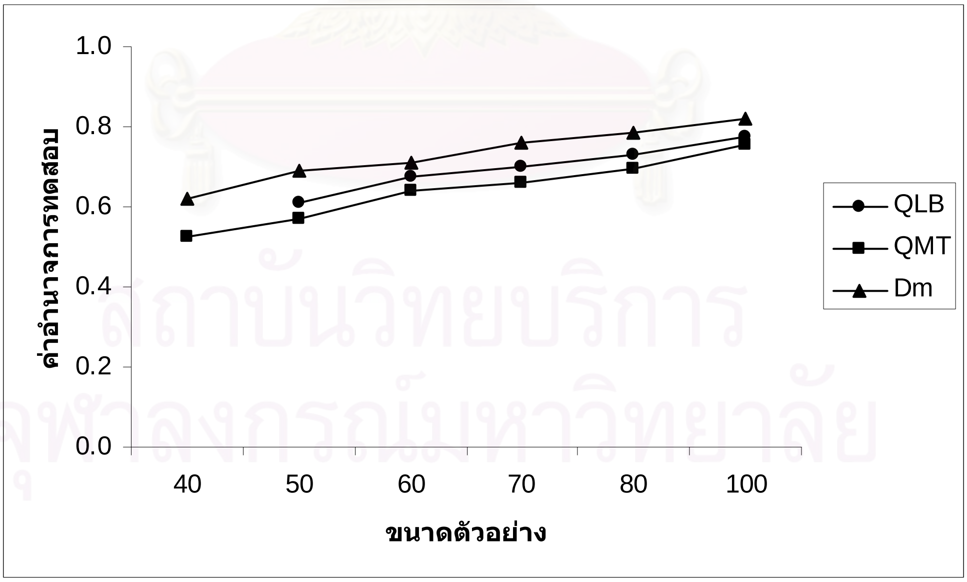


รูปที่ 4.14 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



$\alpha = 0.10$



4.2.2.5 ตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่งและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง ARMA(1,1)

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทั้ง 3 ตัว จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10 นำเสนอด้วยตารางที่ 4.30 และรูปที่ 4.10 สรุปรายละเอียดดังนี้

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่หนึ่ง AR(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ0.05 ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ตัวสถิติทดสอบทุกตัวจะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบอัตถดถอยอันดับที่สอง AR(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ซึ่งตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกันที่ทุกระดับนัยสำคัญ โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่หนึ่ง MA(1) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

เมื่อกำหนดข้อมูลให้เป็นตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่สอง MA(2) ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดที่ทุกระดับนัยสำคัญ รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เมื่อขนาดตัวอย่างน้อย ๆ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน โดยที่ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะเพิ่มขึ้นตามขนาดตัวอย่าง

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (ARMA(1,1)) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1), AR(2), MA(1) และ MA(2) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.1$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.522*	-	0.461	0.676*	-	0.605	0.740*
50	-	0.326	0.582*	0.573	0.541	0.724*	0.735	0.672	0.765*
60	0.459	0.336	0.644*	0.622	0.561	0.737*	0.774	0.690	0.798*
70	0.467	0.378	0.670*	0.667	0.633	0.771*	0.809	0.746	0.856*
80	0.515	0.455	0.687*	0.693	0.657	0.799*	0.829	0.757	0.889*
100	0.565	0.528	0.740*	0.732	0.712	0.864*	0.867	0.829	0.928*

ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.592*	-	0.445	0.792*	-	0.505	0.878*
50	-	0.359	0.660*	0.446	0.524	0.852*	0.555	0.588	0.923*
60	0.362	0.403	0.670*	0.454	0.568	0.877*	0.562	0.644	0.931*
70	0.417	0.469	0.765*	0.540	0.597	0.920*	0.640	0.672	0.963*
80	0.434	0.534	0.836*	0.551	0.614	0.956*	0.687	0.740	0.980*
100	0.549	0.578	0.895*	0.637	0.677	0.969*	0.747	0.787	0.985*

ตารางที่ 4.35 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.8$

n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.415*	-	0.445	0.615*	-	0.544	0.721*
50	-	0.308	0.479*	0.567	0.498	0.647*	0.678	0.582	0.809*
60	0.422	0.363	0.510*	0.638	0.531	0.712*	0.751	0.645	0.851*
70	0.480	0.469	0.572*	0.677	0.630	0.752*	0.788	0.713	0.899*
80	0.599	0.578	0.605*	0.752	0.717	0.850*	0.855	0.789	0.950*
100	0.701	0.677	0.730*	0.824	0.794	0.876*	0.901	0.848	0.969*

ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

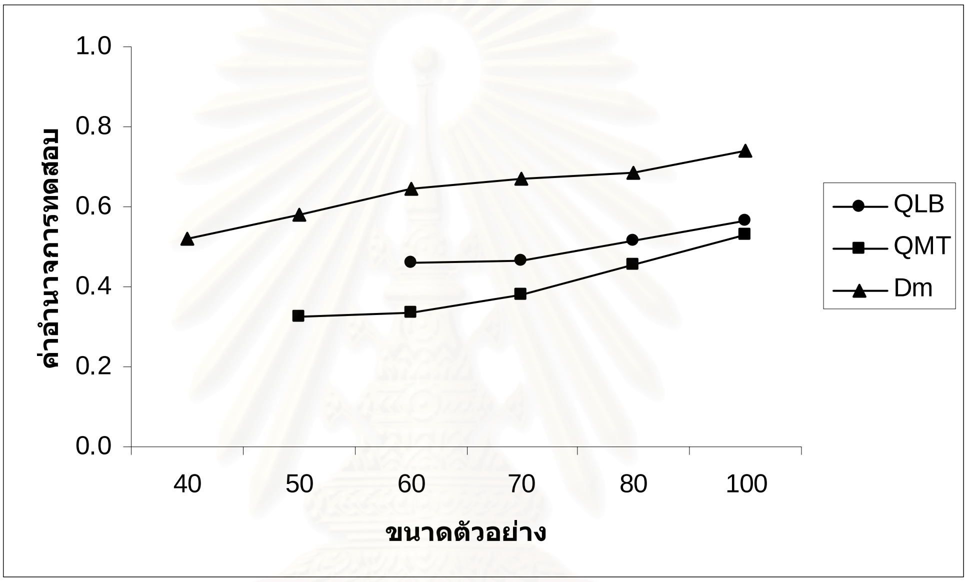
n	ระดับนัยสำคัญและตัวสถิติทดสอบ								
	0.01			0.05			0.10		
	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m	Q_{LB}	Q_{MT}	D_m
40	-	-	0.430*	-	0.283	0.450*	-	0.326	0.583*
50	-	0.190	0.454*	0.245	0.359	0.503*	0.354	0.388	0.604*
60	0.148	0.243	0.480*	0.288	0.388	0.597*	0.398	0.453	0.611*
70	0.171	0.294	0.543*	0.328	0.476	0.619*	0.428	0.508	0.642*
80	0.192	0.308	0.584*	0.335	0.499	0.628*	0.436	0.579	0.691*
100	0.256	0.343	0.630*	0.444	0.558	0.670*	0.542	0.655	0.722*

* หมายถึง ตัวสถิติทดสอบที่มีอำนาจการทดสอบสูงสุด

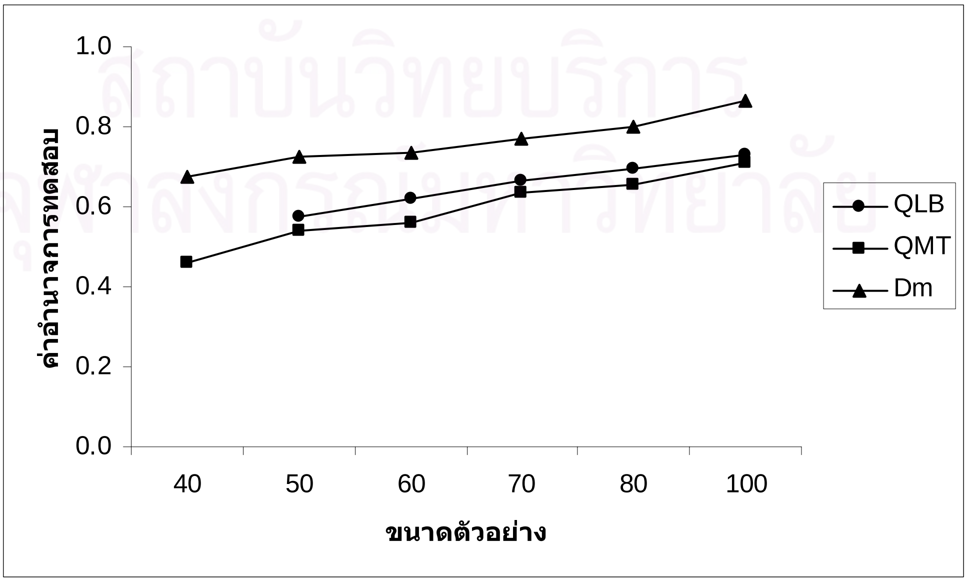
รูปที่ 4.15 แสดงค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} Q_{MT} และ D_m เมื่อข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ (ARMA(1,1)) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.2$, $\theta_1 = 0.6$ และกำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0 ได้แก่ ตัวแบบ AR(1) , AR(2) , MA(1) และ MA(2) สำหรับขนาดตัวอย่าง (n) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01, 0.05 และ 0.10

ตัวแบบ AR(1) พารามิเตอร์ $\phi_1 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

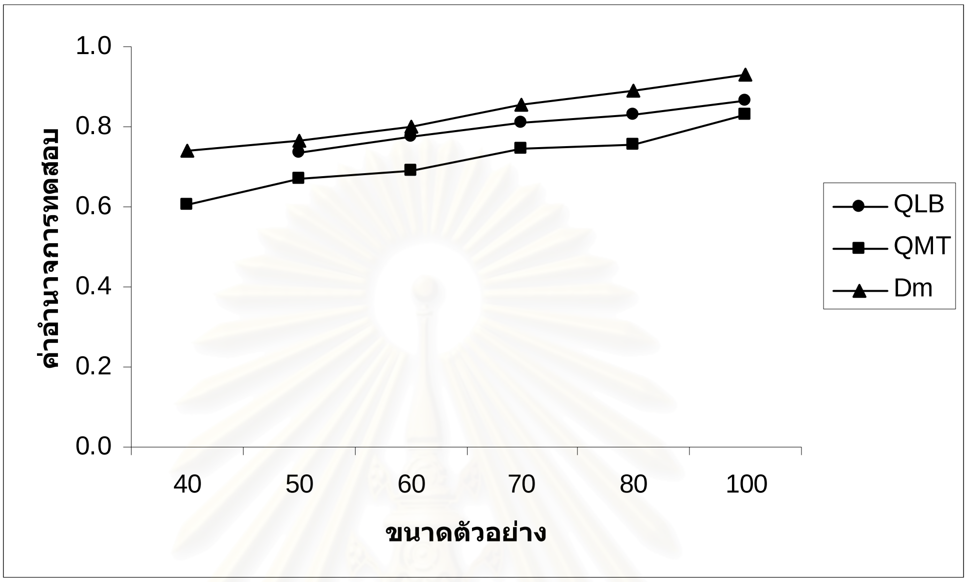


$\alpha = 0.05$



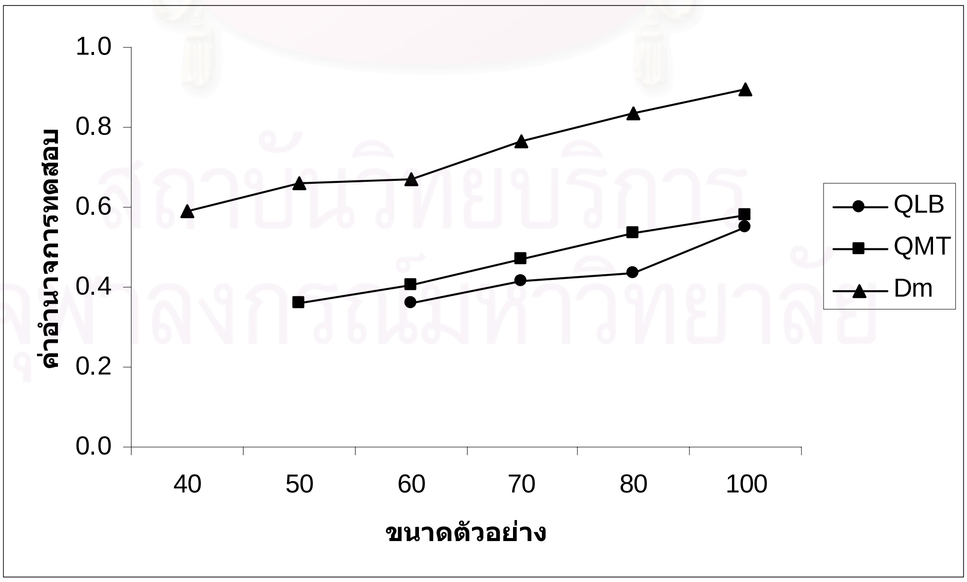
รูปที่ 4.15 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



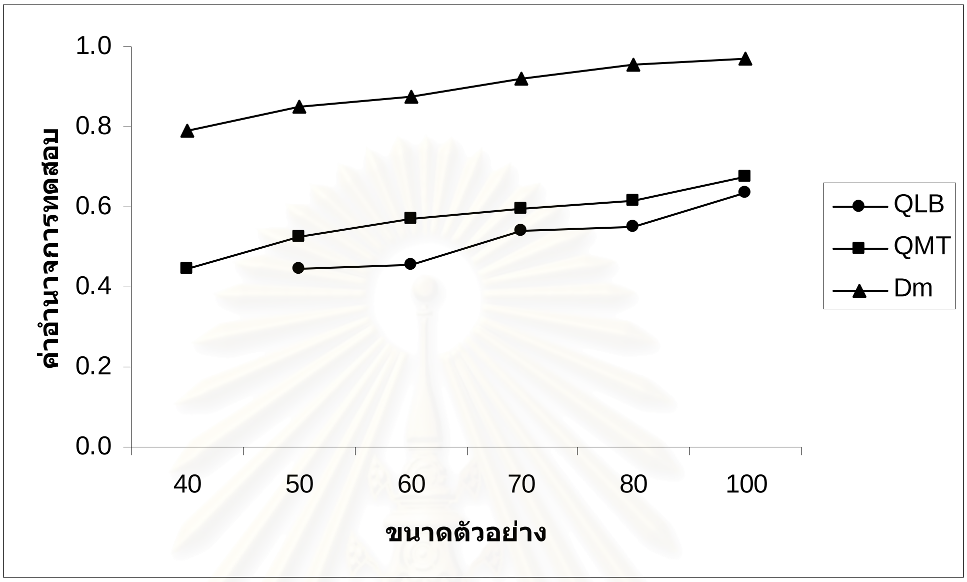
ตัวแบบ AR(2) พารามิเตอร์ $\phi_1 = -0.6$, $\phi_2 = 0.1$

$\alpha = 0.01$

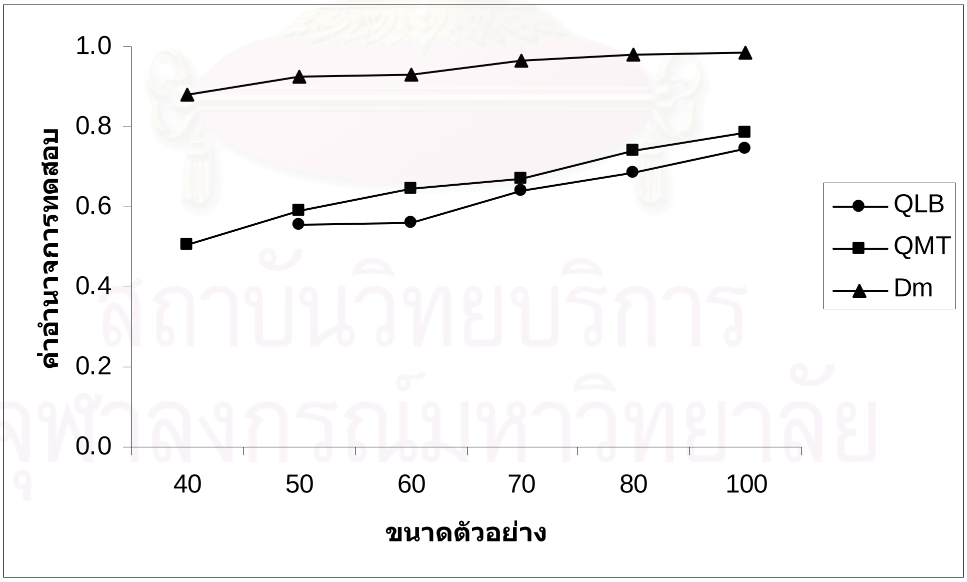


รูปที่ 4.15 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



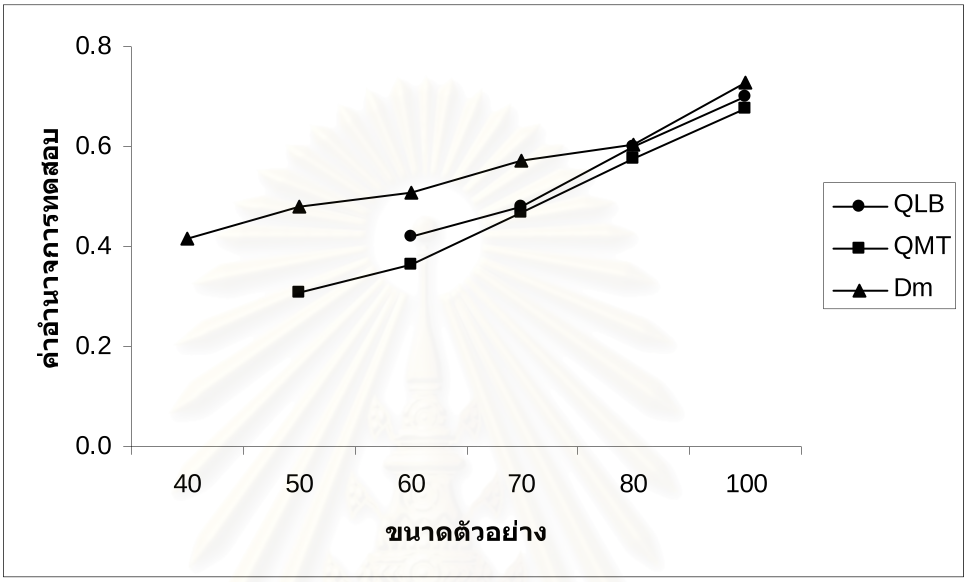
$\alpha = 0.10$



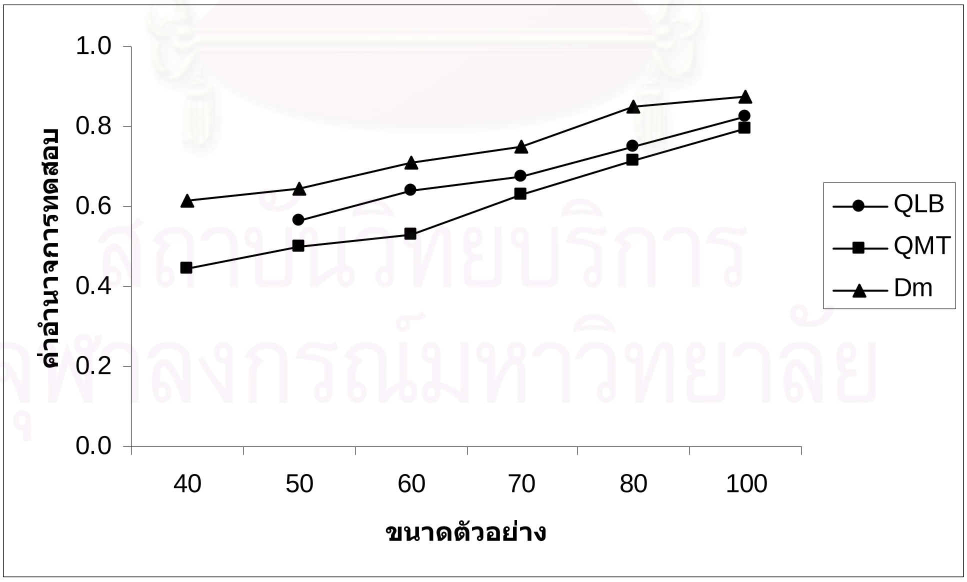
รูปที่ 4.15 (ต่อ)

ตัวแบบ MA(1) พารามิเตอร์ $\theta_1 = 0.8$

$\alpha = 0.01$

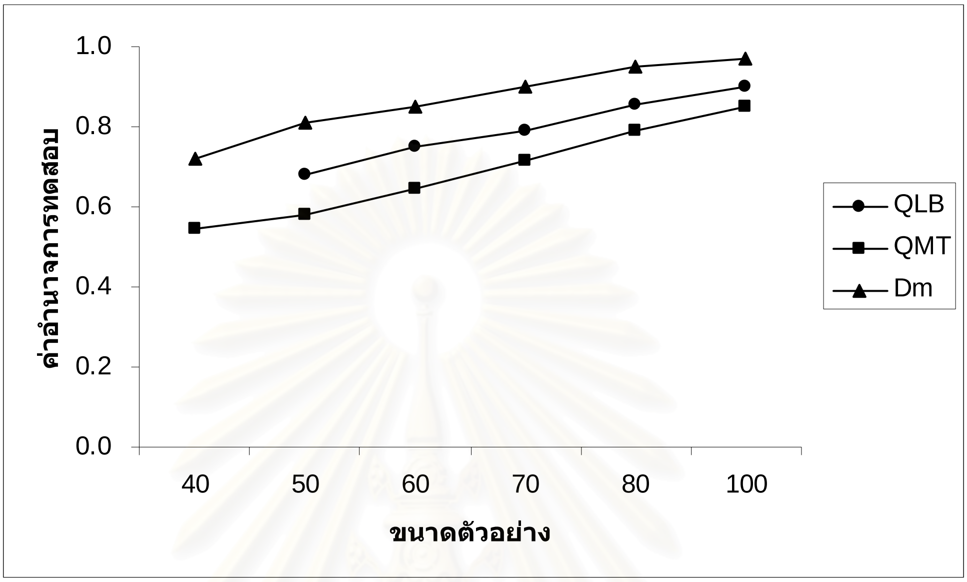


$\alpha = 0.05$



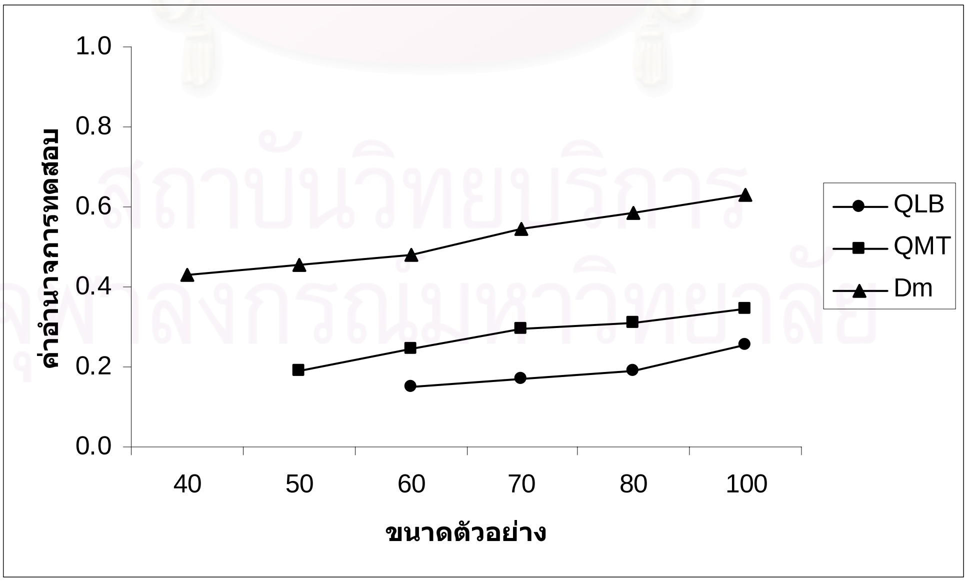
รูปที่ 4.15 (ต่อ)

$\alpha = 0.10$



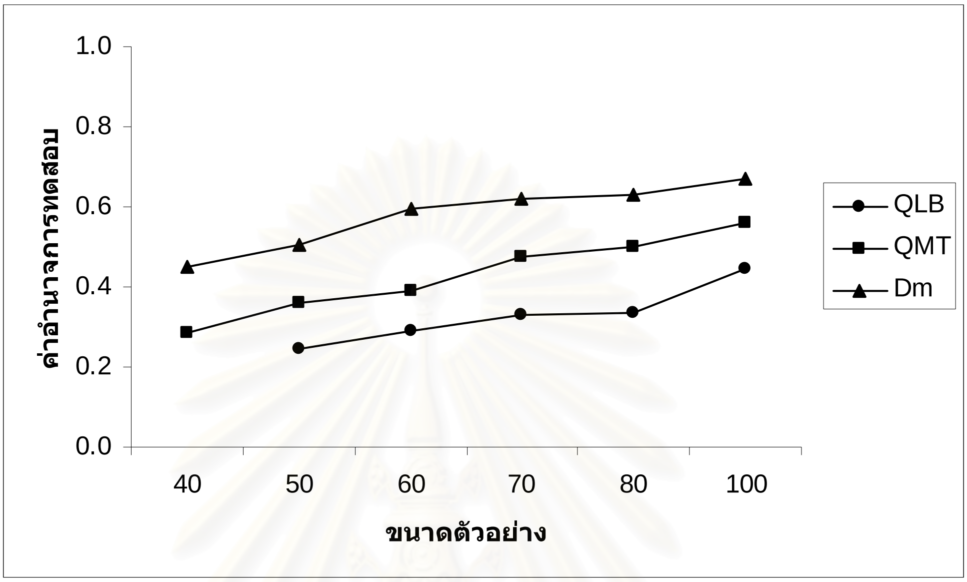
ตัวแบบ MA(2) พารามิเตอร์ $\theta_1 = -0.5$, $\theta_2 = 0.2$

$\alpha = 0.01$

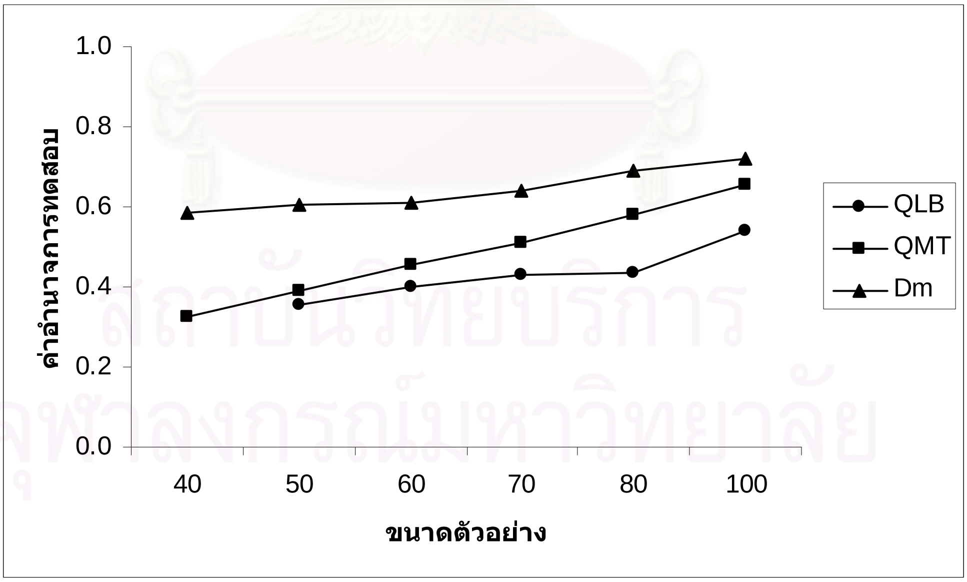


รูปที่ 4.15 (ต่อ)

$\alpha = 0.05$



$\alpha = 0.10$



จากการทดสอบในทุกกรณีที่ศึกษา สามารถตอบข้อสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ได้ดังนี้

ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดทุกกรณีที่ศึกษา รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ทั้งนี้ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะขึ้นอยู่กับการกำหนดตัวแบบและค่าพารามิเตอร์ที่ต่างไปจากเดิมในกรณีต่าง ๆ

ส่วนในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ซึ่งทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่างและ/หรือลอการิทึมธรรมชาติ เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้ว จะให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับอนุกรมเวลาที่คงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบที่ใช้ทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา คือ ตัวสถิติทดสอบ Ljung - Box (Q_{LB}) ตัวสถิติทดสอบ Monti (Q_{MT}) และ ตัวสถิติทดสอบ Daniel - Julio (D_m) ซึ่งพิจารณาจากความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 และอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัว โดยศึกษาภายใต้ตัวแบบอนุกรมเวลา 5 ตัวแบบ โดยในแต่ละตัวแบบจะแบ่งลักษณะของอนุกรมเวลาออกเป็น 4 ลักษณะ ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ และขนาดตัวอย่าง 6 ระดับ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 , 0.05 และ 0.10

วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการจำลองแบบการทดลองด้วยวิธีการจำลองมอนติคาร์โลด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน77 เพื่อสร้างข้อมูลให้มีลักษณะตามแผนการทดลองที่กำหนด และกำหนดให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานซ้ำ ๆ กัน 1,000 ครั้งในแต่ละกรณี

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพิจารณาว่าตัวสถิติทดสอบใดที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลานั้น จะทำการเปรียบเทียบโดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 เป็นอันดับแรกแล้วจึงพิจารณาอำนาจการทดสอบเป็นอันดับต่อไป ซึ่งผลสรุปที่ได้จากการวิจัยสามารถแสดงได้ 2 กรณีดังนี้

5.1.1 ผลสรุปของความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1

จากการทดลองหาค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ของตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} และตัวสถิติทดสอบ D_m ซึ่งใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 คือ เกณฑ์การทดสอบแบบทวินาม ผลสรุป คือ

ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ศึกษา ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 และ 50 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.10

ตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ศึกษา ยกเว้นเมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากับ 40 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตัวสถิติทดสอบ D_m สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ศึกษา

ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ในค่าเฉลี่ยและ/หรือไม่คงที่ในความแปรปรวน จะทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ในสภาวะคงที่ก่อนประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ ซึ่งทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยการหาผลต่างและ/หรือลอการิทึมธรรมชาติ เมื่อทำการแปลงข้อมูลแล้ว จะให้ผลการทดลองเช่นเดียวกันกับอนุกรมเวลาที่คงที่ในค่าเฉลี่ยและคงที่ในความแปรปรวน

5.1.2 ผลสรุปอำนาจการทดสอบ

5.1.2.1 กรณีที่กำหนดอัตสหสัมพันธ์ในความคลาดเคลื่อนสุ่ม(a_t)

ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดทุกกรณีที่ศึกษา รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบQ_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ตามลำดับ ซึ่งกรณีที่ตัวสถิติทดสอบ D_m ให้ค่าอำนาจการทดสอบเข้าใกล้ 1 มากที่สุด คือ กรณีที่ข้อมูลถูกจำลองขึ้นภายใต้ตัวแบบ MA(2)

5.1.2.2 กรณีที่กำหนดตัวแบบให้ต่างไปจากตัวแบบใน H_0

ตัวสถิติทดสอบ D_m จะให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงสุดทุกกรณีที่ศึกษา รองลงมาคือ ตัวสถิติทดสอบQ_{MT} และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} ทั้งนี้ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบทั้ง 3 ตัวจะขึ้นอยู่กับการกำหนดตัวแบบและค่าพารามิเตอร์ที่ต่างไปจากเดิมในกรณีต่าง ๆ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ 2 ด้านดังนี้

5.2.1 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

การเลือกตัวสถิติทดสอบไปใช้จะพิจารณาตัวสถิติทดสอบที่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนแบบที่1 ได้ และให้อำนาจการทดสอบสูงสุด จากผลการวิจัยจะได้ว่า ควรเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบ D_m สำหรับทุกตัวแบบที่ศึกษา สำหรับตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบ D_m สำหรับตัวแบบ AR(1) และ AR(2) และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} จะให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับตัวสถิติทดสอบ D_m สำหรับตัวแบบ MA(1) และ MA(2) ซึ่งสามารถเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} แทนตัวสถิติทดสอบ D_m ในกรณีดังกล่าวได้ เนื่องจากตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} และตัวสถิติทดสอบ Q_{MT} มีวิธีการคำนวณที่ง่ายกว่าตัวสถิติทดสอบ D_m และตัวสถิติทดสอบ Q_{LB} มักจะหาใช้ได้ง่ายในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เช่น โปรแกรม SPSS เป็นต้น

5.2.2 ด้านการศึกษาวิจัย

ข้อเสนอแนะด้านการศึกษาวิจัยที่น่าจะศึกษาวิจัยต่อไป คือ

5.2.2.1 สำหรับกรณีที่ความคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ ตัวสถิติทดสอบเหล่านี้อาจจะไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งน่าจะมีการศึกษาวิจัยในปัญหาดังกล่าวต่อไป

5.2.2.2 การหาค่าวิกฤตในการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลา ด้วยตัวสถิติทดสอบ D_m นั้นอาจหาได้จากการสุ่มตัวอย่างซ้ำด้วยวิธีอื่น ๆ

5.2.2.3 ควรศึกษาการทดสอบเทียบความกลมกลืนสำหรับอัตสหสัมพันธ์ในตัวแบบอนุกรมเวลาที่ค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ หรือตัวแบบอนุกรมเวลาที่แตกต่างไปจากผู้วิจัย เพื่อนำผลการวิจัยมาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยที่มีอยู่

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ปรีชา แสงอาสภวิริยะ, ภาวดี วรปัญญาวัฒนา, วาสุเทพ ธะประสพ และ วีระยุทธ วงษ์ศิริ. ภาษาคอมพิวเตอร์ฟอร์แทรน 77. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ประกายพรึก, 2527.

วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล. การเปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบอนุกรมเวลา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

วัชรา ผลเจริญ. การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีอัตตสหสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะสมการถดถอยเชิงเส้นที่มีตัวแปรตามย้อนเวลาร่วมเป็นตัวแปรอิสระ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

ภาษาอังกฤษ

Abraham, B., and Ledolter, J. Statistical methods for forecasting. New York : John Wiley & Sons, 1983.

Analey, C.F., and Newbold,P. On the finite sample distribution of residual autocorrelation in autoregressive-moving average models. Biometrika 66(1979) : 547-553.

Box, G.E.P., and Jenkins, G.M. Time series analysis : Forecasting and control. San Francisco : Holden-Day, 1970.

Bowerman, B.L., and O'Connell, R.T. Forecasting and time series : An applied approach. California : Duxbury Press, 1993.

Davies, N., and Newblod,P. Some power studies of a portmanteau test of time series model specification. Biometrika 66(1979) : 153-155.

Davies, N., Triggs, C.M., and Newbold, P. Significance levels of the Box-Pierce portmanteau statistic in finite samples. Biometrika 64(1977) : 517-522.

Godfrey, L.G. Testing the adequacy of a time series model. Biometrika 66(1979) : 67-72.

Kwan, A.C.C., and Wu, Y. Further results on the finite-sample distribution of Monit's portmanteau test for the adequacy of an ARMA(p,q) model. Biometrika 84(1997) : 733-736.

Ljung, G.M. On a measure of lack of fit in time series models. Biometrika 65(1978) : 297-303.

Ljung, G.M. Diagnostic testing of univariate time series models. Biometrika. 73(1986) : 725-730.

Monti, A.C. A proposal for a residual autocorrelation test in linear model. Biometrika 81(1994) : 776-780.

Nakamura, S. Numerical Analysis and Graphic Visualization with Matlab. New Jersey : Prentice Hall PRT, 1996.

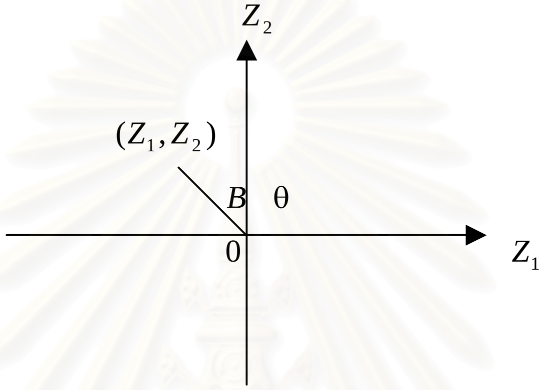
Pena, D., and Rodrignez, J. A powerful portmanteau test of lack of fit for time series. Journal of the American Statistical Association 97(2002) : 601-610.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การสร้างการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

การผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติใช้วิธีของ Box และ Muller (1985) โดยผลิตเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (N(0,1)) พร้อมกัน 2 ค่า และแต่ละค่าจะเป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ตัวผลิต (Generator) Z_1 และ Z_2 พิจารณาดังรูปต่อไปนี้



พิจารณาจากรูปจะได้

$$Z_1 = B\cos(\theta) \tag{1}$$
$$Z_2 = B\sin(\theta) \tag{2}$$

เนื่องจาก $B = Z_1^2 + Z_2^2$ มีการแจกแจงแบบไคกำลังสองด้วยองศาแห่งความเป็นอิสระ 2 และเทียบเท่าการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2 โดยวิธีแปลงผกผัน (Inverse Transformations) สามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียล ได้ดังนี้

$$B = (-2\ln R)^{1/2} \tag{3}$$

เมื่อ R เป็นเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง(0,1)

จากการสมมาตรของการแจกแจงแบบปกติ(Normal Distribution) จะได้ว่ามุม θ มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ ระหว่าง 0 ถึง 2π เรเดียน และมีรัศมี B กับมุม θ เป็นอิสระต่อกันจากสมการ (1) (2) และ (3) เราสามารถสร้างเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานจากตัวเลขสุ่ม 2 ชุด R_1 และ R_2 กล่าวคือ

$$Z_1 = (-2\ln R_1)^{1/2}\cos(2\pi R_2)$$
$$Z_2 = (-2\ln R_1)^{1/2}\sin(2\pi R_2)$$

ซึ่ง R_1 และ R_2 เป็นตัวเลขสุ่มที่สร้างจากฟังก์ชัน FUNCTION RNUN(1,IX) เมื่อได้ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแล้ว จะทำการแปลงตัวเลขสุ่มดังกล่าว โดยอาศัยฟังก์ชัน

$$EX_1 = \mu + \sigma Z_1$$
$$EX_2 = \mu + \sigma Z_2$$

ซึ่งจะได้ว่า EX_1 และ EX_2 มีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 $\left(EX_i \sim N(\mu,\sigma^2)\ ;\ i = 1,2\right)$ โดยรายละเอียดโปรแกรมย่อยสรุปได้ดังนี้

```
        SUBROUTINE NORMAL(RMEAN,VAR,EX1)
        REAL ZONE,ZTWO
        EXTERNAL RNSET,RNUN,UMACH
        CALL UMACH(2,NOUT)
        SD=SQRT(VAR)
        PI=3.14159265358979
        CALL RNUN(1,RONE)
        CALL RNUN(1,RTWO)
        IF(KKK.EQ.1) GOTO 100
        ZONE=SQRT(-2*ALOG(RONE))*COS(2*PI*RTWO)
        ZTWO=SQRT(-2*ALOG(RONE))*SIN(2*PI*RTWO)
        EX1=ZONE*SD+RMEAN
        KKK=1
        GOTO 200
100     EX1=ZTWO*SD+RMEAN
        KKK=0
200     RETURN
        END
```

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติของกระบวนการสเตชันนารี (Stationary) **และอินเวอร์ติเบิล**(Invertible)

คุณสมบัติของกระบวนการสเตชันนารี

สเตชันนารีจะเป็นคุณสมบัติของตัวแบบ AR(p) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้ $E(z_t)$ และ $V(z_t)$ คงที่ และ $Cov(z_t, z_{t-k})$ จะขึ้นกับ lag k อย่างเดียว การพิจารณาว่าค่าพารามิเตอร์ $\phi_1, \ldots, \phi_p$ ใดที่จะทำให้ตัวแบบ AR เป็นสเตชันนารีจะทำได้โดย

1) จากตัวแบบ AR(p)

$$z_t = K + \phi_1 z_{t-1} + \ldots + \phi_p z_{t-p} + a_t$$

หรือ

$$z_t - \phi_1 z_{t-1} - \ldots - \phi_p z_{t-p} = K + a_t$$

จะเขียนตัวแบบในเทอมของตัวดำเนินการถอยหลังเวลา(Backward Shift Operator) ได้เป็น

$$(1 - \phi_1 B - \ldots - \phi_p B^p) z_t = K + a_t$$

2) หาคำตอบของสมการ $1 - \phi_1 B - \ldots - \phi_p B^p = 0$ จะได้ค่าของ B จำนวน p ค่า จะเลือกค่า B เพียงหนึ่งค่าที่อยู่นอก unit circle นั่นคือ $|B|$ ต้องมีค่ามากกว่า 1 เงื่อนไขดังกล่าวของ B จะเป็นเงื่อนไขของสเตชันนารี

<u>ตัวแบบอัตสัมพันธ์อันดับที่หนึ่ง AR(1)</u>

ต้องการหาค่า ϕ_1 ในตัวแบบ AR(1) ที่ทำให้ตัวแบบเป็นสเตชันนารี โดยจากตัวแบบ

$$z_t = K + \phi_1 z_{t-1} + a_t$$

หรือ

$$(1 - \phi_1 B) z_t = K + a_t$$

คำตอบที่ได้จากการแก้สมการ $1 - \phi_1 B = 0$ คือ $B = \dfrac{1}{\phi_1}$ ซึ่งตัวแบบจะเป็นสเตชันนารีถ้า $|B| > 1$ นั่นคือ $|\phi_1| < 1$

<u>ตัวแบบอัตสัมพันธ์อันดับที่สอง AR(2)</u>

ต้องการหาค่า ϕ_1 และ ϕ_2 ในตัวแบบ AR(2) ที่ทำให้ตัวแบบเป็นสเตชันนารี โดยจากตัวแบบ

$$z_t = K + \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + a_t$$

หรือ

$$(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2)z_t = K + a_t$$

คำตอบที่ได้จากการแก้สมการ $1-\phi_1 B - \phi_2 B^2 = 0$ หรือ $\phi_2 B^2 + \phi_1 B - 1 = 0$ คือ

$$B = \frac{-\phi_1 \pm \sqrt{\phi_1^2 + 4\phi_2}}{2\phi_2}$$

สำหรับ $|B|$ ที่มีค่ามากกว่า 1 จะมีเพียงค่าเดียว นั่นคือกรณี $\phi_1 + \phi_2 < 1$, $\phi_2 - \phi_1 < 1$ และ $|\phi_2| < 1$

คุณสมบัติของกระบวนการอินเวอร์ติเบิล

อินเวอร์ติเบิลจะเป็นคุณสมบัติของตัวแบบ MA(q) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้หาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ a_t ในเทอมของ $z_t, z_{t-1}, \ldots$ ได้ การพิจารณาว่าค่าพารามิเตอร์ $\theta_1, \ldots, \theta_q$ ใดที่จะทำให้ตัวแบบ MA(q) เป็นอินเวิร์ติเบิลจะทำได้โดย

1) จากตัวแบบ MA(q)

$$z_t = K + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \ldots - \theta_q a_{t-q}$$

หรือ

$$z_t = K + (1-\theta_1 B - \ldots - \theta_q B^q)a_t$$

2) หาคำตอบของสมการ $1-\theta_1 B - \ldots - \theta_q B^q = 0$ จะได้ค่าของ B จำนวน q ค่า จะเลือก B เพียงหนึ่งค่าที่อยู่นอก unit circle นั่นคือ $|B|$ มีค่ามากกว่า 1 ซึ่ง B ที่มีค่าดังกล่าวจะเป็นเงื่อนไขของอินเวอร์ติเบิล

จะเห็นว่าคุณสมบัติของ $\theta_1 \ldots \theta_q$ ที่ทำให้ตัวแบบ MA(q) เป็นอินเวอร์ติเบิลจะเป็นทำนองเดียวกันกับคุณสมบัติของ $\phi_1, \ldots, \phi_p$ ที่ทำให้ตัวแบบ AR(p) เป็นสเตชันนารี เช่น สำหรับตัวแบบ MA(1) $|\theta_1| < 1$ จะทำให้ตัวแบบ MA(1) เป็นอินเวอร์ติเบิล และตัวแบบ MA(2) $\theta_1 + \theta_2 < 1$, $\theta_2 - \theta_1 < 1$ และ $|\theta_2| < 1$ จะทำให้ตัวแบบ MA(2) เป็นอินเวอร์ติเบิล

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภลักษณ์ ใจสูง เกิดเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2522 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2543 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2544