การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยใช้ตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่

กิตติศักดิ์ จังพานิช

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2559

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ กิตติศักดิ์ จังพานิช ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญาของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุศยา ปลั่งพงษ์พันธ์)

....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)

....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม)

....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง)

....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พัชรี วงษ์เกษม)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญาของมหาวิทยาลัยบูรพา

....คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี) และวิทยาการปัญญา
วันที่ 26 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กรเพชรปาณี ที่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ Professor Dr. Andrie Volodin จาก University of Regina ประเทศแคนาดา ที่ให้คำปรึกษาในการพัฒนาสูตรการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สนับสนุนทุนการศึกษาเพื่อศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก และขอขอบคุณ พ่อ แม่ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคนที่สนับสนุนทั้งด้านวิชาการและให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณผู้บริหารโรงพยาบาลศรีธัญญาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยและขอขอบคุณ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ ตำแหน่ง พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ ที่ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแฟ้มประวัติผู้ป่วยจิตเภท

คุณค่าและประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการีบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนถึงทุกวันนี้

กิตติศักดิ์ จังพานิช

56810025: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
คำสำคัญ: ตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่/ การแจกแจงไวบูล/ การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน/ การประมาณค่าแบบเบส์/ ผู้ป่วยจิตเวช

กิตติศักดิ์ จังพานิช: การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยใช้ตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่ (FORECASTING THE LENGTH OF HOSPITAL STAY FOR PSYCHIATRIC PATIENTS USING ADJUSTED ARIMAX MODEL) คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์:สุชาดา กรเพชรปาณี, Ph.D. 242 หน้า, ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000) และ 3) พยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ โดยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนที่พัฒนาขึ้น ปรากฏว่า

1.1 พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่างเป็น 100) และ 1,000 แต่ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100 (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่างเป็น 50), 200 และ 400 พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่า

1.2 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100, 200, 400 และ 1,000 แต่ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่า

2. ผลการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ตัวแปรพยากรณ์ประกอบด้วย เพศ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา ระดับความรุนแรงของโรค และวิธีการรักษา ปรากฏว่า ผลการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย 6.30 วัน หรือประมาณ 7 วัน การทดสอบผลการพยากรณ์กับข้อมูลจริงในปี พ.ศ. 2559 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ชี้ให้เห็นว่า สมการทำนายถูกต้อง 73.33 % ด้วยช่วงความเชื่อมั่น 99 %

56810025: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE;
Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: ADJUSTED ARIMAX/ WEIBULL DISTRIBUTION/ INVERSE GAUSSIAN DISTRIBUTION/ BAYESIAN ESTIMATION/ PSYCHIATRIC PATIENTS
KITTISAK JANGPHANISH: FORECASTING THE LENGTH OF HOSPITAL STAY FOR PSYCHIATRIC PATIENTS USING ADJUSTED ARIMAX MODEL. ADVISOR COMMITTEE: SUCHADA KORNPETPANEE, Ph.D. 242 P. 2016.

The aims of this study were (1) to estimate the parameter shape (α) and scale (β) of Inverse Gaussian distributions using Weibull as a prior distribution as derived by Bayesian estimation; (2) to compare the efficiency (absolute bias and MSE) of the parameters estimated (α, β) using Weibull and Gamma as prior distributions. The simulation was computed by Monte Carlo from 125 situations (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 and n = 50, 100, 200, 400, 1000) ; and (3), to forecast the length of hospital stay for psychiatric patients using an adjusted ARIMAX model by employing the parameters of an Inverse Gaussian distribution derived by Bayesian estimation to adjust the mean and variance of the error of the estimation. The results were as follows:

1. The efficiency of the estimators (α, β) of Inverse Gaussian distribution using Weibull as the prior distribution indicated that:

1.1 The shape parameter (α) trends to be more efficient than when using Gamma as the prior distribution, in sample sizes of 50 (except in the case of shape parameter is 100) and 1000; however in cases where the sample sizes were 100 (except in the case of shape parameter is 50), 200 and 400, the shape parameter (α) using Gamma as the prior distribution trends to be more efficient than using Weibull as the prior distribution.

1.2 The scale parameter (β) of Inverse Gaussian using Weibull as the prior distribution trends to be more efficient than using Gamma as the prior distribution in the sample sizes of 100, 200, 400 and 1000. When the sample size was 50, the scale parameter (β) of Inverse Gaussian using Gamma as the prior distribution trends to be more efficient than using Weibull as the prior distribution.

2. Forecasting the length of hospital stay for psychiatric patients of Srithanya hospital in 2016 via an adjusted $ARIMAX$ model consisted of several predictor variables: gender, number of admissions, phases of schizophrenia, and treatment programs. The error of estimation in the model was 6.30, or approximately 7 days. The accuracy of forecasting was tested using real data for psychiatric patients of Srithanya hospital in 2016 from January to April and found to correctly forecast 77.33 % of outcomes with a 99 % confidence interval.

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

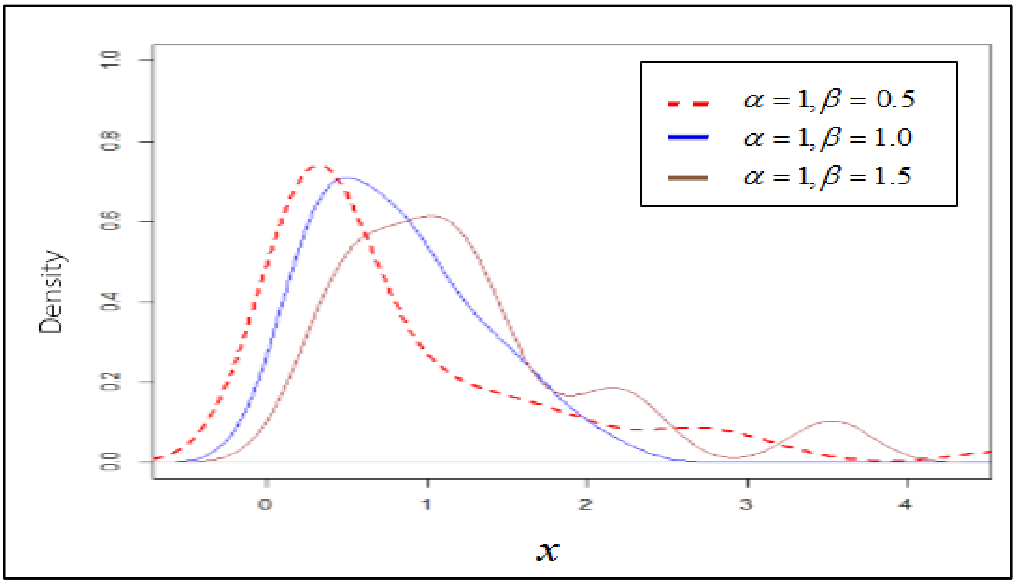
บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพยากรณ์เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันทั้งด้านธุรกิจ เศรษฐกิจ และสังคม โดยผู้ที่ใช้ข้อมูลในการพยากรณ์มีทั้งหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน เพื่อประกอบการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทของหน่วยงาน ค่าพยากรณ์ที่มีความถูกต้องและมีความแม่นยำสูง ข้อมูลในอดีตมีความสำคัญ สามารถใช้อธิบายเหตุการณ์ในปัจจุบันและอนาคตได้โดยข้อมูลในอดีตนั้นเกี่ยวข้องกับตัวแบบอนุกรมเวลาสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) แต่ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ข้อมูลในอดีตอธิบายเพียงอย่างเดียว ยังน่าเชื่อถือไม่เพียงพอ ได้มีการพัฒนาวิธีการพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาร่วมกับตัวแปรทำนาย (Predictor Variables) เรียกว่า ตัวแบบ $ARIMAX$ ภายใต้ข้อสมมติ (Assumption) ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และมีค่าความแปรปรวนคงที่ โดยพารามิเตอร์แต่ละตัวประมาณค่ามาจากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ถ้าข้อมูลที่ไม่ได้มีการแจกแจงปรกติ เช่น ข้อมูลที่เป็นช่วงเวลาซึ่งมีลักษณะเบ้ขวา ส่งผลให้ผลการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ขาดความแม่นยำ ดังนั้นเพื่อให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำ การเลือกการแจกแจงที่ตรงกับลักษณะของข้อมูลจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ (Stock & Watson, 1999, pp. 293-335; Tsui, Balli, Gilbey, & Gow, 2014)

ข้อมูลที่ไม่มีการแจกแจงปรกติส่วนใหญ่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลา การทดสอบการแจกแจงที่สามารถพบได้เป็นการแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ขวาโดยการแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ขวาที่นิยมใช้กัน คือ การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (Chhikara & Folks, 1977) สามารถเขียนกราฟฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น แสดงดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กราฟฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

การศึกษาเกี่ยวกับการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ Schrodinger and Smoluchowski ได้ร่วมกันพัฒนาการแจกแจงนี้ขึ้นมาเพื่อการวิจัยทางด้านคลินิก (Rykov, Balakrishnan, & Nikulin, 2010; Tweedie, 1957) มีนักสถิติหลายคนได้ศึกษาสมบัติทางสถิติของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนในการประมาณค่าพารามิเตอร์และทดสอบสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีในการอนุมานทางทฤษฎีสถิติ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบดั้งเดิม (Classical Statistics) ที่มีแนวคิดค่าพารามิเตอร์เป็นค่าคงที่ และ 2) การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ (Bayesian Statistics) ที่มีแนวคิดค่าพารามิเตอร์เป็นตัวแปรสุ่ม (Marshall & Spiegelhalter, 2007, pp. 409-444)

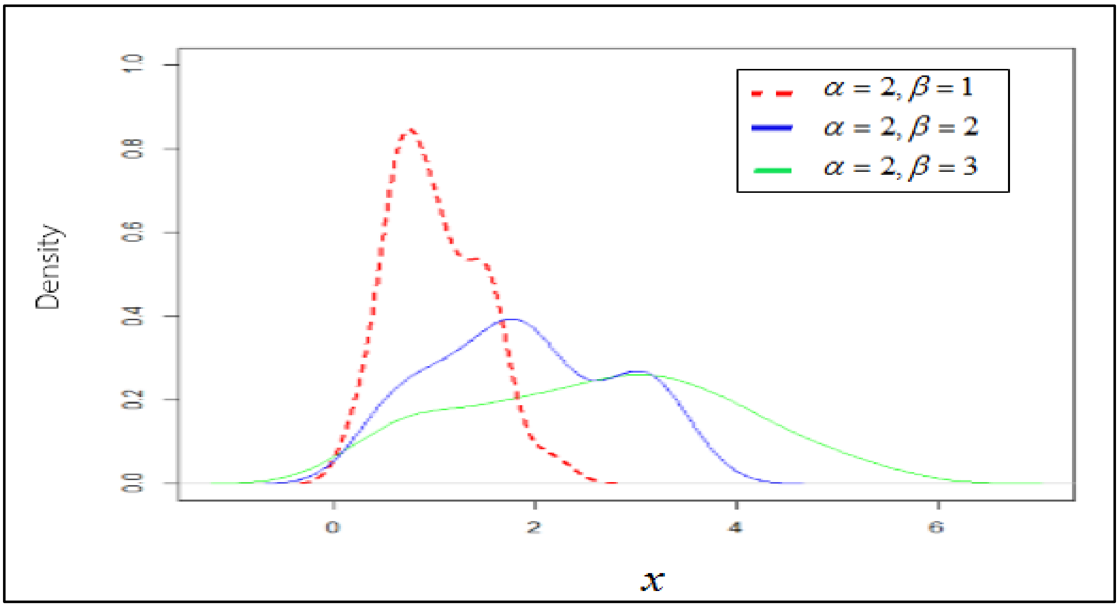
สถิติแบบดั้งเดิมที่ศึกษาการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ (Moment Generating Function) ในการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีโมเมนต์ที่ 1 ถึง โมเมนต์ที่ 4 คือ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ และความโด่ง ตามลำดับ มีสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีความคงเส้นคงวา (Consistent Estimators) แต่เป็นตัวประมาณที่เอนเอียง (Biased) (Ahmed, 2007; Bowman, Shenton, & Paul, 1998) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างและตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (Cheng & Amin, 1981; Abusev, 1998) ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์มีความคงเส้นคงวาและตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างเป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่เอนเอียงและมีความแปรปรวนต่ำสุดเสมอ (Uniformly Minimum Variance Unbiased Estimator) ชี้ให้เห็นว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเป็นตัวประมาณค่าที่ดี แต่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์มีประสิทธิภาพดีกว่าด้านการลู่เข้าเชิงความน่าจะเป็น (Coverage Probability) และผลการจำลองสถานการณ์ ปรากฏว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ (Bayesian Estimation) โดยใช้การแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Iwase & Seto, 1983; Beerli, 2006)

การศึกษาการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยการประมาณค่าแบบเบส์โดยใช้การแจกแจงก่อน มีการศึกษาใช้การแจกแจงแกมม่า (Gamma Distribution) การแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) การแจกแจงเจฟเฟรย์ (Jeffreys Distribution) การแจกแจงเอกรูป (Uniform Distribution) เป็นการแจกแจงก่อน (Prior Distribution) ด้วยการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าความน่าจะเป็นในการลู่เข้าสูงกว่าการแจกแจงปรกติเป็นการแจกแจงก่อน ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้การแจกแจงเจฟเฟรย์เป็นการแจกแจงก่อนให้ค่าความแปรปรวนต่ำกว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่มีการแจกแจงก่อน การใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความแปรปรวนต่ำกว่าการใช้การแจกแจงเอกรูป (Uniform Distribution) เป็นการแจกแจงก่อน (Banerjee & Bhattacharyya, 1979; Mahmoud, 1991; Sparks, Sutton, Toscas, & Ormerod, 2011) โดย

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีมีหลายเกณฑ์ เช่น ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสอง เกณฑ์ความแปรปรวนต่ำสุด เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ได้มีการศึกษาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยเกณฑ์ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสอง โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ปรากฏว่า การใช้การแจกแจงเอกรูปเป็นการแจกแจงก่อนให้ค่าฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองน้อยกว่าการใช้การแจกแจงเจฟเฟรย์เป็นการแจกแจงก่อน และการแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนให้ค่าฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองน้อยกว่าการใช้การแจกแจงเอกรูปเป็นการแจกแจงก่อน (Pandey and Bandyopadhyay, 2012; Feroze, 2012) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพ

จากสมบัติการเป็นตัวประมาณค่าที่ดีของพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ได้มีการนำตัวพารามิเตอร์มาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ เช่น การประมาณค่าระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเภท Whitmore (1975) การประมาณค่าระยะเวลาการดูดซึมและการกระจายตัวของยา Enfuvirtide (T-20) ในการต้านไวรัส HIV ในเลือด (Zhang, et al., 2002) การประมาณค่าระยะเวลาการดูดซึมของยาแก้ปวด (Hydromorphone) (Csajka, Drover, & Verotta, 2005) การดูดซึมยาในพลาสม่า (Tramadol Plasma) ของผู้ที่ป่วยเป็นโรคไวรัสตับอักเสบเอ และบี (Hepatitis) (Wang, Weiss, & Argenio (2008) และ การทดสอบการดูดซึมยาในพลาสม่า (Tramadol Plasma) ที่ประมาณด้วยการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเท่ากับระยะเวลาที่บันทึกไว้ในประวัติของผู้ป่วย (Brvar, Mateović-Rojnik, & Grabnar, 2014) การประมาณระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ของผู้ป่วยโรคหัวใจล้มเหลวแบบเรื้อรัง (Karadeniz, Bekiroglu, Karaca, Guler, & Guler, 2012, pp. 508-509) และ การประมาณค่าระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ของผู้ป่วยมะเร็งหลอดอาหาร (Oesophageal Cancer) (Ghadimi et al., 2012) เป็นต้น

นอกจากการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่มีลักษณะเบ้ขวาที่นิยมใช้ในการประมาณค่าช่วงเวลา การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ขวาใกล้เคียงกับการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนซึ่งใช้ในการประมาณค่าข้อมูลที่เป็นช่วงเวลา การประมาณค่าฟังก์ชันความน่าเชื่อถือ การประยุกต์ในด้านการเงิน ด้านคลินิกและด้านวิศวกรรม (Helu, Salih, & Alkam, 2010) กราฟแสดงฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูล แสดงดังภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-2 กราฟฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูล

การศึกษาสมบัติตัวประมาณค่าที่ดีของการแจกแจงไวบูลได้มีการประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างและพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนด้วยวิธีการทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Ratio Test) และจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมม่ามีอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงกว่าตัวประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลในกรณีที่ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 50 แต่ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 50 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลมีอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงกว่าการแจกแจงแกมม่า การศึกษานี้ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบดั้งเดิม ชี้ให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลมีประสิทธิภาพดีกว่าการแจกแจงแกมม่า การประมาณค่าแบบเบส์ได้ตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเป็นการแจกแจงที่มีเหมาะสมใช้กับข้อมูลที่เป็นช่วงเวลามากกว่าการแจกแจงปรกติ (Chhikara & Folks, 1977; MohdSaat, Jemain, & AlMashoor, 2008; Gelman, 2002) การประมาณค่าแบบเบส์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนก็มีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

ผลการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่ศึกษาประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเทียบกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการนำมาปรับตัวแบบ *ARIMAX* ให้เหมาะสมในการใช้กับข้อมูลที่เป็นช่วงเวลา

ข้อมูลช่วงเวลาที่ประโยชน์ต่อสังคม คือ ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญา ซึ่งปี พ.ศ. 2556 โรงพยาบาลศรีธัญญามีการรับผู้ป่วยไว้รักษามากที่สุด จำนวน 5,837 คน แม้ว่าจำนวนเตียงของโรงพยาบาลศรีธัญญามีมากกว่าโรงพยาบาลอื่น ๆ ที่รักษาด้านโรคจิตเวช (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, 2556) แต่เนื่องจากมีผู้ป่วยเป็นจำนวนมากจำนวนเตียงที่ให้บริการผู้ป่วยมีอยู่จำกัด ทำให้การให้บริการจัดการผู้ป่วยไม่เพียงพอต่อการรับไว้รักษา ทางโรงพยาบาลจึงต้องมีการวางแผนบริหารจัดการกับจำนวนผู้ป่วยที่รับไว้รักษา (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, 2556) ให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ป่วยที่ต้องรับไว้รักษาด้วยวิธีการพยากรณ์ แต่การพยากรณ์ของโรงพยาบาลใช้เพียงจำนวนวันโดยเฉลี่ยและวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น พบว่า ตัวแบบทำนายระยะเวลาเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยจิตเวชขาดความแม่นยำ ($R^2 = 17\%$) ส่งผลให้การให้บริการจัดการผู้ป่วยไม่เพียงพอต่อการรับไว้รักษา (Ong et al., 2016; Ismail et al., 2015; ยุพารัตน์ คุณรัตน์, 2545)

ดังนั้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการผู้ป่วยที่รับไว้รักษาในโรงพยาบาล ผู้วิจัยจึงสนใจในการสร้างสมการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญา โดยใช้ตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจง อินเวอร์สเกาส์เซียนที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ ซึ่งมีแนวโน้มให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากขึ้น

คำถามการวิจัย

1. ค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ประมาณด้วยวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนหรือไม่

2. ค่าพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) สูงกว่า 70 % (Ismail et al., 2015) หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000)

3. เพื่อพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ โดยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$

กรอบแนวคิดในการวิจัย

Chhilkara and Folks (1976) ได้หาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่มีประสิทธิภาพในการประมาณค่าของข้อมูลที่เป็นช่วงเวลามากกว่าการแจกแจงปรกติ การศึกษานี้ทำให้นักสถิติสนใจการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนทั้งสถิติแบบดั้งเดิมและสถิติแบบเบส์ นักสถิติแบบดั้งเดิมได้หาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Cheng & Amin, 1981; Abusev; 1998) เพื่อให้ได้ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพที่ดีสุด (Iwase & Seto, 1983; Beerli, 2006)

สำหรับนักสถิติแบบเบส์ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเช่นกัน โดยการศึกษาหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งที่ไม่ใช้การแจกแจงก่อนเทียบกับใช้การแจกแจงก่อน ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าที่ใช้การแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่า (Mahmoud, 1991) มีการเปรียบเทียบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้การแจกแจงก่อนต่าง ๆ หลายการแจกแจง เช่น การแจกแจงเอกรูป (Uniform Distribution) การแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) การแจกแจงแกมม่า (Gamma Distribution) การแจกแจงเจฟเฟรย์ (Jeffreys Distribution) ผลการศึกษาหลายงาน (Banerjee & Bhattacharyya, 1979; Pandey & Rao, 2010; Prakash, 2011; Sparks, Sutton, Toscas, & Ormerod, 2011; Pandey & Bandyopadhyay, 2012) ชี้ให้เห็นว่า การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มใช้เป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพในการประมาณค่าข้อมูลที่เป็นช่วงเวลาดีกว่าการแจกแจงอื่น

การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบดั้งเดิมและวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ สามารถสรุปได้ว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ที่ใช้การแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าตัวประมาณค่าวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (วิธีการประมาณค่าแบบดั้งเดิม) (Iwase & Seto, 1983; Beerli, 2006; Gelman, 2002) และการเลือกการแจกแจงก่อนได้นำแนวคิดของการประมาณค่าแบบดั้งเดิมที่กล่าวถึงตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลมีอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงกว่าการแจกแจงแกมม่า (MohdSaat, Jemain, & AlMashoor, 2008)

จากการเปรียบเทียบวิธีการวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบดั้งเดิมและวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ การวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นช่วงเวลา ในการสร้างตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ได้จากการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้

การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ *ARIMAX* โดยข้อมูลช่วงเวลาที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาและจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช (Stephens, White, Cudnik, & Patterson (2014; กนกวรรณ บุญอริยะ, รุ่งอรุณ โตศักดิ์ภราเลิศ, และ ศัรสนีย์ ประชุมศรี, 2552; ยุพารัตน์ คุณรัตน์, 2545) สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญา ประกอบด้วย เพศ (ชาย, หญิง) อายุ (ปี) ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (วัน) จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล (ครั้ง) ระดับความรุนแรงของโรค (ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase), ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase), ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase)) วิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า) สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (จ่ายด้วยตนเอง, ประกันสังคม, เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน) แสดงกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังภาพที่ 1-3

ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (α, β)

การปรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของตัวแบบ ARIMAX

$$e_t = y_t - m_{n-1}$$

เมื่อ

$$m_{n-1} = \frac{C_0}{C_0 + \frac{\sigma^2}{n-1}} \bar{y} + \frac{\frac{\sigma^2}{n-1}}{C_0 + \frac{\sigma^2}{n-1}} m_0$$

m_0 ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงก่อน

$$m_0 = \beta\Gamma(\frac{1}{\alpha} + 1)$$

C_0 ความแปรปรวนของการแจกแจงก่อน

$$C_0 = \beta^2\left[\Gamma(\frac{2}{\alpha} + 1) - (\Gamma(\frac{1}{\alpha} + 1))^2\right]$$

σ^2 ความแปรปรวนของการแจกแจงภายหลัง

$$\sigma^2 = \frac{\mathrm{n}}{\sum(\frac{1}{\mathrm{Y_i}} - \frac{1}{\bar{\bar{\mathrm{Y}}}})}$$

ตัวแบบ ARIMAX แบบดั้งเดิม

1. ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย ปี พ.ศ. 2553 – 2557
2. เพศ
3. อายุ
4. ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit
5. จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา
6. ระดับความรุนแรงของโรค
7. วิธีการรักษา
8. สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล

พยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

ภาพที่ 1-3 กรอบแนวคิดการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ *ARIMAX*

สมมติฐานของการวิจัย

1. ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล

2. ค่าพยากรณ์ระยะเวลาเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) สูงกว่า 70 %

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) และตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนสำหรับใช้ในการหาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนที่เหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นช่วงเวลา

2. ได้สมการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช

3. ญาติผู้ป่วยสามารถวางแผนในการเตรียมพร้อมเพื่อดูแลผู้ป่วยหลังจากการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล

4. โรงพยาบาลสามารถบริหารจัดการจำนวนเตียงให้เพียงพอกับจำนวนผู้ป่วยที่นอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตการจำลองสถานการณ์ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

จำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล 3 เงื่อนไข ($\alpha \times \beta \times \mathrm{n}$) จำนวน 125 สถานการณ์ (5x5x5) โดยใช้โปรแกรม R กำหนดค่า

$\alpha = 1,5,10,50,100$

$\beta = 1,5,10,50,100$

$n = 50,100,200,400,1000$ (Johnson, 2013; Feroze, 2012)

ทำซ้ำ จำนวน 10,000 รอบ

เปรียบเทียบค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียงและค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของตัวประมาณค่า α และ β ของตัวประมาณค่าของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

2. ขอบเขตการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

ใช้ข้อมูลทุติยภูมิของผู้ป่วยจิตเภทที่นอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่ายของโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2553 – 2557

ตัวแปรที่ใช้ศึกษา มี 8 ตัวแปร ดังนี้

1. ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย (วัน)
2. เพศ (ชาย, หญิง)
3. อายุ (ปี)
4. ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (วัน)
5. จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)
6. ระดับความรุนแรงของโรค (ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase), ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase), ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase))
7. วิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)
8. สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (จ่ายด้วยตนเอง, ประกันสังคม/บัตร 30 บาท, เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)

นิยามศัพท์เฉพาะ

การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (Inverse Gaussian Distribution) หมายถึง การแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ขวา มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (α) และพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) โดยมี $E(X) = \alpha$ และ $Var(X) = \dfrac{\alpha^3}{\beta}$

การแจกแจงแกมม่า (Gamma Distribution) หมายถึง การแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ขวา มี 2 พารามิเตอร์ คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (α) และพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) โดย $E(X) = \alpha\beta$ และ $Var(X) = \alpha\beta^2$

การแจกแจงไวบูล (Weibull Distribution) หมายถึง การแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ขวา มีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (α) และพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) โดย $E(X) = \beta\Gamma(\frac{1}{\alpha}+1)$ และ $Var(X) = \beta^2\left[\Gamma(\frac{2}{\alpha}+1) - (\Gamma(\frac{1}{\alpha}+1))^2\right]$

การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบดั้งเดิม (Classical Parameter Estimation) หมายถึง การประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยมีแนวคิดว่าค่าพารามิเตอร์เป็นค่าคงที่

การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ (Bayesian Estimation) หมายถึง วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยมีแนวคิดว่าค่าพารามิเตอร์เป็นตัวแปรสุ่ม ต้องใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นเข้ามาเกี่ยวข้อง

การแจกแจงก่อน (Prior Distribution) หมายถึง การสำรวจข้อมูลล่วงหน้า (Pilot Survey) เพื่อนำลักษณะของข้อมูล เช่น ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ไปปรับปรุงตัวประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์

ค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงของข้อมูลกับค่าประมาณ

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่ากำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าจริงของข้อมูลกับค่าประมาณ

ประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ หมายถึง ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียงและค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด

เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Methods) หมายถึง การจำลองสถานการณ์โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างเลขสุ่มและทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ค่าที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์ลู่เข้าสู่ค่าจริง โดยอาศัยกฎเลขจำนวนมาก (Law of Large Number)

การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญา หมายถึง การทำนายจำนวนวันที่ป่วยจิตเภทต้องนอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีธัญญาจนถึงวันที่แพทย์ประเมินให้จำหน่าย

ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล (Length of Hospital Stay) หมายถึง ช่วงเวลาที่ผู้ป่วยนอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล ตั้งแต่มีการรับ Admit จนถึงผู้ป่วยสามารถกลับบ้านได้ โดยแพทย์เป็นผู้ประเมินให้จำหน่าย

ตัวแบบ $ARIMAX$ (ARIMAX Model) หมายถึง ความสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาที่ใช้พยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่ายของผู้ป่วยจิตเภทของโรงพยาบาลศรีธัญญาร่วมกับตัวแปรทำนาย

ตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ (Adjusted ARIMAX Model) หมายถึง ความสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาที่มีการปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนที่มีการประมาณค่าแบบเบส์โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

ผู้ป่วยจิตเวช (Psychiatric Patients) หมายถึง ผู้ที่แพทย์เป็นผู้ประเมินอาการทางจิตตามหลัก ICD 10 เฉพาะกลุ่มจิตเภทที่ต้องนอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีธัญญา

ระดับความรุนแรงของโรค (Phases of Schizophrenia) หมายถึง การประเมินระดับอาการทางจิตของผู้ป่วยจิตเภทที่ต้องนอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีธัญญา มี 3 ระดับ คือ 1. ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase) 2. ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase) และ 3. ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase)

วิธีการรักษา (Treatment Programs) หมายถึง การที่แพทย์รักษาผู้ป่วยจิตเภทที่ต้องนอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในด้วยยาหรือรักษาด้วยยาร่วมกับไฟฟ้า

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน 2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000) และ 3) พยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ โดยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน การแจกแจงแกมม่า การแจกแจงไวบูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ตอนที่ 2 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด
ตอนที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดในกลุ่มสถิติแบบเบส์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ตอนที่ 4 การสร้างเลขสุ่มในการจำลองสถานการณ์
ตอนที่ 5 การประยุกต์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้านคลินิก
ตอนที่ 6 การพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาและแนวคิดการสร้างตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่
ตอนที่ 7 สาเหตุของโรคจิตเภทและวิธีการรักษา

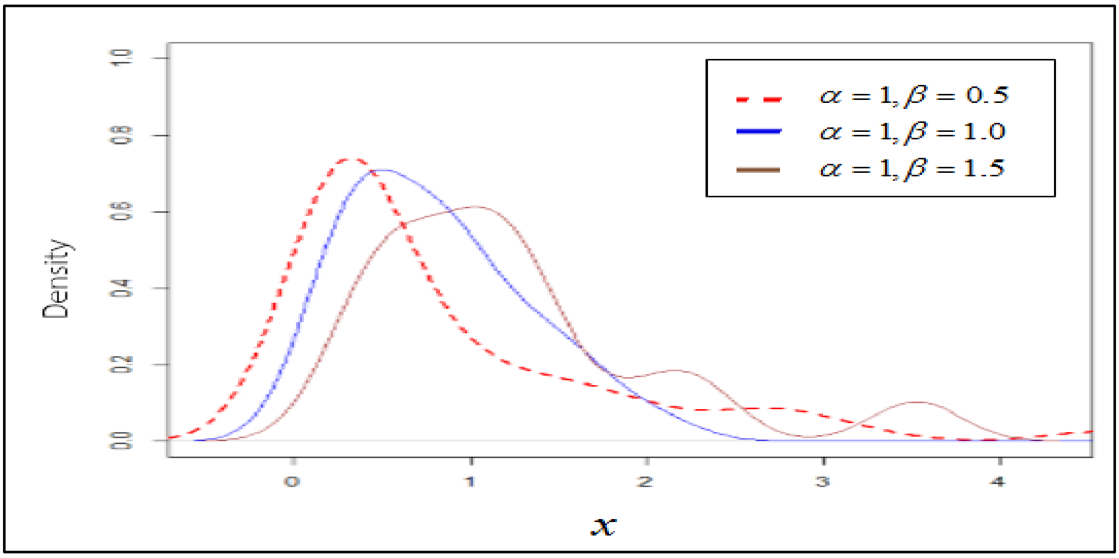
ตอนที่ 1 ลักษณะของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน การแจกแจงแกมม่า การแจกแจงไวบูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถิติแบบดั้งเดิม

1. การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเป็นการแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ขวาโดยมีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น คือ

$$f_{IG}(x:\alpha,\beta)=\sqrt{\frac{\beta}{2\pi}}x^{-\frac{3}{2}}\exp\{-\frac{\beta(x-\alpha)^2}{2\alpha^2 x}\},\ x>0$$

เมื่อ α คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (Shape Parameter) และ β คือ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (Scale Parameter) โดยมีค่าเฉลี่ยคือ $E(X)=\alpha$ และ ความแปรปรวน คือ $Var(X)=\frac{\alpha^3}{\beta}$ (Chhikara & Folk, 1979) กราฟฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแสดงดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 กราฟฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถิติแบบดั้งเดิมในการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน นักสถิติแบบดั้งเดิมที่ศึกษาการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ (Moment Generating Function) ในการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีโมเมนต์ที่ 1 ถึง โมเมนต์ที่ 4 คือ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ และความโด่ง ตามลำดับ มีสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีความคงเส้นคงวา (Consistent Estimators) แต่เป็นตัวประมาณที่เอนเอียง (Biased) (Ahmed, 2007; Bowman & Shenton, 1998) การตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood) ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง

และตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (Cheng & Amin, 1981; Abusev; 1998) ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์มีความคงเส้นคงวาและตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างเป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ไม่เอนเอียงและมีความแปรปรวนต่ำสุดเสมอ (Uniformly Minimum Variance Unbiased Estimator) ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเป็นตัวประมาณค่าที่ดี แต่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์มีประสิทธิภาพดีกว่าด้านการลู่เข้าเชิงความน่าจะเป็น (Coverage Probability) และผลการจำลองสถานการณ์ ปรากฏว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ (Bayesian Estimation) โดยใช้การแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Iwase & Seto, 1983; Beerli, 2005)

2. การแจกแจงแกมม่า

การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงที่เป็นรูปทั่วไปของการแจกแจงเลขชี้กำลัง มีค่าเฉลี่ยเป็น $\frac{1}{\lambda}, \lambda > 0$ เป็นตัวแปรสุ่มแบบเลขชี้กำลัง มีค่าเฉลี่ยเป็น $\frac{1}{\lambda}$ หมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยจนกระทั่งเหตุการณ์ที่สนใจเหตุการณ์แรกเกิดขึ้น เมื่อเหตุการณ์ที่สนใจนั้น ถูกกำหนดจากการทดลองแบบปัวซง ที่มีค่าเฉลี่ย λ ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแกมม่า หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอย จนกระทั่งเหตุการณ์ที่ α ได้เกิดขึ้น การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มชนิด ต่อเนื่องที่สำคัญอีกการแจกแจงหนึ่ง เพราะว่ามีการแจกแจงหลายแบบเป็นส่วนหนึ่งของการแจกแจงแกมม่า และมีการแจกแจงอีกหลายแบบได้มาจากการแปลงตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมม่า ในการหาฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมม่า จะต้องอาศัยฟังก์ชันแกมม่า (Gamma Function) ฟังก์ชันแกมม่าของ α เขียนแทนด้วย $\Gamma(\alpha)$ ซึ่ง

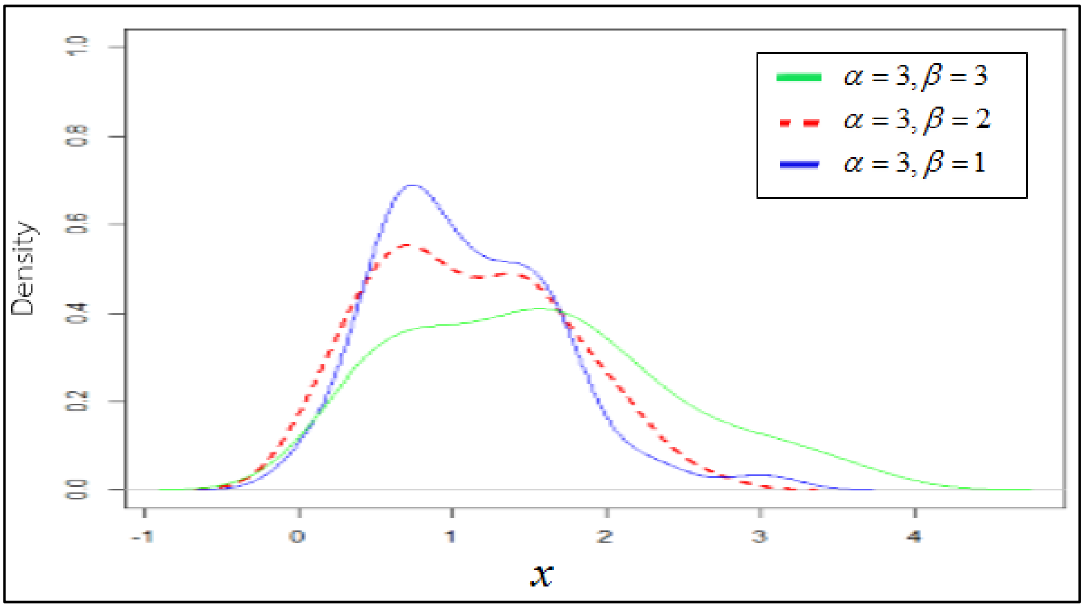
$$\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx \text{ สำหรับทุกค่าของ } \alpha > 0$$

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแกมม่า ที่มีพารามิเตอร์ α และ β มีฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นดังนี้

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

กราฟของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมม่าแสดงดังภาพที่ 2-2 ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ α และ β

เมื่อ α คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (Shape Parameter) และ β คือ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (Scale Parameter)



ภาพที่ 2-2 กราฟฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมม่า

การแจกแจงแกมม่ามีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของการแจกแจงแกมม่า คือ

$E(X) = \alpha\beta$ และ $Var(X) = \alpha\beta^2$

นักสถิติแบบดั้งเดิมศึกษาการหาตัวประมาณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวณของการแจกแจงแกมม่าด้วยวิธีโมเมนต์โดยใช้โมเมนต์ที่ 1 และ โมเมนต์ที่ 2 ในการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงแกมม่า สำหรับวิธี การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและความความแปรปรวนของการแจกแจงแกมม่าด้วยวิธีวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดสามารถหาตัวประมาณค่าค่าเฉลี่ยได้ แต่ตัวประมาณค่าความแปรปรวนไม่สามารถหาได้ (Moschopoulos, 1985; Banneheka & Ekanayake, 2009) นักสถิติแบบเบส์ได้ศึกษาการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมม่า เช่นกัน โดย Miller (1980) ได้ศึกหาการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน และ หาตัวประมาณค่าเฉลี่ยของการแจกแจงแกมม่าด้วยการประมาณค่าแบบเบส์โดยไม่ใช้การแจกแจงก่อน Moala (2013) ได้ศึกษาการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (Shape) และพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (Scale) ของการแจกแจงแกมม่า ด้วยการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์โดยใช้การแจกแจงเจฟเฟ่ร์เป็นการแจกแจงก่อน ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างของการแจกแจงแกมม่าโดยใช้การแจกแจงเจฟเฟ่ร์เป็นการแจกแจงก่อน มีค่าความน่าจะเป็นในการลู่เข้าสูงกว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างของการแจกแจงแกมม่าที่ไม่มีการแจกแจงก่อน แต่พารามิเตอร์บอกมาตราส่วนของการแจกแจงแกมม่าที่ไม่มีการแจกแจงก่อนมีค่าความน่าจะเป็นในการลู่เข้าสูงกว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้การแจกแจงเจฟเฟ่ร์เป็นการแจกแจงก่อน ได้มีการนำการแจกแจงแกมม่าไปประมาณค่าข้อมูลที่เป็นช่วงเวลามีการปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับข้อมูลช่วงเวลาแต่ละเรื่องที่ศึกษาโดยมีการจำลองสถานการณ์เพื่อหาประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ จากหลายงานวิจัยชี้ให้เห็นว่า

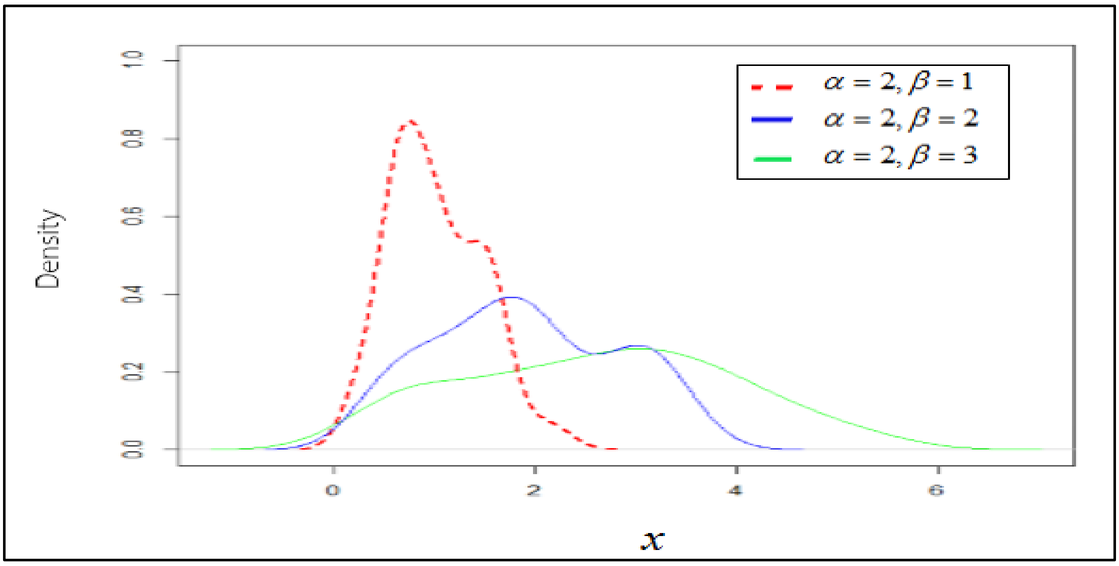
พารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมม่าเหมาะสมในการประมาณค่าข้อมูลที่เป็นช่วงเวลา (Klein & Moeschberger, 1997; Denuit,2008; Alai, Landsman & Sherris, 2013)

3. การแจกแจงไวบูล

การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงที่มีลักษณะใกล้เคียงกับการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ผู้ที่คิดค้นการแจกแจงไวบูล คือ Waloddi Weibull ในปี ค.ศ. 1951 ใช้ในการประมาณค่าฟังก์ชันความน่าเชื่อถือ การประมาณช่วงเวลาของข้อมูล การประยุกต์ด้านการเงิน ด้านคลินิก และด้านวิศวกร (Helu, Salih, & Alkam, 2010) ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูล ดังนี้

$$f_{WB}(x:\alpha,\beta)=\frac{\alpha}{\beta}\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1}e^{-\left(\frac{x}{\beta_0}\right)^{\alpha}} \quad ;\ \mu>0,\alpha>0,\ \beta>0$$

เมื่อ α คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (Shape) และ β คือ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (Scale) กราฟของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์รูปร่าง (α) และพารามิเตอร์บอกมาตรส่วน (β) แสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 กราฟฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงไวบูล

การแจกแจงไวบูล มีเฉลี่ย $E(X)=\beta\Gamma(\frac{1}{\alpha}+1)$ และ ความแปรปรวน $Var(X)=\beta^2\left[\Gamma(\frac{2}{\alpha}+1)-(\Gamma(\frac{1}{\alpha}+1))^2\right]$ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนได้มาจากการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์การแจกแจงไวบูล

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถิติแบบดั้งเดิม

การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงที่น่าสนใจการแจกแจงหนึ่งที่นิยมใช้ในการประมาณค่าเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นช่วงเวลา มีนักสถิติที่สนใจเกี่ยวกับการแจกแจงไวบูลทั้งกลุ่มสถิติแบบดั้งเดิมและสถิติแบบเบส์ โดยนักสถิติแบบดั้งเดิมได้ศึกษาการประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างและพารามิเตอร์บอกมาตรส่วนด้วยวิธีโมเมนต์ วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และหาตัวประมาณค่าค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน Muraleedharan, Kurup, Nair & Sinha (2007) จากการหาตัวประมาณค่าได้มีการนำตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลทั้งพารามิเตอร์รูปร่างและพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ผลการศึกษา ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างและพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนที่ประมาณค่าด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีโมเมนต์ (Nwobi & Ugomma, 2014) และในกรณีขนาดตัวอย่างเล็กการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลด้วยวิธีกำลังสองแบบถ่วงน้ำหนักมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีโมเมนต์และวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Pobočíková & Sedliačková, 2014)

การศึกษาสมบัติตัวประมาณค่าของการแจกแจงไวบูลได้มีการประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่างและพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนด้วยวิธีการทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Ratio Test) และจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแกมม่ามีอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงกว่าตัวประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลในกรณีที่ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 50 แต่ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างตั้งแต่ 50 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลมีอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงกว่าการแจกแจงแกมม่า การศึกษานี้ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบดั้งเดิม ชี้ให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลมีประสิทธิภาพดีกว่าการแจกแจงแกมม่า (Gelman, 2002)

นอกจากสมบัติตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลที่นักสถิติแบบดั้งเดิมได้ศึกษานักสถิติแบบเบส์มีการศึกษาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลเช่นกัน โดยมีการประมารค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลโดยใช้การแจกแจงเลขชี้กำลังเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงเลขชี้กำลังเป็นการแจกแจงก่อน (Canavos, 1973) มีการใช้การแจกแจงเจฟเฟ่ร์ (Jeffreys Distribution) เป็นการแจกแจงก่อนในการประมาณค่าแบบเบส์ของการแจกแจงไวบูล ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูล ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงเจฟเฟ่ร์เป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงไวบูลด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Guure, Adam, & Bosomprah, 2014)

ตอนที่ 2 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ข้อมูลที่ใช้ต้องมาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากร ถ้าข้อมูลที่ใช้ไม่ได้มาจากการสุ่ม อาจทำให้การสรุปผลผิดพลาดได้ การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ตัวอย่างที่ไม่ได้มาจากการสุ่ม เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้ความรู้สึกหรือความคิดเห็นของแต่ละคน ดังนั้นการประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากรนั้น ต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสุ่ม การเลือกใช้สถิติในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ดีจะต้องอาศัยสมบัติหลายประการประกอบกัน ได้แก่ 1) ความไม่เอนเอียง (Unbiasedness) 2) ความคงเส้นคงวา (Consistency) 3) ความพอเพียง (Sufficiency) 4) การมีความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance) 5) ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) และ 6) การมีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุด (Minimum Mean Square Error) นอกจากนี้ การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดของสถิติแบบดั้งเดิม สามารถหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ได้หลายวิธีดังนี้ 1) การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีโมเมนต์ (Method of Moments) 2) การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Method of Maximum Likelihood) 3) การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีไคกำลังสองต่ำสุด (Method of Minimum Chi-square) 4) การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีกำลังสองต่ำสุด (Method of Least Square) 5) การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีระยะทางต่ำสุด (Method of Minimum Distance Methods) (Liese & Miescke, 2007) สามารถสรุปวิธีต่าง ๆ ในการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของสถิติแบบดั้งเดิมได้ดังนี้

1. วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

การประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด มีการถูกนำมาใช้ในการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์โดย Ronald Fisher ในปี ค.ศ. 1912–1922 วิธีนี้ใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถสรุปวิธีการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ได้ดังนี้

ให้ $X_1, X_2, ..., X_n$ เป็นตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่มีฟังก์ชันความน่าจะเป็น $f(x:\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m)$ ฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมของ $X_1, X_2, ..., X_n$ ที่เป็นฟังก์ชันของพารามิเตอร์ $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m$ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $L(\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m)$ จะได้

$$L(\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m) = f(x_1:\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m) f(x_2:\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m) ... f(x_n:\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} f(x_i:\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m)$$

เรียกฟังก์ชัน $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_\mathrm{m}$ ว่า ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น หลังจากนั้น

Maximize $L(\theta_1, \theta_2, ..., \theta_m)$ จะได้

$$\hat{\theta}_1 = u_1(X_1, X_2, ..., X_n)$$

$$\hat{\theta}_2 = u_2(X_1, X_2, ..., X_n)$$

.

.

.

$$\hat{\theta}_m = u_m(X_1, X_2, ..., X_n)$$

เรียก $\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, ..., \hat{\theta}_{\mathrm{m}}$ เป็นตัวประมาณค่าของ $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_{\mathrm{m}}$ ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

วิธีหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ในกรณีที่มีพารามิเตอร์ 1 ตัว มีดังนี้

1. หาฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น

$$L(\theta) = f(x_1;\theta)...f(x_n;\theta) = \prod_{i=1}^{n} f(x_i;\theta)$$

2. หา $\ln L(\theta)$
3. หา $\dfrac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0$
4. แก้สมการในข้อที่ 3 หาค่า θ จะได้ค่า $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ความควรจะเป็นสูงสุดของ θ ในกรณีที่หาอนุพันธ์ไม่ได้ ให้เลือก θ ที่ทำให้ $L(\theta)$ หรือ $\ln L(\theta)$ มีค่าสูงสุดจะได้ $\hat{\theta}$ เป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ θ

วิธีหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดในกรณีที่มีพารามิเตอร์ 2 ตัว มีดังนี้

1. หาฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น

$$L(\theta_1, \theta_2) = f(x_1;\theta_1, \theta_2)...f(x_n;\theta_1, \theta_2) = \prod_{i=1}^{n} f(x_i;\theta_1, \theta_2)$$

2. หา $\ln L(\theta_1, \theta_2)$
3. หา $\dfrac{\partial \ln L(\theta_1, \theta_2)}{\partial \theta_1} = 0$
4. หา $\dfrac{\partial \ln L(\theta_1, \theta_2)}{\partial \theta_2} = 0$
5. แก้สมการในข้อที่ 3 หาค่า θ_1 จะได้ค่า $\hat{\theta}_1$ เป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ θ_1 แก้สมการในข้อที่ 4 หาค่า θ_2 จะได้ค่า $\hat{\theta}_2$ เป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ θ_2 ในกรณีที่หาอนุพันธ์ไม่ได้ ให้เลือก θ_1 และ θ_2 ที่ทำให้ $L(\theta_1, \theta_2)$ หรือ $\ln L(\theta_1, \theta_2)$ มีค่าสูงสุดจะได้ $\hat{\theta}_1$ และ $\hat{\theta}_2$ เป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของ θ_1 และ θ_2 ตามลำดับ

2. สมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

2.1 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ภาวะน่าจะเป็นสูงสุดพารามิเตอร์ $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_{\mathrm{m}}$ มีสมบัติความพอเพียง

2.2 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่มีความแปรปรวนต่ำสุด สามารถหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ความแปรปรวนได้ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

2.3 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดพารามิเตอร์ $\theta_1, \theta_2, ..., \theta_{\mathrm{m}}$ มีสมบัติความคงเส้นคงวา (Consistency)

2.4 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดไม่จำเป็นต้องมีเพียงตัวเดียว

2.5 เมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดจะมีสมบัติความคงเส้นคงวาเพียงตัวเดียว

2.6 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดไม่จำเป็นต้องมีสมบัติความไม่เอนเอียง

2.7 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีสมบัติความไม่แปรเปลี่ยน (Invariance)

2.8 ถ้าตัวอย่างขนาดใหญ่ความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดหาได้จากความแปรปรวนหาได้จาก

$$\frac{1}{E(\frac{\partial \ln(L(\theta_1,\theta_2,...,\theta_m)}{\partial\theta})^2} = -\frac{1}{E(\frac{\partial^2 \ln(L(\theta_1,\theta_2,...,\theta_m)}{\partial\theta^2})}$$

2.9 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด มีสมบัติความมีประสิทธิภาพเมื่อตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้มีความไม่เอนเอียง

2.10 เมื่อตัวอย่างขนาดใหญ่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดมีสมบัติความมีประสิทธิภาพ $L(\theta_1,\theta_2,...,\theta_m)$ (Hogg & Tenis, 2001, pp. 342-343)

ตอนที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจุดในกลุ่มสถิติแบบเบส์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถิติแบบเบส์

สถิติแบบเบส์ผู้คิดค้นคือ Thomas Bayes จากบทความ An Essay Towards Solving in the Doctrine of Chances ในปี 1963 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์มีการปรับปรุงด้วยวิธีของลาปลาส (Laplace) แนวคิดของการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์มีดังต่อไปนี้
1. การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ค่าพารามิเตอร์เป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variable)
2. ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นในการประมาณค่าพารามิเตอร์ 3. การวัดความน่าจะเป็นสามารถวัดภายใต้ความเชื่อว่ามีข้อมูลก่อนหน้าและพิจารณาค่าความน่าจะเป็นภายใต้ข้อมูลที่มี 4. การใช้ทฤษฎีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ จะพิจารณาค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลที่มีอยู่ก่อนหน้าและพิจารณาข้อมูลที่เก็บมาได้ในภายหลัง (William, 2007, pp. 6-25)

จากแนวคิดดังกล่าว การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์มีมุมมองเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่แตกต่างไปจากแนวคิดแบบดั้งเดิมที่กำหนดให้พารามิเตอร์ คือ ค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า แต่ภายใต้แนวคิดการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ พารามิเตอร์ คือ ตัวแปรสุ่มที่เกิดขึ้นภายใต้การแจกแจงใด ๆ โดยเรียกการแจกแจงดังกล่าวว่า การแจกแจงก่อน (Prior Distribution) ซึ่งเป็นการแจกแจงที่ขึ้นอยู่กับ ความเชื่อของผู้ทำการ ศึกษาเบื้องต้น จากนั้น ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตัวอย่างจำนวนหนึ่ง แล้วนำสาระจากข้อมูลที่ได้รับ คือ ความน่าจะเป็นร่วมของการเกิดขึ้นของชุดข้อมูลตัวอย่าง มาปรับปรุงการแจกแจงก่อนที่กำหนดขึ้นในตอนแรก ซึ่งผลที่ได้รับคือ การแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) ของพารามิเตอร์ที่สนใจ จากนั้นจึงนำค่าคาดหวังของพารามิเตอร์ภายใต้การแจกแจงภายหลัง มาใช้เป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีของเบส์ (Bayes' Theorem)

กำหนดให้ $A_1, A_2, ..., A_n$ เป็นเหตุการณ์ใด ๆ ในปริภูมิตัวอย่าง S ไม่เกิดขึ้นร่วมกัน ดังนั้น สามารถเขียนอยู่ในรูปเซตคือ $\bigcup_{i=1}^{n} A_i = S$ และ $A_i \cap A_j = \phi$ เมื่อ $i \neq j$ และ B เป็นเหตุการณ์ใด ๆ โดยที่ $B \subset S$ สามารถเขียนได้ว่า ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability)

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมานในการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ จะนำค่าความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขเข้ามาประยุกต์ในการหาฟังก์ชันการแจกแจงภายหลัง โดยใช้ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นและการแจกแจงก่อน ในการกำหนดการแจกแจงก่อนต้องอาศัยความเชี่ยวชาญ ความรู้ ประสบการณ์และความเชื่อของผู้วิจัยที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ ภายใต้แนวความคิดของการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ ที่ค่าพารามิเตอร์เป็นค่าที่ไม่คงที่แล้ว โดยกำหนดให้ X เป็นค่าสังเกต (Observation) และ θ เป็นค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าไม่คงที่แล้วสามารถนำความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของเบส์แล้ว หาการแจกแจงภายหลัง $h(\theta | x_1, x_2 ..., x_n)$ ดังนี้

$$h(\theta | x_1, x_2 ..., x_n) = \frac{f(x_1, x_2 ..., x_n | \theta) g(\theta)}{\int_0^\infty f(x_1, x_2 ..., x_n | \theta) g(\theta) d\theta}$$

โดยที่ $h(\theta | x_1, x_2 ..., x_n)$ คือ การแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution)

$f(x_1, x_2 ..., x_n | \theta)$ คือ ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function)

$g(\theta)$ คือ การแจกแจงก่อน (Prior Distribution)

สามารถสรุปได้ว่า การแจกแจงภายหลังแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function) และ การแจกแจงก่อน (Prior Distribution) ดังนั้น การแจกแจงภายหลังที่ได้มาเกิดจากการปรับปรุงข้อสนเทศที่ได้มาของผู้วิจัยกับข้อสนเทศที่ได้จากค่าสังเกต

ให้ $X_1, ..., X_n$ เป็นตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่มีฟังก์ชันความหนาแน่น $f(x;\theta) = f(x|\theta)$ โดยที่ θ เป็นค่าของตัวแปรสุ่ม Θ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด Θ มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น $g(\theta)$ และ $f(x|\theta)$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Density Function) ของ X เมื่อกำหนดให้ $\Theta = \theta$ กำหนดให้

ฟังก์ชัน $g(\theta)$ เรียกว่า ฟังชันการแจกแจงก่อน (Prior Distribution Function) ของ Θ และ $h(\theta | x_1, x_2 ..., x_n)$ เรียกว่า ฟังก์ชันการแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution Function) ของ Θ ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $X_1, ..., X_n$ เมื่อกำหนด $\Theta = \theta$ คือ

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2 ..., x_n | \theta) &= f(x_1 | \theta) ... f(x_n | \theta) \\ &= \prod_{i=1}^{n} f(x_i | \theta) \end{aligned}$$

ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นร่วมของ $X_1, ..., X_n$ เมื่อกำหนด θ คือ

$$f(x_1, x_2 ..., x_n | \theta) g(\theta) = f(x_1 | \theta) ... f(x_n | \theta) g(\theta)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} f(x_i \mid \theta) g(\theta)$$

ดังนั้น ฟังก์ชันการแจกแจงภายหลังของ θ คือ

$$h(\theta \mid x_1, x_2 ..., x_n) = \frac{f(x_1, x_2 ..., x_n \mid \theta) g(\theta)}{\int_0^\infty f(x_1, x_2 ..., x_n \mid \theta) g(\theta) d\theta}$$

$$= \prod_{i=1}^{n} f(x_i \mid \theta) g(\theta)$$

2. การประมาณค่าของ Lindley

การประมาณค่าของ Lindley (Lindley’s Approximation) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประมาณค่าแบบเบส์ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสอง โดยสูตรนี้ Lindley (1980) พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการประมาณค่าแบบเบส์ในกรณีที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ไม่สามารถจัดรูปของฟังก์ชันให้สามารถอินทิเกรตได้ สูตรที่ใช้ในการประมาณค่า คือ

$$\hat{\theta} = E(\theta \mid X) \approx \hat{\theta} + \frac{1}{2}(u_2 + 2u_1\rho_1)\sigma^2 + \frac{1}{2} l_3 u_1 \sigma^4$$

เมื่อ $\hat{\theta}$ คือ ตัวประมาณของ θ ที่ได้จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด

u คือ ฟังก์ชันของตัวประมาณ $\hat{\theta}$

u_1 คือ อนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของ u เทียบกับ θ

u_2 คือ อนุพันธ์อันดับที่สองของ u เทียบกับ θ

ρ คือ ลอการีทึมของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นของการแจกแจงก่อน

ρ_1 คือ อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของลอการีทึมของฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นของการแจกแจงก่อนเทียบกับ θ

l คือ ลอการิทึมของฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมของพารามิเตอร์ θ

l_2 คือ อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของลอการิทึมของฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมของพารามิเตอร์ θ เทียบกับ θ

l_3 คือ อนุพันธ์อันดับที่ 3 ของลอการิทึมของฟังก์ชันความน่าจะเป็นร่วมของพารามิเตอร์ θ เทียบกับ θ

$\sigma^2 = (-\frac{1}{l_2})$ และ $\sigma^4 = (\sigma^2)^2 = (-\frac{1}{l_2})^2$

การนำวิธีแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ทฤษฎีบทของเบส์และเทคนิค MCMC โดยใช้ขั้นตอนวิธีการวนซ้ำ เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ (Bayesian) จึงถือว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับความสนใจจากนักวิเคราะห์ในหลากหลายสาขา (ยงยุทธ ไชยพงศ์, 2553, หน้า 1-40)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสถิติแบบเบส์

นักสถิติแบบเบส์สนใจการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเริ่มที่การศึกษาของ Banerjee and Bhattacharyya (1979) ศึกษาการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่า (Gamma Distribution) เป็นการแจกแจงก่อน เปรียบเทียบกับตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยมีการแจกแจงปรกติเป็นการแจกแจงก่อน ปรากฏว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความน่าจะเป็นในการลู่เข้าสูงกว่าการใช้การแจกแจงปรกติเป็นการแจกแจงก่อน Mahmoud (1991) ศึกษาตัวประมาณค่า พารามิเตอร์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงเจฟเฟรย์ (Jeffreys Distribution) เป็นการแจกแจงก่อน เปรียบเทียบกับไม่มีการแจกแจงก่อนโดยใช้กับข้อมูลระยะเวลาที่แอร์เสีย ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้การแจกแจงเจฟเฟรย์ (Jeffreys Distribution) เป็นการแจกแจงก่อนให้ค่าความแปรปรวนต่ำกว่าตัวประมาณค่าที่ไม่มีการแจกแจงก่อน

Pandey and Rao (2010) ได้ประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ ด้วยฟังก์ชันการสูญเสียของลินเนกซ์ Prakash (2011) ประมาณค่าพารามิเตอร์ของความแปรปรวนการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ ภายใต้เกณฑ์ฟังก์ชันการสูญเสียของลินเนกซ์ ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของความแปรปรวนของการแจกแจงเวอร์สเกาส์เซียน เกณฑ์ฟังก์ชันความสูญเสียของลินเนกซ์ มีค่าความแปรปรวนต่ำกว่าฟังก์ชันความสูญเสียแบบกำลังสอง กล่าวคือ เกณฑ์ฟังก์ชันความสูญเสียของลินเนกซ์ มีประสิทธิภาพดีกว่าเกณฑ์ฟังก์ชันความสูญเสียแบบกำลังสอง และ Sparks, Sutton, Toscas, and Ormerod (2011) ใช้จำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล ด้วยวิธีโซ่มาร์คอร์ฟในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจงแจกอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนด้วยเกณฑ์ค่าความแปรปรวนต่ำสุด ปรากฏว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ของความแปรปรวนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความแปรปรวนต่ำกว่าการใช้การแจกแจงเอกรูปเป็นการแจกแจงก่อน

Pandey and Bandyopadhyay (2012) ศึกษาการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบกิบบ์ (Gibbs sampling) ในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ปรากฏว่า การสุ่มตัวอย่างแบบกิบบ์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ให้ค่าฟังก์ชันการสูญเสียกำลังสองต่ำกว่าวิธีมอนติคาร์โลด้วยวิธีโซ่มาร์คอร์ฟ และ Feroze (2012, pp. 39-52) ได้ศึกษาการประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนภายใต้ฟังก์ชั่นการสูญเสียแบบต่าง ๆ ปรากฏว่า การแจกแจงเอกรูปเป็นการแจกแจงก่อน ให้ค่าฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองต่ำกว่าการใช้การแจกแจงเจฟเฟรย์เป็นการแจกแจงก่อน ในงานวิจัยนี้เปรียบเทียบการแจกแจงก่อนแบบต่าง ๆ ประกอบด้วยการแจกแจงเอกรูปการแจกแจงแกมม่า การแจกแจงไคกำลังสอง การแจกแจงเลขชี้กำลัง และการแจกแจงแบบเจฟเฟรย์ ชี้ให้เห็นว่า การใช้การแจกแจงเลขชี้กำลังเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า ELF (Entropy Loss Function) ต่ำที่สุด

ตอนที่ 4 การสร้างเลขสุ่มในการจำลองสถานการณ์

การสร้างเลขสุ่มในการจำลองสถานการณ์ของการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ มี 3 วิธี (Samaniego, 2010, pp. 157-173) สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การสร้างเลขสุ่มวิธี Markov Chains Monte Carlo

การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ กรณีที่การแจกแจงภายหลังไมไดอยู่ในรูปแบบสามัญ (Close Form) ปัญหาในการคำนวณค่าคาดหวังของพารามิเตอร์ของการแจกแจงภายหลังสามารถคำนวณได้หรือไม่ นับเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่ง เทคนิค Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ได้ถูกนำมาประยุกต์ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยเทคนิค MCMC เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการสร้างตัวอย่างที่เหมาะสมประกอบไปด้วยแนวคิดของ Monte Carlo Integration และ Markov Chain ดังนี้

1.1 Monte Carlo Integration เป็นแนวคิดในการประมาณค่าคาดหวังของ $f(\theta)$ โดยการสร้างตัวอย่าง $\{\theta_{\mathrm{i}} : \mathrm{i} = 1,..., \mathrm{N}\}$ ภายใต้การแจกแจงภายหลัง $P(\theta \mid Y)$ แล้วประมาณค่าคาดหวังของ $\mathrm{f}(\theta)$ ได้ดังนี้

$$E(f(\theta) \approx \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} f(\theta_i)$$

ค่าคาดหวังของฟังก์ชัน $\mathrm{f}(\theta)$ สามารถประมาณได้จากค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ที่ถูกสร้างขึ้นมา ถ้า $\{\theta_t\}$ เป็นตัวแปรสุ่มอิสระแล้ว โดยทฤษฎี Law of Large Number สามารถสรุปได้ว่า ถ้า N ยิ่งมีค่ามากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยประชากรมากยิ่งขึ้น

1.2 Markov Chains

Markov Chains (MC) เป็นลำดับของพารามิเตอร์ $\{\theta_0, \theta_1, ...\}$ โดยที่ลำดับดังกล่าวได้มาจากการสร้าง θ_{t+1} จากการแจกแจง $P(\theta_{t+1} \mid \theta_t)$ เมื่อ $t \geq 0$ ซึ่งหมายถึง θ_{t+1} ถูกสร้าง

โดยขึ้นอยู่กับ θ_t เพียงอย่างเดียว ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ $\{\theta_0, \theta_1, ..., \theta_{t-1}\}$ เรียกการแจกแจง $P(\theta_{t+1} \mid \theta_t)$ ว่า Transition Kernel โดยภายหลัง เมื่อ t มีค่ามากขึ้น พารามิเตอร θ_t จะมีการแจกแจงลู่เข้าสู่การแจกแจงแบบหนึ่ง เรียกการแจกแจงนั้นว่า การแจกแจงคงที่ (Stationary Distribution) เมื่อเกิดการลู่เข้าสู่การแจกแจงคงที่แล้ว กำหนดให้เป็นสถานะที่ $m(\theta_m)$ และ สร้างต่อจนถึงสถานะที่ n ดังนั้น จะได้ลำดับ $\{\theta_m, \theta_{m+1}, ..., \theta_n\}$ ที่ได้จากการสร้างจากการแจกแจงคงที่ และจากแนวคิดแบบ Monte Carlo Integration จะนำลำดับที่ได้ดังกล่าว ไปประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป Gilks, Richardson, and Spiegelhalter (1996) จากแนวคิดทั้ง 2 แบบ นำไปสูเทคนิคการแก้ปัญหา เรียกว่า Markov Chains Monte Carlo (MCMC) โดยในการสร้าง Markov Chain นั้นจะมีขั้นตอนวิธี (Algorithm) หลายรูปแบบที่จะช่วยในการสร้างลำดับ Markov Chain ที่ได้มาจากการแจกแจงคงที่ที่ถูกต้อง เช่น Metropolis-Hasting Algorithm หรือ ขั้นตอนวิธีที่เป็นกรณีพิเศษของ Metropolis-Hasting Algorithm เช่น The Independence Sampler, Single - Component Metropolis-Hastings, Gibbs Sampling เป็นต้น

2. การสร้างเลขสุ่มวิธี Metropolis – Hasting

การสร้างพารามิเตอร์ θ จากฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น $P(\theta)$ กระบวนการของ Metropolis – Hasting มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น θ_0 โดยที่ $p(\theta_0) > 0$

ขั้นตอนที่ 2 สร้างพารามิเตอร์ θ^* จากฟังก์ชัน $q(\theta_t \mid \theta_{t+1})$ ซึ่งเป็นการแจกแจงของ θ_t ขึ้นอยู่กับ θ_{t+1}

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่า α ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุด ระหว่างอัตราส่วนของฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น $P(\theta)$ ของพารามิเตอร์ที่สร้างขึ้นใหม่ θ^* เทียบกับฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นของพารามิเตอร์ θ_t กับ 1 จะได้

$$\alpha = \min\left(\frac{p(\theta^*)q(\theta^* \mid \theta_t)}{p(\theta_t)q(\theta_t \mid \theta^*)},1\right)$$

ขั้นตอนที่ 4 สุ่ม u จากการแจกแจงเอกรูป (Uniform Distribution) U (0,1)

ยอมรับ θ^* ถ้า $u \le \alpha$ และให้ $\theta_{t+1} = \theta^*$

หรือ ปฏิเสธ θ^* ถ้า $u > \alpha$ และให้ $\theta_{t+1} = \theta_t$

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 ใหม่ จนได้ค่าพารามิเตอร์ที่สร้างขึ้น มีค่าเริ่มคงที่หรือพารามิเตอร์เริ่มมีการลู่เข้า (Convergence)

ขั้นตอนการสร้างเลขสุ่มโดยวิธี Metropolis-Hasting Method ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น $\theta_0 = 1$ โดยที่ $p(\theta)$

ขั้นตอนที่ 2 ให้ X มีการแจกแจงไคกำลังสองจะได้

$$q(X) = X^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{X}{2}}$$

ดังนั้น การสร้าง θ^* จากการแจกแจงไคกำลังสอง $q(\theta_0 \mid \theta^*)$

$$q(\theta_0 \mid \theta^*) = q(\theta^*) \propto \theta^{*\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{\theta^*}{2}}$$

และ $q(\theta^* \mid \theta_0) = q(\theta_0) \propto \theta_0^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{\theta_0}{2}}$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่า

$$\alpha = \min\left(\frac{(\theta^{*-2.5} e^{-\frac{2}{\theta}})(\theta_0^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{\theta_0}{2}})}{(\theta_0^{-2.5} e^{-\frac{2}{\theta}})(\theta^{*\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{\theta^*}{2}})},1\right)$$

ขั้นตอนที่ 4 สุ่ม u จากการแจกแจงเอกรูป $U(0,1)$

ยอมรับ θ^* ถ้า $u \le \alpha$ และให้ $\theta_t = \theta^*$

หรือ ปฏิเสธ θ^* ถ้า $u > \alpha$ และให้ $\theta_t = \theta_{t-1}$ รอบแรกให้ $\theta_t = 1$

ขั้นตอนที่ 5 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2-4 ใหม่ จนได้ค่าพารามิเตอร์ที่สร้างขึ้นมีค่าเริ่มคงที่หรือพารามิเตอร์เริ่มมีการลู่เข้า (Convergence) (Walsh, 2004, pp. 12-107)

3. การสร้างเลขสุ่มวิธีกิบส์ (Gibbs)

การสร้างเลขสุ่มด้วยวิธีกิบส์เป็นการสร้าง θ_t^* จาก Full Condition Distribution กล่าวคือ

$$q(\theta_i^* \mid \theta_i, \theta_{-i}) = f(\theta_i^* \mid \theta_{-i})$$

และ $$q(\theta_i \mid \theta_i^*, \theta_{-i}) = f(\theta_i \mid \theta_{-i})$$

ที่ทำให้

$$\alpha = \min\left(\frac{f(\theta_i^* \mid \theta_{-i}) q(\theta_i \mid \theta_i^*, \theta_{-i})}{f(\theta_i \mid \theta_{-i}) q(\theta_i^* \mid \theta_i, \theta_{-i})}, 1\right) = \min\left(\frac{(f(\theta_i^* \mid \theta_{-i}) f(\theta_i \mid \theta_{-i})}{(f(\theta_i \mid \theta_{-i}) f(\theta_i^* \mid \theta_{-i})}, 1\right) = 1$$

การสร้าง θ_t^* จาก Full Condition Distribution จึงถูกยอมรับเงื่อนไขในทุก ๆ ครั้ง ดังนั้น ในการสร้างพารามิเตอร์โดยการสร้างเลขสุ่มด้วยวิธีกิบส์เป็นการสร้างจาก Full Condition Distribution ซึ่ง Full Condition Distribution หาได้จาก

$$f(\theta_i \mid \theta_{-i}) = \frac{f(\theta)}{\int f(\theta) d\theta_i} \quad \text{โดยที่} \quad \theta_{-i} = \theta_j, i \neq j$$

$$= (\theta_1, \ldots, \theta_{i-1}, \theta_{i+1}, \ldots, \theta_k)$$

การพิจารณา Full Conditional Distribution ของพารามิเตอร์ θ_i ใด ๆ สามารถพิจารณาจากพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับพารามิเตอร์ที่ต้องการหา Full Conditional Distribution แสดงขั้นตอนการสร้างเลขสุ่มด้วยวิธีกิบส์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ $\theta_i^{(0)}, i = 1,2,\ldots,k$ โดยให้ $t = 0$

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มตัวอย่าง θ_i^1 ในสถานที่ 1 จาก Full Conditional Distribution คือ

สุ่ม $\theta_1^{(1)}$ จาก $f(\theta_1 \mid \theta_2^{(0)}, \ldots, \theta_k^{(0)})$

สุ่ม $\theta_2^{(1)}$ จาก $f(\theta_2 \mid \theta_1^{(1)}, \theta_3^{(0)}, \ldots, \theta_k^{(0)})$

.

.

.

สุ่ม $\theta_k^{(1)}$ จาก $f(\theta_k \mid \theta_1^{(1)}, \ldots, \theta_{k-1}^{(1)})$

จะใช้ $\theta^{(1)}$ ในการสุ่มตัวอย่างขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 3

สุ่ม $\theta_1^{(t+1)}$ จาก $f(\theta_1 \mid \theta_2^{(t)}, \ldots, \theta_k^{(t)})$

สุ่ม $\theta_2^{(t+1)}$ จาก $f(\theta_2 \mid \theta_1^{(t+1)}, \theta_3^{(t)}, \ldots, \theta_k^{(t)})$

.

.

.

สุ่ม $\theta_k^{(t+1)}$ จาก $f(\theta_k \mid \theta_1^{(t+1)}, \ldots, \theta_{k-1}^{(t+1)})$

จะใช้ $\theta^{(t+1)}$ ในการสุ่มตัวอย่างขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 4 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 3 จนกระทั่ง t มีขนาดใหญ่พอทำให้พารามิเตอร์ θ ลู่เข้าสู่ค่าคงที่ค่าหนึ่ง (Gilks, Richardson, & Spiegelhalter, 1996, pp. 169-177)

ตอนที่ 5 การประยุกต์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้านคลินิก

การประยุกต์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเริ่มต้นที่การศึกษาของ Whitmore (1975) เกี่ยวกับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล (Length of Stay) ของผู้ป่วยจิตเภท (Schizophrenic) ด้วยการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (Inverse Gaussian) และการแจกแจงล็อกนอร์มอล ปรากฏว่า การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนมีความเหมาะสมกว่าการแจกแจงล็อกนอร์มอลในการประมาณค่าระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเภท ในปี ค.ศ. 2002 Zhang et al. (2002) ศึกษาระยะเวลาการดูดซึมและการกระจายตัวของยา Enfuvirtide (T-20) ในการต้านไวรัส HIV ในเลือด ผลการศึกษาปรากฏว่า ระยะเวลาในการดูดซึมและการกระจายตัวของยาในเลือด สามารถอธิบายได้ดีสำหรับพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้ยาปริมาณ 180 ml. ในปี ค.ศ. 2005 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาการดูดซึมของยาแก้ปวด (Hydromorphone**)** ด้วยการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ผู้วิจัย คือ Csajka, Drover, and Verotta (2005) นอกจากนี้ Wang, Weiss, and Argenio (2008) ได้ศึกษาระยะเวลาการดูซึมของยาด้วยการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเช่นกัน แต่ใช้กับผู้ป่วยที่เป็นโรคตับ (Liver Disease) Brvar, Mateović-Rojnik, and Grabnar (2014) ทดลองการดูดซึมยาในพลาสม่า (Tramadol Plasma) ของผู้ที่ป่วยเป็นโรคไวรัสตับอักเสบเอและบี (Hepatitis) ด้วยการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนในการประมาณระยะเวลาในการดูดซึมยาในพลาสม่า ปรากฏว่า มีระยะเวลาในการดูดซึมยาในพลาสม่าที่ประมาณด้วยการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนเท่ากับระยะเวลาที่บันทึกไว้ในประวัติของผู้ป่วย

ต่อมา Karadeniz, Bekiroglu, Karaca, Guler, and Guler (2012) ใช้การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนแบบ 2 พารามิเตอร์ ในการประมาณระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ของผู้ป่วยโรคหัวใจล้มเหลวแบบเรื้อรังเพื่อตอบคำถามของผู้ป่วยเกี่ยวกับระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ ผลการทดสอบ ปรากฏว่า ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ของผู้ป่วยมีการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนและการประมาณค่าระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ของผู้ป่วยด้วยการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนมีค่าใกล้เคียงกับระยะเวลาการมีชีวิตอยู่จริงของผู้ป่วยมากกว่าการคำนวณด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมีผู้ศึกษาการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน คือ Ghadimi et al. (2012) ได้ใช้การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ในการประมาณการมีชีวิตอยู่ของผู้ป่วยมะเร็งหลอดอาหาร (Oesophageal Cancer) Stephens, White, Cudnik, and Patterson (2014) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชแผนกฉุกเฉิน พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ประกอบด้วย สีผิว เพศ อายุ การรับไว้รักษา การวินิจฉัย และสุขภาพของผู้ป่วยและสิทธิ์ในการรักษาพยาบาล นอกจากนี้ Furlanetto, Silva, and Bueno (2003) ได้ศึกษาระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ที่มีโรคร่วมผลการวิจัย ปรากฏว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชที่มีโรคซึมเศร้า และผู้ป่วยที่เป็นโรควิตกกังวล

มีระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลไม่ต่างกัน และผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจ (Cardiovascular) โรคระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal) โรคเนื้องอก (Neoplasms) โรคปอด (Pulmonary) โรคติดเชื้อ (Infectious) มีระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลสูงขึ้นกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีโรคอื่นร่วม สำหรับ กนกวรรณ บุญอริยะ, รุ่งอรุณ โตศักดิ์ภราเลิศ, และ ศัรสนีย์ ประชุมศรี (2552) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยจิตเภทที่รับไว้รักษาในสถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา โดยใช้ตัวแปร เพศ อายุ สถานภาพการสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้จากการทำงาน ความเพียงพอของรายได้ ประวัติ โรคประจำตัว ผู้ให้การดูแลช่วยเหลือ จำนวนครั้งที่นอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยใน อาการข้างเคียงของยารักษา และการสนับสนุนทางสังคม ผลการวิจัย ปรากฏว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยจิตเภท ได้แก่ ระยะเวลาการเจ็บป่วยและการสนับสนุนทางสังคม

ตอนที่ 6 การพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาและแนวคิดการสร้างตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

การพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลาอยู่ภายใต้ข้อสมมติว่า รูปแบบของข้อมูลในอดีตยังคงเกิดขึ้นต่อไปในอนาคตหรืออาจกล่าวได้ว่า ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูลหรือตัวแปรที่สนใจในอนาคตลักษณะก็ควรจะเป็นเช่นนั้นต่อไป ข้อมูลอนุกรมเวลาประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 4 ปัจจัย ได้แก่ อิทธิพลของแนวโน้ม อิทธิพลของฤดูกาล อิทธิพลของวัฏจักร และอิทธิพลของเหตุการณ์ที่ผิดปกติ การพยากรณ์ด้วยอนุกรมเวลามีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้ ได้แก่ 1) การพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล 2) การพยากรณ์ด้วยตัวแบบ *ARIMA* 3) การพยากรณ์ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การพยากรณ์ด้วยตัวแบบ *ARIMA*

ตัวแบบ *ARIMA* โดยวิธีการของบ็อกซ์ – เจนกินส์ มีชื่อว่า Auto-Regressive Integrated Moving Average เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ เป็นวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาซึ่งเลือกตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากลักษณะของสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (Partial Autocorrelation Function: PACF) ของข้อมูลอนุกรมเวลาที่พิจารณา ซึ่งมีคุณสมบัติ Stationary โดยตัวแบบที่เป็นไปได้อาจมีมากกว่าหนึ่งตัวแบบ ซึ่งต้องมีขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

ตัวแบบ $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ มีสมการทั่วไปดังนี้

$$(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2 \ldots -\phi_p B^p)(1-\Phi_1 B^S-\Phi_2 B^{2S}-\ldots-\Phi_P B^{PS})(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t$$
$$=(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\ldots-\theta_q B^q)(1-\Theta_1 B^S-\Theta_2 B^{2S}-\ldots-\Theta_Q B^{QS})\varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ต้องการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t และ Y_t ต้องมีคุณสมบัติ Stationary

p คือ อันดับที่ p ของกระบวนการถดถอยในตัวเองแบบ Nonseasonal (Nonseasonal Auto-Regressive Process of Order p)

P คือ อันดับที่ P ของกระบวนการถดถอยในตัวเองแบบ Seasonal (Seasonal Auto-Regressive Process of Order P)

q คือ อันดับที่ q ของกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Nonseasonal (Nonseasonal Moving Average Process of Order q)

Q คือ อันดับที่ Q ของกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Seasonal (seasonal Moving Average Process of Order Q)

d, D คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างแบบ Nonseasonal อันดับที่ d และผลต่างแบบ Seasonal อันดับที่ D ตามลำดับ เพื่อทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติ Stationary

S คือ จำนวนคาบเวลาของฤดูกาลใน 1 รอบ

t คือ เวลา

B คือ ตัวดำเนินการย้อนหลังเวลา (Backward Shift Operator)

$\phi_1, \phi_2, ..., \phi_p$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวเองแบบ Nonseasonal อันดับที่ $1,2,..., p$ ตามลำดับ (Nonseasonal Auto-Regressive Process of Order $1,2,..., p$)

$\theta_1, \theta_2, ..., \theta_q$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Nonseasonal อันดับที่ $1,2,..., q$ ตามลำดับ (Nonseasonal Moving Average Process of Order $1,2,..., q$)

$\Phi_1, \Phi_2, ..., \Phi_P$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวเองแบบ Seasonal อันดับที่ $1,2,..., P$ ตามลำดับ (Seasonal Auto-Regressive Process of Order $1,2,..., P$)

$\Theta_1, \Theta_2, ..., \Theta_Q$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Seasonal อันดับที่ $1,2,..., Q$ ตามลำดับ (Seasonal Moving Average Process of Order $1,2,..., Q$)

$(1-B)^d Y_t$ คือ ผลต่างอันดับที่ d ของอนุกรมเวลา Y_t

$(1-B^s)^D Y_t$ คือ ผลต่างอันดับที่ D ของอนุกรมเวลา Y_t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t

2. การพยากรณ์ด้วยตัวแบบ *ARIMAX*

ตัวแบบ *ARIMAX* มีชื่อว่า Auto - Regressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables เป็นวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลาที่เป็นส่วนขยายของทฤษฎีของบ็อกซ์ – เจนกินส์ ซึ่งจะนำอนุกรมเวลานำเข้า (Input Time Series: X_t) มาพิจารณาร่วมในตัวแบบด้วยเพื่อใช้ในการพยากรณ์อนุกรมเวลานำออก (Output Time Series: Y_t) โดยตัวแบบดังกล่าวจะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $ARIMAX\,(p,d,q)(P,D,Q)_s$ มีสมการทั่วไปดังนี้

$$(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t = \beta_0 + \beta_1[(1-B)^d(1-B^S)^D X_{1,t}] + ... + \beta_k[(1-B)^d(1-B^S)^D X_{k,t}]$$
$$+\frac{(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-...-\theta_q B^q)(1-\Theta_1 B^S-\Theta_2 B^{2S}-...-\Theta_Q B^{QS})}{(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2-...-\phi_p B^p)(1-\Phi_1 B^S-\Phi_2 B^{2S}-...-\Phi_P B^{PS})}\varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ค่าของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ต้องการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t และ Y_t ต้องมีคุณสมบัติ Stationary

p คือ อันดับที่ p ของกระบวนการถดถอยในตัวเองแบบ Nonseasonal (Nonseasonal Auto-Regressive Process of Order p)

P คือ อันดับที่ P ของกระบวนการถดถอยในตัวเองแบบ Seasonal (Seasonal Auto-Regressive Process of Order P)

q คือ อันดับที่ q ของกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Nonseasonal (Nonseasonal Moving Average Process of Order q)

Q คือ อันดับที่ Q ของกระบวนการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Seasonal (seasonal Moving Average Process of Order Q)

d, D คือ จำนวนครั้งของการหาผลต่างแบบ Nonseasonal อันดับที่ d และผลต่างแบบ Seasonal อันดับที่ D ตามลำดับ เพื่อทำให้อนุกรมเวลามีคุณสมบัติ Stationary

S คือ จำนวนคาบเวลาของฤดูกาลใน 1 รอบ

B คือ ตัวดำเนินการย้อนหลังเวลา (Backward Shift Operator)

$X_{1,t},...,X_{k,t}$ คือ ค่าของอนุกรมเวลาชุดที่ 1,..., ชุดที่ k ณ เวลาที่ t ที่มีอิทธิพลต่ออนุกรมเวลาที่ต้องการพยากรณ์ (Y_t) ($X_{1,t},...,X_{k,t}$ ต้องมีคุณสมบัติ Stationary)

β_0 คือ พารามิเตอร์แสดงค่าคงที่ (Constant Term) ในตัวแบบ

$\beta_1,...,\beta_k$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficients)

$\phi_1,\phi_2,...,\phi_p$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวเองแบบ Nonseasonal อันดับที่ $1,2,...,p$ ตามลำดับ (Nonseasonal Auto Regressive Process of Order $1,2,...,p$)

$\theta_1,\theta_2,...,\theta_q$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Nonseasonal อันดับที่ $1,2,...,q$ ตามลำดับ (Nonseasonal Moving Average Process of Order $1,2,...,q$)

$\Phi_1,\Phi_2,...,\Phi_P$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวเองแบบ Seasonal อันดับที่ $1,2,...,P$ ตามลำดับ (Seasonal Auto Regressive Process of Order $1,2,...,P$)

$\Theta_1,\Theta_2,...,\Theta_Q$ คือ พารามิเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์ของการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ Seasonal อันดับที่ $1,2,...,Q$ ตามลำดับ (Seasonal Moving Average Process of Order $1,2,...,Q$)

$(1-B)^d Y_t$ คือ ผลต่างอันดับที่ d ของอนุกรมเวลา Y_t

$(1-B^s)^D Y_t$ คือ ผลต่างอันดับที่ D ของอนุกรมเวลา Y_t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t

3. แนวคิดการสร้างตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่

ในงานวิจัยนี้ปรับใหม่โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนและประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ มีวิธีการปรับ ดังนี้ (Petris, Petrone, & Campagnoli, 2007, pp. 7-84)

3.1 หาค่าเฉลี่ย m_0 และ ความแปรปรวน C_0

3.2 คำนวณ $m_n = E(\alpha \mid Y_1,...,Y_n) = \dfrac{C_0}{C_0 + \dfrac{\sigma^2}{n}}\bar{y} + \dfrac{\dfrac{\sigma^2}{n}}{C_0 + \dfrac{\sigma^2}{n}} m_0$

$$C_n = Var(\alpha \mid Y_1,...,Y_n) = \frac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + nC_0}$$

เมื่อ C_0 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงก่อน

m_0 คือ ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงก่อน

σ^2 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงเริ่มต้น

n คือ ขนาดตัวอย่างของการแจกแจงเริ่มต้น

3.3 คำนวณ $C_{n-1} = \dfrac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + (n-1)C_0}$

3.4 คำนวณ $e_t = y_t - m_{n-1}$

3.5 สร้างตัวแบบ $ARIMAX$

3.6 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบโดยใช้สถิติทดสอบ Q ของ Box – Ljung

4 องค์ประกอบในการพยากรณ์และการทดสอบข้อสมมติของอนุกรมเวลา

การพยากรณ์จะต้องคำนึงจากองค์ประกอบที่สำคัญ ต้องเลือกวิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์และลักษณะของปัญหาที่แตกต่างกันไป ดังนี้

4.1 รูปแบบของค่าพยากรณ์ เมื่อผู้วิจัยหรือผู้ที่ใช้เกี่ยวกับค่าพยากรณ์ สิ่งที่จำเป็นสำหรับผู้ที่พยากรณ์คือ รูปแบบของการพยากรณ์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการ เช่น ต้องการรูปแบบการพยากรณ์แบบจุดหรือต้องการรูปแบบการพยากรณ์แบบช่วง เพราะบางวิธีสามารถให้ค่าพยากรณ์แบบจุดเท่านั้น

4.2 ความแม่นยำ ความแม่นยำหรือความถูกต้องของค่าพยากรณ์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเลือกวิธีการพยากรณ์ เพราะถ้าวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าความแม่นยำสูง สามารถใช้ในการบริหารจัดการได้ตามที่ต้องการ ช่วยลดต้นทุนต่าง ๆ และยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการบริหารจัดการ สำหรับผู้ที่ใช้ค่าพยากรณ์เพราะวิธีการพยากรณ์บางวิธีให้ค่าความแม่นยำเฉพาะบางช่วงเวลา เช่น เหมาะสมในการพยากรณ์ระยะสั้น หรือบางวิธีเหมาะสมในการพยากรณ์ระยะยาว

4.3 กรอบเวลา การพยากรณ์เชิงปริมาณเป็นการทำนายเหตุการณ์ในอนาคต อาจจะเป็นระยะเวลารายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี เป็นต้น ช่วงเวลาเหล่านี้เรียกว่ากรอบเวลาโดยทั่วไปจำแนกกรอบเวลาตามความยาวของระยะเวลา ดังนี้ 1. การพยากรณ์ระยะใกล้

หมายถึง การพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ห่างจากปัจจุบันน้อยกว่า 1 เดือน 2. การพยากรณ์ระยะสั้น หมายถึง การพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ห่างจากปัจจุบันตั้งแต่ 1 เดือน แต่ไม่เกิน 3 เดือน 3. การพยากรณ์ระยะกลาง หมายถึง การพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ห่างจากปัจจุบัน มากกว่า 3 เดือน แต่น้อยกว่า 2 ปี และ 4. การพยากรณ์ระยะยาว หมายถึง การพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ห่างจากปัจจุบัน ตั้งแต่ 2 ปี ขึ้นไป

4.4 ลักษณะของข้อมูล ผู้พยากรณ์ควรตรวจสอบข้อมูลที่มีอยู่เป็นข้อมูลประเภทใดเป็นค่าของตัวแปรที่จะพยากรณ์เท่านั้นหรือเป็นค่าของตัวแปรอื่นที่มาเกี่ยวข้องด้วย เพื่อจะได้เลือกวิธีในการพยากรณ์ได้ถูกต้องและให้ค่าที่แม่นยำสูง

4.5 ค่าใช้จ่าย การพยากรณ์แต่ละครั้งย่อมมีค่าใช้จ่ายหลายประการเกิดขึ้น เช่น ค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูล ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล และในบางครั้งถ้าต้องการใช้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพยากรณ์ยิ่งสูงเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ ถ้าพิจารณาการพยากรณ์ที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ต้องใช้เวลาในการคำนวณมากขึ้น เป็นสาเหตุที่ให้ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์สูงขึ้น กล่าวคือ ถ้าใช้วิธีการพยากรณ์ที่มีความซับซ้อนมาก และใช้จำนวนข้อมูลในการพยากรณ์มาก ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะสูงกว่าวิธีการพยากรณ์ที่ไม่ซับซ้อนและใช้ข้อมูลน้อย แต่วิธีการพยากรณ์ที่มีความซับซ้อนมาก และใช้จำนวนข้อมูลในการพยากรณ์มาก ๆ ก็ให้ค่าความแม่นยำสูงกว่าด้วยเช่นกัน

4.6 ข้อมูลที่มีอยู่ในการพยากรณ์ ผู้พยากรณ์ต้องทราบว่า ชนิดของข้อมูลในอดีตเป็นข้อมูลที่ทันสมัย หรือเป็นอดีตมากเกินไป จนแตกต่างจากข้อมูลที่ทันสมัยมากกว่า เหมาะสมที่จะใช้ทั้งหมดหรือไม่ หรือจำเป็นต้องใช้แค่บางส่วน ข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์และตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีอยู่สมบูรณ์หรือไม่ และจำนวนข้อมูลเท่าใดถึงจะเพียงพอกับเงื่อนไขในการพยากรณ์บางวิธี เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูง

4.7 ความซับซ้อนวิธีของการพยากรณ์ที่ใช้ จะทำให้ผู้ใช้ค่าพยากรณ์เกิดความเชื่อมั่นในการตัดสินใจในการตอบปัญหาต่าง ๆ ความซับซ้อนของวิธีการพยากรณ์ ควรอยู่ในระดับที่ผู้พยากรณ์สามารถเข้าใจ และ อธิบายผลการนำไปใช้ได้ง่าย เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการใช้วิธีในการพยากรณ์ กล่าวคือ วิธีที่ไม่ซับซ้อนที่ให้ความแม่นยำในการพยากรณ์น้อยกว่านั้น จะเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าวิธีพยากรณ์ที่มีความซับซ้อน แต่ให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูง ถ้าความแม่นยำแตกต่างกันไม่มาก และ ในบางปัญหาอาจมีวิธีการพยากรณ์มากกว่า 1 วิธี ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องปรับให้เหมาะกับปัญหาในการตอบโจทย์ในการใช้ค่าพยากรณ์

การทดสอบข้อสมมติของอนุกรมเวลา พิจารณา ดังนี้ 1) กระบวนการสเตชันนารี (Stationary) 2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function Coefficient: ACF) 3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (Partial Autocorrelation Function Coefficient: PACF) 4) ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ และ 5) การวิเคราะห์ส่วนเหลือ (Residual) รายละเอียดมีดังนี้

1) กระบวนการสเตชันนารี (Stationary)

ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยตัวแบบสโตแคสติค อนุกรมเวลาต้องมีสมบัติสเตชันนารี กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของกระบวนการมีค่าคงที่ทุกหน่วยเวลา t ใด ๆ ให้ $Y_{t_1}, Y_{t_2}, ..., Y_{t_s}$ แทน ตัวแปรเวลา ที่ $t_1, t_2, ..., t_s$ และ $Y_{t_{1+k}}, Y_{t_{2+k}}, ..., Y_{t_{s+k}}$ เมื่อ k แทนจำนวนจริงใด ๆ แทนตัวแปรเวลา ที่ $t_{1+k}, t_{2+k}, ..., t_{s+k}$ แล้ว กระบวนการสเตชันนารี คือ กระบวนการที่มีการแจกแจงร่วมของตัวแปร $Y_{t_1}, Y_{t_2}, ..., Y_{t_s}$ เป็นการแจกแจงเดียวกับการแจกแจงร่วมของตัวแปร $Y_{t_{1+k}}, Y_{t_{2+k}}, ..., Y_{t_{s+k}}$ จะได้ว่า $E(Y_t) = \mu$ และ $Var(Y_t) = \sigma^2$ สำหรับทุกค่าหน่วยเวลา t ที่มีค่าคงที่และค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) ระหว่าง Y_{t_1} และ Y_{t_2} มีค่าเท่ากับความแปรปรวนร่วมระหว่าง $Y_{t_{1+k}}$ และ $Y_{t_{2+k}}$ สามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้เป็น $Cov(Y_{t_1}, Y_{t_2}) = Cov(Y_{t_{1+k}}, Y_{t_{2+k}})$ เมื่อพิจารณาความแปรปรวนร่วมระหว่าง 2 คาบเวลาใดๆ จะได้ $Cov(Y_{1_1}, Y_{1+k}) = ... = Cov(Y_{t-k}, Y_{s-k})$ ณ เวลาที่ t, s และ k ใด ๆ กล่าวคือ กระบวนการมีสมบัติสเตชันนารี การแจกแจงร่วมระหว่าง Y_{t_s} และ $Y_{t_{s+k}}$ ขึ้นอยู่กับคาบเวลา t และขึ้นอยู่กับระยะห่างของช่วงเวลา k หน่วย (Lag k) สรุปได้ว่า อนุกรมเวลาสเตชันนารี เป็นอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงรอบค่าเฉลี่ย โดยมีค่าความแปรปรวนคงที่ สำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงรอบค่าเฉลี่ยไม่คงที่ และความแปรปรวนของอนุกรมเวลาไม่คงที่ เรียกว่า อนุกรมเวลาไม่สเตชันนารี

2) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function Coefficient: ACF) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (ρ) เป็นมาตรวัดความสัมพันธ์ระหว่าง Y_t และ Y_{t-k} ใช้สัญลักษณ์เป็น ρ_k สามารถคำนวณได้จาก

$$\rho_k = \frac{E(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)}{\sqrt{E(Y_t - \mu)^2}\sqrt{E(Y_t - \mu)^2}} = \frac{\gamma_k}{\sqrt{E(Y_t - \mu)^2}\sqrt{E(Y_t - \mu)^2}}$$

เนื่องจาก $Var(Y_t) = Var(Y_{t-k}) = E(Y_t - \mu)^2 = \gamma_0$

จะได้ $\rho_k = \dfrac{\gamma_k}{\gamma_0}$ และ $\rho_0 = 1$ สำหรับ γ_k ในกระบวนการสเตชันนารีมีสมบัติดังนี้

1. $\gamma_0 = Var(Y_t)$
2. $|\gamma_k| \le \gamma_0$
3. $\gamma_k = \gamma_{-k}$
4. $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \alpha_i \alpha_j \gamma_{|t_i - t_j|} \ge 0$, ทุกเซตของ $t_1, ..., t_n$ และจำนวนจริงใดๆ $\alpha_1, ..., \alpha_n$

สำหรับสมบัติของ ρ_k มีดังนี้

1. $\rho_0 = 1$
2. $|\rho_k| \le 1$
3. $\rho_k = -\rho_k$

4. $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\alpha_i\alpha_j\rho_{|t_i-t_j|} \geq 0$, ทุกเซตของ $t_1,...,t_n$ และจำนวนจริงใดๆ $\alpha_1,...,\alpha_n$

เมื่อพิจารณาสหสัมพันธ์ในตัวเอง ในลักษณะที่เป็นฟังก์ชันของช่วงเวลาที่ห่างกัน k หน่วย เรียก ρ_k ว่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของอนุกรมเวลาสเตชันนารี หรือ ACF เป็นกราฟที่มีลักษณะลดลงรวดเร็วเข้าสู่ศูนย์ หรือ กราฟซึ่งมีค่าเป็นศูนย์ทุกค่าเมื่อ $k > q$ สามารถเป็นจริงได้เมื่อ $q = 1$

ในการหาค่า ρ_k จากตัวอย่างใช้สัญลักษณ์เป็น r_k เรียกว่า สหสัมพันธ์ของตัวอย่าง เมื่อย้อนเวลาไป k หน่วย หรือ lag k คำนวณได้จาก

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \bar{Y})^2} = \frac{\sum_{t=1}^{n-1}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \bar{Y})^2}$$

เมื่อ $\bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^{n} Y_t}{n}$

สำหรับกราฟ SACF ของอนุกรมเวลาสเตชันนารี มีลักษณะลดลงอย่างรวดเร็วเข้าสู่ศูนย์เหมือนกราฟ ACF โดยมีค่าเป็นศูนย์ที่ระยะห่างของช่วงเวลาเท่ากับ q หรือกราฟ SACF ลดลงแบบเลขชี้กำลัง สำหรับกราฟ SACF มีลักษณะลดลงช้า ๆ แบบเชิงเส้น แสดงว่า อนุกรมเวลาไม่สเตชันนารี

3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (Partial Autocorrelation Function Coefficient : PACF) การพิจารณาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y_t และ Y_{t-k} สหสัมพันธ์ดังกล่าว อาจเป็นผลมาจากสหสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรกับตัวแปร $Y_{t-1},...,Y_{t-k+1}$ เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่าง Y_t และ Y_{t-k} ในการขจัดความสัมพันธ์ของ $Y_{t-1},...,Y_{t-k+1}$ ต้องใช้การหาสหสัมพันธ์แบบมีเงื่อนไข $Corr(Y_t, Y_{t-k} \mid Y_{t-1},...,Y_{t-k+1})$ เรียกว่า สหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (ϕ_{kk}) คำนวณได้จาก

$$\phi_{kk} = \frac{Cov((Y_t - \hat{Y}_t),(Y_{t-k} - \hat{Y}_{t-k})}{\sqrt{Var((Y_t - Y_t)}\sqrt{Var(Y_{t-k} - Y_{t-k})}}$$

เมื่อ $\hat{Z}_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + ... + \beta_{k-1} Y_{t-k+1}$

สามารถเขียน ϕ_{kk} ในรูปของสมการการถดถอย คือ

$$Z_t = \phi_{k1} Y_{t-1} + \phi_{k2} Y_{t-2} + ... + \phi_{kk} Y_{t-p} + a_t$$

การคำนวณสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วนของตัวอย่าง ($\hat{\phi}_{kk}$) เมื่อช่วงเวลาห่างกัน k หน่วย สามารถคำนวณได้จาก

$$\hat{\phi}_{kk} = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1}\hat{\phi}_{k-1,j}r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1}\hat{\phi}_{k-1,j}r_j} \ , \ \mathrm{k} = 2,3,...$$

โดยที่ $\hat{\phi}_{kj} = \hat{\phi}_{k-1,j} - \hat{\phi}_{kk}\hat{\phi}_{k-1,k-j}$

สมบัติที่สำคัญสำหรับกระบวนการสเตชันนารีคือ กราฟของ ϕ_{kk} อาจมีค่าเป็นศูนย์เมื่อช่วงเวลาห่างกันมากกว่า q หรือลดลงเข้าสู่ศูนย์อย่างรวดเร็วเช่นเดียว ACF

4) ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

การพยากรณ์เป็นการคาดการณ์ข้อมูลในอนาคต การพยากรณ์ที่ดีนั้น ค่าพยากรณ์ที่ได้ควรมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงให้มากที่สุด ทำให้ความผิดพลาดในการพยากรณ์ต่ำที่สุด (มุกดา แม้นมินทร์, 2549, หน้า 11 – 13) สำหรับสถิติที่ใช้วัดความผิดพลาดในการพยากรณ์ มีดังต่อไปนี้

4.1 ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Error : ME)

$$Me = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t}{n}$$

เมื่อ e_t คือความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ = ค่าจริง – ค่าพยากรณ์

4.2 Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} |e_t|}{n}$$

4.3 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n}$$

4.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อน (Standard Deviation of Error: SDE)

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n-1}}$$

4.5 ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อน (Percentage Error: PE)

$$PE = (\frac{Y_t - F_t}{Y_t})x100 = \frac{e_t}{Y_t}x100$$

Y_t คือ ข้อมูล ณ เดือนที่ t

F_t คือ ค่าพยากรณ์ ณ เดือนที่ t

4.6 ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean Percentage Error: MPE)

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} PE}{n}$$

4.7 ร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}|PE|}{n}$$

5) การวิเคราะห์ส่วนเหลือ (Residual)

ในการเลือกตัวแบบ $ARIMA$ หรือตัวแบบ $ARIMAX$ ที่เหมาะสมและการประมาณค่าพารามิเตอร์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง ส่วนเหลือ (a_t) มีสมบัติดังต่อไปนี้

5.1 ส่วนเหลือไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง

5.2 ส่วนเหลือมีการแจกแจงปรกติ (ใช้สถิติ *Kolmogorov-Smirnov*) มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 (ใช้สถิติ t) และความแปรปรวนคงที่ (ใช้สถิติ *Goldfeld - Quandt Test*)

สำหรับการตรวจสอบส่วนเหลือไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเองใช้สถิติ สถิติทดสอบ Q ของ Box - Ljung คือ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสหสัมพันธ์ในตัวของ residual ตั้งแต่ Lag ที่ $1,2,...,k$ มีค่าแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ มีขั้นตอน ดังนี้

1) สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$H_0 : \rho_e(1) = \rho_e(2) = ... = \rho_e(k) = 0$ (ตัวแบบการพยากรณ์ที่พิจารณามีความเหมาะสม)

$H_1 : \rho_e(k)$ อย่างน้อย 1 ค่าที่แตกต่างจากศูนย์ (ตัวแบบการพยากรณ์ที่พิจารณาไม่มีความเหมาะสม)

2) สถิติทดสอบคือ

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{K}[\frac{r_e^2(k)}{n-k}]$$

โดยที่ $$r_{e^{(k)}} = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(e_t - \bar{e})(e_{t-k} - \bar{e})}{\sum_{t=1}^{n}(e_t - \bar{e})^2}$$

$r_{e^{(k)}}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของส่วนเหลือ ณ Lag k

k คือ ช่วงเวลาที่จะพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัว

$k = 1,2,.., \frac{n}{4}$

n คือ จำนวนของส่วนเหลือ

3) เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจคือ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $Q > \chi^2_{\alpha,df=k-p}$ โดยที่ p คือ จำนวนพารามิเตอร์ในตัวแบบที่พิจารณา

การตรวจสอบส่วนเหลือมีการแจกแจงปรกติดูจากกราฟฮิสโทแกรม หรือทดสอบภาวะรูปสนิทดี (Goodness of Fit Test) หรือใช้**สถิติทดสอบของ *Kolmogorov-Smirnov*** การตรวจสอบการแจกแจงปรกติของส่วนเหลือ มีขั้นตอน ดังนี้

1) สมมติฐานของการทดสอบ

H_0 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มไม่มีการแจกแจงปรกติ

2) สถิติทดสอบคือ

$$D_n = \max(D_n^+, D_n^-)$$
$$= \max[\max\left|\frac{i}{n} - F(e)\right|, \max\left|F(e) - \frac{(i-1)}{n}\right|] \; ; \; i = 1,2,\ldots,n$$

หรือ $Z_{KS} = D_n\sqrt{n}$ โดยที่ $F(e)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นสะสมของส่วนเหลือ (e) เมื่อส่วนเหลือมีการแจกแจงปรกติ

3) เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจคือ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $D_n > D_{n,\alpha}$ โดยที่ $D_{n,\alpha}$ คือ ค่าจากตารางสถิติ Kolmogorov-Smirnov

ตอนที่ 7 สาเหตุของโรคจิตเภทและวิธีการรักษา

โรคจิตเภท (Schizophrenia) หมายถึง กลุ่มอาการของโรคจิต ที่มีความผิดปกติของความคิด มีลักษณะอาการแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ลักษณะอาการทางบวก และลักษณะอาการทางลบ

กลุ่มลักษณะอาการทางบวก หมายถึง อาการที่มีเพิ่มมากกว่าคนปกติทั่วไป ได้แก่ 1) ประสาทหลอน เช่น ได้ยินเสียงคนพูดคุย ได้ยินเสียงคนพูดตำหนิ พูดโต้ตอบเสียงนั้นเพียงคนเดียว 2) อาการหลงผิด เช่น คิดว่ามีเทพวิญญาณอยู่ในร่างกาย คอยบอกให้ทำสิ่งต่าง ๆ 3) ความคิดผิดปกติ เช่น พูดไม่เป็นเรื่องเป็นราว พูดไม่ต่อเนื่อง เปลี่ยนเรื่องพูดโดยไม่มีเหตุผล และ 4) พฤติกรรมผิดปกติ เช่น อยู่ในท่าแปลกๆ หัวเราะหรือร้องไห้ สลับกันเป็นพัก ๆ

กลุ่มลักษณะอาการทางลบ หมายถึง อาการที่ขาดหรือบกพร่องไปจากคนปกติทั่ว ๆ ไป ได้แก่ สีหน้าอารมณ์เฉยเมย ชีวิตไม่มีจุดหมาย ไม่มีสัมพันธภาพกับใคร ไม่พูด ไม่มีอาการยินดียินร้าย

อาการโดยรวมที่พบได้ในภาวะความเจ็บป่วยของโรค ได้แก่ 1. มองโลกผิดไปจากความเป็นจริง ผู้ป่วยโรคจิตเภทมักมองโลกผิดไปจากความจริง ซึ่งแตกต่างจากคนทั่วๆ ไป ผู้ป่วยอาจจะมีอาการวิตกกังวล รู้สึกสับสน อาจจะดูเหินห่าง แยกตัวจากสังคม บางครั้งอาจนั่งนิ่งเป็นหิน ไม่เคลื่อนไหวและไม่พูดจาใด ๆ เป็นชั่วโมง ๆ หรืออาจเคลื่อนไหวช้า ทำอะไรช้า ๆ ผู้ป่วยอาจมีพฤติกรรมแปลก ๆ อยู่ตลอดเวลา 2. ประสาทหลอน ผู้ป่วยอาจคิดว่ามีบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้น ทั้ง ๆ ที่ความจริงไม่มีสิ่งเหล่านั้นเกิดขึ้น เช่น ได้ยินเสียงคนมาสั่งให้ตนทำโน่นทำนี่ ได้ยินคนมาพูดคุยกับตนมาเตือน หรือมาตำหนิในเรื่องต่าง ๆ ทั้ง ๆ ที่ความจริงไม่มีคนพูดหรือไม่มีต้นกำเนิดเสียงเหล่านี้เลย ซึ่งเราเรียกอาการนี้ว่า "หูแว่ว" ผู้ป่วยบางคนอาจมองเห็นคน ผี หรือสิ่งของต่าง ๆ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วไม่มีสิ่งเหล่านี้และไม่มีใครเห็นเหมือนผู้ป่วย เราเรียกอาการนี้ว่า "เห็นภาพหลอน" 3. ความคิดหลงผิด ความคิดหลงผิดเป็นความเชื่อของผู้ป่วยที่ผิดไปจากความเป็นจริงและไม่ได้เป็นความเชื่อใน

วัฒนธรรมของผู้ป่วย ซึ่งความคิดหลงผิดในผู้ป่วยจิตเภทนี้มักจะแปลกประหลาดมาก เช่น เชื่อว่าพฤติกรรมของเขาหรือของคนอื่นๆถูกบังคับให้เป็นไปด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากต่างดาว เชื่อว่าความคิดของตนแพร่กระจายออกไปให้คนอื่น ๆ ที่ไม่รู้จักรับรู้ได้ว่าตนคิดอะไรอยู่ หรือเชื่อว่าวิทยุหรือโทรทัศน์ต่างก็พูดถึงตัวผู้ป่วยทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงไม่ได้เป็นอย่างนั้น 4. ความคิดผิดปกติ ผู้ป่วยจะไม่สามารถคิดแบบมีเหตุมีผลได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ป่วยพูดคุยกับคนอื่นไม่ค่อยเข้าใจ เมื่อคนอื่นคุยกับผู้ป่วยไม่ค่อยเข้าใจก็มักจะไม่ค่อยคุยด้วย ซึ่งส่งผลให้ผู้ป่วยถูกแยกให้อยู่คนเดียว 5. การแสดงอารมณ์ไม่เหมาะสม ผู้ป่วยมักจะแสดงอารมณ์ไม่เหมาะสมกับเรื่องที่กำลังพูด เช่น พูดว่าตนกำลังถูกปองร้ายจะถูกเอาชีวิต ซึ่งขณะพูดก็หัวเราะอย่างตลกขบขัน (โดยไม่ใช่คนปกติที่ต้องการทำมุขตลก) พบได้บ่อยเช่นกันที่ผู้ป่วยจิตเภทจะไม่ค่อยแสดงสีหน้า หรือความรู้สึกใด ๆ รวมทั้งการพูดจาก็จะใช้เสียงระดับเดียวกันตลอด ไม่แสดงน้ำเสียงใด ๆ (Monotone) ซึ่งอาการของผู้ป่วยจิตเภทนี้ส่วนใหญ่มักจะเป็นเรื้อรังมีบ้างในบางคนที่มีอาการเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ และสามารถหายเป็นปกติได้ แต่ก็มักต้องการการรักษาที่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานเหมือน ๆ กัน และ 6. ในเรื่องของการฆ่าตัวตาย การฆ่าตัวตายเป็นเรื่องที่เป็นอันตรายมากสำหรับผู้ป่วยจิตเภท ถ้าผู้ป่วยพยายามฆ่าตัวตายหรือมีการวางแผนที่จะทำอย่างนั้น ควรจะต้องให้การช่วยเหลืออย่างรีบด่วน เพราะผู้ป่วยจิตเภทมีการฆ่าตัวตายสูง (สถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา, 2559)

สาเหตุของโรคจิตเภท แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ สาเหตุทางชีวภาพ สาเหตุทางพันธุกรรม และสาเหตุทางจิตสังคม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สาเหตุทางชีวภาพ

1.1 สมมติฐาน Dopamine ผู้ป่วยจิตเภทมี Dopaminergic System ของสมองทำงานมากเกินไป (hyperactivity)

1.2 สารสื่อประสาทอื่น ๆ ที่อาจผิดปกติจนเป็นสรีรพยาธิวิทยาของจิตเภทนอกเหนือจาก dopamine ได้แก่

1.2.1 Norepinephrine อาจจะทำงานมากเกินในผู้ป่วยจิตเภท นอกจากนี้ยา Amphetamine ซึ่งสาเหตุทำให้เกิดอาการคล้ายจิตเภทชนิดระแวงก็ออกฤทธิ์ทั้งต่อ Neuron ชนิด Dopamine และชนิด Noradrenaline

1.2.2 Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) เป็นตัวยับยั้งการถ่ายทอดประสาท ถ้า GABA ทำงานน้อยลง Dopamine จะทำงานมากเกิน

1.3 ประสาทพยาธิวิทยา (Neuropathology) มีอยู่ 2 ชนิดคือ

1.3.1 การศึกษาทางประสาทเคมี (Neurochemistry) ผลการศึกษา พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของจำนวน D2 Receptor ใน Basal Ganglia และ Hippocampus ในสมองคนไข้จิตเภทที่เสียชีวิตแล้ว

1.3.2 การศึกษาทาง Morphometry ของสมองของคนไข้หลังเสียชีวิตแล้ว พบว่ามีการเสื่อม Degeneration แบบหนึ่งเกิดขึ้นที่ Limbic System และ Basal Ganglia ลักษณะของการเสื่อมที่พบคือ มี Gliosis จำนวน Neuron ลดลงและปริมาตรของเนื้อสมองบริเวณนั้น ๆ ลดลง

1.4 Brian Imaging การศึกษาด้านประสาทพยาธิวิทยาในต้นศตวรรษที่ 19 จะไม่พบความผิดปกติของสมองในผู้ป่วย Schizophrenia ทำให้ Schizophrenia ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม

Functional Disorders แต่การศึกษาอย่างกว้างขวางในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาทำให้พบความผิดปกติหลายแห่งในสมองของผู้ป่วย เช่น การกว้างขึ้นของ Lateral Ventricle, การมีปริมาณลดลงของ Amygdale และ Hippocampus การมีปริมาณเพิ่มขึ้นของ Basal-Ganglia Nuclei การทำงานลดลงบริเวณ Frontal Lobes

1.5 สรีรวิทยาไฟฟ้า (Electrophysiology) การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองของผู้ป่วยจิตเภท จำนวนหนึ่งมีความผิดปกติ กล่าวคือ สมองมีสภาพไวต่อการถูกกระตุ้น เช่น ถ้าหากกระตุ้นด้วยการให้อดนอนแล้วบันทึกคลื่นไฟฟ้าของสมอง จะพบคลื่นไฟฟ้าชนิด Spike เพิ่มขึ้น ความผิดปกติชนิดอื่น ๆ ที่พบคือ คลื่นไฟฟ้าชนิด Alpha ลดลง ส่วน Theta และ Delta เพิ่มขึ้น นอกจากนี้คลื่นไฟฟ้าของสมองอาจจะคล้ายของโรคลมบ้าหมูหรืออาจจะพบความผิดปกติดังที่กล่าวมาอยู่ที่สมองซีกซ้ายซีกเดียวก็ได้

1.6 การติดเชื้อ เช่น ภาวะฤดูกาลขณะคลอดมักจะมีการติดเชื้อไวรัส และผู้ป่วยจิตเภทผู้ใหญ่มักจะพบเป็นกลุ่ม (Cluster) ตามสภาพภูมิศาสตร์ ฤดูที่ผู้ป่วยอยู่โรงพยาบาลก็มักเป็นช่วงที่มีการติดเชื้อไวรัส ขณะป่วยจะพบ Atypical Lymphocyte อย่างไรก็ตาม จนกระทั่งปัจจุบันก็ยังไม่มีหลักฐานที่แน่ชัดกว่านี้ที่แสดงว่ามีการติดเชื้อเกิดขึ้น เช่น ไม่สามารถถ่ายทอดการติดเชื้อในสัตว์ทดลอง ไม่พบ Infectious Particle เป็นต้น หลักฐานเท่าที่มีอยู่ทำให้เกิดการแปลผลไปต่าง ๆ นานา เช่น Infectious Agent ทำให้เกิดทั้งอาการทางจิตเวชและภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือ Infectious Agent ทำให้เกิด Autoimmune ต่อสมองส่วนใดส่วนหนึ่งเป็นการเฉพาะ หรือจิตเภทเป็น Primary Immune Disorder ที่ทำให้เกิด Autoimmune Disorder ต่อสมอง

1.7 Psychoendocrinology มีการค้นพบว่า ผู้ป่วยจิตเภทมีความผิดปกติของ Endocrine Dysregulation ที่เกี่ยวข้องกับทางจิตเวช เช่น พบว่าผู้ป่วยจิตเภทมีระดับ Luteinizing Hormone (LH) และระดับ Follicle Stimulating Hormone (FSH) ในขณะ Baseline ลดลงในช่วงที่เริ่มป่วย และขณะที่ป่วยเป็นโรคจิตเภท

2. สาเหตุทางพันธุศาสตร์

สมมติฐานทางพันธุศาสตร์ของผู้ป่วยจิตเภทมีความไวที่จะเป็นจิตเภท สิ่งแวดล้อมทั้งทางจิตวิทยาและทางชีวภาพจะทำหน้าที่เป็นความเครียดที่กระตุ้นการ Expression ของยีนส์จนทำให้เกิดอาการของโรคจิตเภท ขณะนี้ได้มีการค้นพบ Marker ที่อยู่บนโครโมโซมที่ 5 ว่าน่าจะเชื่อมโยงกับจิตเภท แต่ยังไม่ได้รับการยืนยันอย่างกว้างขวาง

ข้อมูลทางพันธุศาสตร์ที่พบ คือ ความชุกของจิตเภทในประชากรคือ ร้อยละ 1.00 Monozygotic Twin Concordance Rate ของจิตเภทสูงที่สุดคือ ร้อยละ 47 บุตรที่ทั้งบิดาและมารดาเป็นจิตเภทจะมีความชุก ร้อยละ 40 ฝาแฝด Dizygotic twin ของผู้ป่วยจิตเภทมีความชุก ร้อยละ 12 บุตรที่บิดามารดาคนใดคนหนึ่งเป็นจิตเภทมีความชุกร้อยละ 12 เช่นเดียวกัน พี่น้องของจิตเภท แต่ไม่ใช่ฝาแฝดกันมีความชุก ร้อยละ 8 ได้มีการศึกษา พบว่า ฝาแฝดไข่ใบเดียวกันที่คนหนึ่งถูกแยกให้เลี้ยงโดยบิดามารดาบุญธรรมก็มีอัตราการเป็นจิตเภทเท่ากับฝาแฝดที่ถูกเลี้ยงโดยบิดามารดาที่แท้จริงเช่นนี้ แสดงว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสิ่งแวดล้อม

3. สาเหตุทางจิตสังคม

3.1 ทฤษฎีทางด้านจิตวิเคราะห์ กล่าวถึงความบกพร่องทางจิตที่สำคัญจนทำให้เป็นจิต

เภทคือการจัดระเบียบของอัตตา (Ego Organization) ผิดปกติอย่างมากจนกระทบกระเทือนต่อการตีความ (interpret) เกี่ยวกับความเป็นจริง (Reality) และกระทบกระเทือนต่อการควบคุมแรงขับ (Drive) เช่น Sexual Drive และ Aggressive Drive เพราะในวัยเด็ก ผู้ป่วยจิตเภทมีความสัมพันธ์ที่ไม่สนิทดีกับมารดา หรือทารกบางคนในขณะนั้นมีความกังวลเพราะมีมารดาที่วิตกกังวลเหมือนกัน ทั้งความสัมพันธ์ที่ไม่ดีกับมารดา คือเด็กไม่สามารถพัฒนาตนเองให้พ้นระยะ Oral Phase ที่เป็นระยะการพึ่งพิงและสนิทกับมารดา ความสัมพันธ์ที่ไม่ดีกับมารดาทำให้เด็กเกิดความรู้สึกเกลียดชัง ต่อต้าน และก้าวร้าว จนทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมารดาและทารกบิดเบี้ยว ทำให้การพัฒนารูปแบบบุคลิกภาพไม่เหมาะสมและไวต่อความเครียด

3.2 Learning Theory อธิบายว่าในขณะที่ยังเด็ก ผู้ป่วยได้การคิดอย่างไม่มีเหตุผลโดยเลียนแบบมาจากบิดามารดา ซึ่งอาจจะมีปัญหาทางจิตใจอยู่ด้วย และมีความบกพร่องในทักษะทางสังคม เนื่องจากไม่สามารถเรียนรู้ได้ดีพอ เป็นเหตุให้ความสัมพันธ์ที่ไม่ดีระหว่างบุคคล

3.3 ทฤษฎีทางด้านครอบครัว อธิบายด้วยเหตุผล 4 ข้อคือ

3.3.1 มารดาที่เป็นสาเหตุของโรคจิตเภท (Schizophrenic Mother) จะมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ เข้าไม่ถึงจิตใจของบุตร (Emotional Withholding) ครอบงำบุตร (Domineering) และมีทัศนคติไม่ยอมรับบุตร ทำให้เมื่อโตขึ้นมีความขัดแย้งทางใจเกี่ยวกับการไว้วางใจผู้อื่น จะโกรธผู้อื่น มารดายังอาจจะมีลักษณะปกป้องบุตรจนเกินไปหรือปฏิเสธบุตรอย่างชัดเจน ทฤษฎีนี้เน้นการกล่าวโทษมารดาเพียงฝ่ายเดียวโดยไม่มองบริบทอื่น ๆ จึงไม่ได้รับความเชื่อถือในปัจจุบัน

3.3.2 การสื่อสารภายในครอบครัวเป็นแบบ Double Bind Communication เป็นการสื่อสารชนิดที่บังคับบุตรให้อยู่ในสถานการณ์ที่ต้องเลือก 2 ทาง ทางเลือกในแต่ละทางมีความขัดแย้งในตัวมันเองก่อให้เกิดความรู้สึกเจ็บปวดทนไม่ได้พอ ๆ กัน และไม่ว่าจะเลือกทางใดก็ผิด แต่ต้องเลือกและไม่ให้โอกาสวิพากษ์วิจารณ์ใด ๆ บิดามารดามักจะพูดแบบคลุมเครือ ไม่เที่ยงตรง (Imprecise)

3.3.3 บิดามารดาอยู่ด้วยกันแบบ Marital Schism กล่าวคือ บิดามารดาอยู่ด้วยกันเพราะต้องพึ่งพิงกัน แต่เป็นการพึ่งพิงกันอย่างมีพยาธิสภาพคือ มีความขัดแย้งกันอย่างชัดเจน ขาดความไว้วางใจและขาดการสื่อสารกัน หรือครอบครัวมีลักษณะเป็นแบบ Skewed Family คือ บิดามารดาฝ่ายหนึ่งจะสนิทสนมกับบุตรเพศตรงกันข้ามอย่างมากผิดปกติ

3.3.4 บิดามารดาอยู่ด้วยกันแบบ Marital Skew คือบิดามารดาสัมพันธ์กันอย่างมีความเบ้ไปสู่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ซ่อนความไม่ลงรอยกันอย่างเรื้อรัง แต่กลับแสดงภาพที่ประสานกัน (Harmony) ให้เห็น มีบิดาหรือมารดาคนหนึ่งเป็น Dominant ส่วนบิดาหรือมารดาอีกฝ่ายหนึ่งยอมเจ็บปวด (Masochistic) (โรงพยาบาลจิตเวชขอนแก่นราชนครินทร์, 2559)

ชนิดของโรคจิตเภท องค์การอนามัยโลก (ICD-10) ได้จำแนกโรคจิตเภทออกเป็น 9 ประเภท ดังนี้

1. โรคจิตเภทชนิดหวาดระแวง (Paranoid Schizophrenia) เป็นโรคจิตเภทชนิดที่พบมากที่สุด ผู้ป่วยจะมีอาการหวาดระแวง หลงผิด มีอาการโกรธง่าย ก้าวร้าว ชอบทะเลาะวิวาทกับผู้อื่น ผู้ป่วยประเภทนี้ การดำเนินชีวิตไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก อาการค่อนข้างคงที่ การพยากรณ์โรคมักจะดีกว่าโรคจิตเภทชนิดอื่นๆ

2. โรคจิตเภทชนิดเฮบีฟรีนิก (Hebephrenic Schizophrenia) เป็นโรคจิตเภทชนิดที่พบในวัยหนุ่มสาวระหว่าง 15-25 ปี อาการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ผู้ป่วยจะมีอาการของความคิด และคำพูดไม่สอดคล้องกัน (Incoherence) อารมณ์เฉยเมย ไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ผู้ป่วยพวกนี้เริ่มมีอาการตั้งแต่อายุยังน้อย และเกิดขึ้นช้า ๆ ผู้ป่วยมักมีความผิดปกติทางบุคลิกภาพมาก่อน เมื่อเป็นเรื้อรังมักไม่ค่อยหายและเป็นภาระของสังคม

3. โรคจิตเภทชนิดคาทาโทนิค (Catatoni Schizophrenia) ผู้ป่วยมีอาการสำคัญ คือ มีความผิดปกติที่พฤติกรรมการเคลื่อนไหว อาจเป็นได้ทั้งแบบเฉยทื่อ (Stupor) ปฏิเสธต่อต้าน (Negativism) ยืนกราน (Rigidity) หรือตื่นเต้น (Excitement)

4. โรคจิตเภทชนิดเรื้อรังที่มีอาการหลงเหลือ (Residual Schizophrenia) ผู้ป่วยโรคจิตเภท ชนิดนี้ จะเคยเป็นโรคจิตเภทชนิดใดชนิดหนึ่งมาก่อนแล้ว อาการดีขึ้น แต่ยังมีอาการบางอย่างหลงเหลืออยู่ มีพฤติกรรมเคลื่อนไหวช้า คิดช้า ชอบนั่งแยกตัวอยู่คนเดียว สีหน้าเฉยเมย ขาดความคิดริเริ่ม มักคิดและพูดอะไรแปลก ๆ ไม่มีอาการหลงผิด ประสาทหลอน มักกลายเป็นผู้ป่วยเรื้อรัง

5. โรคจิตเภทชนิดจำแนกไม่ได้ (Undifferentiated Schizophrenia) ผู้ป่วยประเภทนี้มีอาการของโรคจิตเภทไม่ชัดเจน ไม่สามารถจำแนกประเภทอื่น ๆ ได้ มีอาการหลงผิด ประสาทหลอนความคิดไม่ปะติดปะต่อกัน

6. โรจิตเภทชนิดเศร้าภายหลัง (Post-Schizophrenic Depression) เป็นภาวะซึมเศร้าที่เกิดหลังจากป่วยด้วยโรคจิตเภท มีอาการซึมเศร้าร่วมกับอาการแยกตัวไม่สังคมกับใคร

7. โรคจิตเภทชนิดพฤติกรรมเสื่อมถอย (Simple Schizophrenia) ผู้ป่วยมีพฤติกรรมเสื่อมถอยโดยเริ่มมาเรื่อยๆ ตั้งแต่เริ่มจนมีอาการชัดเจน

8. โรคจิตเภทชนิดอื่น ๆ (Other Schizophrenia) เป็นโรคจิตเภทชนิดที่ไม่เข้าเกณฑ์ใด ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

9. โรคจิตเภทชนิดที่ไม่สามารถระบุได้ (Unspecified Schizophrenia) เป็นโรคจิตเภทที่ไม่สามารถระบุประเภทได้

ระดับความรุนแรงของโรค จิตเภทแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ คือ 1. ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase) 2. ระยะคงเสถียร (Stabilization Phase) 3. ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase) รายละเอียด ดังนี้

1) ระยะเฉียบพลัน ระยะนี้ผู้ป่วยมีความรุนแรงของอาการทางจิต และอาการอื่น ๆ เช่น พฤติกรรมก้าวร้าวอาการหวาดระแวง ลักษณะอาการทางลบ เช่น อาการซึม ไม่พูด แยกตัวเอง การรักษาจะเริ่มทันทีหลังจากการประเมินทางคลินิก ในระยะนี้ พยาบาลควรให้การพยาบาล ดังนี้ 1. ตรวจสอบสัญญาณชีพ 2. ตรวจสอบระดับความรู้สึกตัว เนื่องจากอาจเกิดภาวะ CNS Depress จะมีอาการหลับลึก และไม่รู้สึกตัว 3. สังเกตอาการข้างเคียงของยา เช่น กลุ่มอาการ EPS ที่สำคัญซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ภายใน 1 – 5 วัน เช่น อาการดิสโทเนีย (Dystonia) อาการที่พบ คือ ศีรษะและคอบิดเบี้ยวไปข้างใดข้างหนึ่งอย่างรุนแรง ลำตัวแอ่น ตาค้างและเหลือบขึ้นไปจนมองไม่เห็นตาดำ บางรายลิ้นโตยื่นคับ ปากและสั่น อะคาทีเซีย (Akathisia) อาการกระวนกระวาย เดินไปมา ผุดลุกผุดนั่งขาสั่น งุ่นง่าน อาการมือสั่นขณะพัก อาการเหมือนพาร์กินสัน จะมีอาการกล้ามเนื้อเกร็ง ท่าเดินแบบซอยเท้าการเคลื่อนไหวช้าไร้อารมณ์น้ำลายไหล อะไคนีเซยี (Akinesia) อาการอ่อนเพลีย

กล้ามเนื้ออ่อนแรงการเคลื่อนไหวช้า ท่าทาง แข็งทื่อ อาการ Narcoleptic Malignant Syndrome (NMS) จะมีไข้สูง กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง ชีพจร และความดันเลือดผิดปกติ 4. ตรวจสอบความสมดุลของสารน้ำและเกลือแร่ 5. สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ 6. ให้ผู้ป่วยรับประทานยาพร้อมอาหารหรือนม เพื่อลดการระคายเคืองในกระเพาะอาหาร 7. แนะนำผู้ป่วยอย่ารับประทานยาลดกรดหรือแก้ท้องเสียภายใน 2 ชั่วโมง ที่รับประทานยา 8. สังเกตอาการผิดปกติ เช่น ชัก หายใจลำบาก มีไข้ความดันโลหิตเปลี่ยนแปลง เหงื่อออกมาก กลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ผิวหนังซีด อ่อนแรง ให้รายงานแพทย์ 9. สังเกตอาการ Agranulocytosis เช่น มีไข้หนาวสั่น เจ็บคอ ไอ ปวดหลัง เป็นต้น 10. ให้เคลื่อนไหวช้า ๆ จากท่านอนเป็นท่านั่ง หรือท่ายืน ถ้ามีอาการวิงเวียน เนื่องจากมีโอกาสเกิดภาวะ Postural hypotension 11. อาจทำให้มีปัสสาวะคั่งระวังในผู้สูงอายุเพศชาย 12. ถ้ามีอาการท้องผูกให้รับประทานผักผลไม้ดื่มน้ำให้เพียงพอวันละ 2,500 – 3,000 มล. และออกกำลังกาย

2) ระยะคงเสถียร ระยะนี้มีอาการอาการหูแว่ว ประสาทหลอน อาการหวาดระแวง นอนไม่หลับ อาการง่วงซึม แยกตัวเองและระดับความสามารถในการดูแลตนเองต่ำ อาการข้างเคียงของยาต้านโรคจิตที่ได้รับ ได้แก่ อาการง่วงซึม อาการตาพร่ามัว หัวใจเต้นเร็ว น้ำนมไหล ปากแห้งคอแห้งลิ้นแข็ง พูดไม่ชัด ตาเหลือกคอบิด หลังแอ่น น้ำลายไหล เป็นต้น หากพบอาการดังกล่าวให้รายงานแพทย์ วิธีในการพยาบาลมีดังนี้ 1. ประเมินอาการข้างเคียงของยาหลังจากที่แพทย์ได้ปรับแผนการรักษาและให้คำแนะนำ ผู้ป่วยเกี่ยวกับการปฏิบัติตัวเมื่อเกิดอาการข้างเคียงของยาดังนี้ หลีกเลี่ยงการขับรถ หรือทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรกล หรือการใช้ของมีคม แนะนำจิบน้ำบ่อย ๆ เนื่องจากผู้ป่วยอาจเกิดอาการปากแห้งคอแห้ง แนะนำญาติผู้ดูแลเฝ้าระวังอุบัติเหตุจากการหกล้ม ดูแลให้ผู้ป่วยลุกช้า ๆ โดยเฉพาะเวลาตื่นนอนหรือเข้าห้องน้ำ 2. ให้ข้อมูลและอธิบายแก่ผู้ป่วยและญาติให้เข้าใจถึงยาที่ได้รับ และผลข้างเคียงของยาที่อาจ เกิดขึ้นรวมทั้งแผนการรักษาพยาบาลไม่ควรหยุดยาเอง กรณีผู้ป่วยมีน้ำนมไหลแนะนำไม่ให้ผู้ป่วยบีบเค้นเต้านมบ่อย ๆ เพราะจะเป็นการกระตุ้นการไหลของน้ำนมมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอาการจะหายได้เองภายหลัง 3. พยาบาลควรให้สุขภาพจิตศึกษาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นหาก รับประทานยาต่อเนื่อง 4. แนะนำให้ผู้ป่วยหลีกเลี่ยง/ปฏิเสธการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทุกชนิดและการใช้ยาในทางที่ผิด 5. ติดตามผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ เช่น ในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับยา Clozapine อาจทำให้เกิดภาวะ Agranulocytosis

3) ระยะคงสภาพการรักษา ในระยะนี้ผู้ป่วยมีการใกล้เคียงกับคนปกติ ในระยะนี้เน้นเรื่องการส่งเสริมให้ผู้ป่วยได้รับยาตามแผนการรักษาอย่างต่อเนื่อง มีการปฏิบัติตัวที่ เหมาะสม และวิธีการแก้ไขเมื่อเกิดอาการข้างเคียงของยาโดยมีแนวทางการพยาบาล ดังนี้ 1. การสอน แนะนำผู้ป่วย ญาติผู้ดูแลเกี่ยวกับการสังเกตอาการผิดปกติของผู้ป่วย เช่น อาการนอนไม่หลับ หวาดระแวง แยกตัว อาการหูแว่ว ประสาทหลอน เพื่อที่จะ สามารถให้การรักษาผู้ป่วยได้อย่างทันท่วงที 2. สังเกตอาการข้างเคียงของยาที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ อาการง่วงซึม อาการตาพร่ามัว หัว ใจเต้นเร็ว น้ำนมไหล ปากแห้ง คอแห้ง ลิ้นแข็ง หากพบอาการดังกล่าวให้รายงาน แพทย์ 3. ให้คำแนะนำในการปฏิบัติตนขณะใช้ยา ดังนี้ มารับการตรวจตามนัดและรับยาอย่างต่อเนื่องตามแผนการรักษา ห้ามหยุดยาเอง หลีกเลี่ยงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เครื่องดื่มชูกำลัง งดสูบบุหรี่ จิบน้ำบ่อย ๆ ดูแลให้ผู้ป่วยลุกช้า ๆ โดยเฉพาะเวลาตื่นนอนหรือเข้าห้องน้ำ ควบคุมปริมาณอาหาร รับประทานอาหารที่มีกากใย เช่น ผัก ผลไม้หลีกเลี่ยงอาหารรสหวาน ออกกำลังกายสม่ำเสมอ 12 ยาที่อยู่ในรูปยาน้ำ ระวังการสัมผัสผิวหนัง

อาจเกิดอาการผิวหนังอักเสบ หรือคุณภาพของยา ลดลงเมื่อถูกแสง ควรเก็บยาในขวดสีชา เมื่อเจือจางยาด้วยน้ำผลไม้หรือของเหลวอื่น ต้องรับประทานยาทันทีที่ผสมยา ผู้ป่วยที่รับประทานยามานาน ควรหลีกเลี่ยงการอยู่ในแสงแดดจ้า เนื่องจากเกิดความไวต่อแสง ควรใช้ครีมทากันแดดเมื่อต้องสัมผัสกับแสงแดด (นิตยา ศรีจำนง, 2559)

วิธีการรักษา โรคจิตเภทมีการรักษา 2 วิธี ได้แก่ 1. การรักษาด้วยยา และ 2. การรักษาด้วยไฟฟ้าร่วมกับยา มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การรักษาด้วยยา เป็นวิธีการรักษาโรคจิตเภทที่สำคัญที่สุด ยาที่ใช้รักษาโรคจิตเภท มี 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1.1 ยารักษาโรคจิตเภททั่ว ๆ ไป เช่น คลอโพรมาซีน ฮอโลเพอริดอล เป็นต้น การออกฤทธิ์ส่วนใหญ่โดยปิดกั้นการทำงานของสารสื่อสารประสาท โดปามีน อาการข้างเคียงและข้อควรระวัง อาจเกิดอาการข้างเคียงได้ ขึ้นกับตัวยาและบุคคล เช่นการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อผิดปกติ โดยอาจเกิดอาการกล้ามเนื้อเกร็ง มือสั่น ตัวแข็ง คอแข็ง อาจแก้ไขด้วยยาแก้แพ้ อาการข้างเคียงอื่น ๆ ที่อาจพบได้ เช่น ง่วง น้ำหนักตัวเพิ่ม ซึ่งแก้ไขโดยการควบคุมอาหารและการหมั่นออกกำลังกาย เป็นต้น

1.2 ยารักษาโรคจิตกลุ่มใหม่ เช่น โคลซาปีน ริสเพอริโดน โดยจะออกฤทธิ์ปิดกั้นการทำงานของสารสื่อสารประสาท ทั้งโดปามีนและซีโรโทนิน ซึ่งจะเหมาะกับผู้ป่วยที่มีกลุ่มลักษณะทางบวก หรืออาการลบหลงเหลืออยู่หรือมีผลข้างเคียงจากการใช้ยารักษาโรคจิตจากตัวอื่น ๆ เช่น การเคลื่อนไหวผิดปกติ

ข้อดีของยารักษาโรคจิตกลุ่มใหม่นี้ คือ 1) ทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น 2) ประสิทธิภาพดีเท่ากับหรือดีกว่ายากลุ่มแรก 3) อาการข้างเคียงการเคลื่อนไหวผิดปกติจะน้อยลง และ 4) ลดอัตราการฆ่าตัวตายของผู้ป่วยได้ (สถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา, 2559)

2. การรักษาด้วยไฟฟ้าร่วมกับยา การรักษาด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีการรักษาชนิดหนึ่งสำหรับผู้ป่วยจิตเวช เรียกชื่อว่า Electro Convulsive Therapy เรียกย่อว่า ECT เป็นการทำให้ชักโดยใช้กระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เหมาะสม ผ่านเข้าไปในสมองทางขั้วตัวนำไฟฟ้าซึ่งวางไว้บริเวณขมับทั้งสองข้างหรือข้างเดียว ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในสมองผู้ป่วย โดยทั่วไปอยู่ในช่วงระหว่าง 70-150 โวลท์ เวลาที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าประมาณ 0.5-2 วินาที และมีผลให้เกิดการชักประมาณ 30-60 วินาที จึงจะมีผลต่อการรักษาที่มีประสิทธิภาพ เป็นการชักเกร็งของฝ่าเท้าและกล้ามเนื้อมัดใหญ่ประมาณ 10-15 วินาที และเป็นการกระตุกของกล้ามเนื้อเป็นจังหวะประมาณ 30 วินาที

ผู้ป่วยที่ใช้ ECT รักษาได้ผลดี ได้แก่ กลุ่มโรคซึมเศร้าและโรคจิตเภท (Pschizophrenia) ผู้ป่วยโรคซึมเศร้าที่มีอาการรุนแรง ไม่ตอบสนองต่อการใช้ยาต้านซึมเศร้า หรือมีความเสี่ยงสูงในการฆ่าตัวตาย รวมถึงผู้ป่วยที่ไม่ยอมกินน้ำ กินอาหาร ที่อาจทำให้เสียชีวิตได้ ผู้ป่วยกลุ่มนี้เมื่อเข้ารับการรักษาด้วยไฟฟ้าแล้วได้ผลดีอาการดีขึ้นถึงร้อยละ 80 ส่วนผู้ป่วยโรคจิตเภทที่ใช้ยารักษาโรคจิตแล้วอาการต่าง ๆ ไม่ดีขึ้น เมื่อหันมาใช้การรักษาด้วย ECT ช่วยให้อาการดีขึ้นได้ถึง ร้อยละ 70

ผู้ป่วยส่วนมากต้องทำ ECT คนละประมาณ 6-10 ครั้ง และบางคนอาจต้องทำ ECT มากถึง 20-25 ครั้ง จึงจะเห็นผลของการรักษา โดยทำ ECT ทุกวันเว้นวัน หรือ 3 ครั้งในหนึ่งสัปดาห์ การรักษาด้วย ECT ทำในผู้ป่วยที่รับไว้รักษาในโรงพยาบาลเพราะต้องดูแลใกล้ชิดหลังทำ อาจเป็นแบบไม่ดมยาสลบหรือแบบดมยาสลบ โดยใช้ยาสลบชนิดออกฤทธิ์ระยะสั้นและยาลดการเกร็งของ

กล้ามเนื้อ เพื่อไม่ให้เกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อรุนแรงขณะชัก ในระหว่างดมยาสลบผู้ป่วยต้องได้รับออกซิเจนตลอดเวลา

ขณะทำ ECT ในช่วงที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในตัวผู้ป่วย ต้องตรวจเช็คความดันโลหิตและการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตอาจสูงหรือต่ำไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่อัตราการเต้นของหัวใจอาจช้าหรือเร็วมากกว่าปกติ แต่ส่วนใหญ่ไม่เป็นอันตรายแต่อย่างใด หลังทำ ECT ช่วงสั้นอาจมีอาการงุนงง สับสนชั่วคราว ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และคลื่นไส้ได้บ้างเล็กน้อย ในระยะยาวอาจมีความจำบกพร่องในช่วงที่อยู่ในโรงพยาบาล อาการเหล่านี้เป็นผลมาจากการเจ็บป่วยที่ยาวนาน

สำหรับกลไกในการรักษา ECT เป็นวิธีการรักษาที่มีการใช้มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพราะยังเป็นวิธีที่ปลอดภัยและได้ผลทางการรักษาที่ดี ส่วนกลไกการทำงานของ ECT ที่ทำให้ผู้ป่วยอาการดีขึ้น เชื่อว่าเกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในสมอง ช่วยกระตุ้นให้มีการหมุนเวียนและปรับสมดุลของสารเคมีในสมอง หรือที่เรียกว่าสารสื่อประสาท หลายชนิด ชนิดที่สำคัญและได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวาง คือ Serotonin, Norepinephrine และ Dopamine ซึ่งส่งผลดีต่อการรักษาและช่วยให้ควบคุมอาการผิดปกติของโรคทางจิตเวชได้เป็นอย่างดี (วรวุฒิ เจริญศิริ, 2559)

จากการศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปได้ ว่าการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนมีการนำไปใช้ทางการแพทย์อย่างแพร่หลาย และใช้ในการทำนายที่เกี่ยวข้องกับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในมีแนวโน้มในการทำนายนอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในของผู้ป่วยจิตเวชได้ใกล้เคียงกว่าการแจกแจงอื่น และปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ประกอบด้วย เพศ (ชาย, หญิง), อายุ (ปี), ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (วัน) จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง), สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (จ่ายด้วยตนเอง, ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน), ระดับความรุนแรงของโรค (ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase), ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase), ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase) โดยในปี 2553-2556 ใช้แบบวัด On Going Assessment Record เป็นเครื่องมือในการวัด และในปี 2557 ใช้แนวทางการดูแลผู้ป่วยตามความรุนแรง (Staging) เป็นเครื่องมือในการวัด) และวิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า) โดยนำตัวแปรเหล่านี้ไปใช้พยากรณ์ร่วมกับตัวแบบอนุกรมเวลา

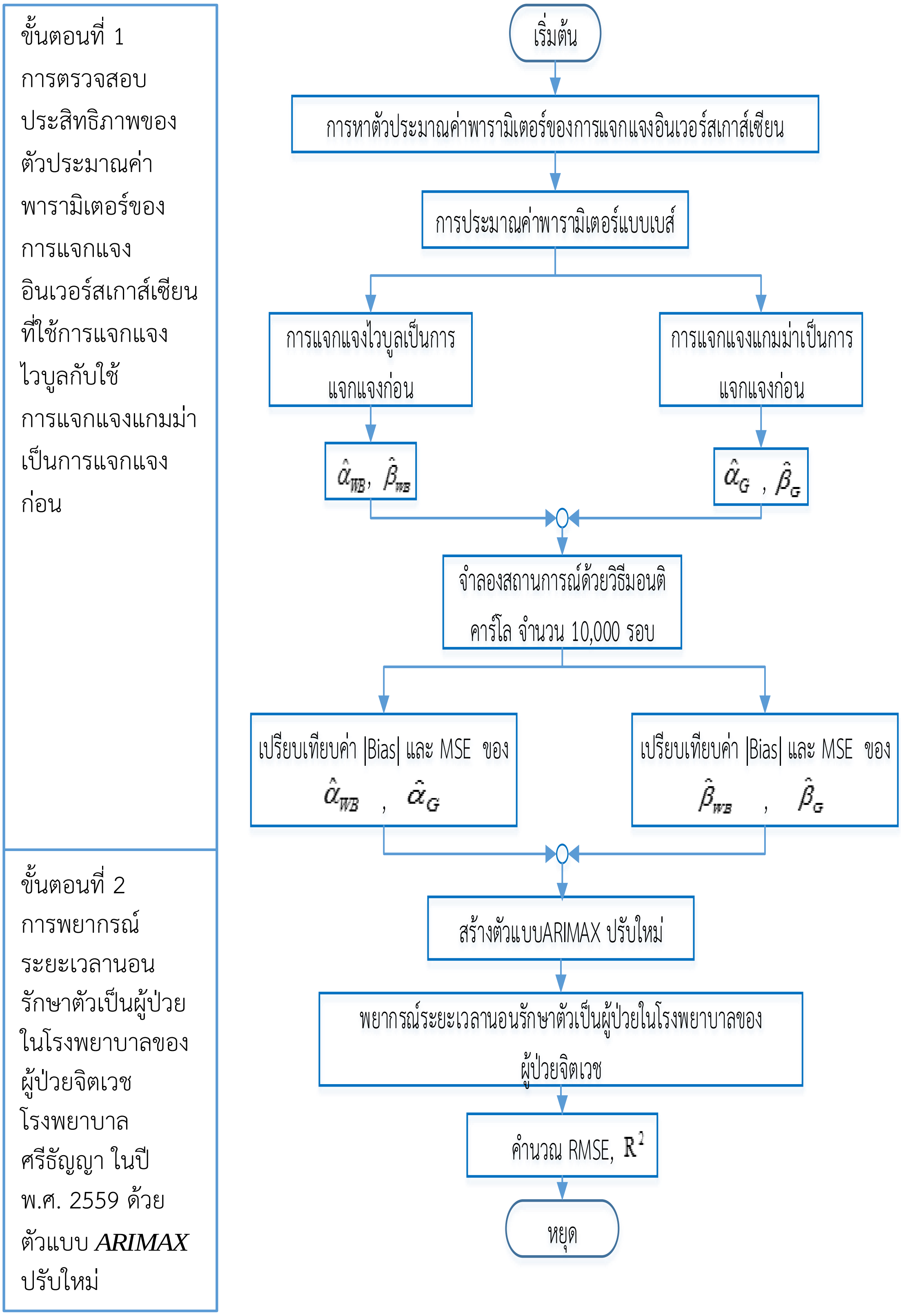
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) หาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000) และ 3) พยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนที่สร้างขึ้นมาใช้ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ วิธีการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

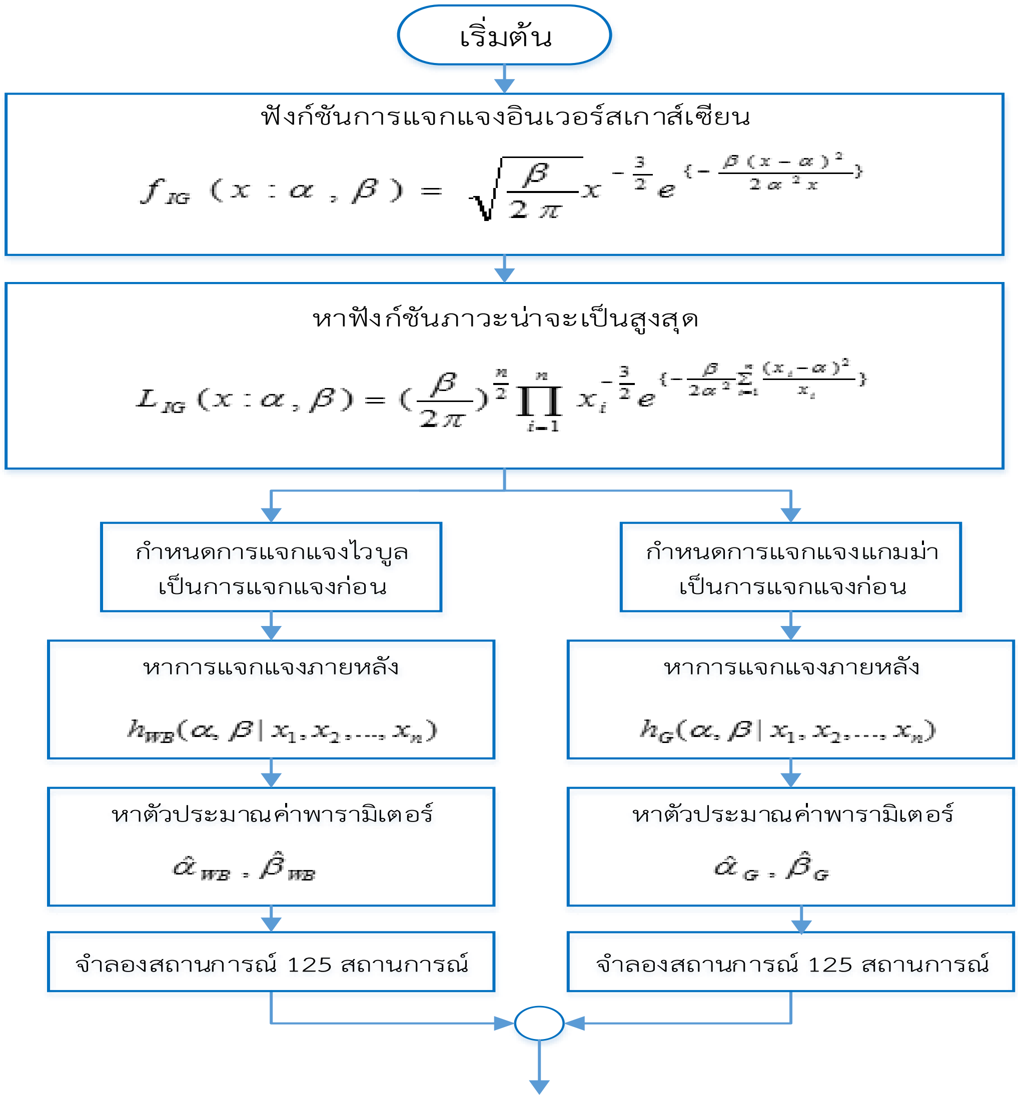
ขั้นตอนที่ 2 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ การนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมาใช้ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ แสดงขั้นตอนการวิจัย ดังภาพที่ 3-1

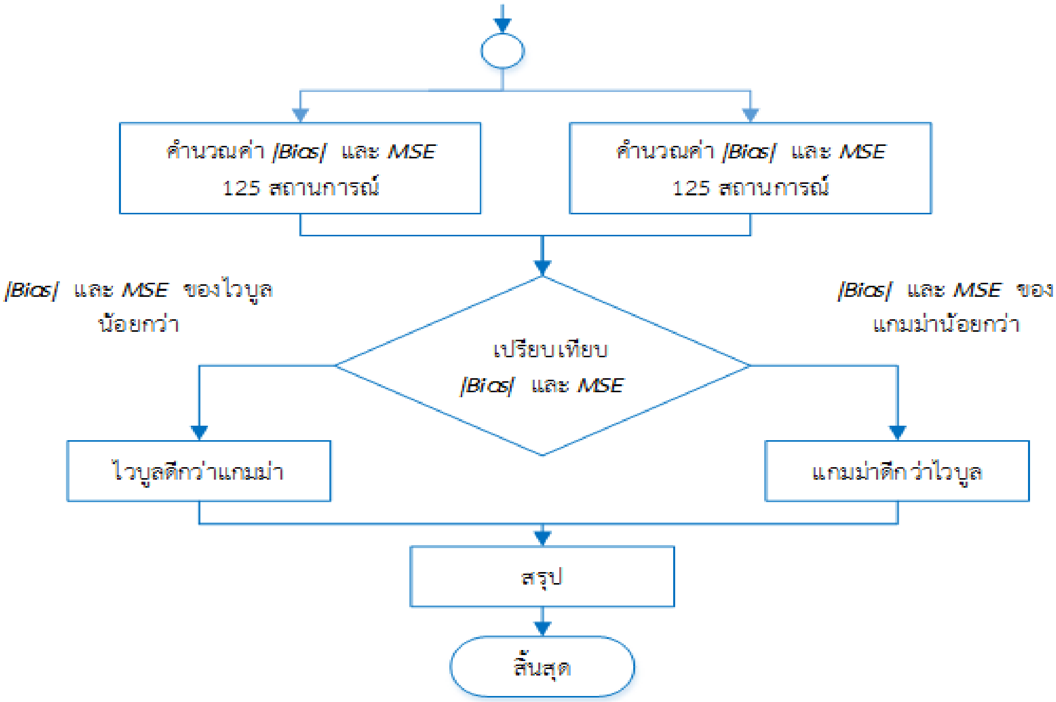


ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

การตรวจสอบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) หาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ ($\alpha = 1, 5, 10, 50, 100$, $\beta = 1, 5, 10, 50, 100$ และ $n = 50, 100, 200, 400, 1000$) แสดงดังภาพที่ 3-2





ภาพที่ 3-2 การตรวจสอบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

1. การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

1.1 การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

1.1.1 หาฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

1.1.2 กำหนดการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

1.1.3 หาการแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) ของพารามิเตอร์ α, β โดยการแจกแจงหลังหาจาก

$$h_{WB}(\alpha, \beta \mid x_1, x_2, ..., x_n) = \frac{L_{IG}(x : \alpha, \beta) g_{WB}(\alpha, \beta)}{\int_0^\infty \int_0^\infty L_{IG}(x : \alpha, \beta) g_{WB}(\alpha, \beta) d\alpha d\beta}$$

โดยที่ $h_{WB}(\alpha, \beta \mid x_1, x_2, ..., x_n)$ คือ การแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution)

$L_{IG}(x : \alpha, \beta)$ คือ ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function)

$g(\alpha, \beta)$ คือ การแจกแจงก่อน (Prior Distribution)

1.1.4 หาค่าคาดหมายของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α และตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β จะได้ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ของพารามิเตอร์ α และตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองนิยามโดย Legendre (1805) และ Gauss (1810) (Samaniego, 2010, pp. 123-132) แสดงในสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ค่าคาดหมายของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α

$$\hat{\alpha}_{WB} = E(\alpha \mid x_1,..., x_n)$$

$$\hat{\alpha}_{WB} = \int_0^{\infty} \alpha . h_{WB}(\alpha, \beta \mid x_1, x_2,..., x_n) d\alpha \tag{1}$$

ค่าคาดหมายของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β

$$\hat{\beta}_{WB} = E(\beta \mid x_1,..., x_n)$$

$$\hat{\beta}_{WB} = \int_0^{\infty} \beta . h_{WB}(\alpha, \beta \mid x_1, x_2,..., x_n) d\beta \tag{2}$$

1.2 การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

1.2.1 หาฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

1.2.2 กำหนดการแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

1.1.3 หาการแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) ของพารามิเตอร์ α, β โดยการแจกแจงหลังหาจาก

$$h_G(\alpha, \beta \mid x_1, x_2,..., x_n) = \frac{L_{IG}(x:\alpha, \beta) g_G(\alpha, \beta)}{\int_0^{\infty}\int_0^{\infty} L_{IG}(x:\alpha, \beta) g_G(\alpha, \beta) d\alpha d\beta}$$

โดยที่ $h_G(\alpha, \beta \mid x_1, x_2,..., x_n)$ คือ การแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution)

$L_{IG}(x:\alpha, \beta)$ คือ ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็น (Likelihood Function)

$g_G(\alpha, \beta)$ คือ การแจกแจงก่อน (Prior Distribution)

1.1.4 หาค่าคาดหมายของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α และตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β จะได้ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ของพารามิเตอร์ α และตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองนิยามโดย Legendre (1805) และ Gauss (1810) (Samaniego, 2010, pp. 123-132) แสดงในสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

ค่าคาดหมายของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α

$$\hat{\alpha}_{WB} = E(\alpha \mid x_1,..., x_n)$$

$$\hat{\alpha}_{WB} = \int_0^{\infty} \alpha . h_G(\alpha, \beta \mid x_1, x_2,..., x_n) d\alpha \quad (3)$$

ค่าคาดหมายของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β

$$\hat{\beta}_{WB} = E(\beta \mid x_1,..., x_n)$$

$$\hat{\beta}_{WB} = \int_0^{\infty} \beta . h_G(\alpha, \beta \mid x_1, x_2,..., x_n) d\beta \quad (4)$$

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ด้วยโปรแกรม R จำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ แสดงขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดค่า $\alpha = 1, 5, 10, 50, 100, \beta = 1, 5, 10, 50, 100$ และ $n = 50, 100, 200, 400, 1000$ จำนวน 125 สถานการณ์

2.2 สร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน $X \sim IG(\alpha, \beta)$

2.3 คำนวณค่าพารามิเตอร์ ($\hat{\alpha}_{WB}, \hat{\beta}_{WB}$) โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับคำนวณค่าพารามิเตอร์ ($\hat{\alpha}_G, \hat{\beta}_G$) โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสอง ทำซ้ำ จำนวน 10,000 รอบ

2.4 คำนวณค่า $|Bias|$ ของค่าพารามิเตอร์ $\hat{\alpha}_{WB}, \hat{\beta}_{WB}$ และ $\hat{\alpha}_G, \hat{\beta}_G$,จากการจำลองสถานการณ์โดย

$$|Bias(\hat{\alpha}_{WB})| = |E(\hat{\alpha}_{WB}) - \alpha|$$

$$|Bias(\hat{\beta}_{WB})| = |E(\hat{\beta}_{WB}) - \beta|$$

$$|Bias(\hat{\alpha}_G)| = |E(\hat{\alpha}_G) - \alpha|$$

$$|Bias(\hat{\beta}_G)| = |E(\hat{\beta}_G) - \beta|$$

2.5 คำนวณค่า MSE ของค่าพารามิเตอร์ $\hat{\alpha}_{WB}, \hat{\beta}_{WB}$ และ $\hat{\alpha}_G, \hat{\beta}_G$ จากการจำลองสถานการณ์โดย

$$MSE(\hat{\alpha}_{WB}) = \frac{\sum_{i=1}^{10000}(E(\hat{\alpha}_{WB}) - \alpha)^2}{10000}$$

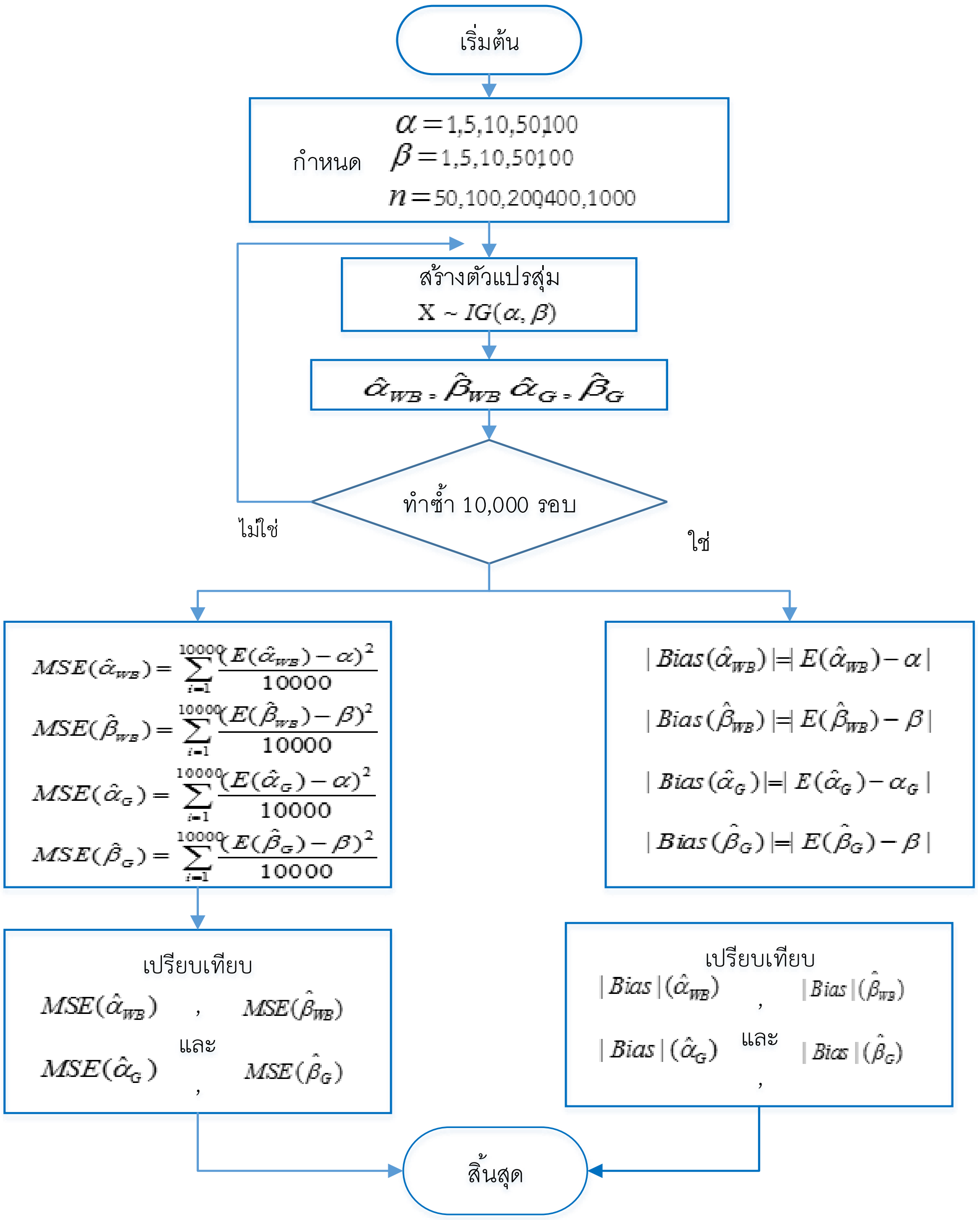
$$MSE(\hat{\beta}_{WB}) = \frac{\sum_{i=1}^{10000}(E(\hat{\beta}_{WB}) - \beta)^2}{10000}$$

$$MSE(\hat{\alpha}_G) = \frac{\sum_{i=1}^{10000}(E(\hat{\alpha}_G) - \alpha)^2}{10000}$$

$$MSE(\hat{\beta}_G) = \frac{\sum_{i=1}^{10000}(E(\hat{\beta}_G) - \beta)^2}{10000}$$

2.6 เปรียบเทียบค่า $|Bias|$ กับค่า MSE ของตัวประมาณ $\hat{\alpha}_{WB}, \hat{\beta}_{WB}$ และ $\hat{\alpha}_G, \hat{\beta}_G$ ในแต่ละสถานการณ์ที่จำลองโดยพิจารณ์ค่า $|Bias|$ กับค่า MSE ของตัวประมาณค่าที่มีค่าน้อย

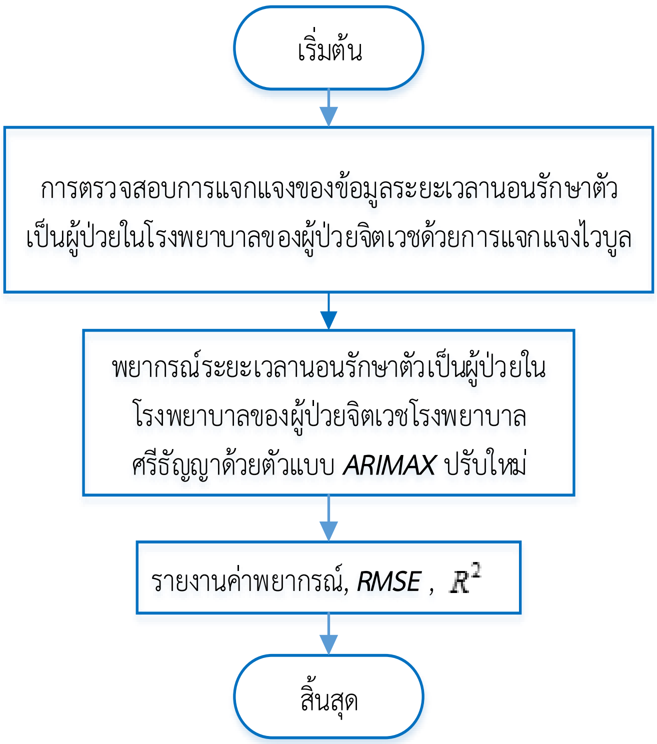
แผนผังการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธี การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงได้ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

ขั้นตอนที่ 2 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α,β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ *ARIMAX*

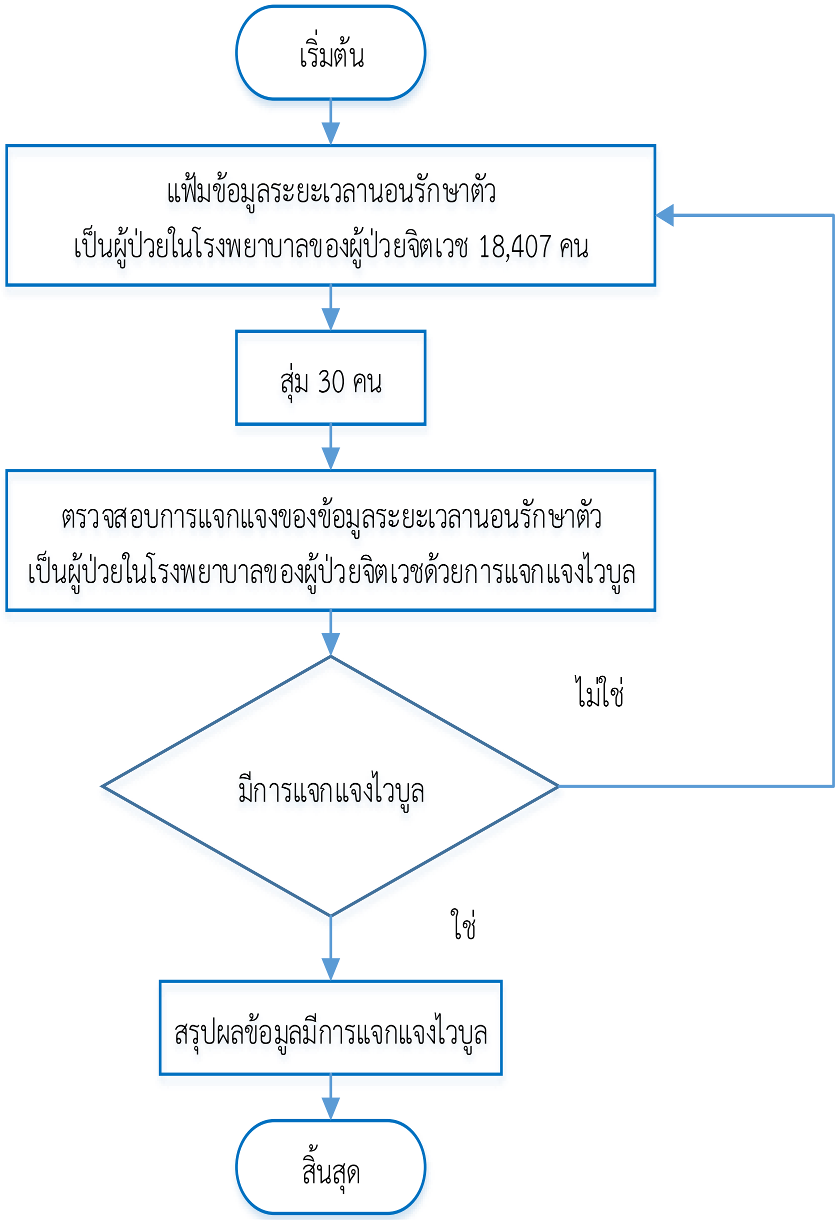
การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. การตรวจสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน และ 2. การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ แสดงดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

1. การตรวจสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

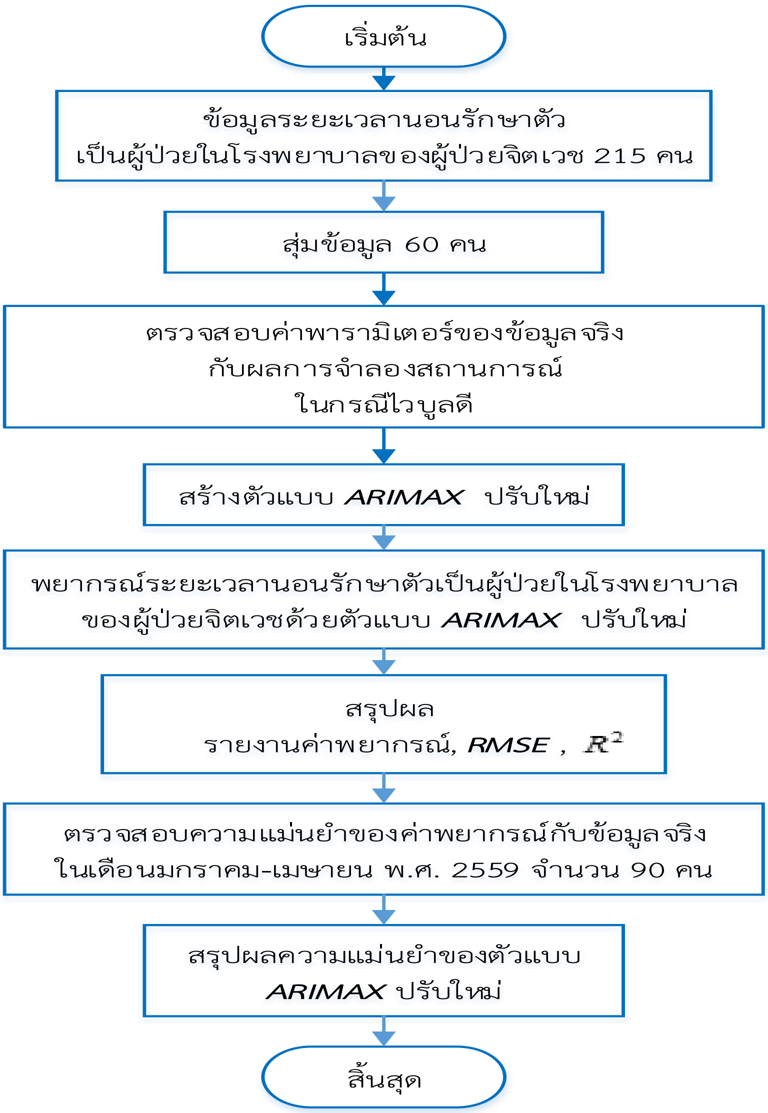
เก็บข้อมูลระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชจากแฟ้มประวัติผู้ป่วย จำนวน 30 แฟ้ม จากแฟ้มประวัติผู้ป่วยทั้งหมด 18,407 คน ทดสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนด้วยสถิติ *Kolmogorov-Smirnov* โดยใช้โปรแกรม R แสดงดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 การตรวจสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

2. การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญา ปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญา ปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ *ARIMAX* มีวิธีการศึกษา แสดงดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3–6 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญา ปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

2.1 ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของผู้ป่วยจิตเภทที่นอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่ายของโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2553 – 2557 จำนวน 18,407 คน โดยในปี พ.ศ. 2553 มีจำนวน 4,008 คน พ.ศ. 2554 มีจำนวน 4,112 คน พ.ศ. 2555 มีจำนวน 3,778 คน พ.ศ. 2556 มีจำนวน 3,514 คน และ พ.ศ. 2557 มีจำนวน 2,995 คน ตามลำดับ (รายงานสถิติประจำปี โรงพยาบาลศรีธัญญา, 2557)

2.2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 215 คน การคำนวณขนาดตัวอย่างใช้โปรแกรม G power โดยมีค่า effect size เป็น 0.11 กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05 อำนาจการทดสอบ 0.95 จำนวนตัวแปรอิสระ 8 ตัว

การเลือกตัวอย่าง ใช้การเลือกแบบ 2 ขั้นตอน (Two- Stage Sampling) โดยขั้นตอนที่ 1 ใช้การเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) แบ่งตามสัดส่วนของประชากร โดยให้ปีแต่ละปีเป็นชั้นภูมิ (Strata) โดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 215 คน แบ่งเลือกตัวอย่างในปี พ.ศ. 2553-2557 จำนวน 47 คน 48 คน 44 คน 41 คน และ 35 คน ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การคำนวณขนาดตัวอย่างปี พ.ศ. 2553-2557

ปี พ.ศ.	**จำนวนผู้ป่วย**	**สัดส่วน**	**ขนาดตัวอย่าง**
2553	4,008	$\frac{4,008}{18,407} = 0.2177$	$0.2177X215 = 47$
2554	4,112	$\frac{4,112}{18,407} = 0.2234$	$0.2234X215 = 48$
2555	3,778	$\frac{3,778}{18,407} = 0.2053$	$0.2053X215 = 44$
2556	3,514	$\frac{3,514}{18,407} = 0.1909$	$0.190X215 = 41$
2557	2,995	$\frac{2,995}{18,407} = 0.1627$	$0.1627X215 = 35$
รวม	**18,407**	**1.0000**	**215**

การเลือกตัวอย่างในขั้นตอนที่ 2 ใช้การเลือกแบบแบ่งชั้นภูมิ จำนวน 60 คน เพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลในการสร้างตัวแบบ *ARIMAX* แบบรายเดือน โดยมีเดือนเป็นชั้นภูมิ ตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อมูลจริงกับสถานการณ์จำลองที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 และ α, β ในกรณีที่การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่า

2.3 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

2.3.1 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย (วัน)

2.3.2 เพศ (ชาย, หญิง)

2.3.3 อายุ (ปี)

2.3.4 ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (วัน)

2.3.5 จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)

2.3.6 ระดับความรุนแรงของโรค (ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase), ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase), ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase))

2.3.7 วิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)

2.3.8 สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (จ่ายด้วยตนเอง, ประกันสังคม/บัตร 30 บาท, เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)

2.4 เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย

2.4.1 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย (วัน)

2.4.2 เพศ (ชาย, หญิง)

2.4.3 อายุ (ปี)

2.4.4 ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (วัน)

2.4.5 จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)

2.4.6 ระดับความรุนแรงของโรค (ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase), ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase), ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase))

2.4.7 วิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)

2.4.8 สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (จ่ายด้วยตนเอง, ประกันสังคม/บัตร 30 บาท, เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)

2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้แบบบันทึกข้อมูลในการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแฟ้มเวชระเบียนผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2553 – 2557 รายการที่เก็บมีดังนี้ 1. ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย ปี พ.ศ. 2553 - 2557 (รายคนมีหน่วยเป็นวัน) โดย ปี 2553 จำนวน 47 คน ปี 2554 จำนวน 48 คน ปี 2555 จำนวน 44 คน ปี 2556 จำนวน 41 คน และ ปี 2557 จำนวน 35 คน 2. เพศ (ชาย, หญิง) 3. อายุ (ปี) 4. ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (วัน) 5. จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง) 6. สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (จ่ายด้วยตนเอง, ประกันสังคม/บัตร 30 บาท, เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน), 7 .ระดับความรุนแรงของโรค (ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase) , ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase), ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase) ใช้แบบวัด On Going Assessment Record เป็นเครื่องมือในการวัด และ 8. วิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า) โดยมีผู้ช่วยนักวิจัยในการเก็บข้อมูลคือ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ ตำแหน่ง พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ โดยการขอข้อมูลได้ผ่านระบบจริยธรรมการวิจัยของโรงพยาบาลศรีธัญญา โดยเก็บข้อมูลวันที่ 10 มีนาคม – 31 มีนาคม พ.ศ. 2559

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยการสร้างสมการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2.7 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

2.7.1 ปรับข้อมูลระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โรงพยาบาลศรีธัญญาโดยการคำนวณ

$$m_n = E(\alpha \mid Y_1,...,Y_n) = \frac{C_0}{C_0 + \frac{\sigma^2}{n}}\bar{y} + \frac{\frac{\sigma^2}{n}}{C_0 + \frac{\sigma^2}{n}} m_0$$

$$C_n = Var(\alpha \mid Y_1,...,Y_n) = \frac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + nC_0}$$

เมื่อ C_0 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงก่อน

m_0 คือ ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงก่อน

σ^2 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงเริ่มต้น

n คือ ขนาดตัวอย่างของการแจกแจงเริ่มต้น

2.7.2 คำนวณ $C_{n-1} = \dfrac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + (n-1)C_0}$

2.7.3 คำนวณ $e_t = y_t - m_{n-1}$

2.7.4 สร้างตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

2.7.5 ตรวจสอบข้อสมมุติของตัวแบบ ดังนี้ 1) ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปรกติ 2) ความคลาดเคลื่อนไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง 3) ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ และ 4) ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่

2.7.6 พยากรณ์ระยะเวลาเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

2.7.7 การตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ของตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่ ใช้ข้อมูลระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่ายของโรงพยาบาลศรีธัญญา ปี พ.ศ. 2559 ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 90 คน โดยพิจารณาความแม่นยำของค่าพยากรณ์ในช่วงความเชื่อมั่น 99 %

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนและใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000)

ตอนที่ 3 ผลการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ แสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนและใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสอง แสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ต่างๆที่ใช้ในการหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) มีดังนี้

X = ตัวแปรสุ่ม

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง

f_{IG} = ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของ x ที่มีการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

$g_G(\alpha, \beta)$ = การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

$g_{WB}(\alpha, \beta)$ = การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

α = พารามิเตอร์รูปร่าง (Shape Parameter)

β = พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (Scale Parameter)

$E(X)$ = ค่าคาดหมายของตัวแปรสุ่ม X

$VAR(X)$ = ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X

$\hat{\alpha}_G$ = ค่าประมาณพารามิเตอร์รูปร่างของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยมีการแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

$\hat{\beta}_G$ = ค่าประมาณพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยมีการแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

$\hat{\alpha}_{WB}$ = ค่าประมาณพารามิเตอร์รูปร่างของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยมีการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

$\hat{\beta}_{WB}$ = ค่าประมาณพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยมีการแจกแจงไวบูลป็นการแจกแจงก่อน

$RMSE$ = รากที่สองของค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเลื่อนกำลังสอง

L_{IG} = ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

L_G = ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของการแจกแจงแกมม่า

L_{WB} = ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของการแจกแจงไวบูล

$h_G(\alpha,\beta \mid x_1, x_2, ..., x_n)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นภายหลังของพารามิเตอร์ α,β โดยการแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (The Posterior Function of Parameter α,β Under Gamma Prior Distribution)

$h_{WB}(\alpha,\beta \mid x_1, x_2, ..., x_n)$ = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นภายหลังของพารามิเตอร์ α,β โดยมีการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (The Posterior Function of Parameter α,β Under Weibull Prior Distribution)

θ_1 = อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของพารามิเตอร์ α เทียบกับ α

θ_2 = อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของพารามิเตอร์ α เทียบกับ α

λ_1 = อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของพารามิเตอร์ β เทียบกับ β

λ_2 = อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของพารามิเตอร์ β เทียบกับ β

ρ = ค่าลอการึทึมธรรมชาติของการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (Natural Logarithm of Weibull Prior Distribution)

ρ_1 = อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของฟังก์ชัน ρ เทียบกับ α (First Derivative of ρ Function by α)

ρ_G = ค่าลอการึทึมธรรมชาติของการแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (Natural Logarithm of Gamma Prior Distribution)

$\rho_{1G\beta}$ = อนุพันธ์อันดับที่ 1ของฟังก์ชัน ρ เทียบกับ β (First Derivative of ρ Function by β)

$\rho_{1G\alpha}$ = อนุพันธ์อันดับที่ 1ของฟังก์ชัน ρ เทียบกับ α (First Derivative of ρ Function by α)

l = ค่าลอการิทึมธรรมชาติของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (Natural Logarithm of Inverse Gaussian Distribution)

l_1 = อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของฟังก์ชัน l เทียบกับ α (Second Derivative of l Function by α)

l_2 = อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของฟังก์ชัน l เทียบกับ α (Third Derivative of l Function by α)

$\hat{\alpha}_{MLE}$ = ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนของ α ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (The Estimator of Inverse Gaussian of Parameter α by Maximum Likelihood Methods)

$\hat{\beta}_{MLE}$ = ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนของ β ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (The Estimator of Inverse Gaussian of Parameter β by Maximum Likelihood Methods)

$$\sigma^2 = \frac{(-1)}{l_2}, \quad \sigma^4 = (\sigma^2)^2 = (-\frac{1}{l_2})^2$$

2. การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α,β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนและใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

กำหนดให้ $X_1, X_2,..., X_n$ เป็นตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงอินเวอร์สเกาเซียน ใช้สัญลักษณ์ $X_i \sim IG(X:\alpha,\beta)$ (Chhikara & Folks, 1978) ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น คือ

$$f_{IG}(x:\alpha,\beta) = \sqrt{\frac{\beta}{2\pi}} x^{-\frac{3}{2}} e^{\{-\frac{\beta(x-\alpha)^2}{2\alpha^2 x}\}} \quad , \; x>0, \alpha>0, \beta>0$$

ฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน คือ

$$L_{IG}(x:\alpha,\beta) = (\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}} \prod_{i=1}^{n} x_i^{-\frac{3}{2}} e^{\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}} \quad , \; x>0$$

2.1 การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

2.1.1 กำหนดการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น คือ

$$g_{WB}(\alpha,\beta) = \alpha\beta x^{\alpha-1} e^{\{-\beta x^{\alpha}\}} \quad , \; x>0, \alpha>0, \beta>0$$

2.1.2 หาการแจกแจงภายหลัง (Posterior Distribution) โดยใช้ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) โดยหาการแจงแจงภายหลังของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α และตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

การหาการแจกแจงภายหลังของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α,β การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

$$h_{WB}(\alpha,\beta \mid x_1,...,x_n) = \frac{\left((\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}} \prod_{i=1}^{n} x_i^{-\frac{3}{2}} e^{\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}} \right) \left(\alpha\beta x_i^{\alpha-1} e^{\{-\beta x_i^{\alpha}\}} \right)}{\int_0^{\infty}\int_0^{\infty} \left((\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}} \prod_{i=1}^{n} x_i^{-\frac{3}{2}} e^{\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}} \right) \left(\alpha\beta x_i^{\alpha-1} e^{\{-\beta x_i^{\alpha}\}} \right) d\alpha d\beta}$$

เนื่องจากไม่สามารถหาปริพันธ์ได้ จึงไม่สามารถหาการแจกแจงภายหลังของพารามิเตอร์ α,β ในการประมาณค่า $\hat{\alpha}_{WB}$ และ $\hat{\beta}_{WB}$ ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองใช้เทคนิคของ Lindley (1980) สมการที่ใช้ในการประมาณค่า คือ

$$\hat{\alpha}_{WB} \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \frac{1}{2}(\theta_2 + 2\theta_1\rho_1)\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\theta_1\sigma^4$$

$$\theta_1 = \frac{d\alpha}{d\alpha} = 1$$

$$\theta_2 = \frac{d^2\alpha}{d\alpha^2} = 0$$

$$\rho = \ln\prod_{i=1}^{n}(\alpha\beta x_i^{\alpha-1}\exp\{-\beta x_i^{\alpha}\})$$

$$\rho = n\ln\alpha + n\ln\beta + (\alpha-1)\sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \beta\sum_{i=1}^{n}x_i^{\alpha}$$

$$\rho_1 = \frac{d\rho}{d\alpha}$$

$$\rho_1 = \frac{n}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \beta\sum_{i=1}^{n}x_i^{\alpha}\ln x_i$$

$$l = \ln L_{IG}(x:\alpha,\beta)$$

$$l = \ln[(\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}}\prod_{i=1}^{n}x_i^{-\frac{3}{2}}\exp\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}]$$

$$l = \frac{n}{2}(\ln\beta - \ln 2\pi) - \frac{3}{2}\sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta}{\alpha^3}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i} + \frac{n\beta}{\alpha^2} - \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{x_i})$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta}{\alpha^3}\sum_{i=1}^{n}(\frac{x_i^2}{x_i} - \frac{2x_i\alpha}{x_i} + \frac{\alpha^2}{x_i}) + \frac{n\beta}{\alpha^2} - \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{x_i})$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^3} - \frac{2n\beta}{\alpha^2} + \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{x_i})) + \frac{n\beta}{\alpha^2} - \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{x_i})$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^3} - \frac{n\beta}{\alpha^2}$$

$$l_2 = \frac{\partial^2 l}{\partial\alpha^2} = -\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^4} + \frac{2n\beta}{\alpha^3}$$

$$l_3 = \frac{\partial^3 l}{\partial \alpha^3}$$

$$\frac{\partial^3 l}{\partial \alpha^3} = \frac{12\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^5} - \frac{6n\beta}{\alpha^4}$$

$$\sigma^2 = (\frac{-1}{l_2})$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}} \right)$$

$$\sigma^4 = (\sigma^2)^2$$

$$(\sigma^2)^2 = \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}} \right)^2$$

จากสมการ $\hat{\alpha}_{WB} \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \frac{1}{2}(\theta_2 + 2\theta_1\rho_1)\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\theta_1\sigma^4$ แทนค่าในสมการ จะได้

$$\hat{\alpha}_{WB} \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \rho_1\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\sigma^4$$

$$\hat{\alpha}_{WB} \approx \hat{\alpha}_{MLE} + ((\frac{n}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \beta\sum_{i=1}^{n}x_i^{\alpha}\ln x_i)\left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3})}\right) + (\frac{6\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^5} - \frac{3n\beta}{\alpha^4})\left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}}\right)^2$$

$$\hat{\alpha}_{WB} \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3})}\right)((\frac{n}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \beta\sum_{i=1}^{n}x_i^{\alpha}\ln x_i) + (\frac{6\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^5} - \frac{3n\beta}{\alpha^4})\left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3})}\right))$$

โดยที่ $\hat{\alpha}_{MLE} = \overline{X}$ และ $\hat{\beta}_{MLE} = \dfrac{n}{\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{X_i} - \frac{1}{\overline{X}})}$

การหาตัวประมาณค่า β ด้วยเทคนิคของ Lindley (1980) ในการประมาณค่า $\hat{\beta}_{WB}$ ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสอง สมการที่ใช้ในการประมาณค่า คือ

$$\hat{\beta}_{WB} \approx \hat{\beta}_{MLE} + \frac{1}{2}(\lambda_2 + 2\lambda_1\rho_{1Wb\beta})\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\lambda_1\sigma^4$$

$$\lambda_1 = \frac{d\beta}{d\beta} = 1$$

$$\lambda_2 = \frac{d^2\beta}{d\beta^2} = 0$$

$$\rho = \ln\prod_{i=1}^{n}(\alpha\beta x_i^{\alpha-1}\exp\{-\beta x_i^{\alpha}\})$$

$$\rho = n\ln\alpha + n\ln\beta + (\alpha-1)\sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \beta\sum_{i=1}^{n}x_i^{\alpha}$$

$$\rho_{1Wb\beta} = \frac{d\rho}{d\beta}$$

$$\rho_{1Wb\beta} = \frac{n}{\beta} - \sum_{i=1}^{n}x_i^{\alpha}$$

$$l = \ln L_{IG}(x:\alpha,\beta)$$

$$l = \ln[(\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}} \prod_{i=1}^{n} x_i^{-\frac{3}{2}} \exp\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}]$$

$$l = \frac{n}{2}(\ln\beta - \ln 2\pi) - \frac{3}{2}\sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}$$

$$\frac{\partial l}{\partial\beta} = \frac{n}{2\beta} - \frac{1}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}$$

$$l_2 = \frac{\partial^2 l}{\partial\beta^2} = -\frac{n}{2\beta^2}$$

$$l_3 = \frac{\partial^3 l}{\partial\beta^3}$$

$$\frac{\partial^3 l}{\partial\beta^3} = \frac{n}{\beta^3}$$

$$\sigma^2 = (\frac{-1}{l_2})$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{-1}{-\frac{n}{2\beta^2}}\right) = \left(\frac{1}{\frac{n}{2\beta^2}}\right) = \frac{2\beta^2}{n}$$

$$\sigma^4 = (\sigma^2)^2$$

$$(\sigma^2)^2 = \left(\frac{2\beta^2}{n}\right)^2 = \frac{4\beta^4}{n^2}$$

$$\hat{\beta}_{WB} \approx \hat{\beta}_{MLE} + \rho_{1Wb\beta}\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\sigma^4$$

$$\hat{\beta}_{WB} \approx \hat{\beta}_{MLE} + (\frac{n}{\beta} - \sum_{i=1}^{n} x_i^{\alpha})(\frac{2\beta^2}{n}) + \frac{1}{2}(\frac{n}{\beta^3})(\frac{4\beta^4}{n^2})$$

$$\hat{\beta}_{WB} \approx \hat{\beta}_{MLE} + (2\beta - \frac{2\beta^2}{n}(\sum_{i=1}^{n} x_i^{\alpha})) + \frac{2\beta}{n}$$

โดยที่ $\hat{\alpha}_{MLE} = \overline{X}$ และ $\hat{\beta}_{MLE} = \dfrac{n}{\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{X_i} - \frac{1}{\overline{\overline{X}}})}$

2.2 การหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

2.2.1 กำหนดการแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงแกมม่า คือ

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

2.2.2 หาการแจกแจงภายหลัง (Posterior distribution) โดยใช้ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) โดยหาการแจงแจงภายหลังของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α,β ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

การหาการแจกแจงภายหลังของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ α การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีดังนี้

$$h_G(\alpha,\beta\,|\,x_1,x_2,...,x_n)=\frac{\left((\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}}\prod_{i=1}^{n}x_i^{-\frac{3}{2}}e^{\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}}\right)\left(\frac{\alpha^{-\beta}x^{\beta-1}e^{-\frac{X}{\alpha}}}{\Gamma(\beta)}\right)}{\int_0^\infty\int_0^\infty\left((\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}}\prod_{i=1}^{n}x_i^{-\frac{3}{2}}e^{\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}}\right)\left(\frac{\alpha^{-\beta}x^{\beta-1}e^{-\frac{X}{\alpha}}}{\Gamma(\beta)}\right)d\alpha d\beta}$$

เนื่องจากไม่สามารถหาปริพันธ์ได้ จึงไม่สามารถหาการแจกแจงภายหลังของพารามิเตอร์ α,β ในการประมาณค่า $\hat{\alpha}_G$ และ $\hat{\beta}_G$ ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองใช้เทคนิคของ Lindley (1980) สมการที่ใช้ในการประมาณค่า คือ

$$\hat{\alpha}_G\approx\hat{\alpha}_{MLE}+\frac{1}{2}(\theta_2+2\theta_1\rho_{1G\beta})\sigma^2+\frac{1}{2}l_3\theta_1\sigma^4$$

$$\theta_1=\frac{d\alpha}{d\alpha}=1$$

$$\theta_2=\frac{d^2\alpha}{d\alpha^2}=0$$

$$\rho_G=\ln\prod_{i=1}^{n}\frac{\alpha^{-\beta}x_i^{\beta-1}e^{-\frac{x_i}{\alpha}}}{\Gamma(\beta)}$$

$$\rho_G=-n\beta\ln\alpha+(\beta-1)(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i)-\sum_{i=1}^{n}\frac{x_i}{\mu}-n(\ln\Gamma(\beta))$$

$$\rho_{1G\mu\beta} = \frac{d\rho}{d\alpha}$$

$$\rho_{1G\mu\beta} = -\frac{n\beta}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{\alpha^2}$$

$$l = \ln L_{IG}(x:\alpha,\beta)$$

$$l = \ln[(\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}} \prod_{i=1}^{n} x_i^{-\frac{3}{2}} \exp\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}]$$

$$l = \frac{n}{2}(\ln\beta - \ln 2\pi) - \frac{3}{2}\sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta}{\alpha^3}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i} + \frac{n\beta}{\alpha^2} - \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{x_i})$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta}{\alpha^3}\sum_{i=1}^{n}(\frac{x_i^2}{x_i} - \frac{2x_i\alpha}{x_i} + \frac{\alpha^2}{x_i}) + \frac{n\beta}{\alpha^2} - \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{x_i}))$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^3} - \frac{2n\beta}{\alpha^2} + \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{x_i})) + \frac{n\beta}{\alpha^2} - \frac{\beta}{\alpha}(\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{x_i}))$$

$$\frac{\partial l}{\partial\alpha} = \frac{\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^3} - \frac{n\beta}{\alpha^2}$$

$$l_2 = \frac{\partial^2 l}{\partial\alpha^2} = -\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^4} + \frac{2n\beta}{\alpha^3}$$

$$l_3 = \frac{\partial^3 l}{\partial\alpha^3}$$

$$\frac{\partial^3 l}{\partial\alpha^3} = \frac{12\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^5} - \frac{6n\beta}{\alpha^4}$$

$$\sigma^2 = (\frac{-1}{l_2})$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n}x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}}\right)$$

$$\sigma^4 = (\sigma^2)^2$$

$$(\sigma^2)^2 = \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}} \right)^2$$

จากสมการ $\hat{\alpha}_G \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \frac{1}{2}(\theta_2 + 2\theta_1\rho_{1G\beta})\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\theta_1\sigma^4$ แทนค่าในสมการ จะได้

$$\hat{\alpha}_G \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \rho_{1G\mu}\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\sigma^4$$

$$\hat{\alpha}_G \approx \hat{\alpha}_{MLE} + ((-\frac{n\beta}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n}\frac{X_i}{\alpha^2}) \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}} \right) + (\frac{6\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^5} - \frac{3n\beta}{\alpha^4}) \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}} \right)^2$$

$$\hat{\alpha}_G \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}} \right) ((-\frac{n\beta}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n}\frac{X_i}{\alpha^2}) + (\frac{6\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^5} - \frac{3n\beta}{\alpha^4}) \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3}} \right))$$

โดยที่ $\hat{\alpha}_{MLE} = \overline{X}$ และ $\hat{\beta}_{MLE} = \frac{n}{\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{X_i} - \frac{1}{\overline{X}})}$

การหาตัวประมาณค่า β ด้วยเทคนิคของ Lindley (1980) ในการประมาณค่า $\hat{\beta}_G$ ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสอง สมการที่ใช้ในการประมาณค่า คือ

$$\hat{\beta}_G \approx \hat{\beta} + \frac{1}{2}(\lambda_2 + 2\lambda_1\rho_{1G\beta})\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\lambda_1\sigma^4$$

$$\lambda_1 = \frac{d\beta}{d\beta} = 1$$

$$\lambda_2 = \frac{d^2\beta}{d\beta^2} = 0$$

$$\rho_G = \ln\prod_{i=1}^{n}\frac{\alpha^{-\beta}x_i^{\beta-1}e^{-\frac{x_i}{\alpha}}}{\Gamma(\beta)}$$

$$\rho_G = -n\beta\ln\alpha + (\beta-1)(\sum_{i=1}^{n}\ln x_i) - \sum_{i=1}^{n}\frac{x_i}{\alpha} - n\ln\Gamma(\beta)$$

$$\rho_{1G\beta} = \frac{d\rho}{d\beta}$$

$$\rho_{1G\beta} = -n\ln\alpha + \sum_{i=1}^{n}\ln x_i - n\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{(\beta-1)!}$$

$$l = \ln L_{IG}(x:\alpha,\beta)$$

$$l = \ln[(\frac{\beta}{2\pi})^{\frac{n}{2}}\prod_{i=1}^{n}X_i^{-\frac{3}{2}}\exp\{-\frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}\}]$$

$$l = \frac{n}{2}(\ln\beta - \ln 2\pi) - \frac{3}{2}\sum_{i=1}^{n}\ln x_i - \frac{\beta}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}$$

$$\frac{\partial l}{\partial\beta} = \frac{n}{2\beta} - \frac{1}{2\alpha^2}\sum_{i=1}^{n}\frac{(x_i-\alpha)^2}{x_i}$$

$$l_2 = \frac{\partial^2 l}{\partial\beta^2} = -\frac{n}{2\beta^2}$$

$$l_3 = \frac{\partial^3 l}{\partial\beta^3}$$

$$\frac{\partial^3 l}{\partial\beta^3} = \frac{n}{\beta^3}$$

$$\sigma^2 = (\frac{-1}{l_2})$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{-1}{-\frac{n}{2\beta^2}}\right) = \left(\frac{1}{\frac{n}{2\beta^2}}\right) = \frac{2\beta^2}{n}$$

$$\sigma^4 = (\sigma^2)^2$$

$$(\sigma^2)^2 = \left(\frac{2\beta^2}{n}\right)^2 = \frac{4\beta^4}{n^2}$$

จากสมการ $\hat{\beta}_G \approx \hat{\beta}_{MLE} + \frac{1}{2}(\lambda_2 + 2\lambda_1\rho_{1G\beta})\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\lambda_1\sigma^4$ แทนค่าในสมการ จะได้

$$\hat{\beta}_G \approx \hat{\beta}_{MLE} + \rho_{1G\beta}\sigma^2 + \frac{1}{2}l_3\sigma^4$$

$$\hat{\beta}_G \approx \hat{\beta}_{MLE} + (-n\ln\alpha + \sum_{i=1}^{n}\ln x_i - n\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{(B-1)!})(\frac{2\beta^2}{n}) + \frac{1}{2}(\frac{n}{\beta^3})(\frac{4\beta^4}{n^2})$$

$$\hat{\beta}_G \approx \hat{\beta}_{MLE} + (-n\ln\alpha + \sum_{i=1}^{n}\ln x_i - n\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{(B-1)!})(\frac{2\beta^2}{n}) + \frac{2\beta}{n}$$

โดยที่ $\hat{\alpha}_{MLE} = \overline{X}$ และ $\hat{\beta}_{MLE} = \dfrac{n}{\sum_{i=1}^{n}(\frac{1}{X_i} - \frac{1}{\overline{X}})}$

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000)

การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ กำหนดค่า α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000 โดยใช้โปรแกรม R แสดงผลการวิเคราะห์ ดังนี้

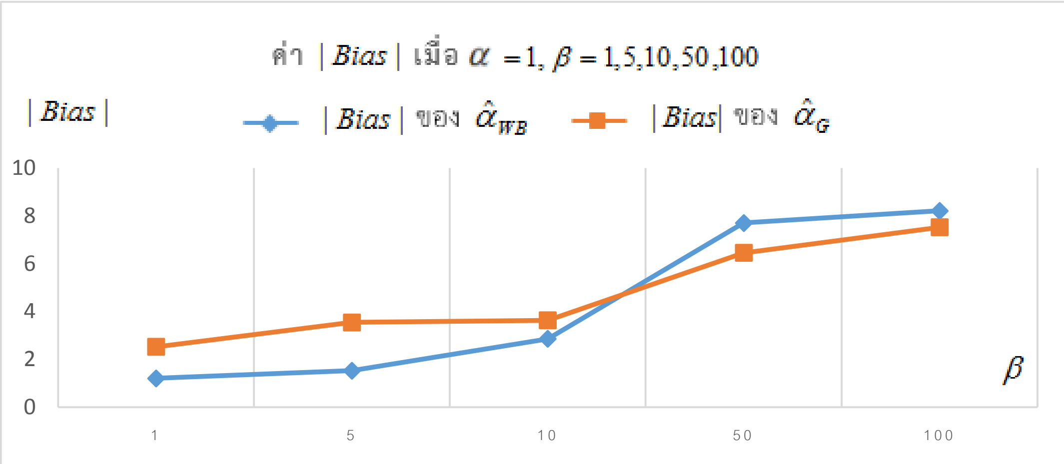
การเปรียบเทียบ $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 50, 100, 200, 400 และ 1000 แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.1 – 4.10

ตารางที่ 4.1 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 50 ($n = 50$)

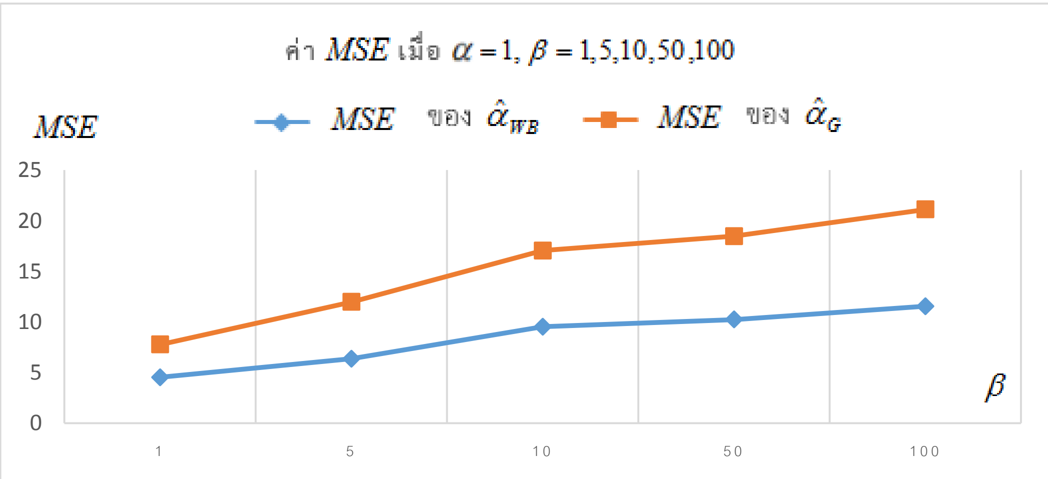
α	β	$\hat{\alpha}_{WB}$		$\hat{\alpha}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	1.2014	4.5215	2.5216	3.2365
	5	1.5212	6.3523	3.5458	5.6251
	10	2.8523	9.5221	3.6325	7.5213
	50	7.7021	10.2357	6.4521	8.2315
	100	8.2155	11.5424	7.5215	9.5658
5	1	1.5124	2.5124	2.6241	4.2512
	5	1.5369	3.2351	3.5894	6.3251
	10	2.8978	5.3652	6.9541	7.8654
	50	5.4512	5.1256	7.3562	5.3289
	100	6.5124	6.5248	8.1225	8.6598
10	1	0.9514	1.8542	1.7512	3.4512
	5	1.4521	2.6525	2.6523	4.6525
	10	2.7542	4.8542	5.7452	6.3253
	50	5.4545	7.5356	9.8452	7.8953
	100	7.8542	8.7842	10.5336	9.5218
50	1	1.2512	1.7852	1.7855	3.2415
	5	2.3251	4.2352	3.5225	5.2156
	10	3.2514	5.5913	4.8652	6.3215
	50	4.3215	6.2812	6.7854	8.2512
	100	6.5487	7.5895	7.8652	9.5326
100	1	1.8542	3.2518	1.5021	2.2558
	5	2.5144	4.2512	1.9656	3.8752
	10	3.8658	5.6885	2.5412	4.2512
	50	6.3652	9.5623	5.6245	6.3251
	100	7.5849	12.3023	8.5621	9.2513

จากตารางที่ 4.1 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-1

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-2



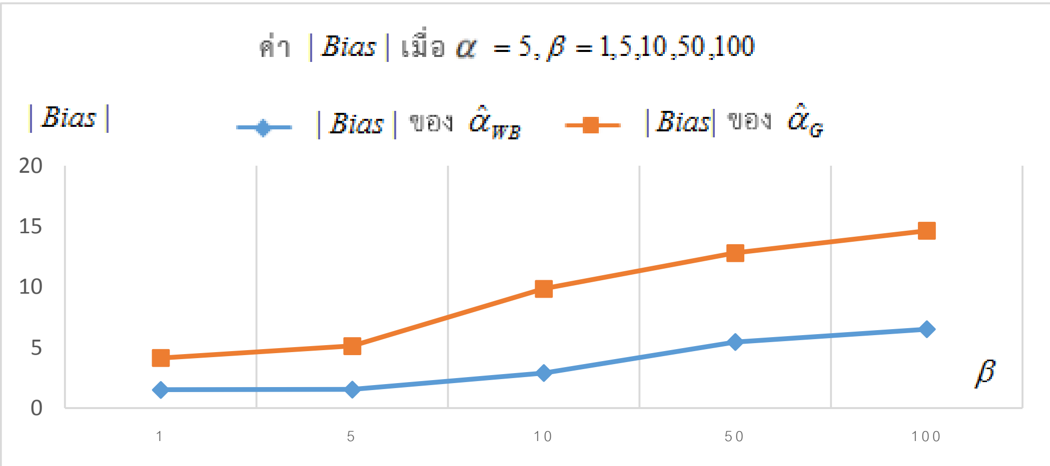
ภาพที่ 4-1 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



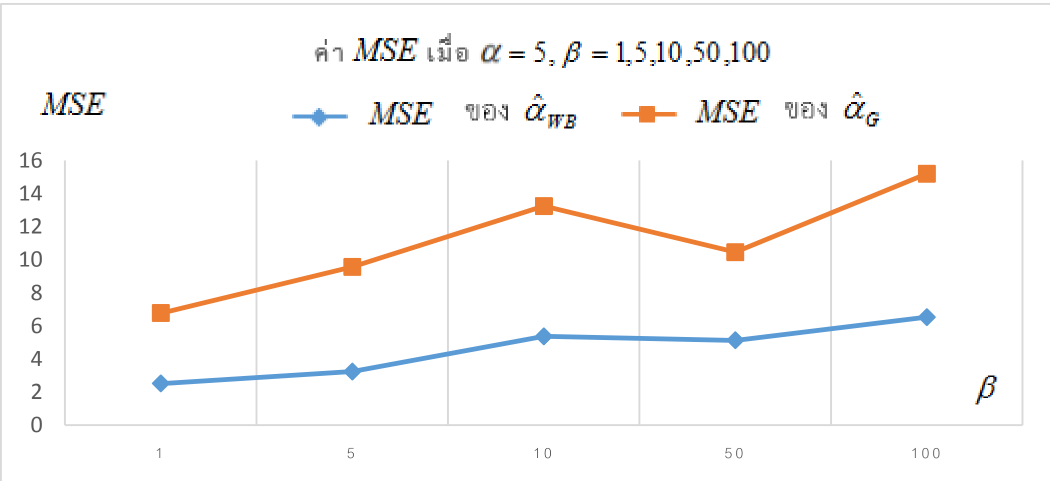
ภาพที่ 4-2 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha=5, \beta=1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-3

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-4



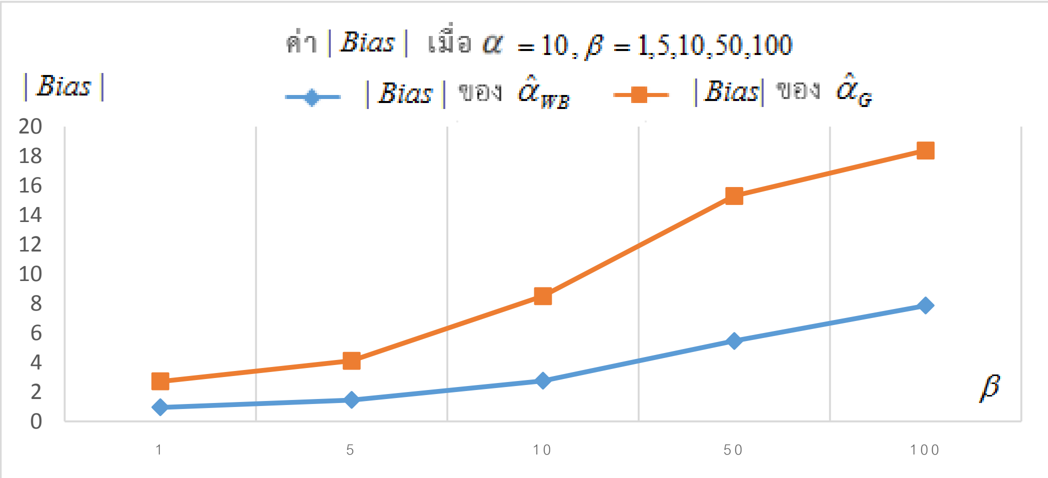
ภาพที่ 4-3 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha=5, \beta=1,5,10,50,100$ และ $n=50$



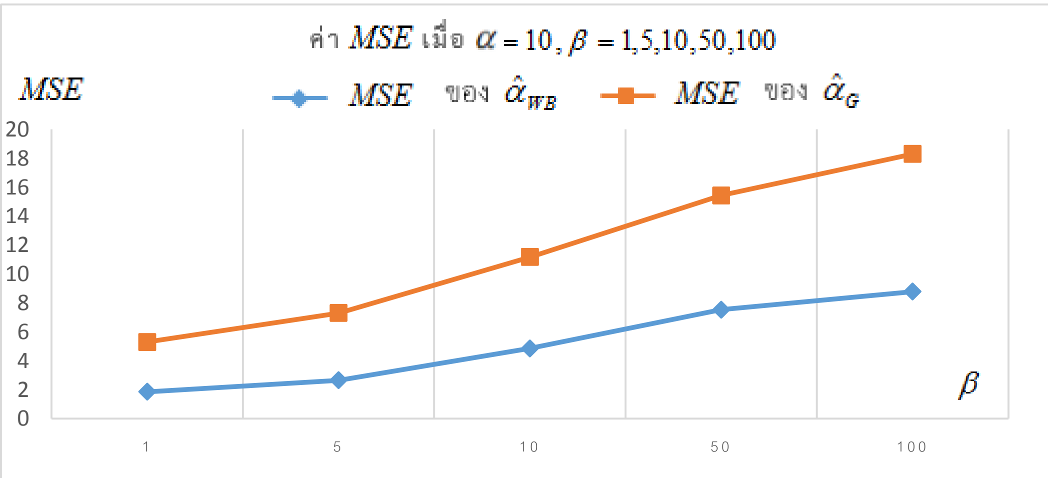
ภาพที่ 4-4 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha=5, \beta=1,5,10,50,100$ และ $n=50$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่ามีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-5

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่ามีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-6



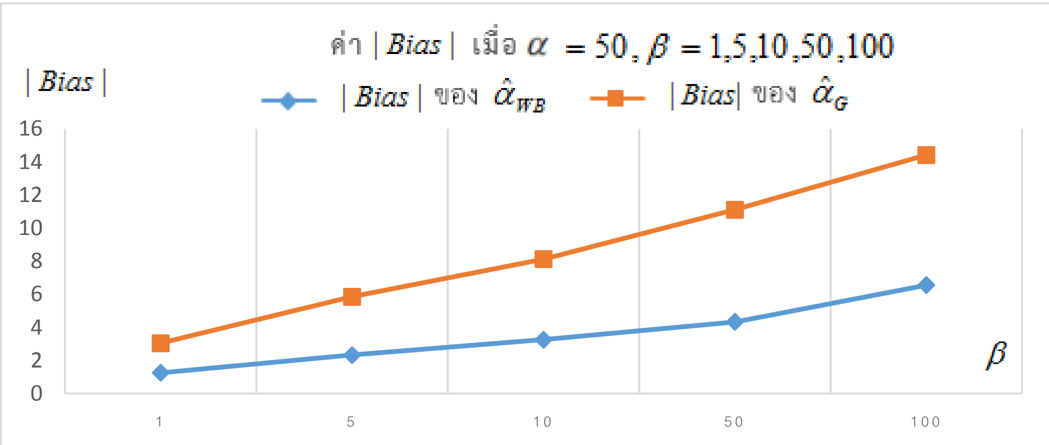
ภาพที่ 4-5 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



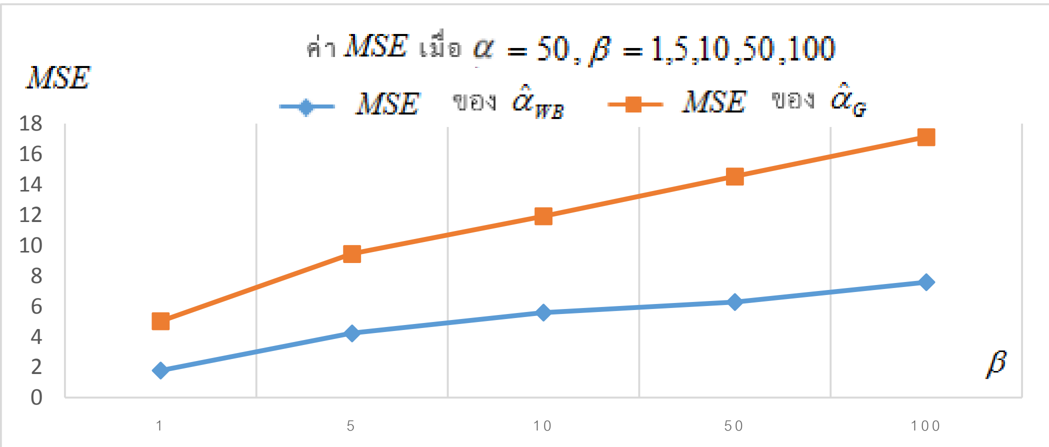
ภาพที่ 4-6 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-7

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่ามีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-8



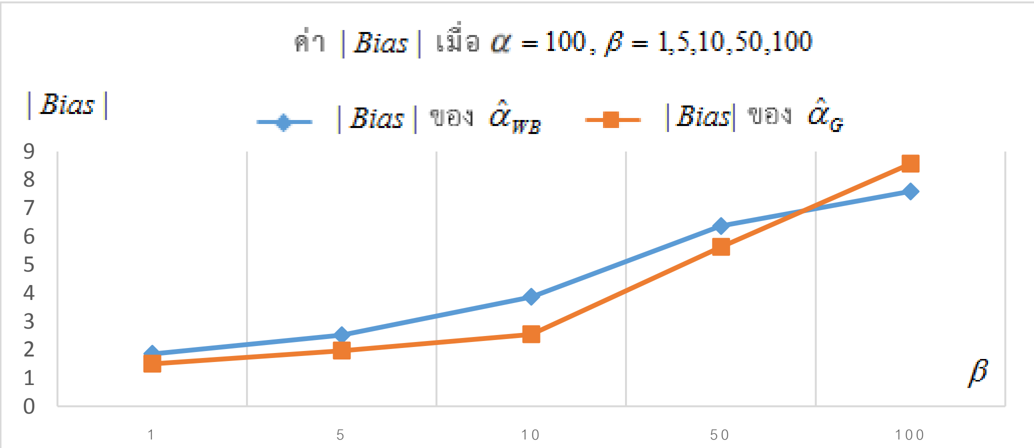
ภาพที่ 4-7 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



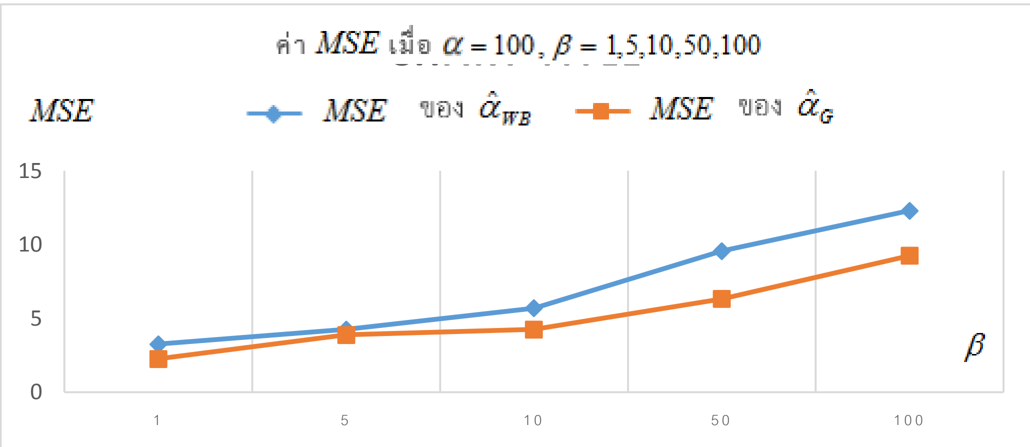
ภาพที่ 4-8 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-9

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-9 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



ภาพที่ 4-10 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่**ขนาดตัวอย่างเป็น 50** โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่า มี 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,50$) พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฎว่า มี 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,50$) ที่พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

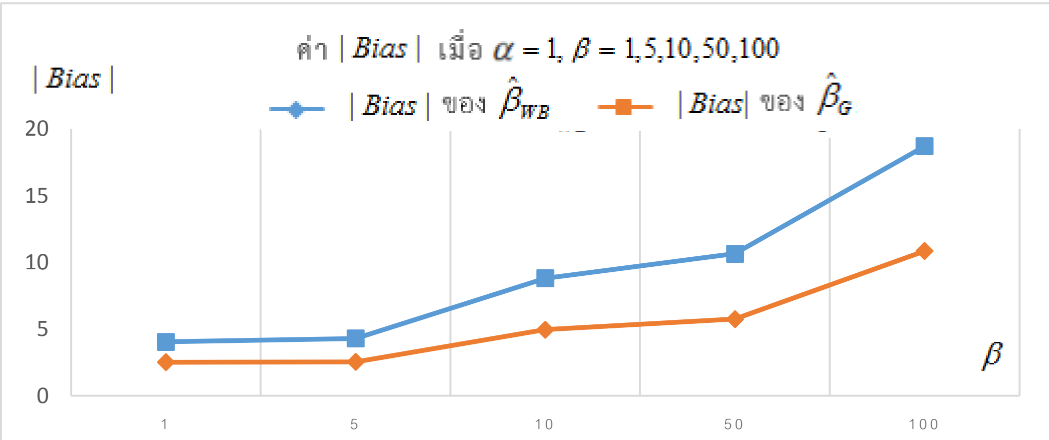
สรุปได้ว่า ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 **พารามิเตอร์รูปร่าง** (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 100$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ตารางที่ 4.2 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 50 ($n = 50$)

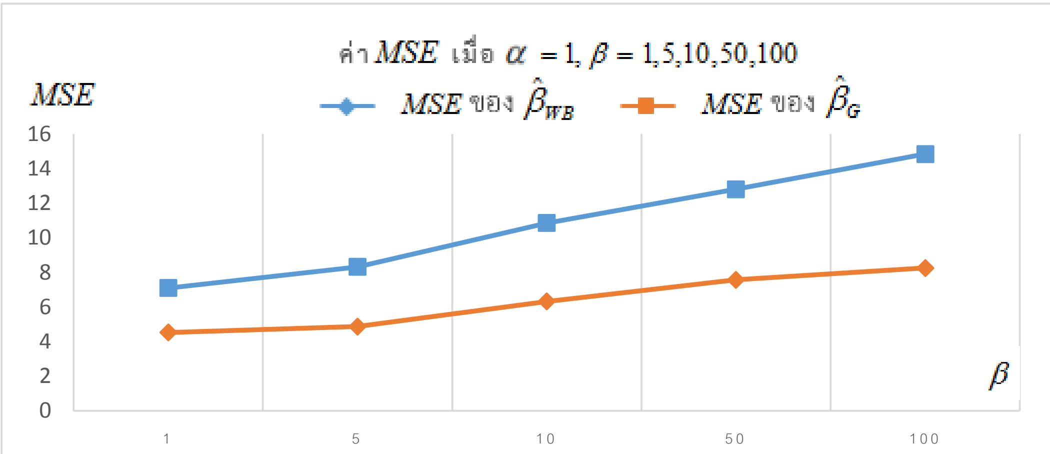
α	β	$\hat{\beta}_{WB}$		$\hat{\beta}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	1.5212	2.5634	2.5225	4.5256
	5	1.7589	3.4524	2.5412	4.8652
	10	3.8524	4.5269	4.9635	6.3201
	50	4.8952	5.2325	5.7521	7.5668
	100	7.8525	6.5845	10.8521	8.2523
5	1	1.2149	1.4521	0.7585	0.4985
	5	2.1992	4.5287	1.5208	2.6848
	10	3.5515	7.2515	2.5628	5.2353
	50	5.2831	9.5236	4.5845	7.2512
	100	7.6298	9.8563	6.5213	8.2356
10	1	1.3756	2.5842	2.5225	4.5256
	5	1.2716	2.4256	0.8952	1.8563
	10	2.2221	4.8525	1.5210	2.8967
	50	4.6662	6.2352	2.5623	4.5923
	100	7.1008	8.5212	5.3625	6.2542
50	1	1.5234	2.5849	2.5774	5.2689
	5	1.3525	1.8967	2.6439	6.5235
	10	2.3527	4.6583	3.8811	8.3256
	50	3.2512	6.2351	4.9559	9.5846
	100	4.2548	8.5652	5.5167	10.2542
100	1	1.2536	1.4452	2.0524	4.5212
	5	3.5232	4.8785	5.3652	6.5233
	10	7.8854	5.8859	6.0254	7.2512
	50	8.9653	6.8452	7.8542	9.8954
	100	9.8326	9.5248	9.5628	10.5454

จากตารางที่ 4.2 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-11

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-12



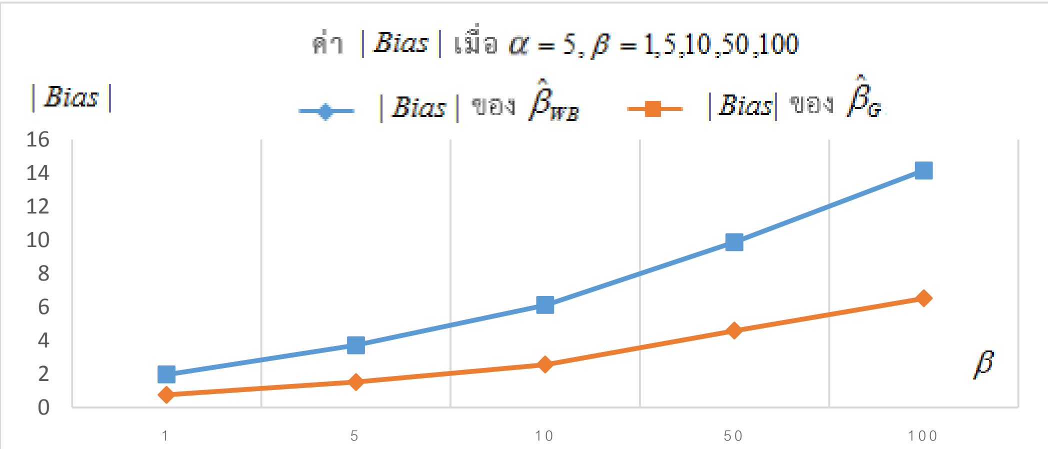
ภาพที่ 4-11 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



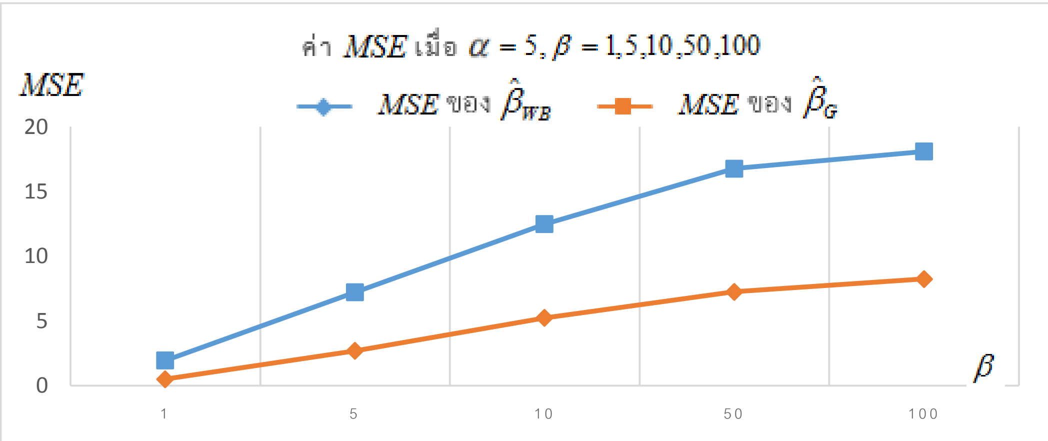
ภาพที่ 4-12 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-13

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 5 สถานการณ์ ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-14



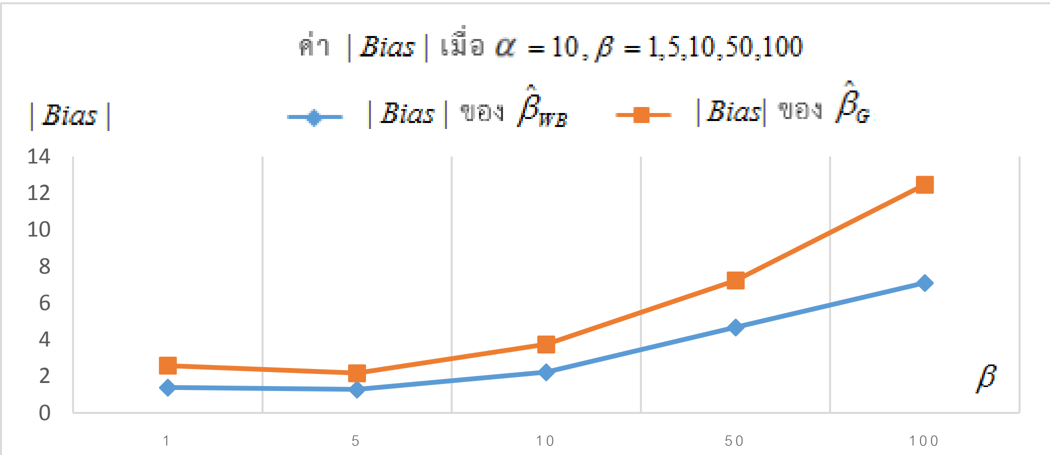
ภาพที่ 4-13 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



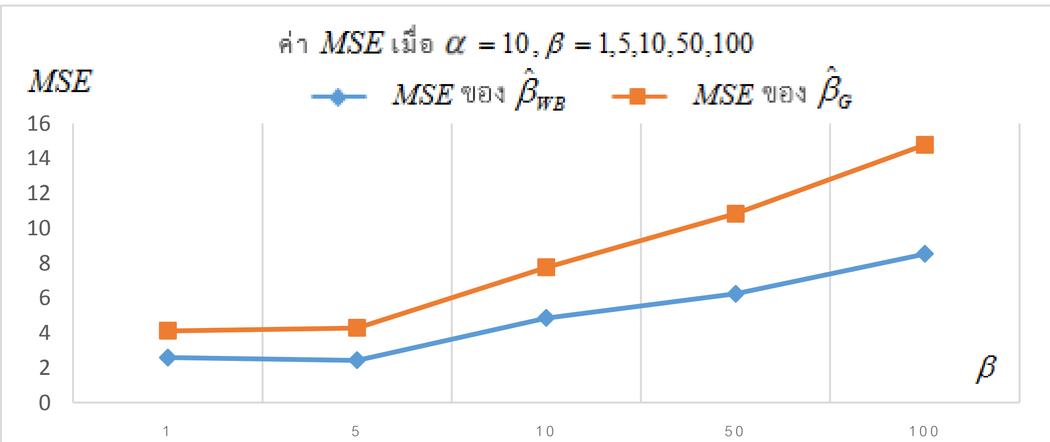
ภาพที่ 4-14 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน
ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-15

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-16



ภาพที่ 4-15 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

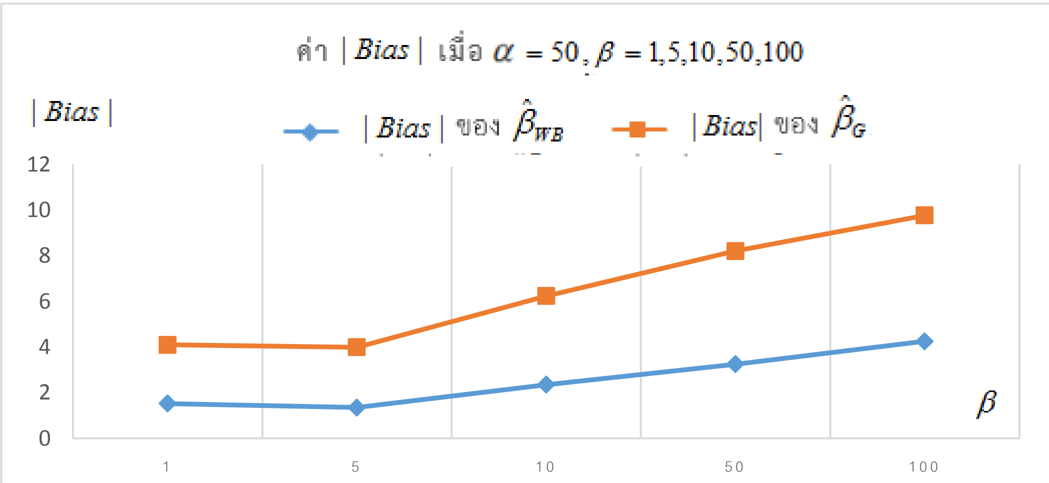


ภาพที่ 4-16 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

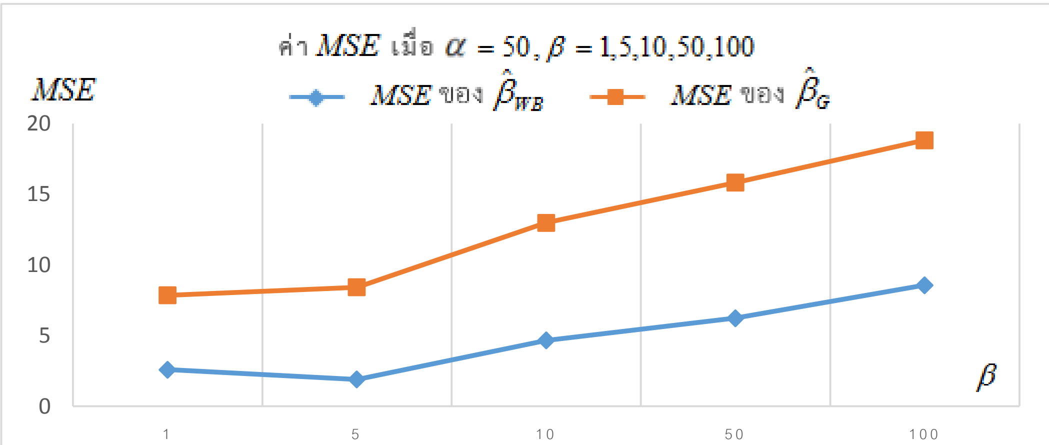
ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อน เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-17

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-18



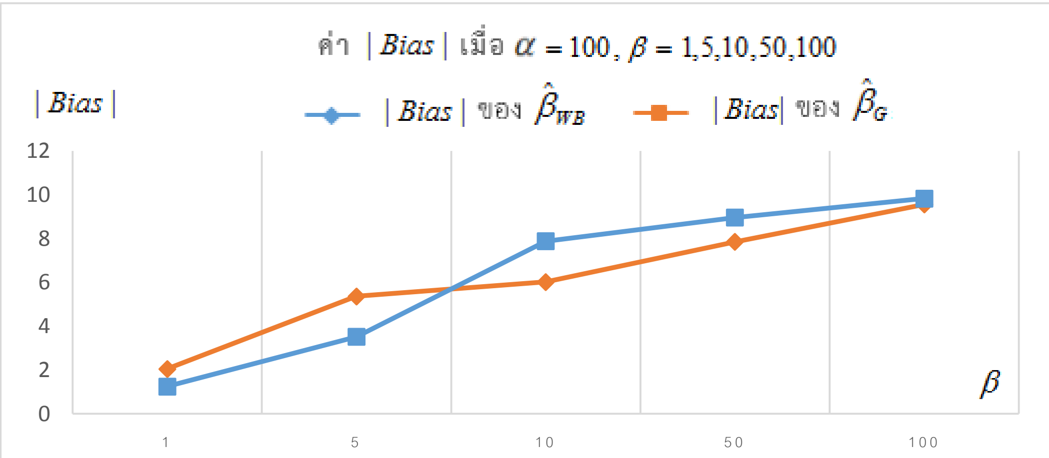
ภาพที่ 4-17 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



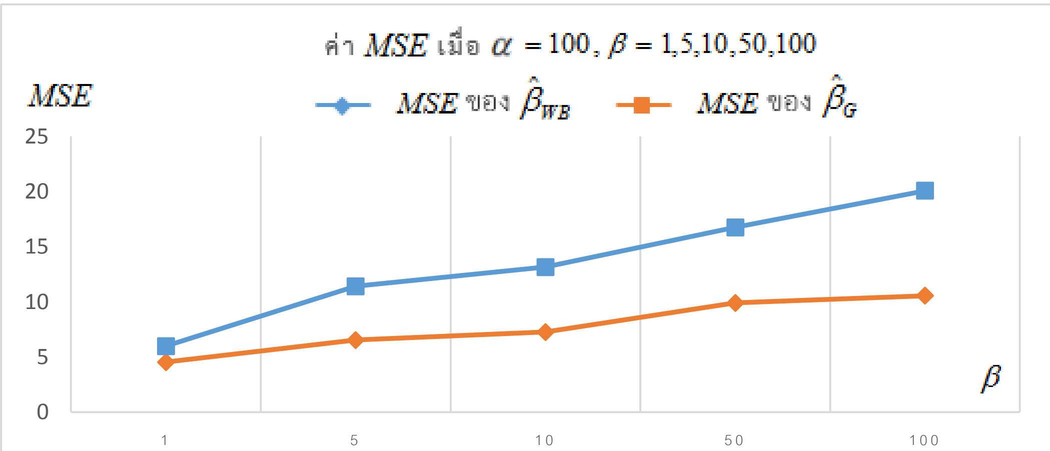
ภาพที่ 4-18 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 50 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อน เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-19

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-20



ภาพที่ 4-19 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$



ภาพที่ 4-20 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 50$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่า มี 3 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$)

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฏว่า มี 3 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,100$) จาก 5 สถานการณ์ที่พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$)

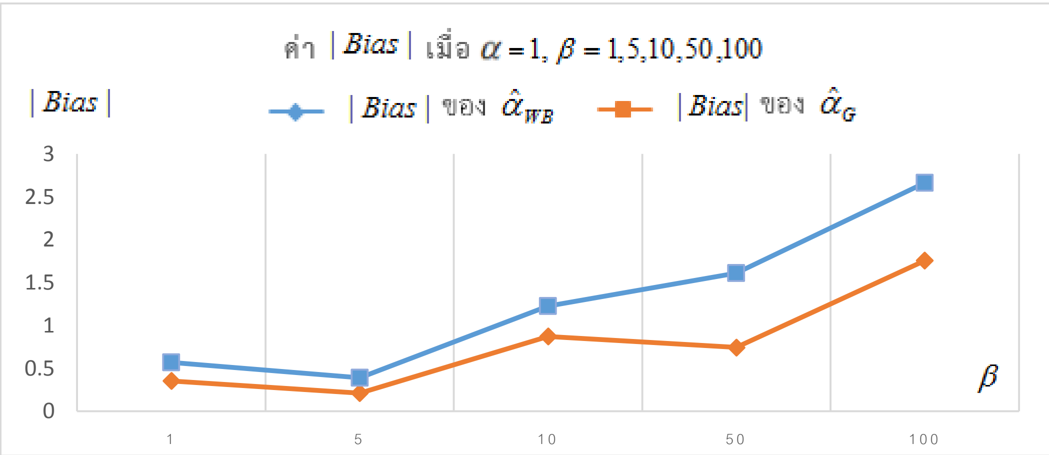
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน** (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ตารางที่ 4.3 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 100 ($n=100$)

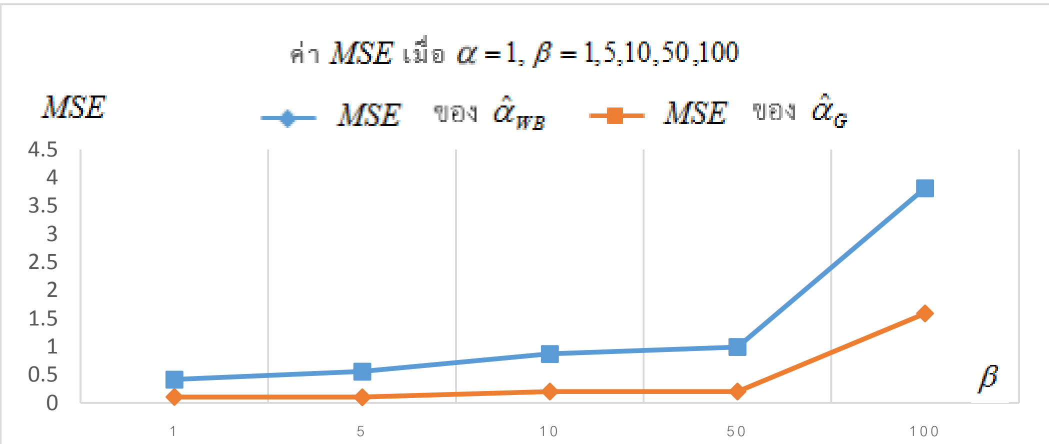
α	β	$\hat{\alpha}_{WB}$		$\hat{\alpha}_{G}$	
		$\lvert Bias \rvert$	MSE	$\lvert Bias \rvert$	MSE
1	1	0.3533	0.3078	0.2152	0.1067
	5	0.2113	0.4548	0.1784	0.1015
	10	0.8734	0.6677	0.3545	0.2024
	50	0.7434	0.7887	0.6684	0.2017
	100	1.7566	2.2237	0.9067	1.5876
5	1	1.7877	0.0308	0.4887	0.0079
	5	2.2327	1.1384	0.0189	0.0046
	10	5.8954	2.6225	0.1903	0.0232
	50	6.8976	6.0514	1.0979	0.0089
	100	8.6829	0.0778	0.2983	0.0006
10	1	3.5970	0.0602	1.7986	0.0035
	5	7.4563	0.0343	1.5657	0.0006
	10	5.7866	0.0089	2.6758	0.0003
	50	9.7887	0.6235	15.4546	0.0067
	100	10.4550	0.2321	13.4542	0.0039
50	1	0.5437	0.3002	1.7894	0.1207
	5	3.1836	2.4016	5.1988	0.3116
	10	1.5223	6.5234	2.4163	0.6756
	50	5.9422	10.2490	6.2962	5.5647
	100	1.2815	7.5312	4.9566	4.0980
100	1	1.2323	0.4014	0.9552	0.2988
	5	2.0143	0.0681	1.6576	0.0077
	10	3.4669	0.0048	1.9970	0.0022
	50	6.0908	0.3006	5.3435	0.1454
	100	20.9080	0.1162	7.2324	0.0280

จากตารางที่ 4.3 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-21

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-22



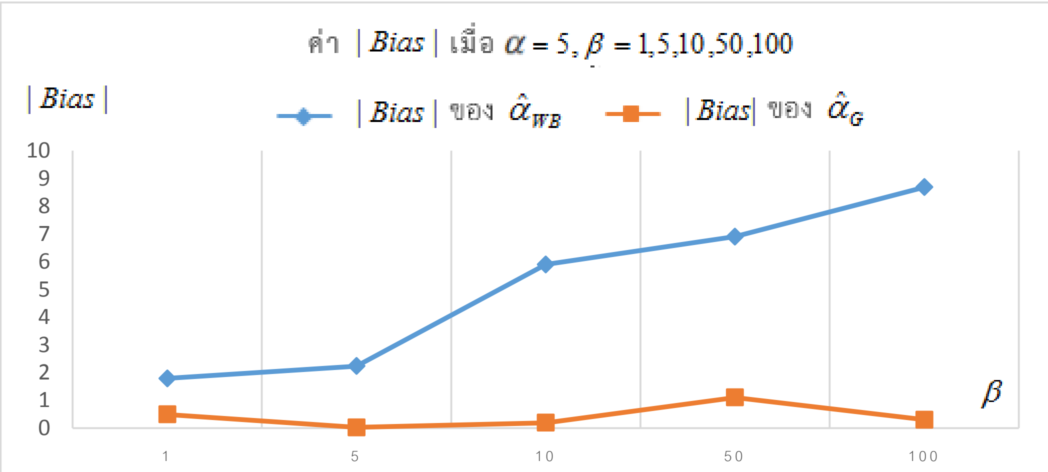
ภาพที่ 4-21 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



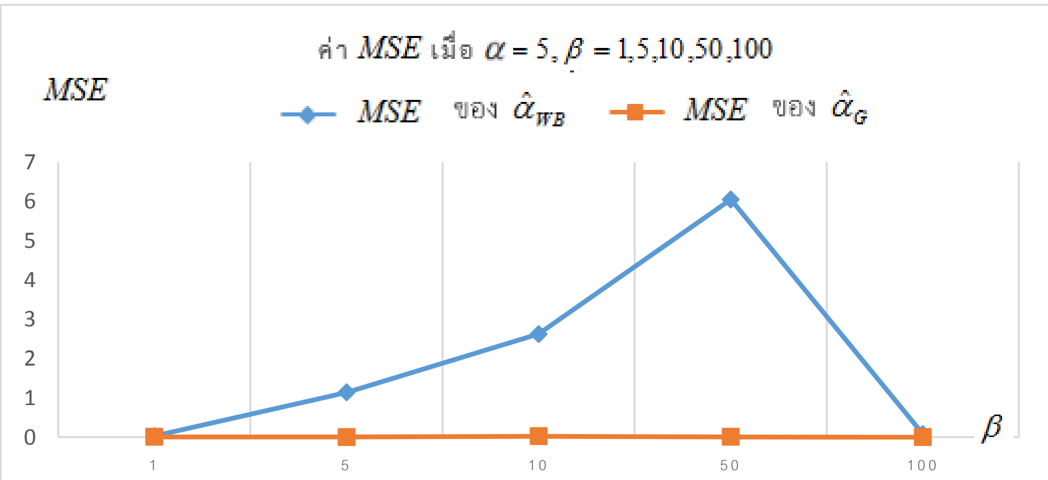
ภาพที่ 4-22 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-23

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-24



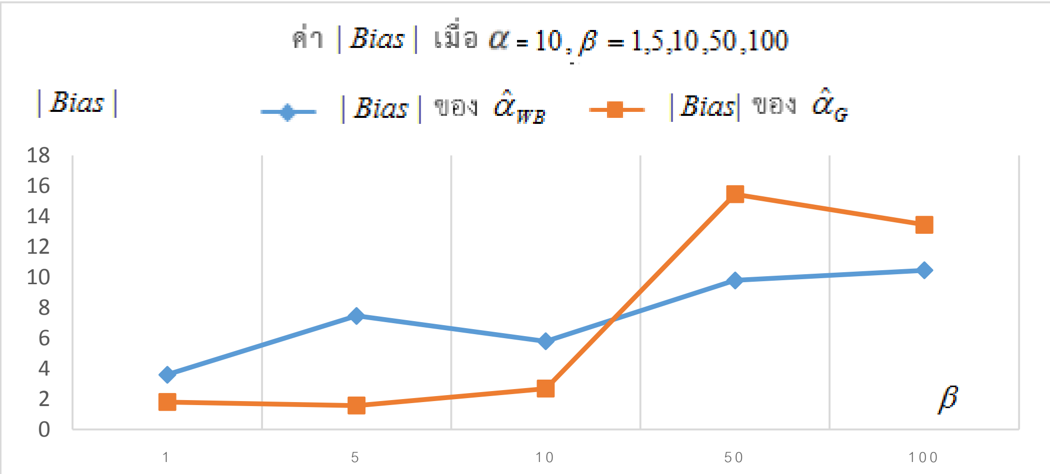
ภาพที่ 4-23 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



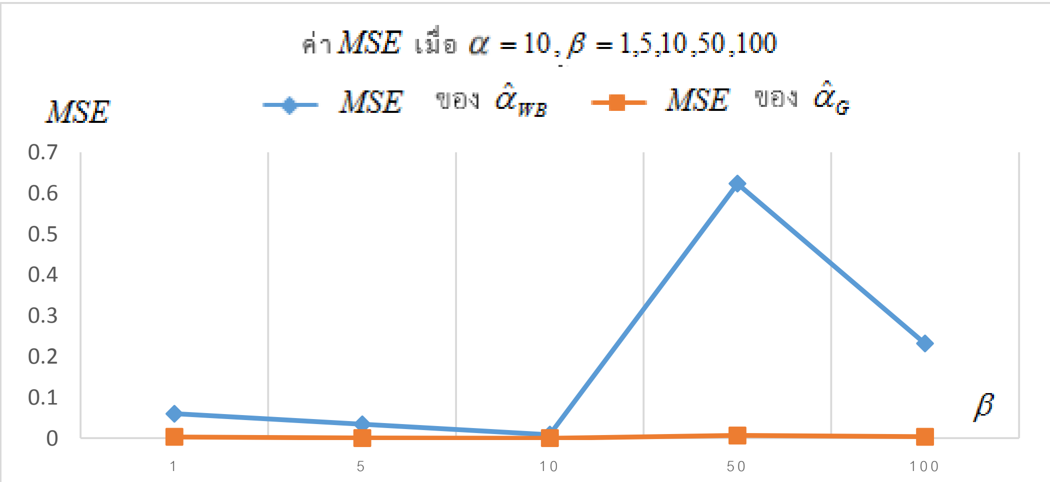
ภาพที่ 4-24 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-25

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-26



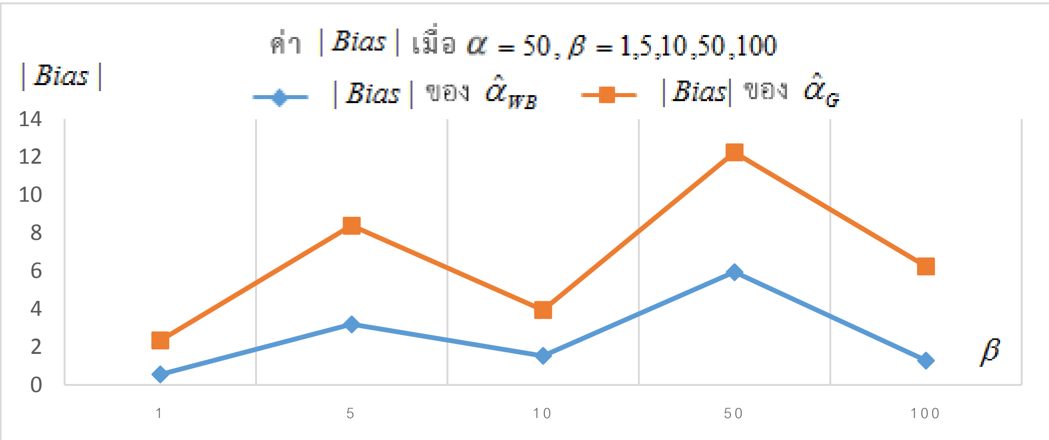
ภาพที่ 4-25 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



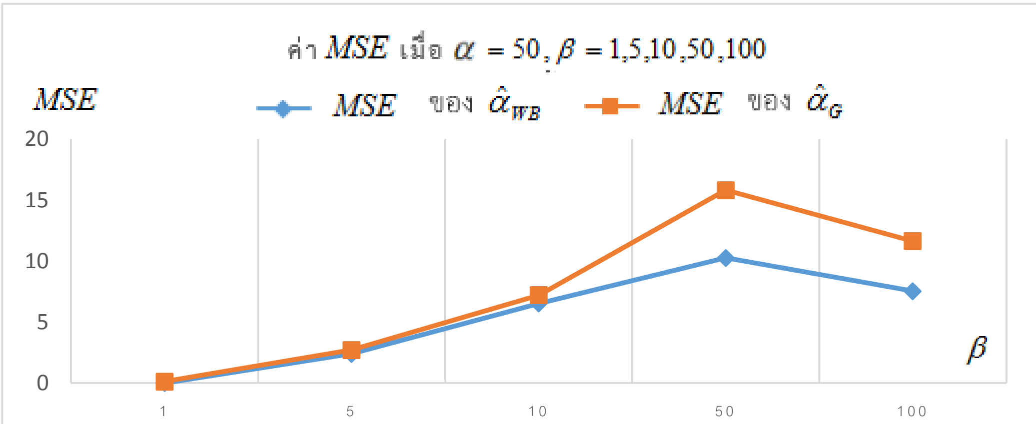
ภาพที่ 4-26 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่า ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-27

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 4 สถานการณ์จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-28



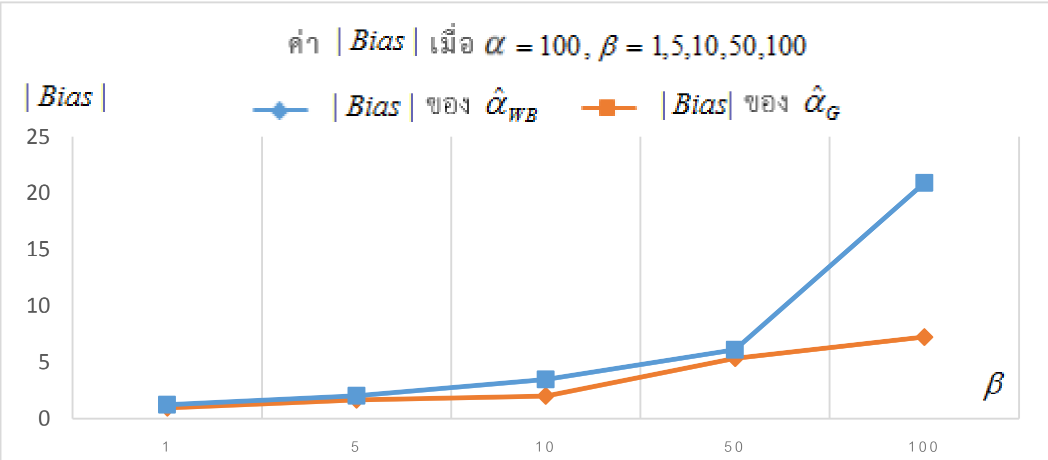
ภาพที่ 4-27 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



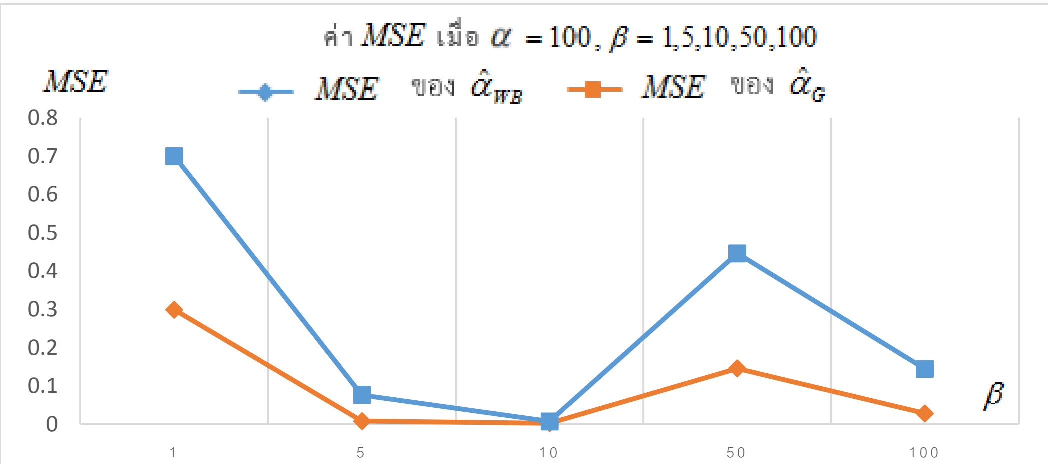
ภาพที่ 4-28 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) **ต่ำกว่า**ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่า ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-29

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) **ต่ำกว่า**ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-30



ภาพที่ 4-29 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



ภาพที่ 4-30 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่**ขนาดตัวอย่างเป็น 100** โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฎว่า มี 4 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$)

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฎว่า มี 4 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,100$) จาก 5 สถานการณ์ที่พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$)

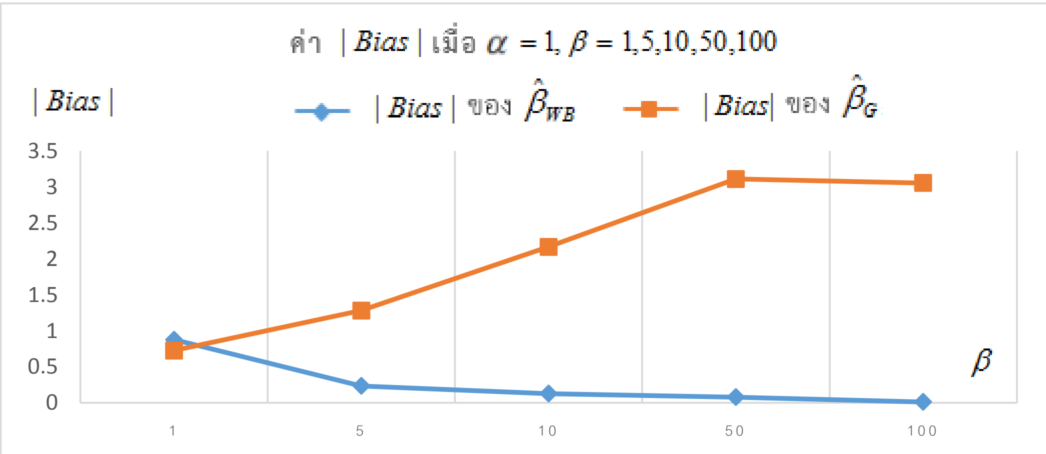
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100 พารามิเตอร์รูปร่าง (α)** ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้**การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$)

ตารางที่ 4.4 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 100 ($n=100$)

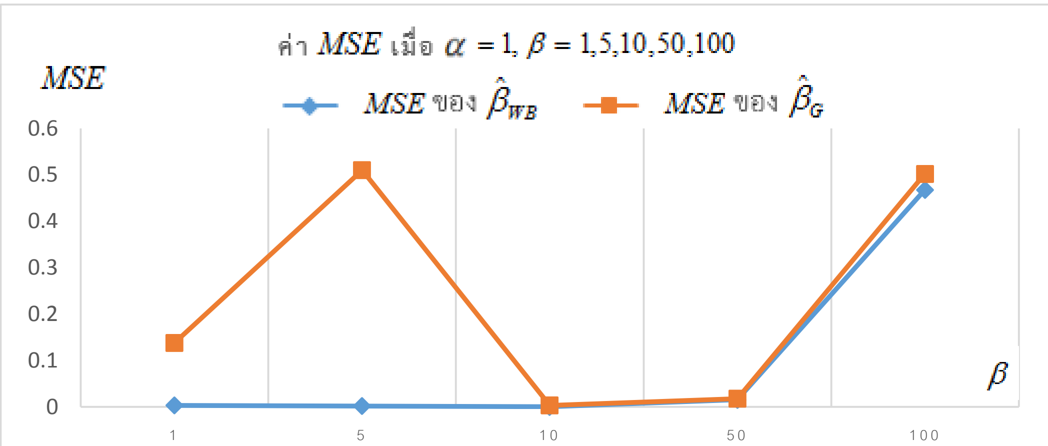
α	β	$\hat{\beta}_{WB}$		$\hat{\beta}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	0.8769	1.2787	0.7265	0.1343
	5	0.2329	0.0266	1.2817	0.5078
	10	0.1279	0.0298	2.1681	0.0029
	50	0.0778	0.8798	3.1116	0.0024
	100	0.0117	0.1995	3.056	0.0343
5	1	1.4815	1.8980	1.7088	2.3492
	5	1.0737	1.0057	3.6766	0.4204
	10	2.1038	2.7878	3.0675	0.0558
	50	3.1383	3.2798	5.0038	0.9008
	100	5.1239	7.0878	4.8987	0.2050
10	1	0.9918	1.2992	3.4676	6.4273
	5	2.3711	1.4017	5.4858	4.621
	10	7.5542	2.2097	7.9822	4.1198
	50	4.7990	2.2460	8.2693	6.2479
	100	7.6964	5.9860	9.7448	8.0105
50	1	0.8331	0.7872	2.7787	1.7095
	5	0.8462	0.0278	4.5686	2.7185
	10	0.1226	0.3002	8.1891	4.2334
	50	0.0202	0.2287	9.2661	5.3559
	100	0.0111	0.1981	9.5392	6.2517
100	1	0.7265	1.2787	1.4038	2.5466
	5	1.2817	0.0266	1.4331	2.8773
	10	2.1681	0.0298	1.6785	2.1909
	50	3.1116	0.8798	1.4686	0.7198
	100	3.0560	0.1995	2.3893	0.5534

จากตารางที่ 4.4 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-31

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-32



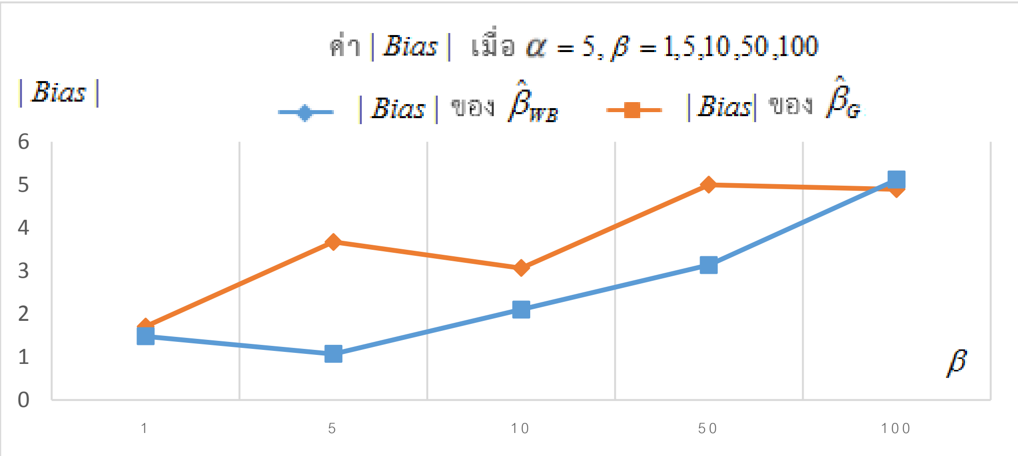
ภาพที่ 4-31 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



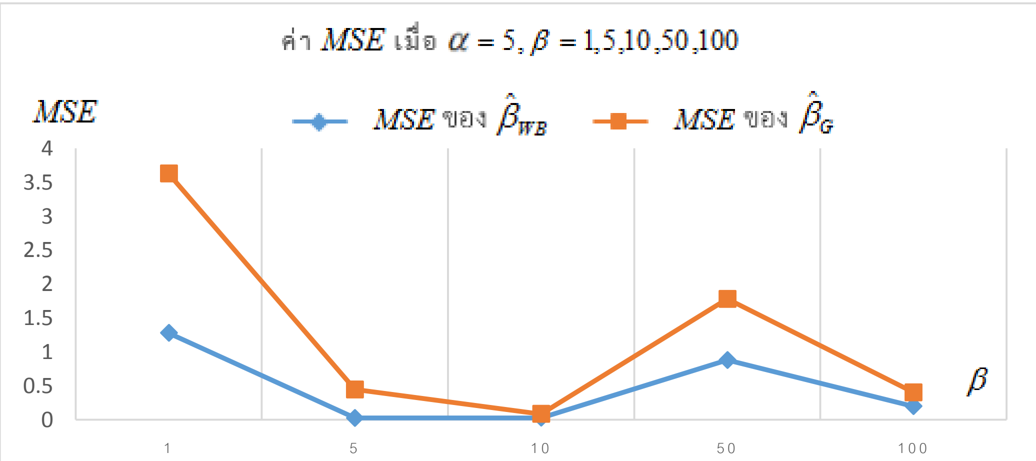
ภาพที่ 4-32 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-33

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-34



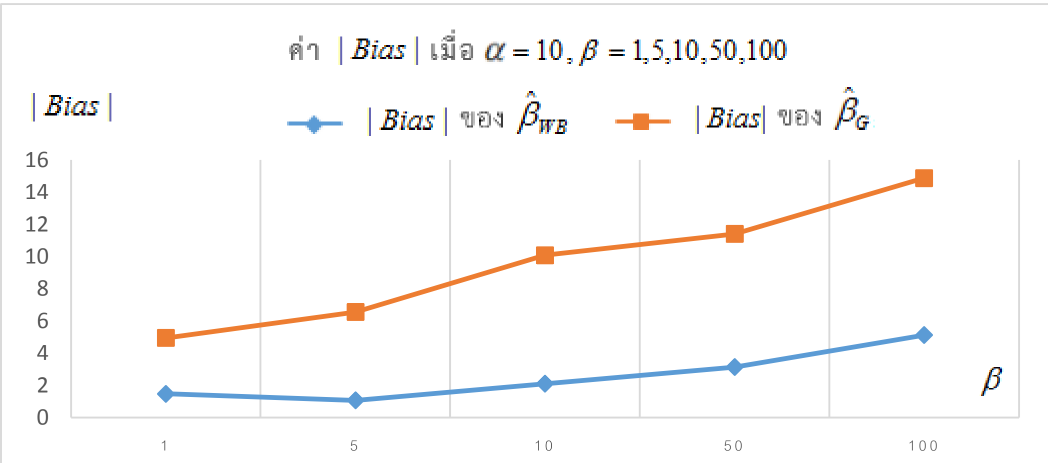
ภาพที่ 4-33 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



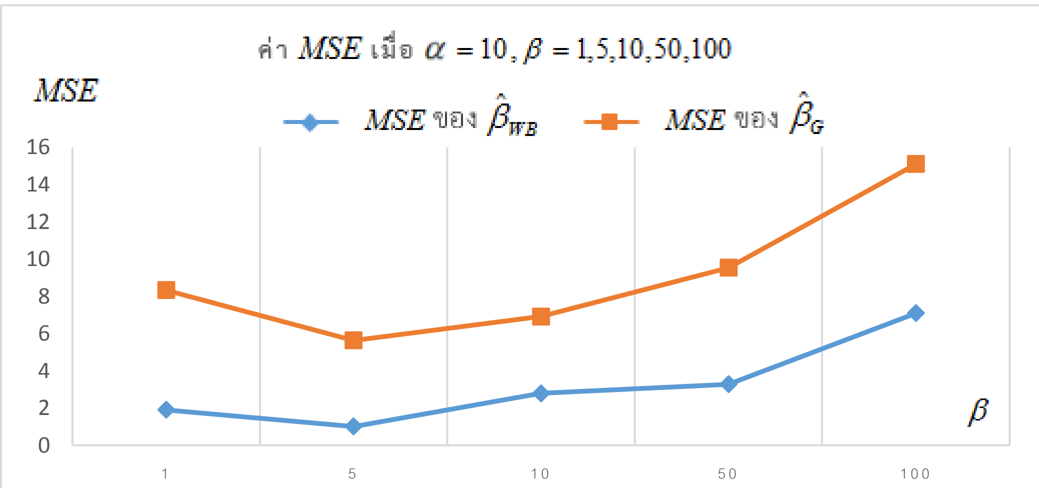
ภาพที่ 4-34 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-35

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-36



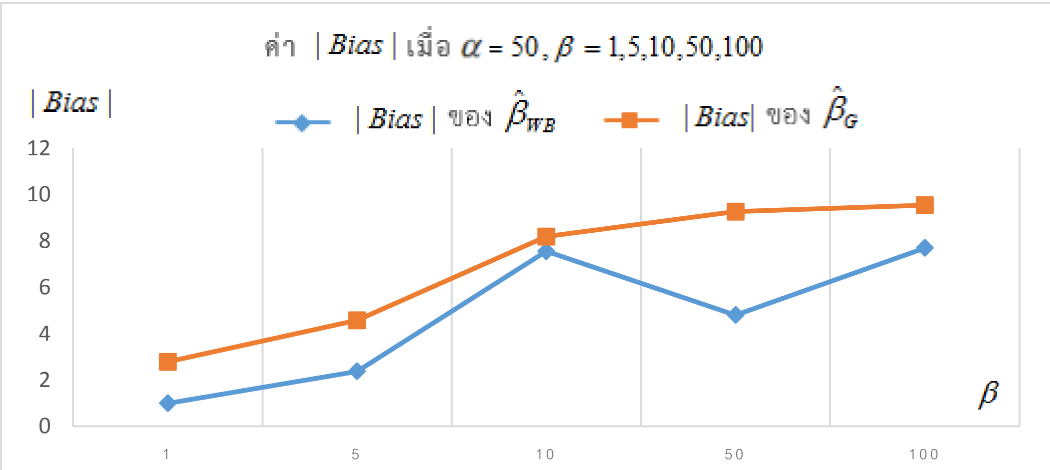
ภาพที่ 4-35 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



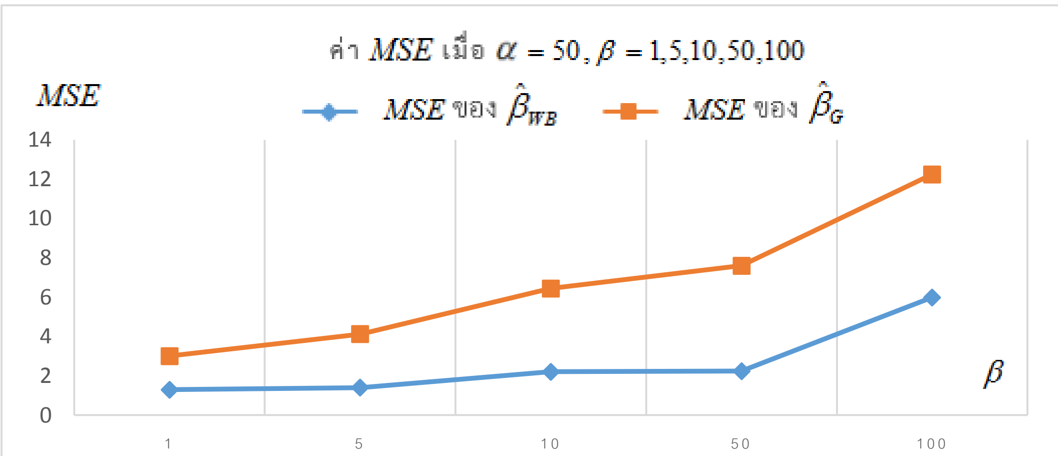
ภาพที่ 4-36 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-37

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-38



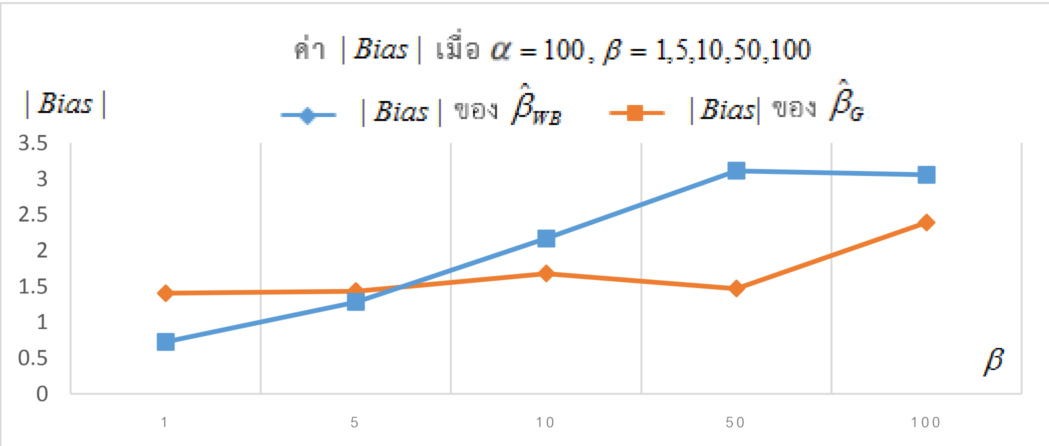
ภาพที่ 4-37 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



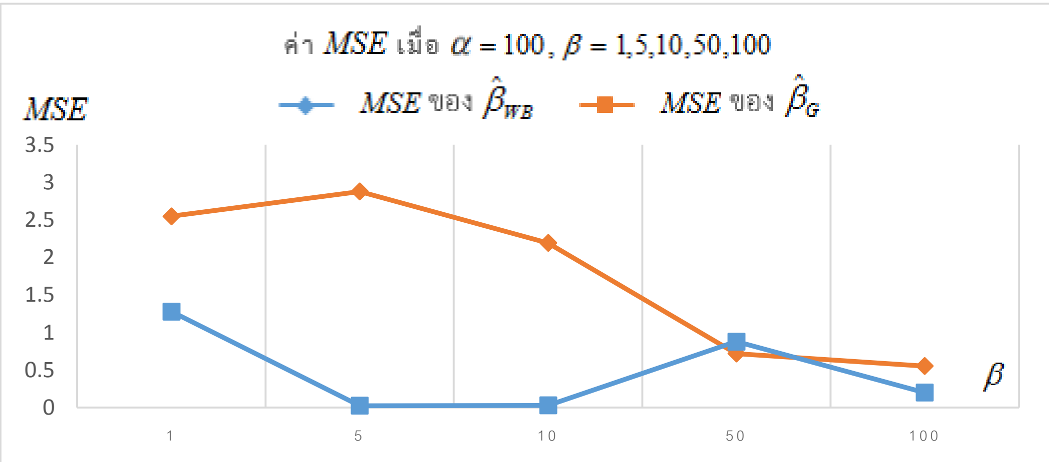
ภาพที่ 4-38 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 100 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-39

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-40



ภาพที่ 4-39 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$



ภาพที่ 4-40 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 100$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่า มี 4 สถาการณ์ ($\alpha = 1,5,10,50$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 100$)

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฏว่า มี 5 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

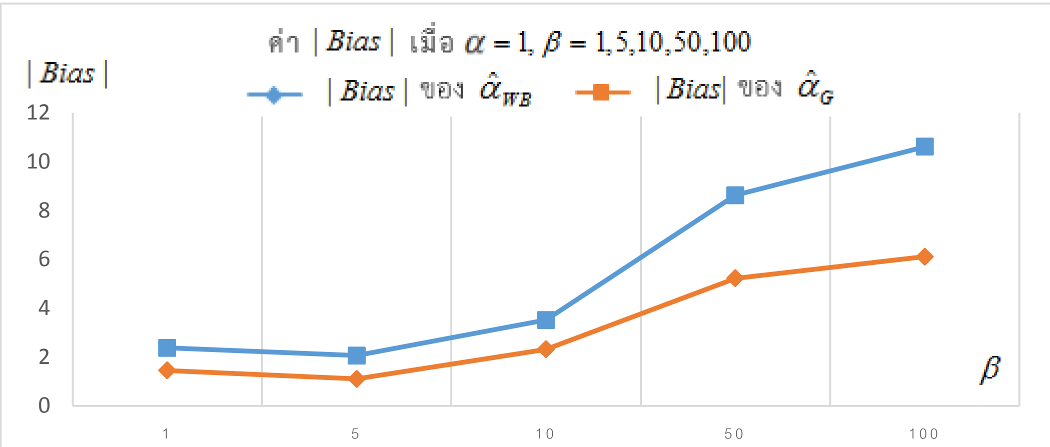
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β)** ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ภายใต้เกณฑ์ MSE (สำหรับเกณฑ์ $|Bias|$ ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 100$)

ตารางที่ 4.5 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 200 ($n = 200$)

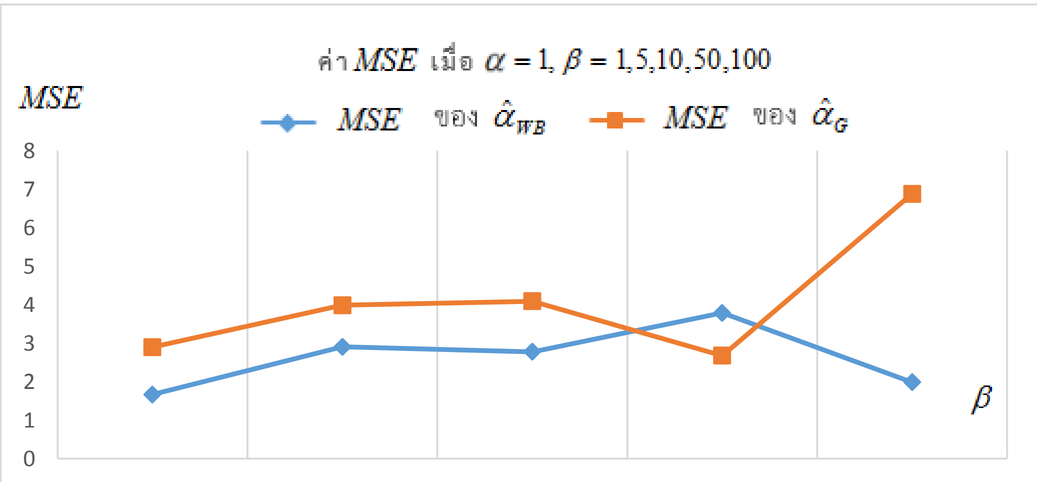
α	β	$\hat{\alpha}_{WB}$		$\hat{\alpha}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	1.4420	1.6677	0.9302	2.8978
	5	1.1003	2.9090	0.9512	3.9898
	10	2.3077	2.7787	1.2019	4.0909
	50	5.2181	3.7897	3.4035	2.6766
	100	6.1046	1.9898	4.5025	6.8809
5	1	0.4701	1.3021	0.1025	0.9988
	5	0.3414	2.0016	0.2283	1.7786
	10	1.0121	2.1442	2.0359	1.0099
	50	2.1152	7.1328	0.9575	3.8787
	100	2.3607	8.5362	0.2603	2.0598
10	1	1.1845	0.2034	1.0365	0.0024
	5	2.1213	0.4014	1.0788	0.1102
	10	3.0618	0.3004	2.5121	0.0977
	50	5.3441	3.0018	5.2033	1.0899
	100	9.4416	5.0171	7.2250	2.2334
50	1	0.5578	1.0239	0.9957	1.0422
	5	2.9130	2.4559	1.5808	1.0088
	10	4.3472	1.8145	2.9387	1.0122
	50	1.4532	2.7353	3.1328	1.7706
	100	3.2957	1.9481	5.6408	1.8038
100	1	1.2452	5.5535	0.2395	1.8193
	5	2.7644	3.6776	1.3441	2.9112
	10	8.4435	4.5596	3.5334	2.3265
	50	5.6545	7.5557	8.6768	4.3134
	100	9.9877	8.2566	12.5487	5.2195

จากตารางที่ 4.5 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-41

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 4 สถานการณ์จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-42



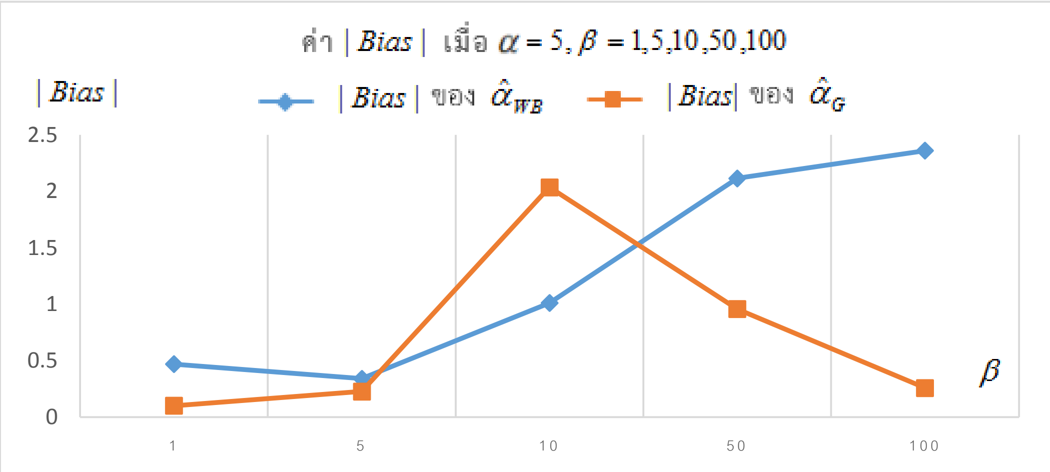
ภาพที่ 4-41 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



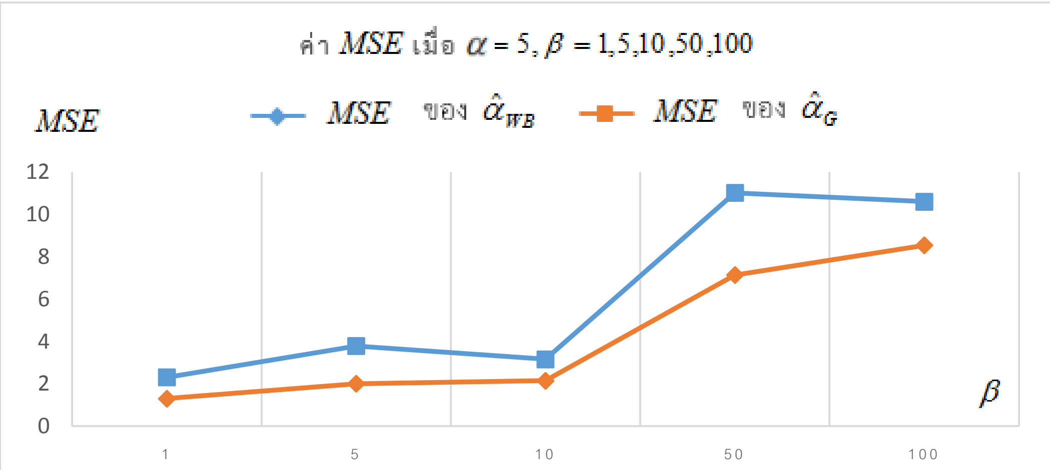
ภาพที่ 4-42 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-43

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-44



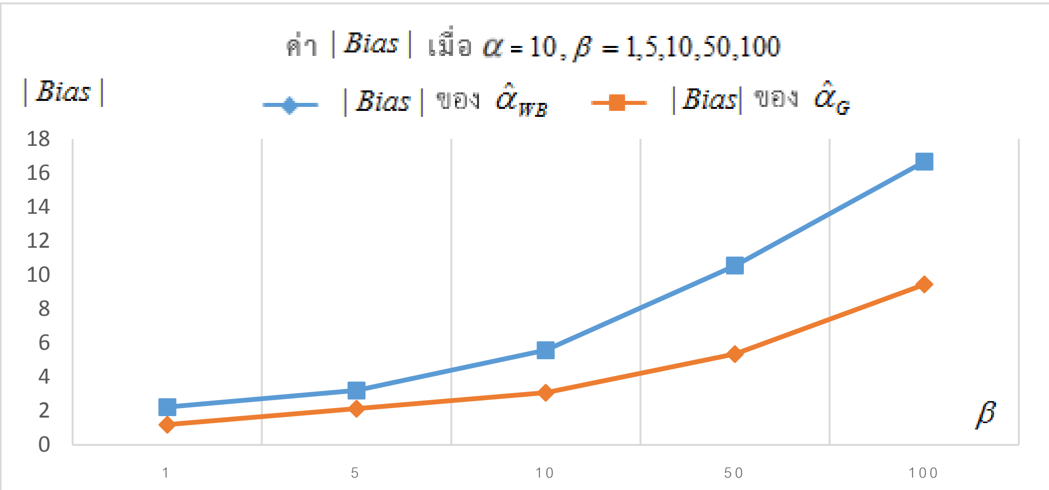
ภาพที่ 4-43 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



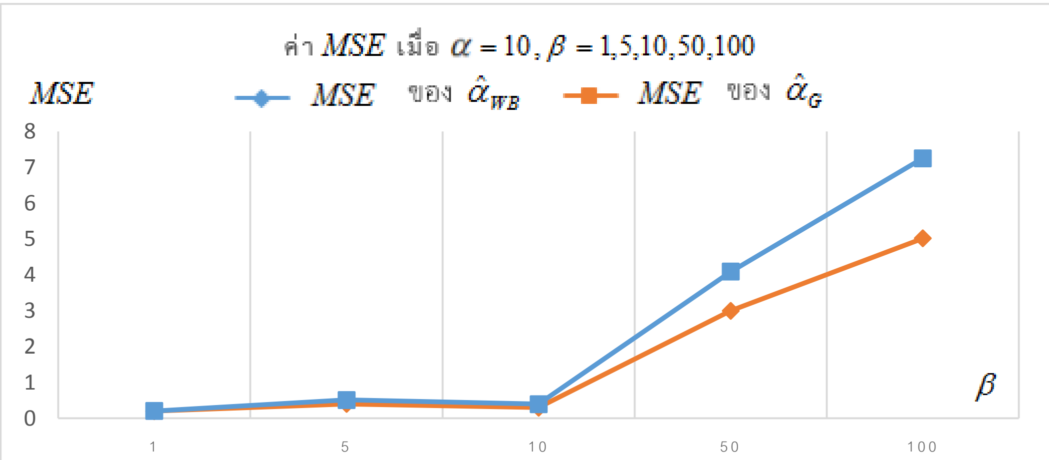
ภาพที่ 4-44 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-45

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-46



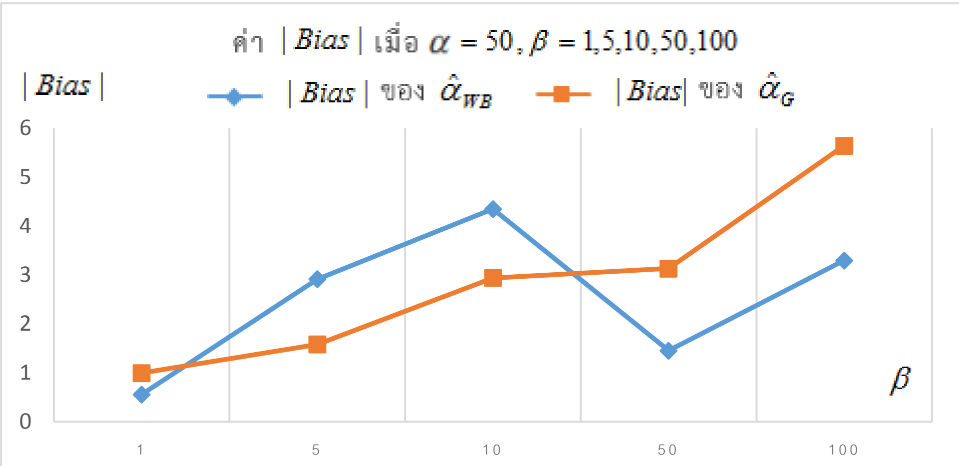
ภาพที่ 4-45 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



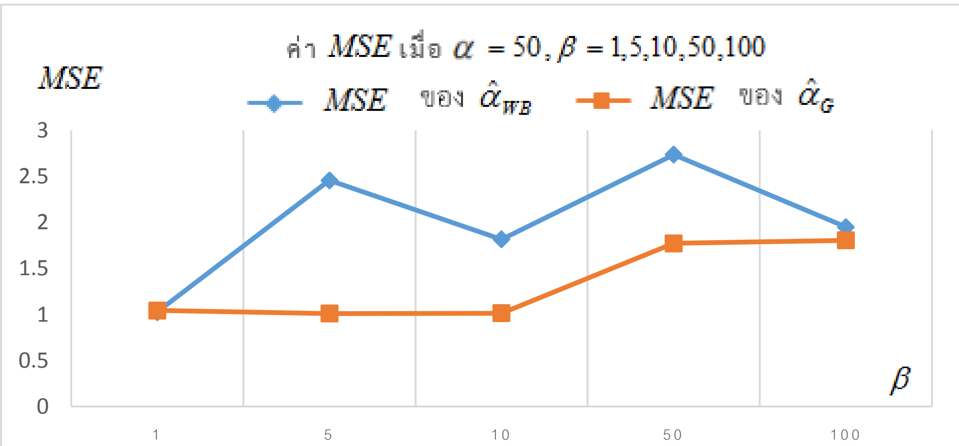
ภาพที่ 4-46 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-47

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-48



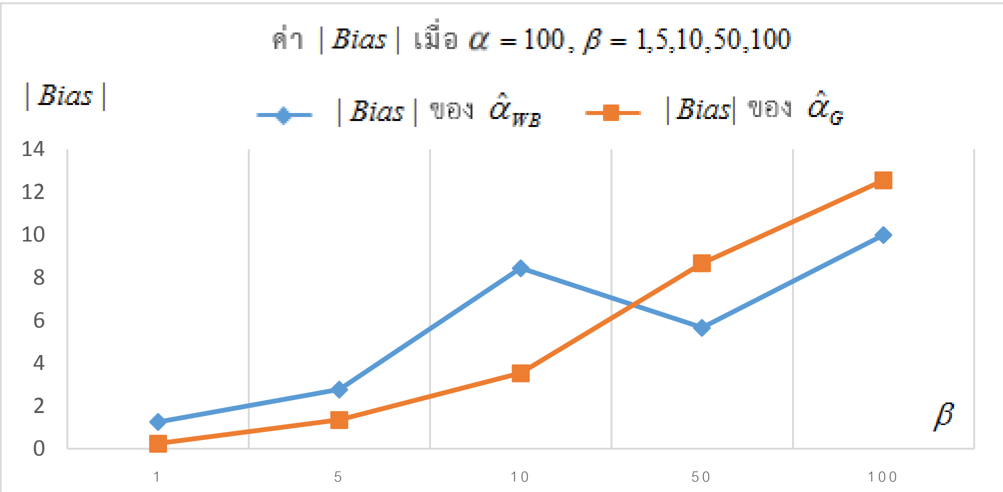
ภาพที่ 4-47 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



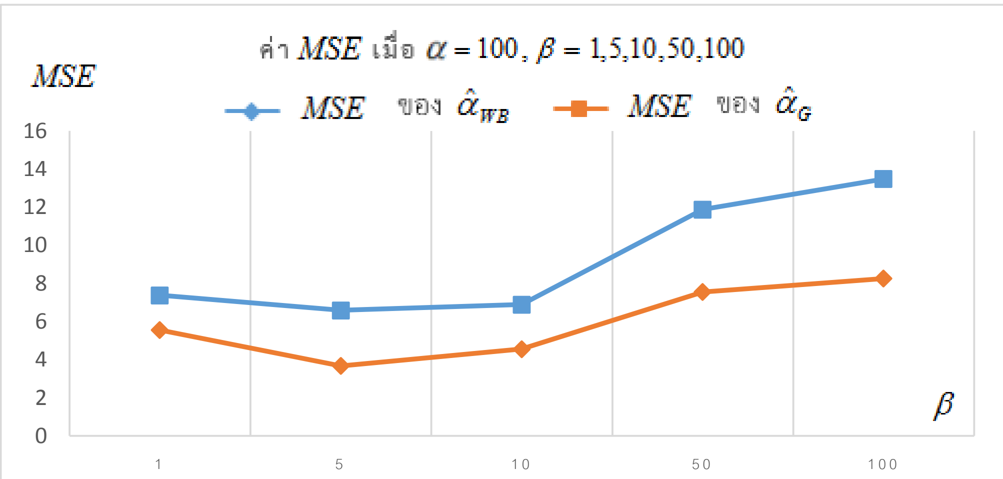
ภาพที่ 4-48 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-49

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-50



ภาพที่ 4-49 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



ภาพที่ 4-50 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 200 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่า มี 4 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$) โดยเกณฑ์ MSE ปรากฏว่า 4 สถานการณ์ ($\alpha = 5,10,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ที่พารามิเตอร์รูปร่างของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 1$)

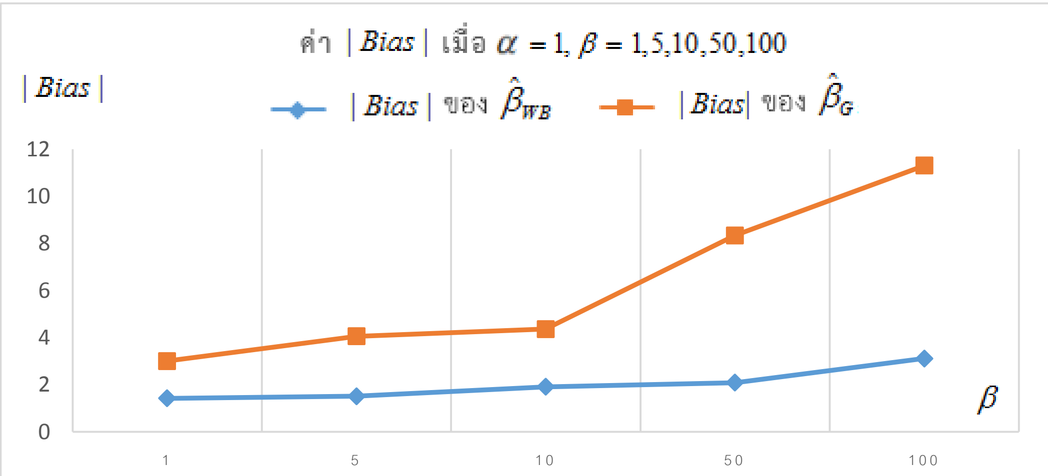
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 200** พารามิเตอร์รูปร่างของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน สำหรับเกณฑ์ $|Bias|$ ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$ และ เกณฑ์ MSE (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 1$)

ตารางที่ 4.6 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 200 ($n = 200$)

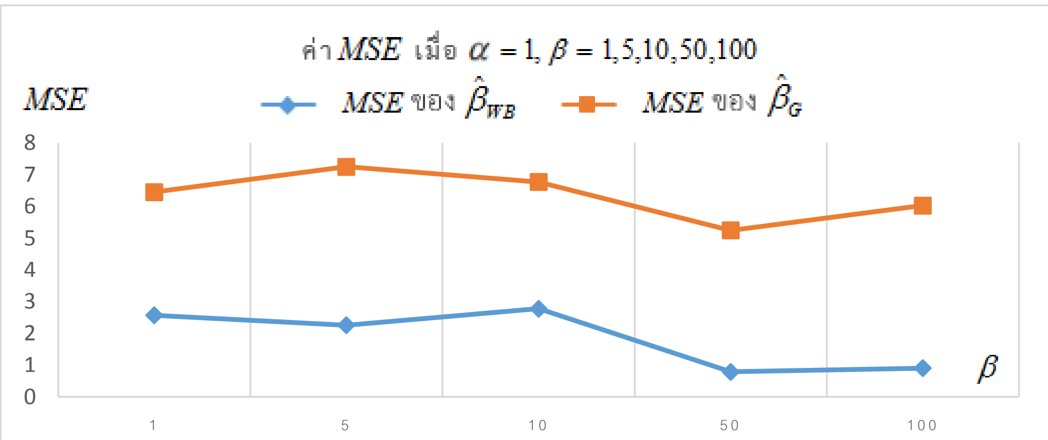
α	β	$\hat{\beta}_{WB}$		$\hat{\beta}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	1.4224	2.5675	1.5842	3.8787
	5	1.5102	2.2553	2.5507	4.9880
	10	1.9101	2.776	2.4504	3.9900
	50	2.0881	0.7877	6.2495	4.4532
	100	3.1178	0.9045	8.1875	5.1213
5	1	1.2136	1.2165	3.0190	2.8344
	5	1.3318	0.9956	2.7697	1.0729
	10	2.5236	2.7876	3.4967	5.0231
	50	2.7551	4.7992	2.3935	7.0019
	100	0.2259	5.1067	0.1602	8.0149
10	1	2.0931	2.5304	5.9502	1.3974
	5	4.3332	7.7846	2.2992	4.6609
	10	5.7223	3.7692	4.8047	2.7757
	50	6.7508	5.2910	3.9530	7.6684
	100	6.4690	2.2473	1.6978	3.8287
50	1	1.2134	0.7566	4.2343	1.0223
	5	5.5723	9.0817	6.3825	9.2883
	10	6.4225	1.8336	8.2114	3.3452
	50	3.3173	4.3464	7.1923	6.2573
	100	9.1682	6.5924	5.3082	5.3293
100	1	1.3266	1.6792	3.2115	5.2842
	5	1.7425	2.5642	6.7814	6.4334
	10	4.7645	1.3562	6.3345	2.3112
	50	5.4722	5.2431	8.2477	7.1224
	100	3.6542	8.4371	4.0812	9.5633

จากตารางที่ 4.6 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-51

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-52



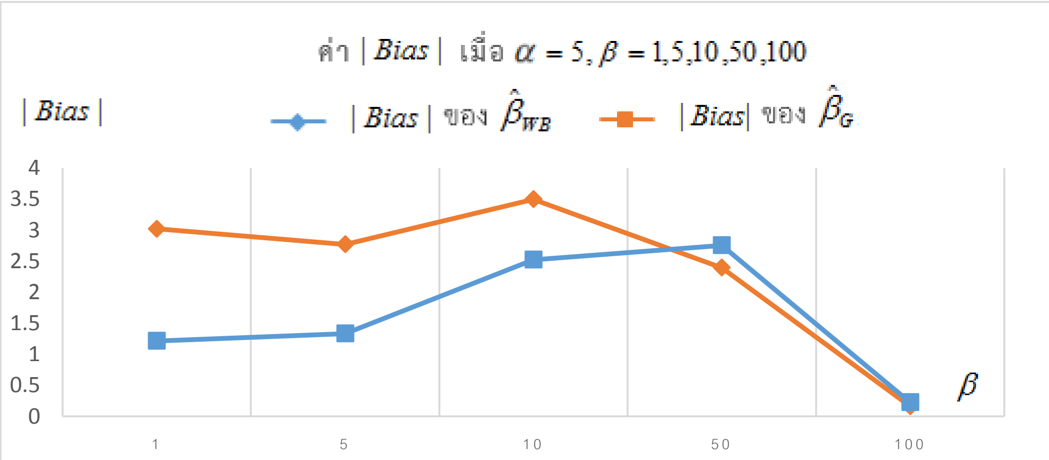
ภาพที่ 4-51 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



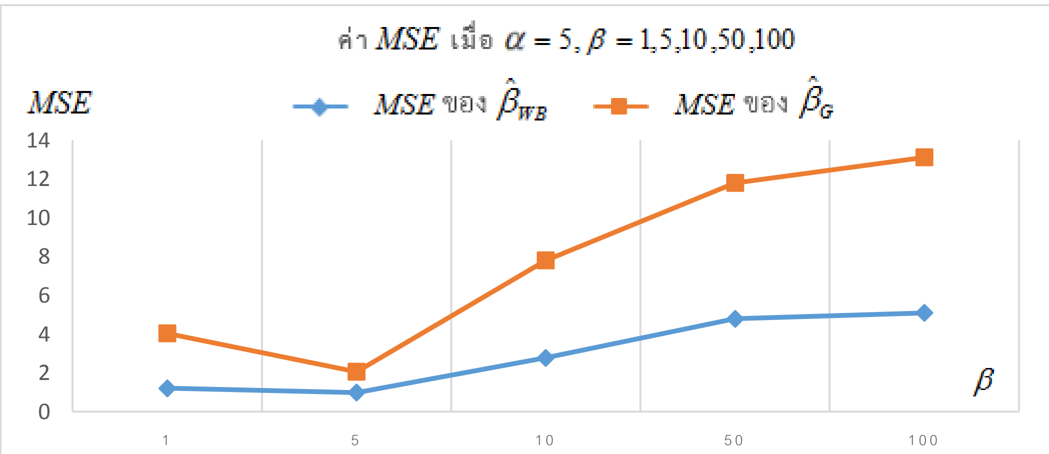
ภาพที่ 4-52 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-53

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-54



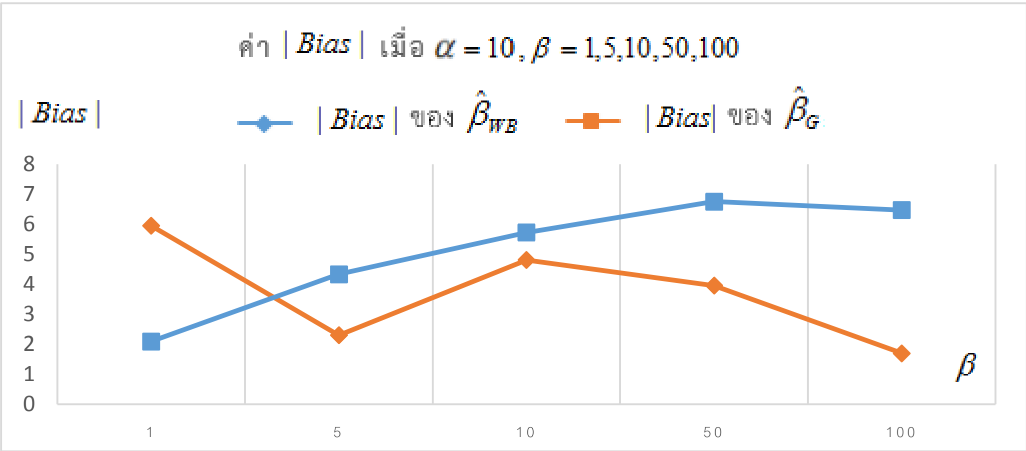
ภาพที่ 4-53 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



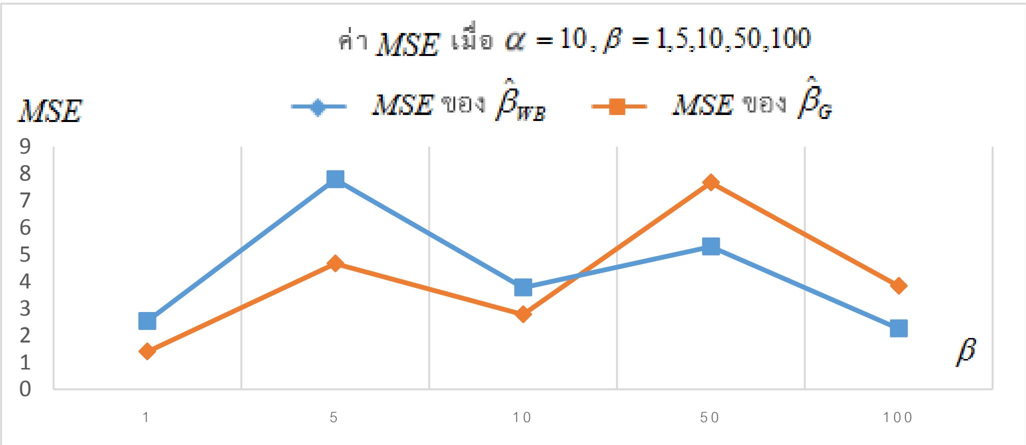
ภาพที่ 4-54 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-55

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-56



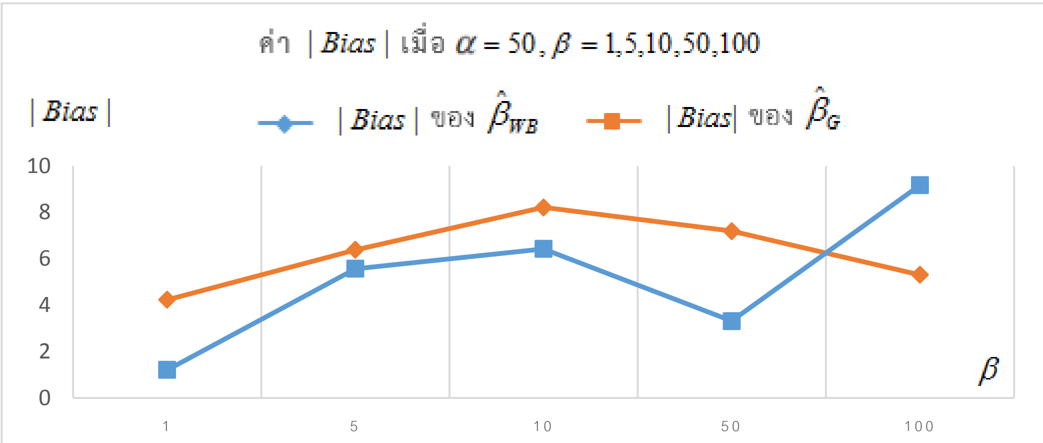
ภาพที่ 4-55 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



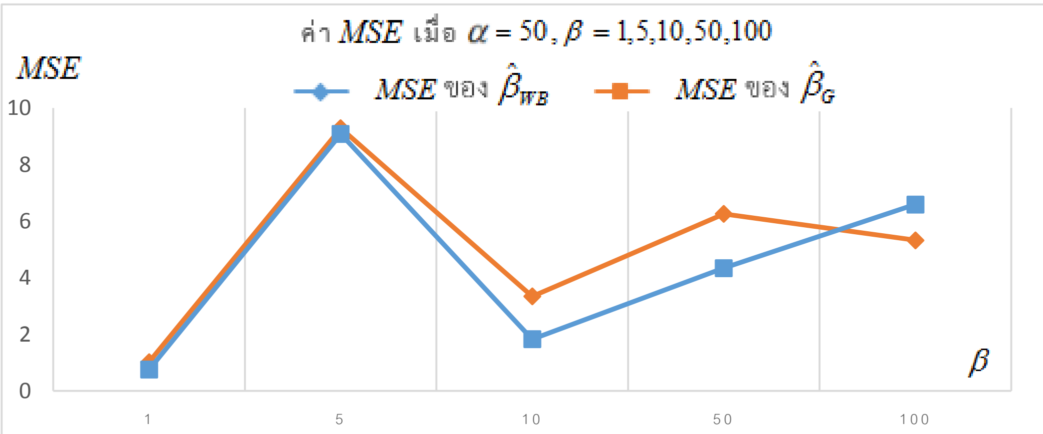
ภาพที่ 4-56 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถาการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-57

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-58



ภาพที่ 4-57 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

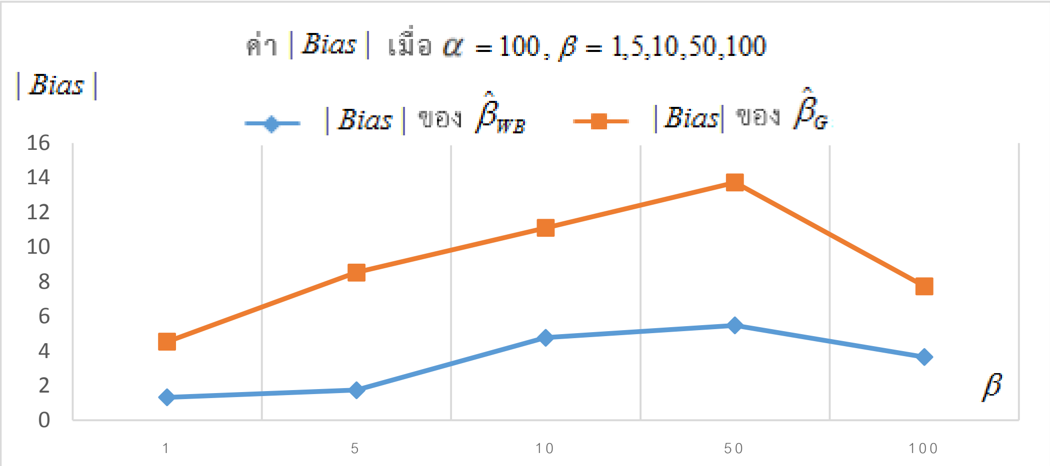


ภาพที่ 4-58 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

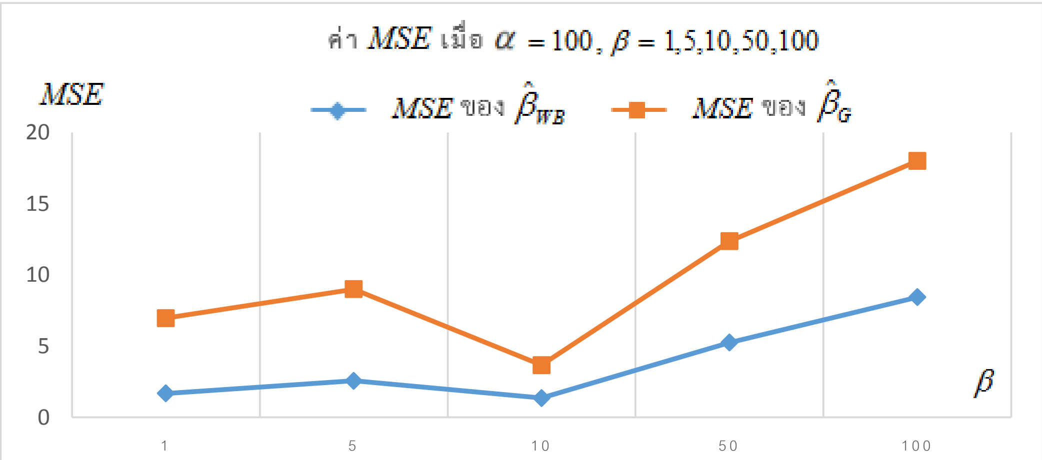
ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 200 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-59

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-60



ภาพที่ 4-59 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$



ภาพที่ 4-60 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 200$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 200 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฎว่า มี 4 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10$)

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฎว่า มี 4 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10$)

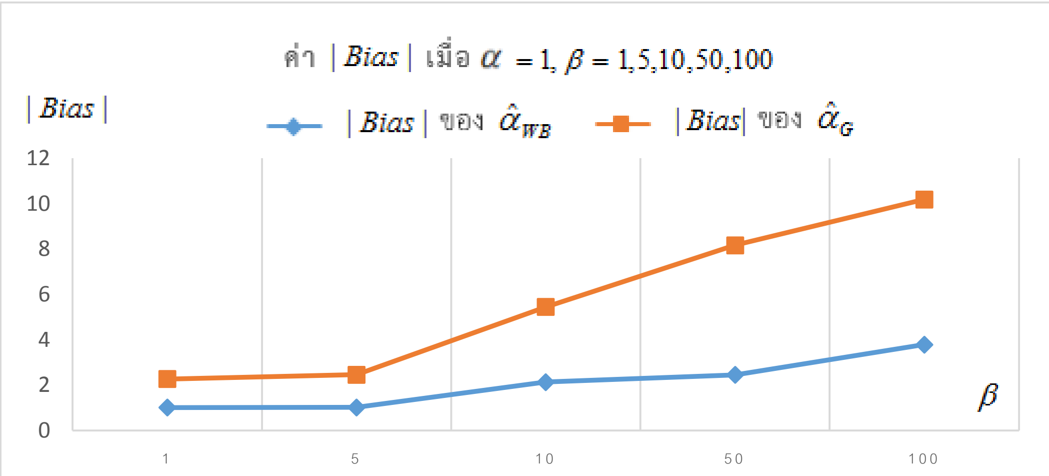
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 200 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β)** ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ตารางที่ 4.7 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 400 ($n = 400$)

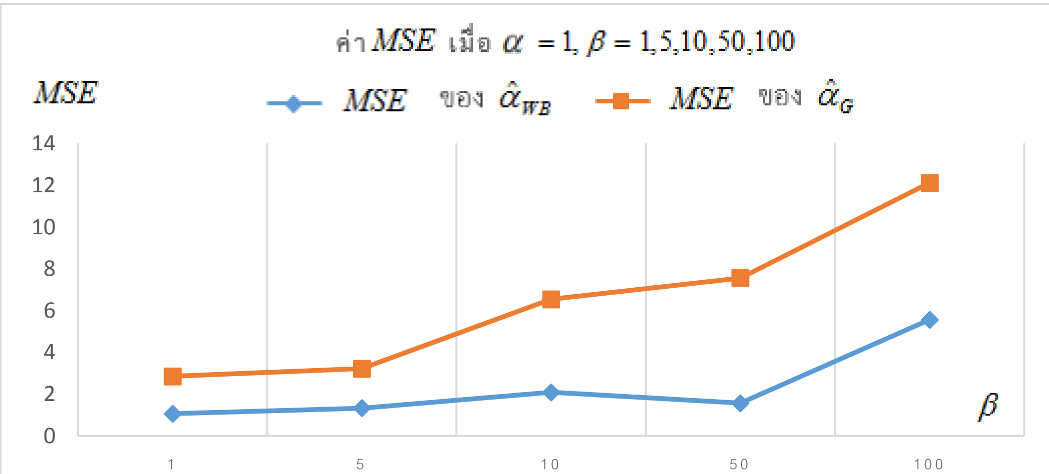
α	β	$\hat{\alpha}_{WB}$		$\hat{\alpha}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	1.0124	1.0584	1.2600	1.7877
	5	1.0187	1.3243	1.4401	1.8880
	10	2.1366	2.0819	3.3115	4.4553
	50	2.4557	1.5641	5.7128	5.9890
	100	3.7859	5.5616	6.4012	6.5533
5	1	0.7522	0.2031	0.8137	0.3058
	5	1.2415	0.5026	1.5189	0.7652
	10	4.3185	0.1442	4.5162	0.3754
	50	5.2552	5.2748	5.4785	5.2301
	100	8.5607	8.4362	8.0303	6.5676
10	1	1.4584	2.4098	1.3712	2.0092
	5	1.8243	5.0045	1.6233	4.1132
	10	6.0819	7.3407	3.0938	5.2196
	50	8.5641	4.5227	3.6026	5.5468
	100	9.5616	2.5171	4.7145	3.7124
50	1	0.6578	0.7639	0.4297	0.4502
	5	3.6996	9.5577	2.3929	3.4081
	10	4.6556	6.7735	3.5985	5.2032
	50	9.4451	6.3277	5.5562	4.0423
	100	1.3255	5.5587	2.5988	3.2633
100	1	3.2434	0.5535	1.6766	0.0489
	5	3.8582	2.5666	2.1676	1.9780
	10	4.6135	7.1552	3.2760	5.4331
	50	6.5228	7.3338	7.1470	5.2018
	100	8.5965	10.3359	6.3618	6.3845

จากตารางที่ 4.7 ปรากฏว่า ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-61

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่า พารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-62



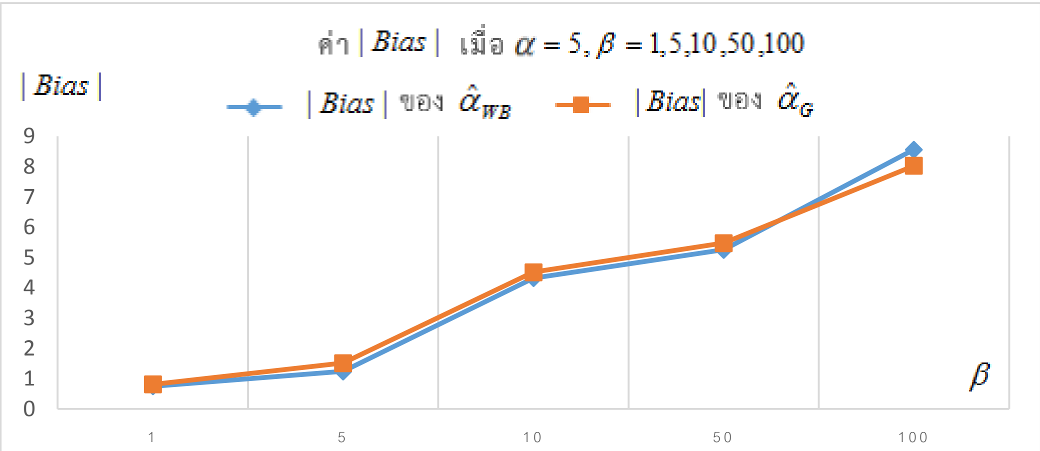
ภาพที่ 4-61 ค่า | $Bias$ | ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



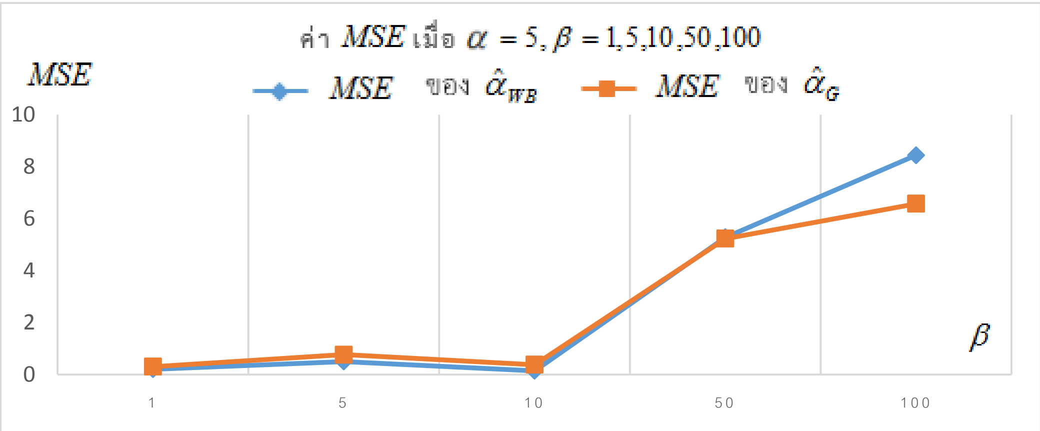
ภาพที่ 4-62 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-63

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-64



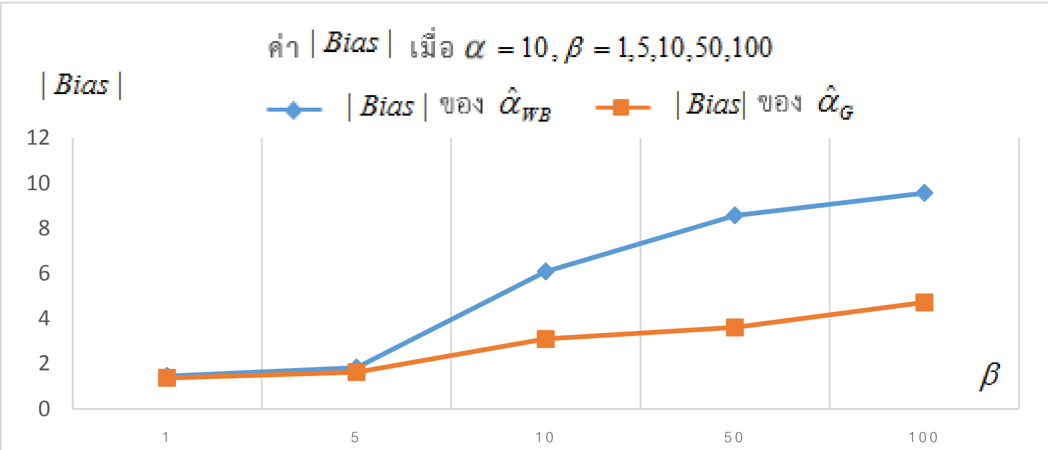
ภาพที่ 4-63 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



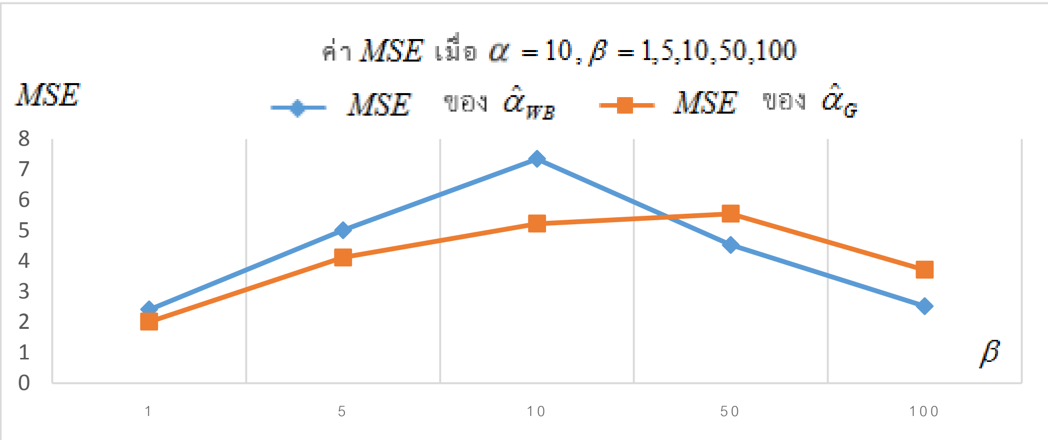
ภาพที่ 4-64 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-65

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-66



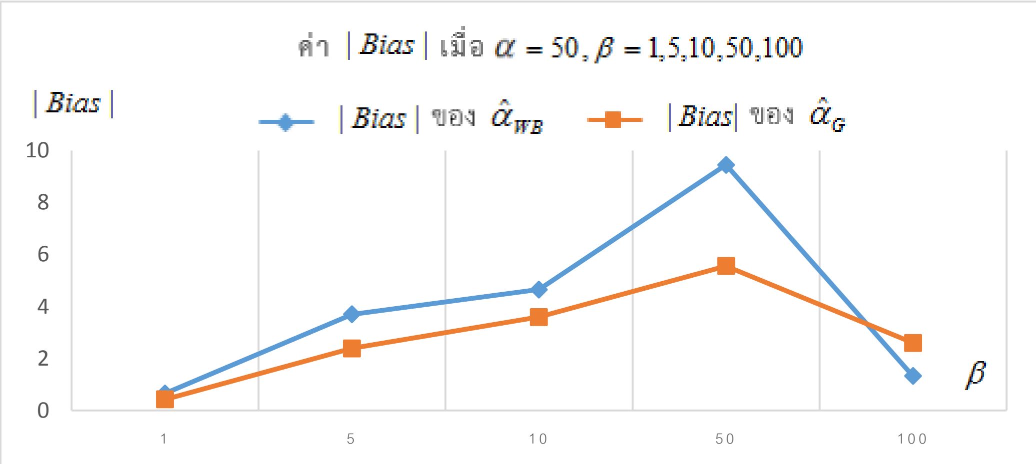
ภาพที่ 4-65 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



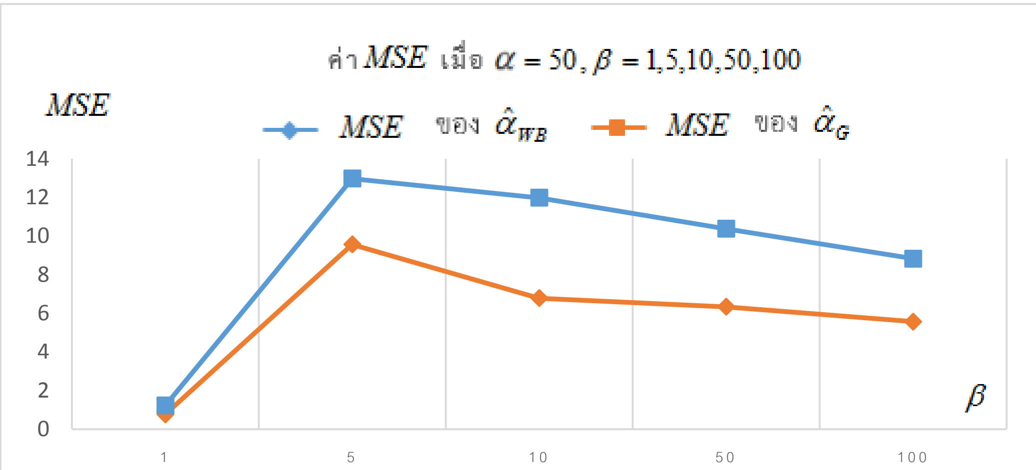
ภาพที่ 4-66 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-67

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-68



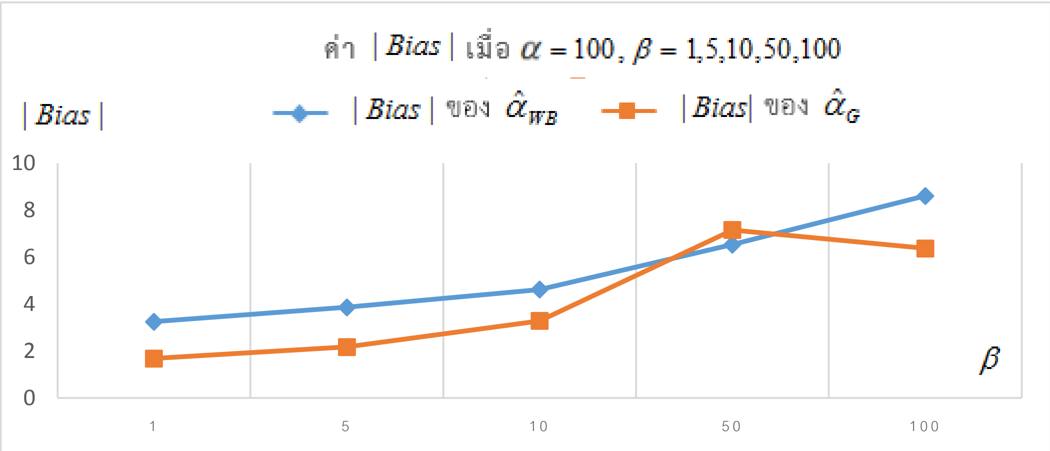
ภาพที่ 4-67 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



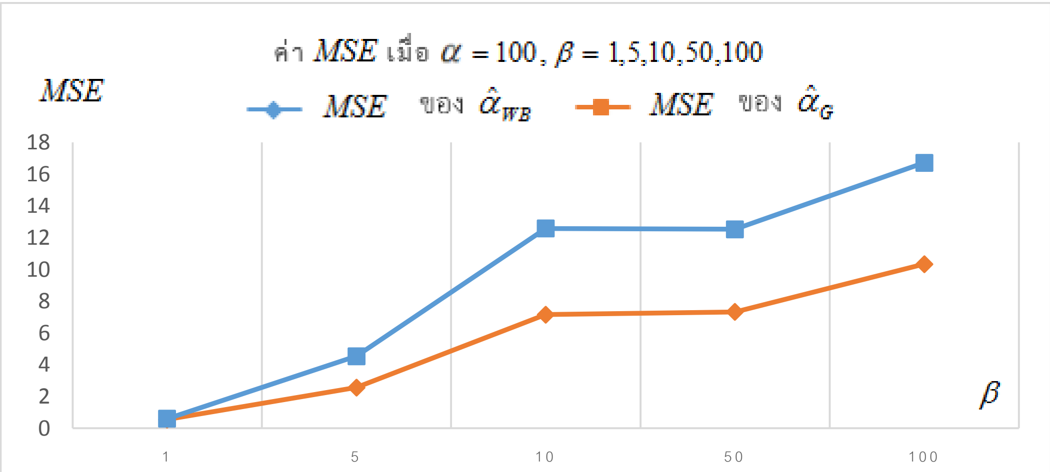
ภาพที่ 4-68 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-69

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-70



ภาพที่ 4-69 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



ภาพที่ 4-70 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 400 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่ามี 3 สถานการณ์ ($\alpha = 10,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 1,5$)

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฏว่า มี 3 สถานการณ์ ($\alpha = 10,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ที่พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 1,5$)

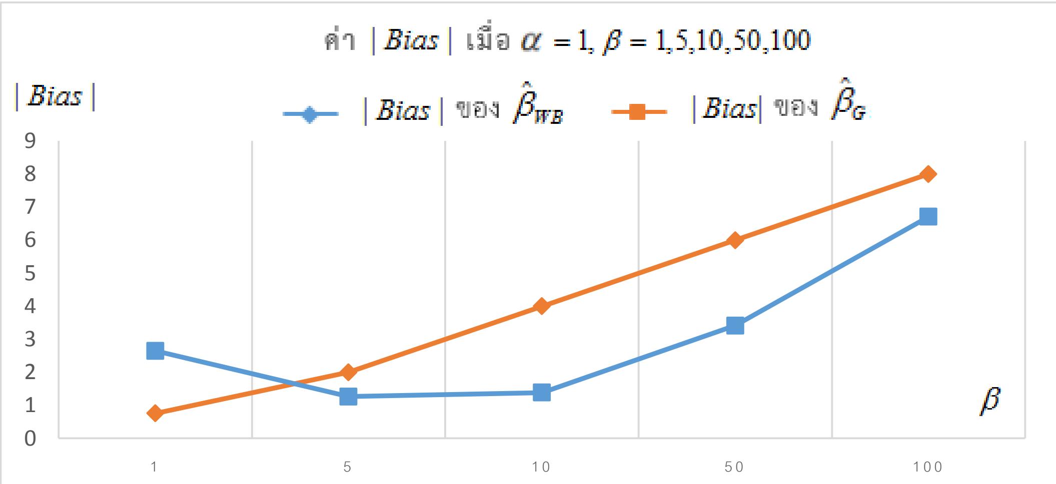
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 400 พารามิเตอร์รูปร่าง (α)** ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้**การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 1,5$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ตารางที่ 4.8 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 400 ($n = 400$)

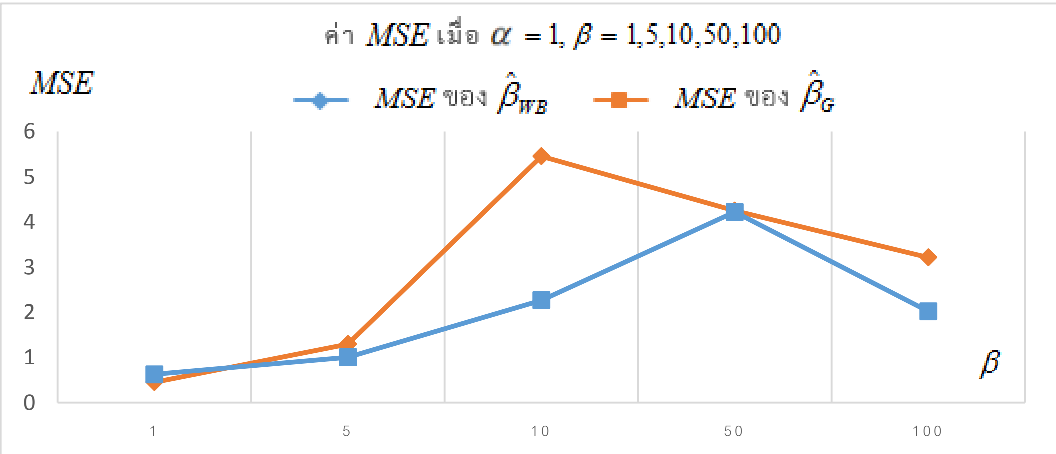
α	β	$\hat{\beta}_{WB}$		$\hat{\beta}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	2.6458	0.6251	0.7548	0.4521
	5	1.2656	1.0034	1.9969	1.2951
	10	1.3844	2.2645	3.9952	5.4521
	50	3.4125	4.2153	5.9944	4.2499
	100	6.7042	2.0215	7.9952	3.2154
5	1	4.5256	0.8154	0.9903	1.7518
	5	2.2059	0.1224	1.0527	2.2511
	10	2.2165	2.2515	5.0860	4.5298
	50	2.0285	8.9752	5.2736	2.2548
	100	5.2825	10.9442	6.0704	6.6532
10	1	4.0208	1.5425	0.6165	0.3625
	5	5.7649	3.8545	4.9804	1.6254
	10	7.5258	3.8545	5.0690	2.8945
	50	9.6485	5.2125	9.2456	6.5264
	100	7.2536	5.2645	9.3538	8.8978
50	1	4.8585	6.5212	2.0215	3.6251
	5	3.7474	5.4542	1.5428	3.5425
	10	3.1528	10.6325	1.0512	9.7858
	50	7.2829	4.5251	1.8525	7.5248
	100	4.1825	3.6325	5.7548	6.2154
100	1	1.2545	3.0215	1.1414	5.5584
	5	4.5684	2.4521	8.2551	6.7891
	10	4.2512	5.7891	5.5252	6.6326
	50	6.7454	7.0218	8.5854	9.5858
	100	9.0245	2.0487	4.5482	8.5642

จากตารางที่ 4.8 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มี 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-71

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-72



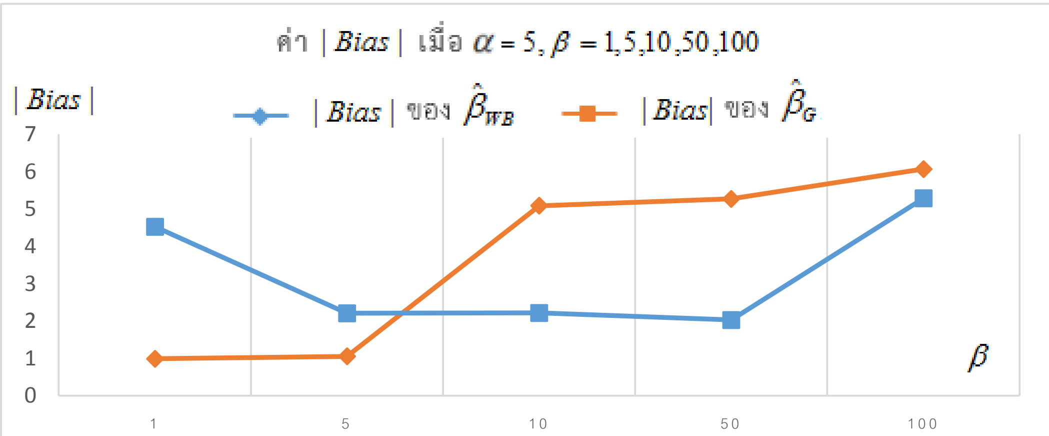
ภาพที่ 4-71 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



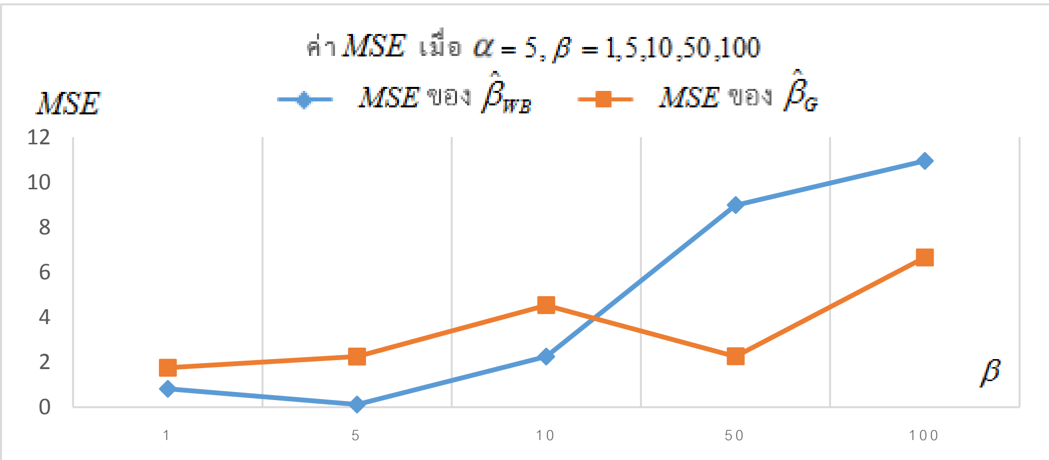
ภาพที่ 4-72 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-73

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-74



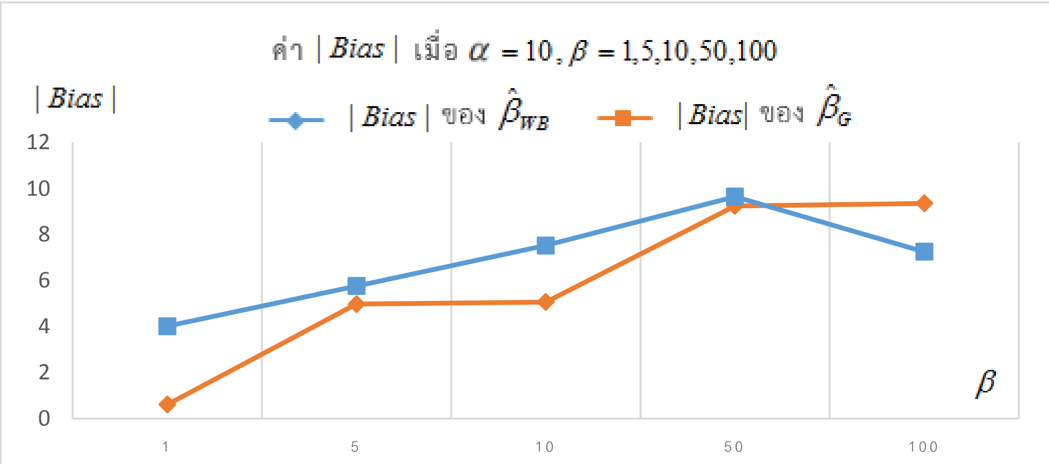
ภาพที่ 4-73 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



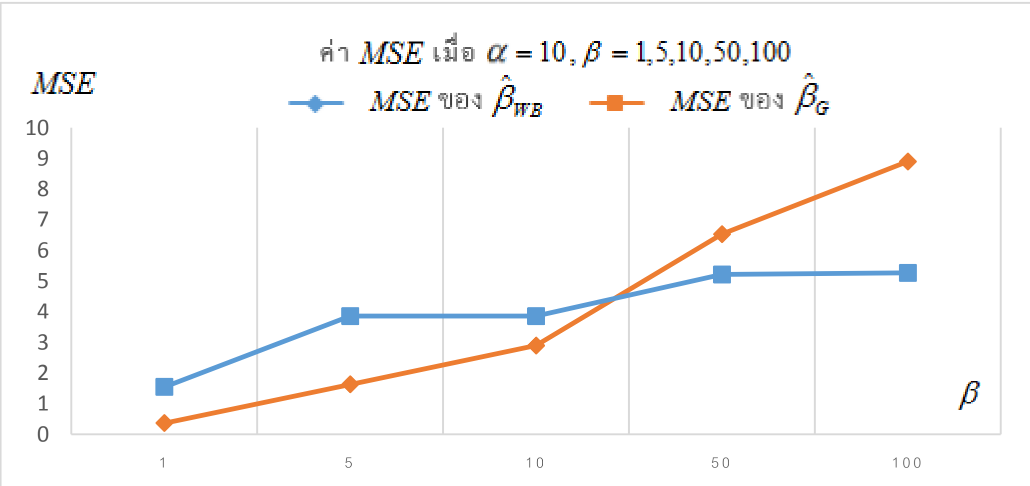
ภาพที่ 4-74 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-75

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-76



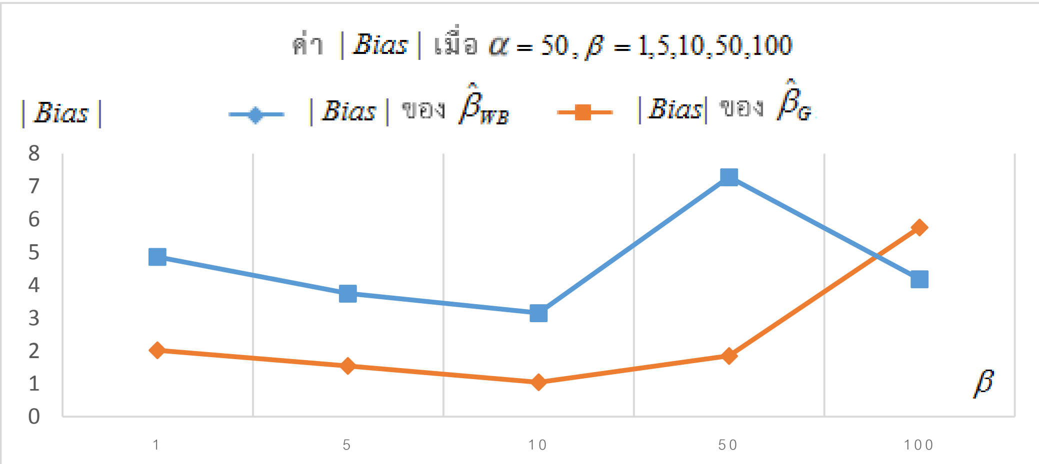
ภาพที่ 4-75 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



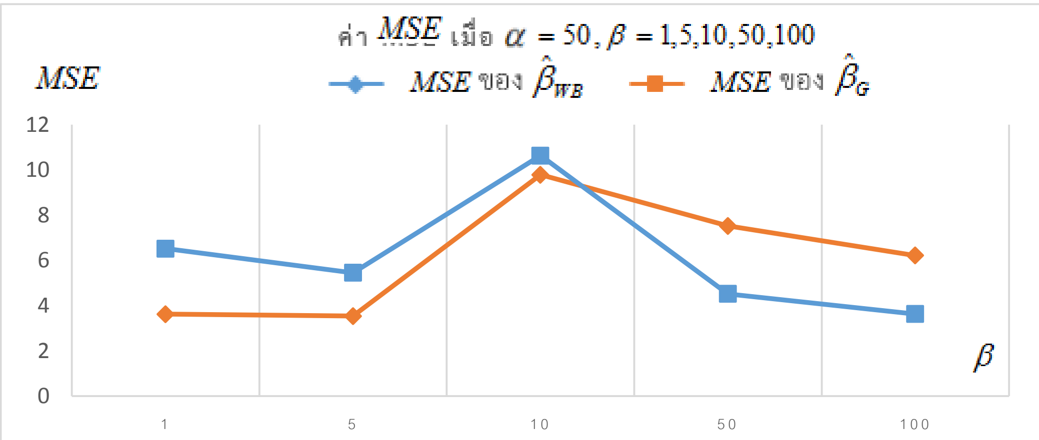
ภาพที่ 4-76 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-77

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-78



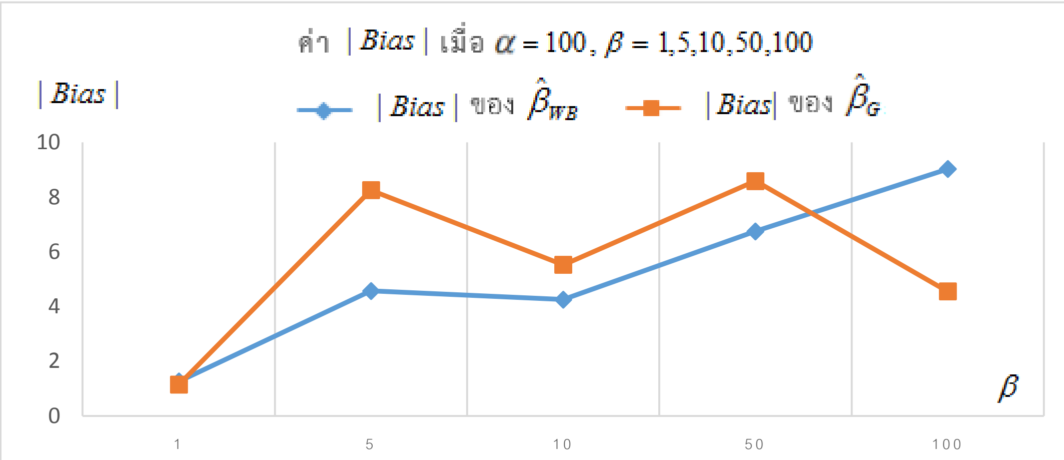
ภาพที่ 4-77 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



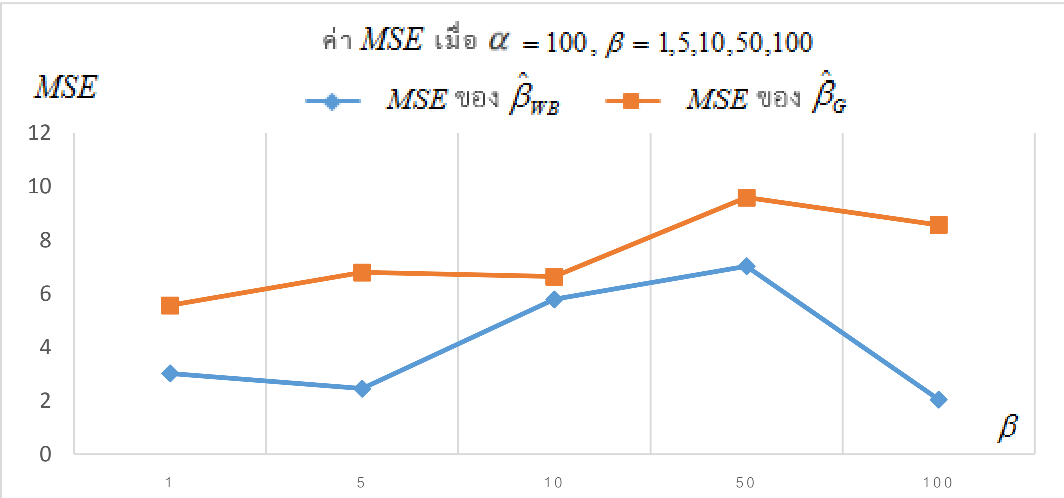
ภาพที่ 4-78 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 400 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-79

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-80



ภาพที่ 4-79 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$



ภาพที่ 4-80 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 400$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 400 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่า มี 3 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$)

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฏว่า มี 3 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,100$) จาก 5 สถานการณ์ที่พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$)

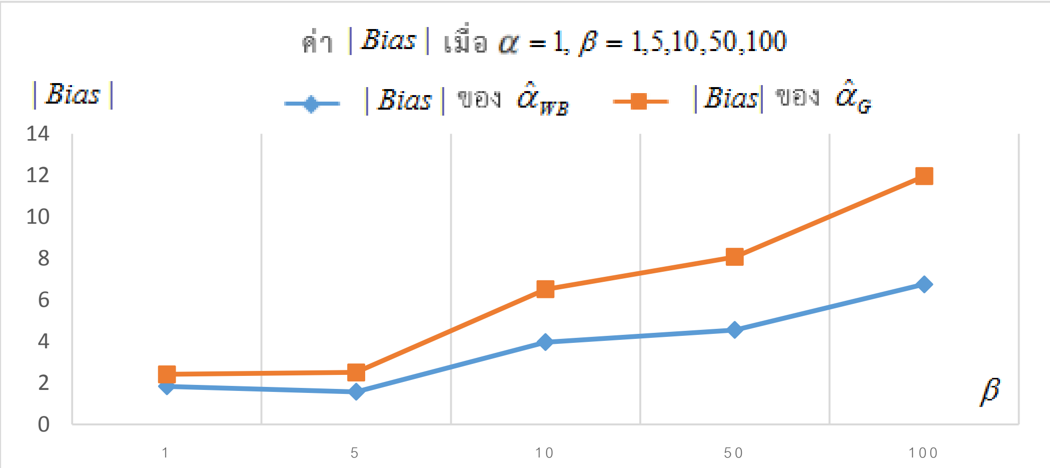
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 400 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β)** ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ตารางที่ 4.9 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ($n = 1{,}000$)

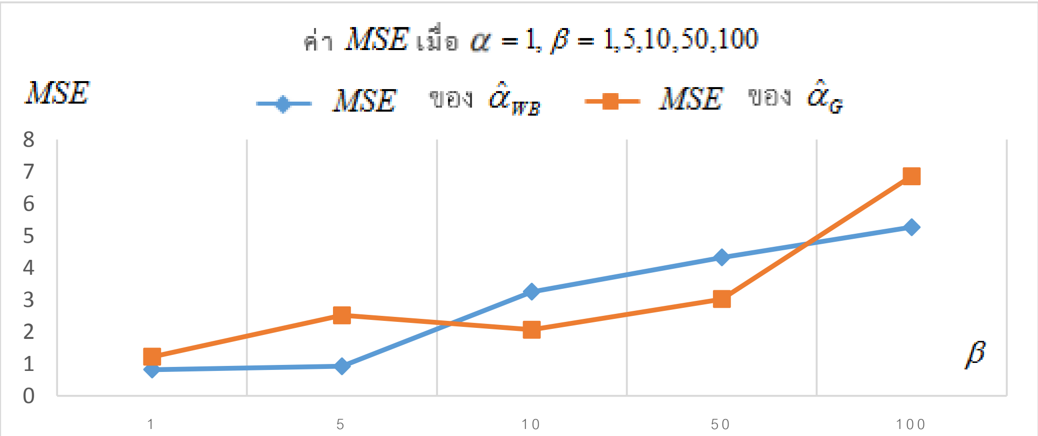
α	β	$\hat{\alpha}_{WB}$		$\hat{\alpha}_{G}$	
		$\|Bias\|$	MSE	$\|Bias\|$	MSE
1	1	1.8251	0.8215	0.5842	1.2214
	5	1.5624	0.9254	0.9354	2.5124
	10	3.9635	3.2501	2.5425	2.0625
	50	4.5452	4.3202	3.5215	3.0215
	100	6.7451	5.2625	5.2154	6.8542
5	1	0.5215	1.4117	1.0215	2.5621
	5	5.2102	2.8457	6.5325	3.4575
	10	6.3251	2.4514	7.5325	3.0124
	50	6.2514	4.5487	7.4551	2.5754
	100	8.2552	7.2125	9.5256	8.2154
10	1	1.4856	2.5324	1.2354	2.8425
	5	1.3715	2.5214	2.0820	2.7854
	10	2.0526	2.5298	2.9268	3.5214
	50	2.8542	5.4784	3.5124	6.3251
	100	2.5487	6.0025	5.5261	6.7854
50	1	0.5214	0.8541	1.0212	1.7541
	5	0.8454	0.9351	1.4587	1.1254
	10	0.9362	1.9561	2.5215	2.4112
	50	6.5214	2.3215	4.5974	1.0245
	100	7.0584	3.2012	5.8190	1.2542
100	1	2.5212	1.0215	1.5261	0.8564
	5	5.4578	3.5421	3.0178	1.2512
	10	8.5626	6.8754	4.2512	2.3251
	50	8.7584	6.8659	4.9324	5.2512
	100	9.2356	10.5252	6.4012	6.3251

จากตารางที่ 4.9 ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-81

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-82



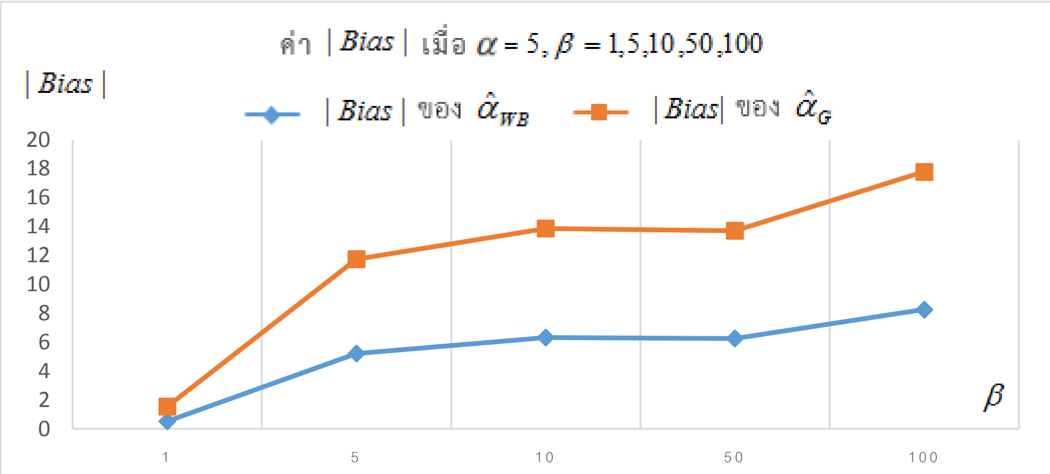
ภาพที่ 4-81 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



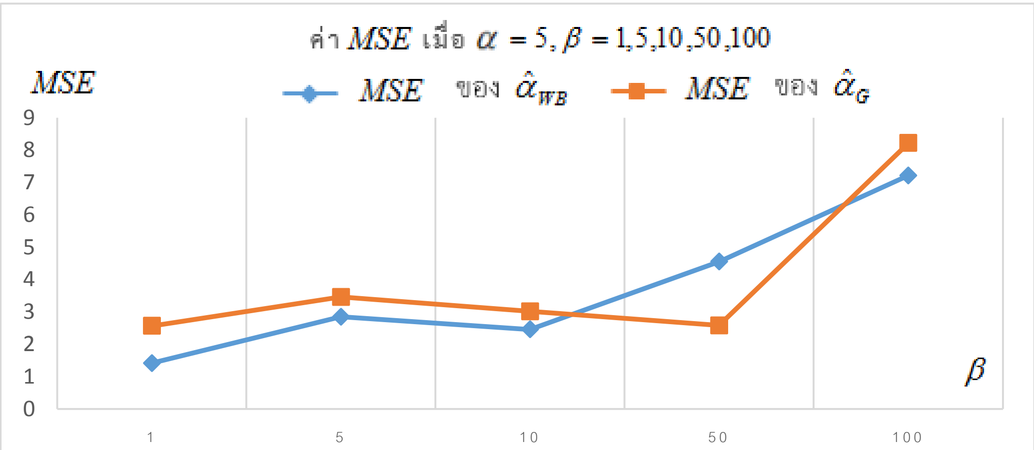
ภาพที่ 4-82 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-83

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-84



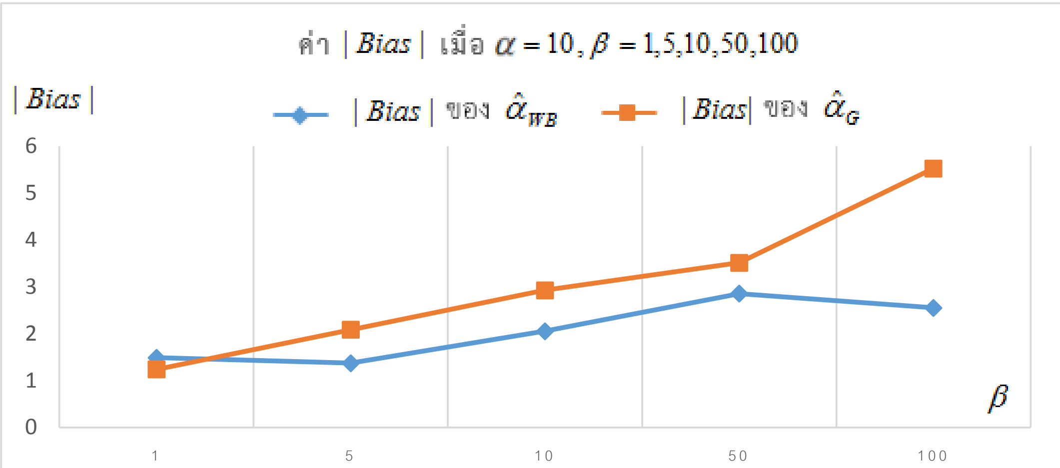
ภาพที่ 4-83 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



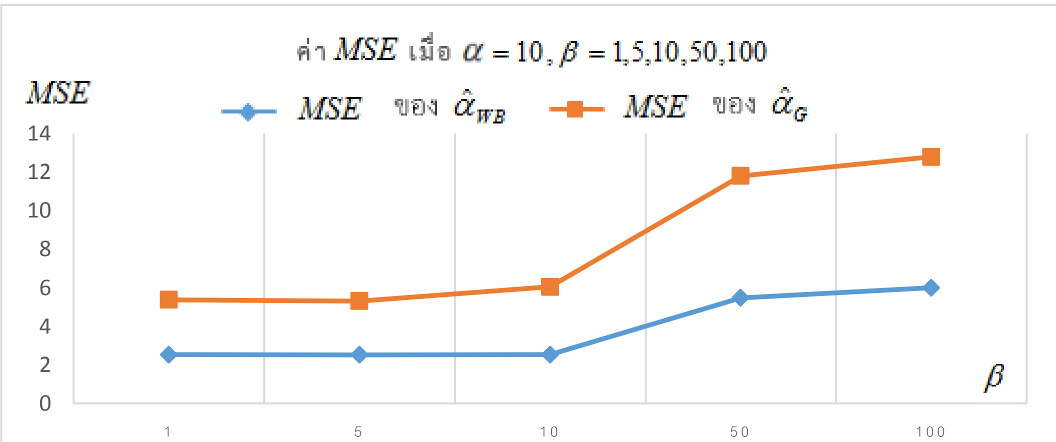
ภาพที่ 4-84 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-85

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-86



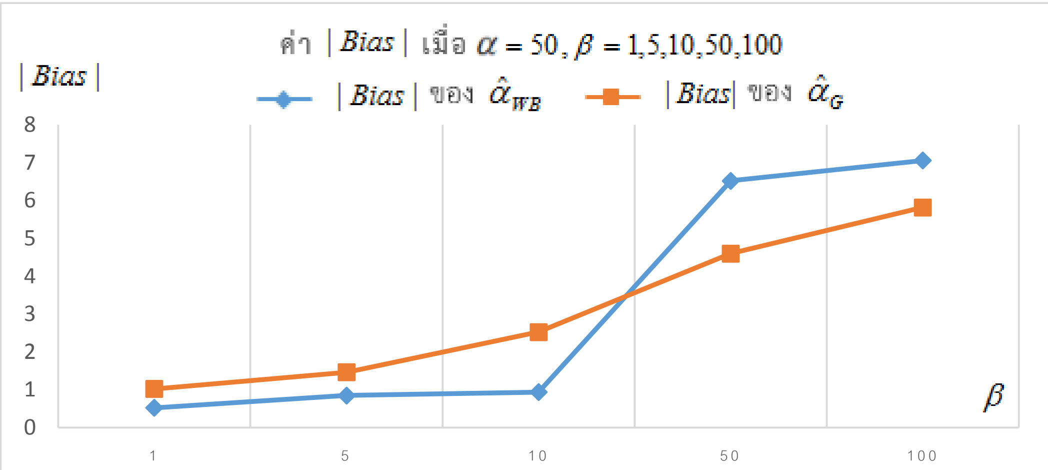
ภาพที่ 4-85 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



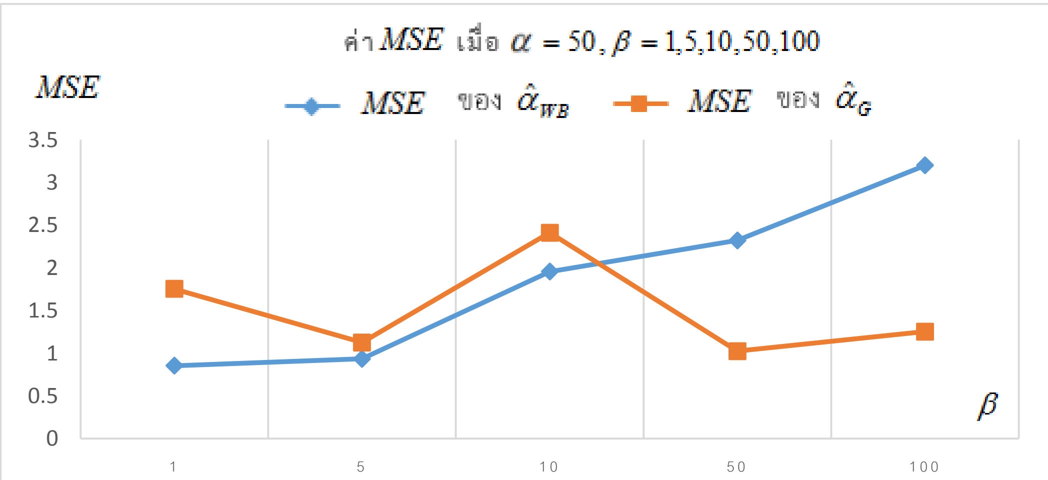
ภาพที่ 4-86 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-87

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-88



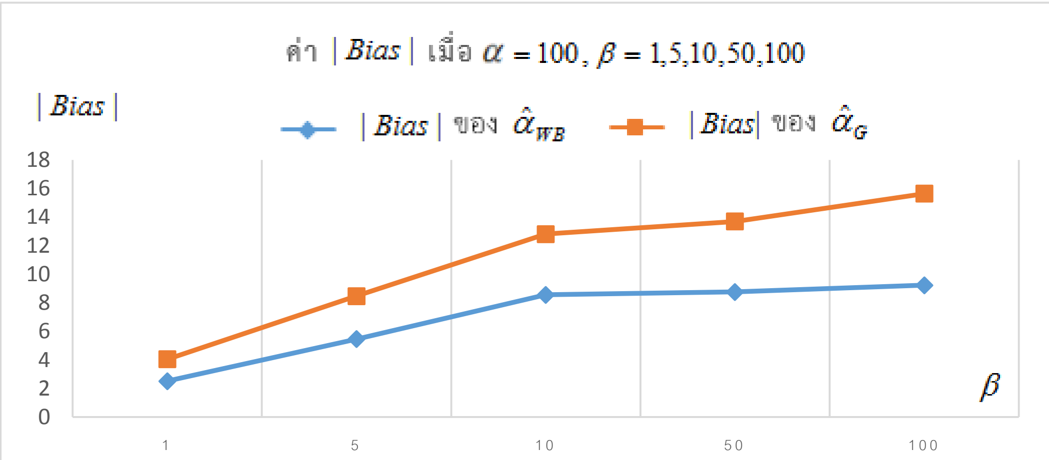
ภาพที่ 4-87 ค่า | $Bias$ | ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1{,}000$



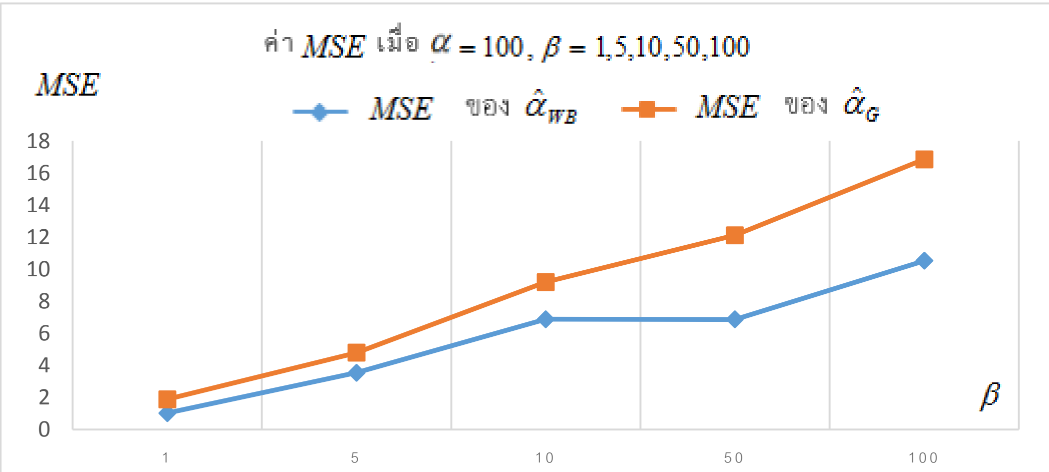
ภาพที่ 4-88 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1{,}000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-89

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่า พารามิเตอร์รูปร่าง (α) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-90



ภาพที่ 4-89 ค่า $|Bias|$ ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



ภาพที่ 4-90 ค่า MSE ของ α ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่ามี 5 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ ที่พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฏว่า มี 5 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,50,100$) จาก 5 สถานการณ์ที่พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

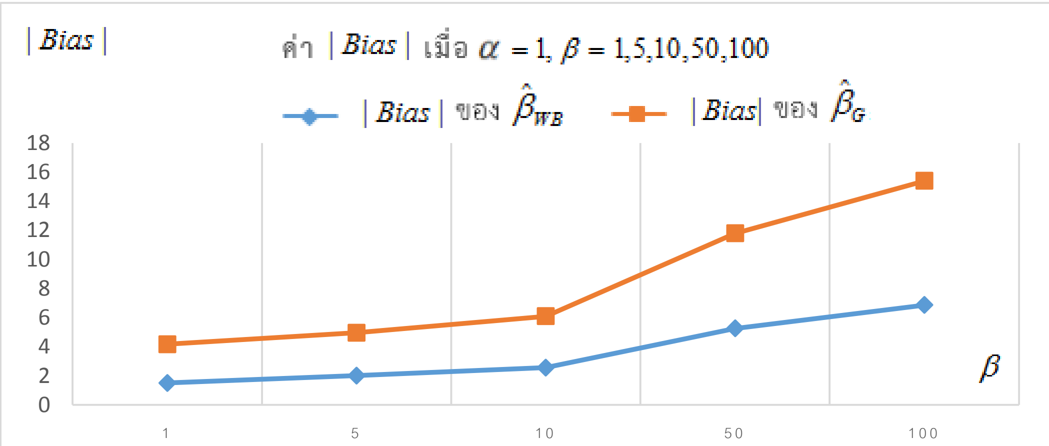
สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 พารามิเตอร์รูปร่าง (α)** ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ตารางที่ 4.10 ค่า $|Bias|$ และ MSE ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน ด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เมื่อขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ($n = 1{,}000$)

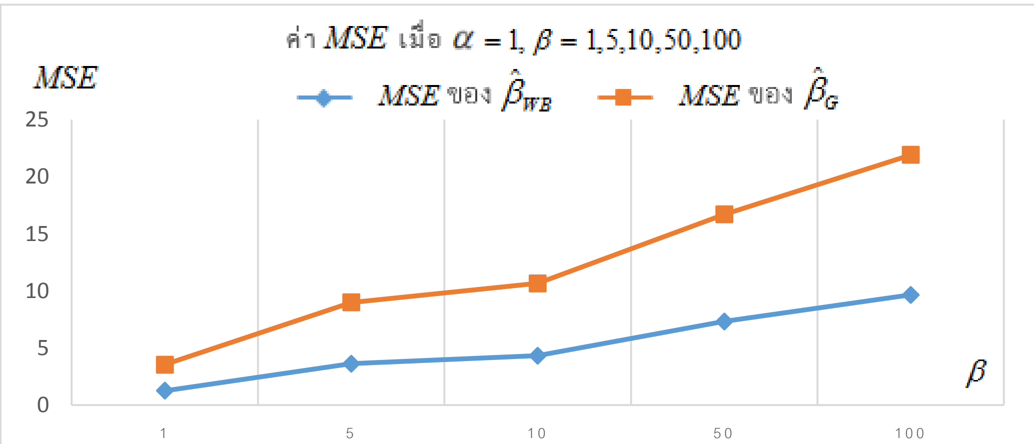
α	β	$\hat{\beta}_{WB}$		$\hat{\beta}_{G}$	
		$\lvert Bias \rvert$	MSE	$\lvert Bias \rvert$	MSE
1	1	1.5124	1.2518	2.6525	2.2852
	5	2.0124	3.6251	2.9521	5.3621
	10	2.5635	4.3251	3.5251	6.3251
	50	5.2548	7.3251	6.5369	9.3652
	100	6.8659	9.6456	8.5212	12.2656
5	1	1.5214	2.2351	4.8564	6.3251
	5	3.6245	5.3215	4.5241	7.3849
	10	5.9253	7.2513	6.7512	10.8546
	50	7.5215	10.2514	6.5232	8.5842
	100	8.0251	12.5364	5.2123	10.8546
10	1	5.2512	2.2724	4.8542	1.7737
	5	9.8542	10.8737	8.8542	10.0023
	10	4.1085	6.5421	1.5245	2.9628
	50	8.5212	8.6564	4.8542	5.1845
	100	8.8456	6.0957	2.0215	3.0541
50	1	2.8754	4.7934	1.5423	5.6934
	5	2.2512	7.8425	5.8751	9.8542
	10	2.5212	10.4575	3.8923	12.5258
	50	6.7800	16.8452	3.8785	14.3698
	100	7.0212	21.4521	5.7854	17.5842
100	1	3.0512	4.2514	5.5412	6.1245
	5	4.5212	1.5286	5.8542	5.6205
	10	4.8552	2.7812	6.3548	7.7521
	50	6.6532	5.2037	8.1425	6.5366
	100	7.7854	3.4125	4.0254	9.8488

จากตารางที่ 4.10 ชี้ให้เห็นว่า ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-91

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-92



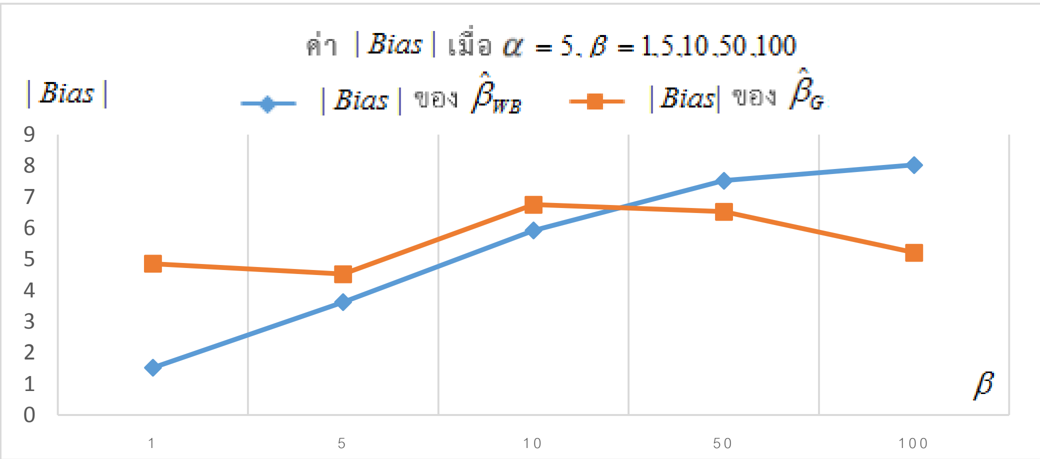
ภาพที่ 4-91 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



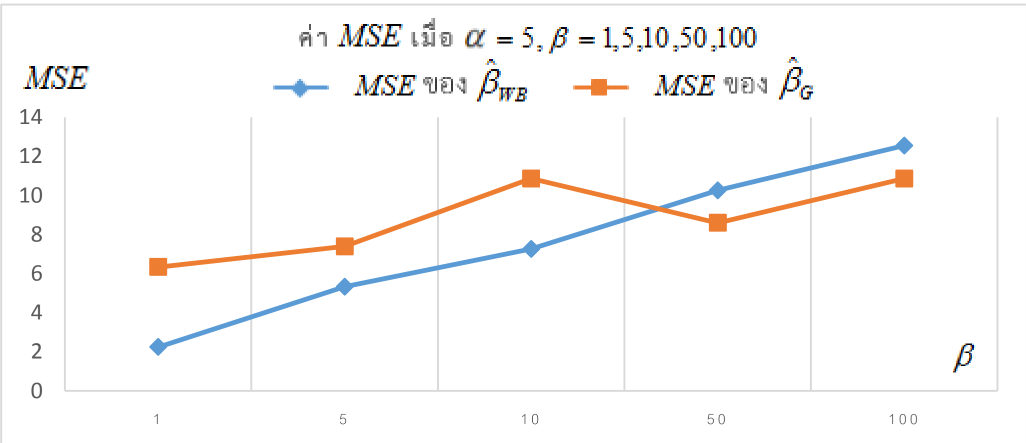
ภาพที่ 4-92 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 1, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-93

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-94



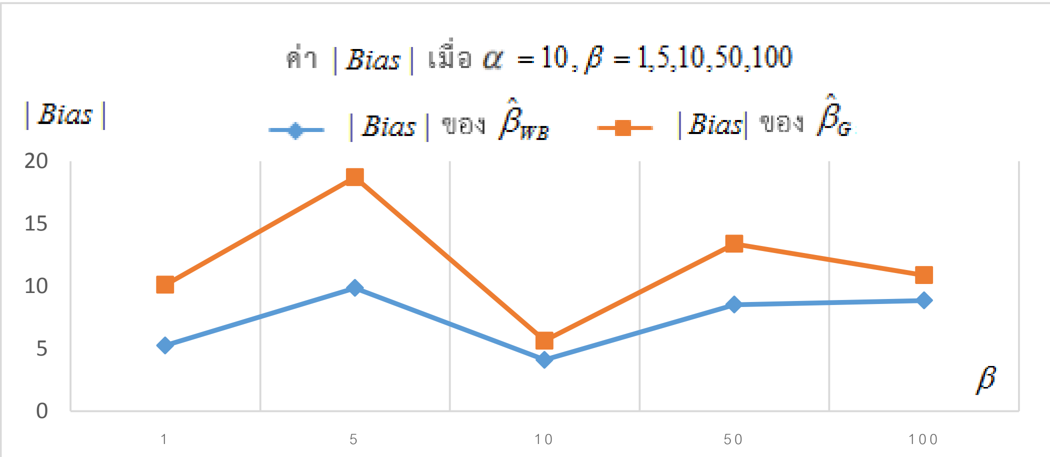
ภาพที่ 4-93 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



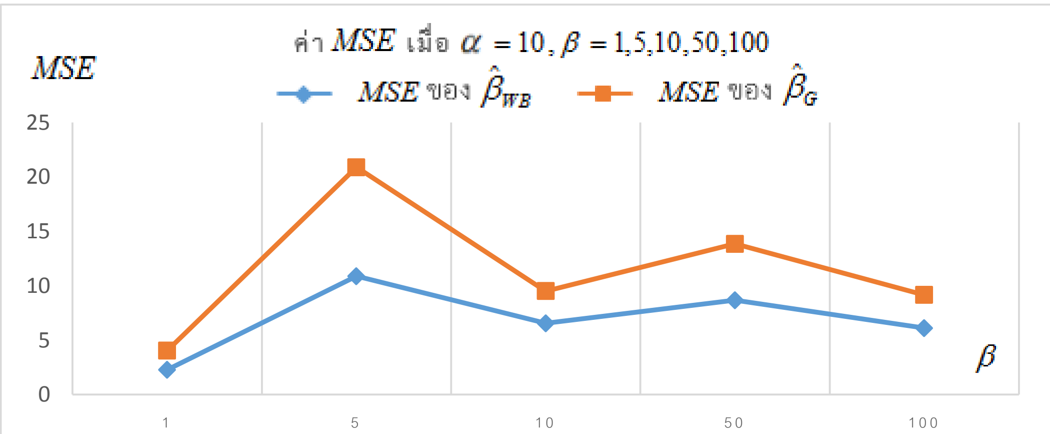
ภาพที่ 4-94 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 5, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่าตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนทั้ง 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-95

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่าทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่า พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-96



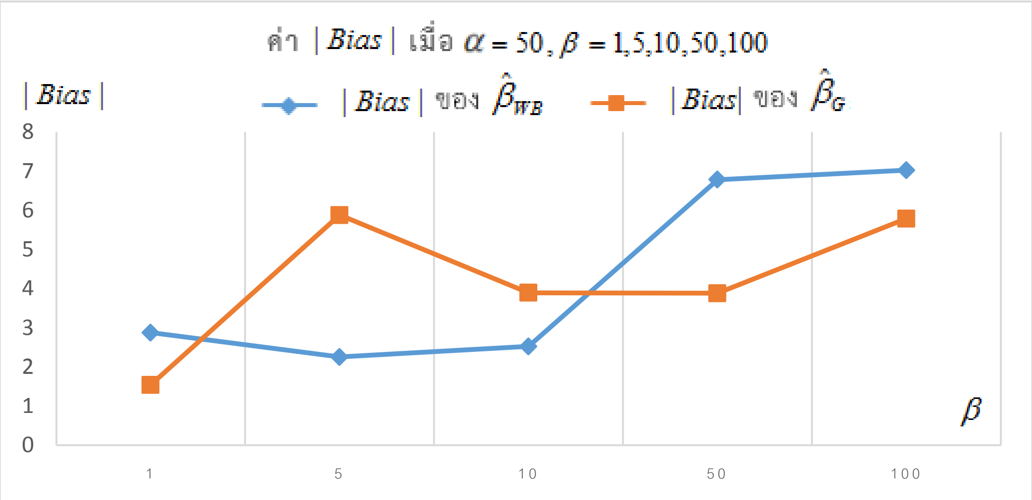
ภาพที่ 4-95 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



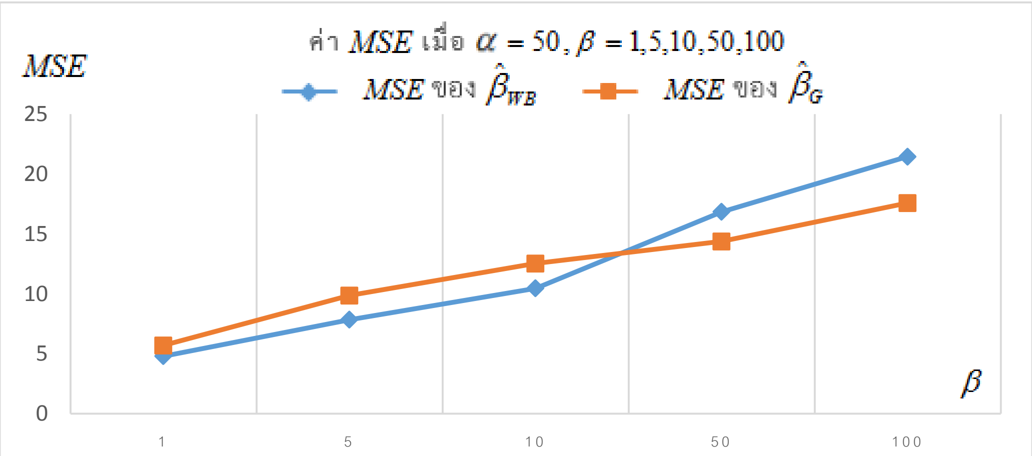
ภาพที่ 4-96 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 10, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงแกมม่า**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-97

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า มี 3 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-98



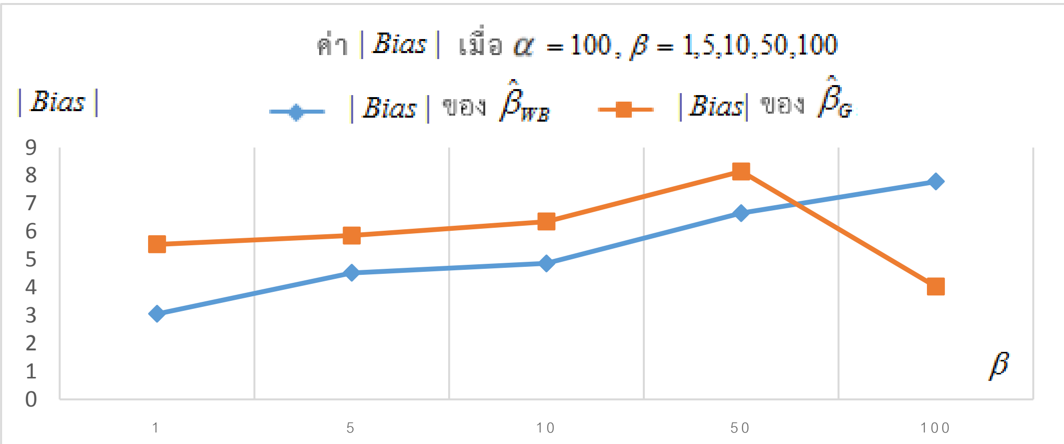
ภาพที่ 4-97 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



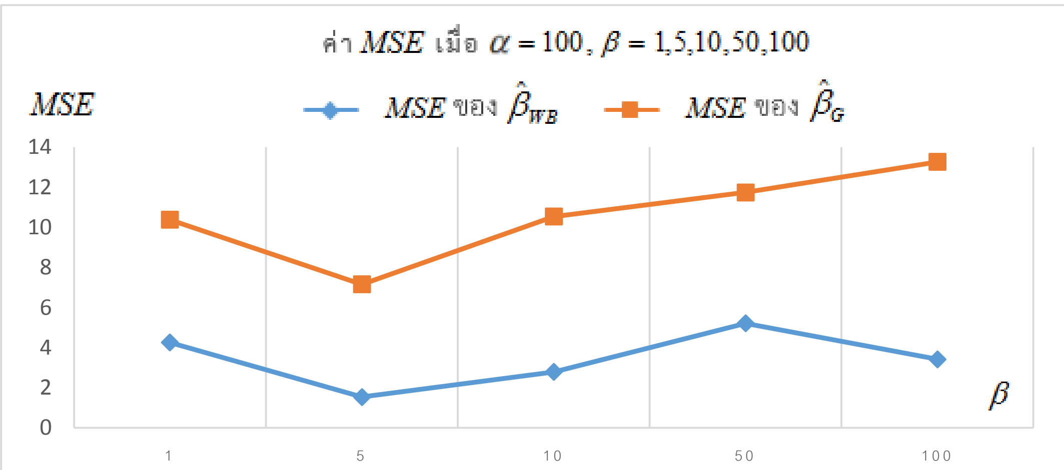
ภาพที่ 4-98 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 50, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 ชี้ให้เห็นว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลปีนการแจกแจงก่อนมีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน จำนวน 4 สถานการณ์ จาก 5 สถานการณ์ แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-99

เมื่อพิจารณามีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ชี้ให้เห็นว่า ทั้ง 5 สถานการณ์ที่ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงว่า ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) เมื่อใช้**การแจกแจงไวบูล**เป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังภาพที่ 4-100



ภาพที่ 4-99 ค่า $|Bias|$ ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$



ภาพที่ 4-100 ค่า MSE ของ β ในสถานการณ์ที่ $\alpha = 100, \beta = 1,5,10,50,100$ และ $n = 1,000$

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 โดยเกณฑ์ $|Bias|$ ปรากฏว่า มี 4 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,100$) จาก 5 สถานการณ์ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า $|Bias|$ น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$)

โดยเกณฑ์ MSE ปรากฏว่า มี 4 สถานการณ์ ($\alpha = 1,5,10,100$) จาก 5 สถานการณ์พารามิเตอร์บอกมาตราส่วนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่า MSE น้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$)

สรุปได้ว่า **ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β)** ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน**เป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ผลการวิเคราะห์ที่สนับสนุนการวิจัยตามสมมติฐาน

สมมติฐานข้อที่ 1 ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมบูรณ์ของความเอนเอียง ($|Bias|$) และ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ต่ำกว่าที่ใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โล ผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับสมมติฐาน พารามิเตอร์รูปร่างในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 และ 1,000 พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.9

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100, 200, 400 และ 1,000 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับสมมติฐาน พารามิเตอร์บอกมาตราส่วนในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100, 200, 400 และ 1,000 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การ แจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงดังตารางที่ 4.4, 4.6, 4.8 และ 4.10

ตอนที่ 3 ผลการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ *ARIMAX*

การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ *ARIMAX* ดำเนินการเก็บข้อมูลระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชจากแฟ้มประวัติผู้ป่วย จำนวน 30 แฟ้ม (ข้อมูลแสดงดังภาคผนวก จ) เพื่อทดสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนด้วยสถิติ *Kolmogorov-Smirnov* โดยใช้โปรแกรม R

1. ผลการทดสอบการแจกแจงก่อน ข้อมูลมีการแจกแจงไวบูลที่ค่าพารามิเตอร์รูปร่างเป็น 5 และค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนเป็น 50 โดยมีค่าสถิติ *Kolmogorov-Smirnov (D)* เป็น 0.1425 และ ค่า *p-value* เป็น 0.5764 ผลการวิเคราะห์ ชี้ให้เห็นว่า ข้อมูลการแจกแจงก่อนมีการแจกแจงไวบูลที่ค่าพารามิเตอร์รูปร่างเป็น 5 และค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนเป็น 50 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การทดสอบการแจกแจงไวบูลโดยใช้สถิติ *Kolmogorov-Smirnov*

สถิติ *Kolmogorov-Smirnov*	*p-value*
0.1425	0.5764

2. ลักษณะข้อมูลของผู้ป่วยจิตเวช

การเก็บข้อมูลผู้ป่วยจิตเวชจากแฟ้มประวัติผู้ป่วย จำนวน 215 แฟ้ม ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) แบ่งตามสัดส่วนของประชากร โดยให้ปีแต่ละปีเป็นชั้นภูมิ (Strata) แบ่งสุ่มตัวอย่างในปี พ.ศ. 2553-2557 จำนวน 47 คน 48 คน 44 คน 41 คน และ 35 คน ตามลำดับ โดยเก็บข้อมูล ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย ปี พ.ศ. 2553-2557 (วัน), เพศ, อายุ, ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา ระดับความรุนแรงของโรค วิธีการรักษา และสิทธิ์ในการรักษาพยาบาล ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย ส่วนมากอยู่ในช่วง 20 – 29 วัน จำนวน 67 คน คิดเป็น ร้อยละ 31.16 รองลงมา ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย อยู่ในช่วง 10 – 19 วัน และ 30 – 39 วัน จำนวน 63 คน และ จำนวน 48 คน คิดเป็น ร้อยละ 29.30 และ ร้อยละ 22.33 ตามลำดับ ผู้ป่วยส่วนมากเป็นเพศหญิง จำนวน 139 คน คิดเป็น ร้อยละ 64.65 ผู้ป่วยที่เป็นเพศชาย จำนวน 76 คน คิดเป็น ร้อยละ 35.35 ผู้ป่วยส่วนมากมีอายุ 30 – 39 ปี

จำนวน 76 คน คิดเป็น ร้อยละ 33.95 รองลงมา มีอายุ 40 - 49 ปี และ 20 – 29 ปี จำนวน 64 คน และ จำนวน 28 คน คิดเป็น ร้อยละ 30.23 และ ร้อยละ 20.00 ตามลำดับ ผู้ป่วยส่วนมากเคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง จำนวน 150 คน คิดเป็น ร้อยละ 69.76รองลงมาเคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ ไม่เคยเข้ารับการรักษา จำนวน 27 คน และ จำนวน 25 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.56 และ ร้อยละ 11.63 ตามลำดับ ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit ส่วนใหญ่ น้อยกว่า 7 วัน จำนวน 127 คน คิดเป็น ร้อยละ 59.07 รองลงมามีระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิต ก่อน Admit ในช่วง 7 – 13 วัน และ ในช่วง 14 – 20 วัน จำนวน 48 คน และ จำนวน 20 คน คิดเป็น ร้อยละ 22.33 และ ร้อยละ 9.30 ตามลำดับ ผู้ป่วยส่วนมากมีระดับความรุนแรงของโรคระยะคงเสถียรภาพ จำนวน 166 คน คิดเป็น ร้อยละ 77.21 รองลงมามีระดับความรุนแรงของโรคระยะเฉียบพลันและระยะคงสภาพการรักษา จำนวน 27 คน และ จำนวน 22 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.56 และ ร้อยละ 10.23 ตามลำดับ วิธีการรักษาส่วนมากใช้ยา จำนวน 190 คน คิดเป็น ร้อยละ 88.37 สำหรับวิธีรักษา โดยใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า จำนวน 25 คน คิดเป็น ร้อยละ 11.63 สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล ส่วนมาก เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน จำนวน 194 คน คิดเป็น ร้อยละ 90.23 รองลงมาใช้สิทธิ์ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท และจ่ายด้วยตนเอง จำนวน 11 คน และ จำนวน 10 คน คิดเป็น ร้อยละ 5.12 และ ร้อยละ 4.65 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ลักษณะข้อมูล ความถี่ และร้อยละ ของผู้ป่วยจิตเวช (***n***=215)

ลักษณะข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยใน จนถึงวันที่จำหน่าย		
1. น้อยกว่า 10 วัน	7	3.26
2. 10 - 19 วัน	63	29.30
3. 20 - 39 วัน	67	31.16
4. 30 - 39 วัน	48	22.33
5. 40 - 49 วัน	23	10.70
6. 50 - 59 วัน	4	1.85
7. 60 วัน ขึ้นไป	3	1.40
เพศ		
1. หญิง	139	64.65
2. ชาย	76	35.35

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	ความถี่	ร้อยละ
อายุ		
1. 10 – 19 ปี	9	4.19
2. 20 – 29 ปี	43	20.00
3. 30 – 39 ปี	73	33.95
4. 40 – 49 ปี	65	30.23
5. 50 – 59 ปี	24	11.16
6. 60 ปี ขึ้นไป	1	0.47
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา		
1. ไม่เคยเข้ารับการรักษา	25	11.63
2. เคยเข้ารับการรักษาจำนวน 1 ครั้ง	150	69.76
3. เคยเข้ารับการรักษาจำนวน 2 ครั้ง	27	12.56
4. เข้ารับการรักษาจำนวน 3 ครั้ง	13	6.05
ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit		
1. น้อยกว่า 7 วัน	127	59.07
2. 7 – 13 วัน	48	22.33
3. 14 – 20 วัน	20	9.30
4. 21 – 27 วัน	2	0.93
5. มากกว่า 27 วัน	18	8.37
ระดับความรุนแรงของโรค		
1. ระยะเฉียบพลัน	27	12.56
2. ระยะคงเสถียรภาพ	166	77.21
3. ระยะคงสภาพการรักษา	22	10.23
วิธีการรักษา		
1. ใช้ยา	190	88.37
2. ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า	25	11.63
สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล		
1. จ่ายด้วยตนเอง	10	4.65
2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท	11	5.12
3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน	194	90.23

3. การสร้างตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่

การสร้างตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในจนถึงวันที่จำหน่าย ปี พ.ศ. 2553-2557 (วัน) จำนวน 60 คน เพื่อเป็นตัวแทนในการสร้างตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ และมีค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 5,\ \beta = 50$ โดยตรวจสอบกับสถานการณ์ที่ $n = 50,$ $\alpha = 5, \beta = 50$ (ตารางที่ 4.1) ปรากฏว่า ตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แสดงการปรับใหม่ ดังนี้

3.1 หาค่าเฉลี่ย m_0 และ ความแปรปรวนเป็น C_0 ในที่นี้ $m_0 = 45.91$ และ $C_0 = 110.75$ แสดงดังภาคผนวก ฉ

3.2 คำนวณ $m_n = E(\alpha \mid Y_1,...,Y_n) = \dfrac{C_0}{C_0 + \dfrac{\sigma^2}{n}} \bar{y} + \dfrac{\dfrac{\sigma^2}{n}}{C_0 + \dfrac{\sigma^2}{n}} m_0$

$$C_n = Var(\alpha \mid Y_1,...,Y_n) = \frac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + nC_0}$$

เมื่อ C_0 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงไวบูล

m_0 คือ ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงไวบูล

σ^2 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

n คือ ขนาดตัวอย่างของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

ในที่นี้ $m_n = 26.4246$ และ $C_n = 0.4787$

3.3 คำนวณ $C_{n-1} = \dfrac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + (n-1)C_0} = 0.4809$

3.4 คำนวณ $e_t = y_t - m_{n-1}$ แสดงดังภาคผนวก ฉ

3.5 สร้างตัวแบบ $ARIMAX$

ตัวแบบ $ARIMAX$ ประกอบด้วย ตัวแบบ $ARIMA(p,d,q)$ และตัวแปรเพศ (X_1) อายุ (X_2),จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (X_3) ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (X_4) ระดับความรุนแรงของโรค (X_5) และวิธีการรักษา (X_6) และสิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (X_7) แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตัวแปร ค่า Estimate ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน t และ *p-value*

ตัวแปร	**ค่า Estimate**	**ค่าคลาดเคลื่อนนมาตรฐาน**	t	***p-value***
MA(Lag 2)	.304	.138	2.204*	.032
x1	-3.911	1.946	-2.010*	.049
X3	6.818	1.228	5.553**	.000
X5	-3.493	.914	-3.824**	.000
X6	6.667	2.274	2.932**	.005

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 , * * นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.13 ตัวแบบที่ได้ คือ $ARIMAX(0,0,2)$ เขียนในรูป

$$\hat{e}_t = -3.911X_{1,t} + 6.818X_{3,t} - 3.493X_{5,t} + 6.667X_{6,t} - 0.304\varepsilon_{t-2}$$

$\hat{e}_t$ คือ ความคลาดเคลื่อนของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชที่ปรับข้อมูลด้วยการใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ณ เวลาที่ t

$X_{1,t}$ คือ เพศของผู้ป่วยจิตเวช ณ เวลาที่ t

$X_{3,t}$ คือ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา ณ เวลาที่ t

$X_{5,t}$ คือ ระดับความรุนแรงของโรค ณ เวลาที่ t

$X_{6,t}$ คือ วิธีการรักษา ณ เวลาที่ t

ε_{t-2} คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลาที่ $t-2$

การอธิบายความหมายของสมการ ถ้าผู้ป่วยจิตเวชเป็นผู้ชายมีระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลสูงกว่าผู้หญิง 3.911 วัน หรือประมาณ 4 วัน ในกรณีที่ผู้ป่วยจิตเวชมีจำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษาเพิ่มขึ้น 1 ครั้ง ส่งผลให้ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลเพิ่มขึ้น 6.818 วัน หรือประมาณ 7 วัน ผู้ป่วยจิตเวชมีระดับระดับความรุนแรงของโรคลดลง 1 ระดับ ส่งผลให้ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลลดลง 3.493 วัน หรือประมาณ 4 วัน และ ถ้าผู้ป่วยจิตเวชรักษาด้วยยาเพียงอย่างเดียวจะมีระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลน้อยกว่าผู้ป่วยจิตเวชที่รักษาด้วยยาร่วมกับไฟฟ้า 6.667 วัน ประมาณ 7 วัน

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ $ARIMAX(0,0,2)$ ชี้ให้เห็นว่า สัมประสิทธิ์การทำนายสามารถอธิบายความผันแปรได้ 73.70 % และเมื่อใช้สมการนี้ในการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย 6.30 วัน หรือประมาณ 7 วัน แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 Model Fit Statistics และ Ljung-Box Q

Model Fit Statistics	
R-squared	*RMSE*
0.737	6.304

4. การทดสอบข้อสมมติ มีดังนี้

4.1 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปรกติ (ค่าสถิติ *K-S* = 0.089 และ มี *p-value* = 0.200)

4.2 ความคลาดเคลื่อนไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ค่าสถิติ *Q* = 14.734 และ มี *p-value* = 0.544)

4.3 ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ (ค่าสถิติ *t* = -0.244 และ มี *p-value* = 0.808)

4.3 ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ (ค่าสถิติ $F = 1.82$ และ $F_{0.05,20,20} = 2.12$) แสดงดัง ภาคผนวก ซ

การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ โดยใช้การแจกแจงไวบูล เป็นการแจกแจงก่อน สมการพยากรณ์คือ $\hat{e}_t = -3.911X_{1,t} + 6.818X_{3,t} - 3.493X_{5,t} + 6.667X_{6,t} - 0.304\varepsilon_{t-2}$ แต่สมการนี้เป็นการพยากรณ์ค่าความคลาดเคลื่อนจึงต้องมีการปรับสมการเป็น

$$\hat{y}_t = m_{n-1} + \hat{e}_t$$

$$\hat{y}_t = 26.4250 + \hat{e}_t$$

5. การมีนัยสำคัญของตัวแปรพยากรณ์

การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ชี้ให้เห็นว่า ตัวแปรเพศ (X_1) มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยเพศชายมีระยะเวลาในการรักษานานกว่าเพศหญิง 3.911 วัน ประมาณ 4 วัน จากการสัมภาษณ์หัวหน้าพยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ สนับสนุนผลการวิจัยคือ “ผู้ชายมีการปฏิบัติตามคำแนะในการรักษาของแพทย์น้อยกว่าผู้หญิง ส่งผลให้ผู้ชายมีระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลนานกว่าผู้หญิง” สอดคล้องกับการวิจัยของ Ismail et al. (2015)

อายุ (X_2) ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช จากการสัมภาษณ์หัวหน้าพยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ สนับสนุนผลการวิจัยคือ “ผู้ป่วยมักเริ่มเป็นโรคนี้ในวัยรุ่น อายุ 14-16 ปี แต่คนไข้มักจะได้รับการรักษาเมื่ออายุได้ 18-20 ปี สาเหตุที่อายุไม่มีผลกับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลเนื่องจากขึ้นอยู่กับความเรื้อรังของโรคเป็นปัจจัยหลัก” สอดคล้องกับงานวิจัยของกนกวรรณ บุญอริยะ, รุ่งอรุณ

โตศักดิ์ภราเลิศ และ ศัรสนีย์ ประชุมศรี (2552)

จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (X_3) มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยจำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษาเพิ่มขึ้น 1 ครั้ง ส่งผลให้ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชเพิ่มขึ้น 6.818 วัน ประมาณ 7 วัน จากการสัมภาษณ์หัวหน้าพยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ สนับสนุนผลการวิจัยคือ “ ผู้ป่วยที่กลับมารักษาซ้ำเนื่องจากผู้ป่วยรับประทานยาไม่ต่อเนื่องเพราะยาทำให้เคมีในสมองกลับมาเป็นปกติ ส่งผลให้การรักษาในครั้งต่อไปของผู้ป่วยเกิดการดื้อยามากขึ้นทำให้มีผลต่อระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในสูงขึ้น ” สอดคล้องกับคู่มือการดูแลผู้ป่วยโรคจิตเภทสำหรับพยาบาล รพท./รพช. (โรงพยาบาลสวนปรุง กระทรวงสาธารณสุข, 2551, หน้า 3 – 18)

ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (X_4) ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช จากการสัมภาษณ์หัวหน้าพยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ สนับสนุนผลการวิจัยคือ “ ผู้ป่วยจิตเวชเมื่อเมื่อปล่อยไว้นานขึ้นโดยไม่ได้รับการรักษาจะส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการรุนแรงขึ้น ดังนั้น ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit จึงไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในแต่ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของโรคของผู้ป่วย” สอดคล้องกับการวิจัยของกนกวรรณ บุญอริยะ, รุ่งอรุณ โตศักดิ์ภราเลิศ และ ศัรสนีย์ ประชุมศรี (2552, หน้า 1-11)

ระดับความรุนแรงของโรค (X_5) มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยระดับความรุนแรงของโรคลดลง 1 ระดับ ส่งผลให้ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในลดลง 3.493 วัน ประมาณ 4 วัน จากการสัมภาษณ์หัวหน้าพยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ สนับสนุนผลการวิจัยคือ “ ในการวางแผนรักษาผู้ป่วยจิตเวชขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของโรค ถ้าผู้ป่วยมีระดับความรุนแรงของโรคระยะเฉียบพลัน (Acute Phase) แพทย์ มีวัตถุประสงค์ในการใช้ยาเพื่อควบคุมอาการให้สงบโดยฤทธิ์ของยาจะทำให้อาการหรือพฤติกรรมที่วุ่นวายของผู้ป่วยดีขึ้น ป้องกันการเกิดอันตรายต่อผู้ป่วยเองและผู้อื่น ส่วนฤทธิ์ในการรักษาอาจต้องใช้เวลานานเป็นสัปดาห์ การให้ยาในระยะยาว เป็นการให้ยาเพื่อป้องกันการกลับมารักษาซ้ำ ในผู้ป่วยที่ได้รับยาในขนาดที่ไม่เพียงพอ จะมีโอกาสสูงในการกลับมารักษาซ้ำ สอดคล้องกับคู่มือการดูแลผู้ป่วยโรคจิตเภทสำหรับพยาบาล รพท./รพช. (โรงพยาบาลสวนปรุง กระทรวงสาธารณสุข, 2551, หน้า 3 – 18)

วิธีการรักษา (X_6) มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยวิธีในการรักษาผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญามี 2 วิธี คือ การรักษาด้วยยาและการรักษาด้วยยาร่วมกับไฟฟ้า การรักษาด้วยยากับการรักษาด้วยยาร่วมกับไฟฟ้ามีผลกับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในเพิ่มขึ้น 6.667 วัน ประมาณ 7 วัน เนื่องจากการรักษาโดยใช้ยาร่วมกับไฟฟ้าแพทย์จะใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยใช้ยาไม่ได้ผล แต่อย่างไรก็ตามหลังจากการใช้ไฟฟ้าร่วมในการรักษาผู้ป่วยจิตเวชก็ต้องกินเพื่อควบคุมระดับสารเคมีในสมองให้อยู่ในระดับปกติ สอดคล้องกับคู่มือการดูแลผู้ป่วยโรคจิตเภทสำหรับพยาบาล รพท./รพช. (โรงพยาบาลสวนปรุง กระทรวงสาธารณสุข, 2551, หน้า 3 – 18)

สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (X_7) ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช จากการสัมภาษณ์หัวหน้าพยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ คุณอรุณี โสตถิวนิชวงศ์ สนับสนุนผลการวิจัย คือ “เนื่องจากการรักษาผู้ป่วยจิตเวชขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของโรคดังนั้นในการให้ยาในการรักษาผู้ป่วยจิตเวชที่ระดับความรุนแรงของโรคเหมือนกันแพทย์จะให้ยาในกลุ่มเดียวกันในทุกสิทธิ์ที่ใช้ในการรักษานอกจากยาบางตัวไม่ตอบสนองกับผู้ป่วยทำให้ต้องเสียเงินในการสั่งซื้อยาและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ไม่มีผู้ป่วยที่ไม่ตอบสนองต่อยาส่งผลให้สิทธิ์ในการรักษาพยาบาลไม่มีผลกับระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช”

ผลการวิเคราะห์ที่สนับสนุนการวิจัยตามสมมติฐาน

สมมติฐานข้อที่ 2 ค่าพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) สูงกว่า 70 % ผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐาน คือ สมการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเป็น 73.70 % และตัวแปรที่ใช้ในการอธิบายความผันแปรของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยใน มี 4 ตัวแปร ได้แก่ เพศ, จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา, ระดับความรุนแรงของโรค และ วิธีการรักษา แสดงดังตารางที่ 4.13 และ 4.14

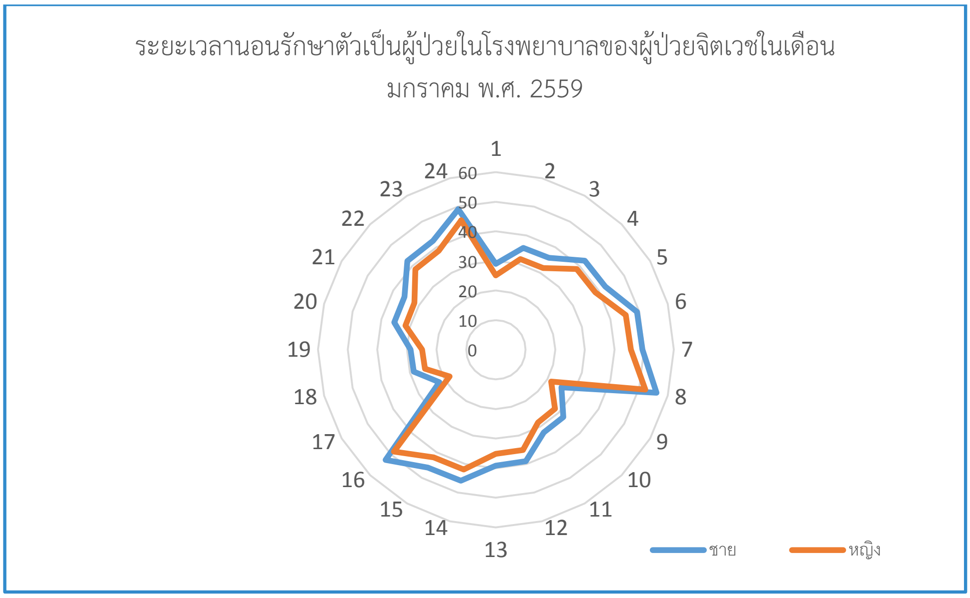
6. ผลการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโดยใช้ตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่

ผลการพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 โดยใช้ตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ มีตัวแปรพยากรณ์ประกอบด้วย เพศ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา ระดับความรุนแรงของโรค และวิธีการรักษา นำเสนอตารางการพยากรณ์ตามเพศ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษาตั้งแต่ 0 – 3 ครั้ง ระดับความรุนแรงของโรค 3 ระดับ และ และวิธีการรักษา 2 วิธี จำนวน 48 กรณี แบ่งเป็นเพศชาย 24 กรณีและเพศหญิง 24 กรณี แสดงผลการพยากรณ์ตั้งแต่เดือนมกราคม - เดือนธันวาคมปี พ.ศ. 2559 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.15 – 4.39 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = -1.65$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	26.21	0	1	1	22.30
0	1	2	32.88	0	1	2	28.97
1	1	1	33.03	1	1	1	29.12
1	1	2	39.70	1	1	2	35.79
2	1	1	39.84	2	1	1	35.94
2	1	2	46.52	2	1	2	42.61
3	1	1	46.66	3	1	1	42.75
3	1	2	53.33	3	1	2	49.43
0	2	1	22.72	0	2	1	18.81
0	2	2	29.39	0	2	2	25.48
1	2	1	29.54	1	2	1	25.63
1	2	2	36.21	1	2	2	32.30
2	2	1	36.35	2	2	1	32.44
2	2	2	43.03	2	2	2	39.12
3	2	1	43.17	3	2	1	39.26
3	2	2	49.84	3	2	2	45.93
0	3	1	19.23	0	3	1	15.32
0	3	2	25.90	0	3	2	21.99
1	3	1	26.05	1	3	1	22.14
1	3	2	32.72	1	3	2	28.81
2	3	1	32.86	2	3	1	28.95
2	3	2	39.54	2	3	2	35.63
3	3	1	39.68	3	3	1	35.77
3	3	2	46.35	3	3	2	42.44

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึงใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-101 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.15 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 19.23 – 53.33 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 36.28 วัน และเพศหญิงอยู่ในช่วง 15.32 – 49.43 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 32.37 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดนี้ไม่ต่างกัน มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.16

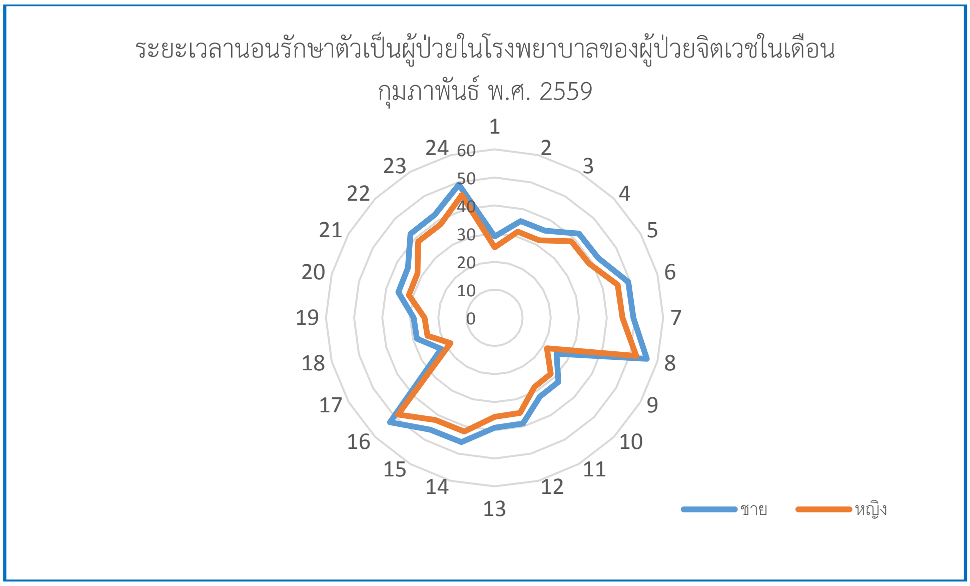
ตารางที่ 4.16 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	53.33	49.43
MIN	19.23	15.32
MEAN	36.28	32.37
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.17 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = -1.62$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	26.20	0	1	1	22.29
0	1	2	32.87	0	1	2	28.96
1	1	1	33.02	1	1	1	29.11
1	1	2	39.69	1	1	2	35.78
2	1	1	39.83	2	1	1	35.93
2	1	2	46.51	2	1	2	42.60
3	1	1	46.65	3	1	1	42.74
3	1	2	53.32	3	1	2	49.42
0	2	1	22.71	0	2	1	18.80
0	2	2	29.38	0	2	2	25.47
1	2	1	29.53	1	2	1	25.62
1	2	2	36.20	1	2	2	32.29
2	2	1	36.34	2	2	1	32.43
2	2	2	43.02	2	2	2	39.11
3	2	1	43.16	3	2	1	39.25
3	2	2	49.83	3	2	2	45.92
0	3	1	19.22	0	3	1	15.31
0	3	2	25.89	0	3	2	21.98
1	3	1	26.04	1	3	1	22.13
1	3	2	32.71	1	3	2	28.80
2	3	1	32.85	2	3	1	28.94
2	3	2	39.53	2	3	2	35.62
3	3	1	39.67	3	3	1	35.76
3	3	2	46.34	3	3	2	42.43

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-102 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.17 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 19.22 – 53.32 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 36.27 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 15.31 – 49.42 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 32.36 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.18

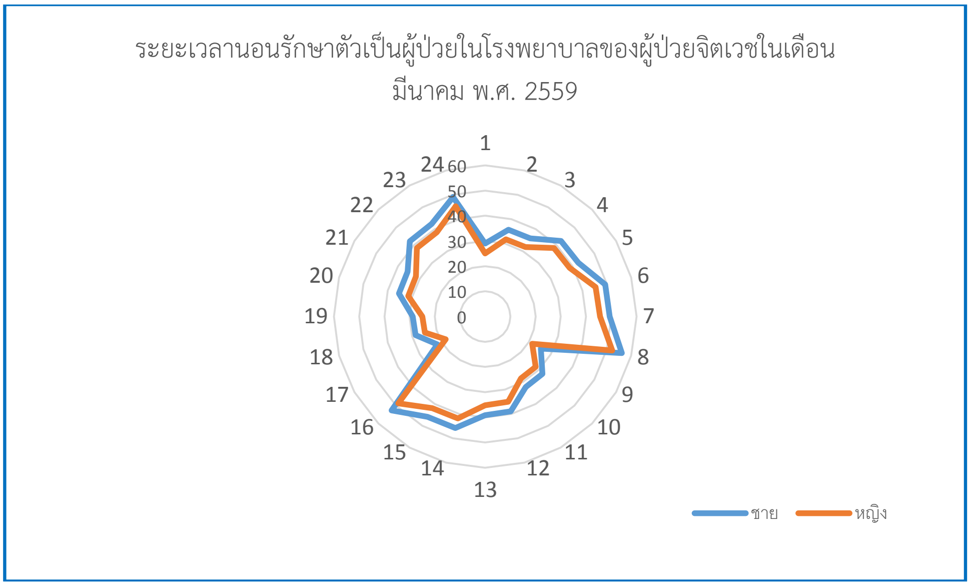
ตารางที่ 4.18 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	53.32	49.42
MIN	19.22	15.31
MEAN	36.27	32.36
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.19 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = 8.84$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	23.02	0	1	1	19.11
0	1	2	29.69	0	1	2	25.79
1	1	1	29.84	1	1	1	25.93
1	1	2	36.51	1	1	2	32.60
2	1	1	36.66	2	1	1	32.75
2	1	2	43.33	2	1	2	39.42
3	1	1	43.47	3	1	1	39.56
3	1	2	50.15	3	1	2	46.24
0	2	1	19.53	0	2	1	15.62
0	2	2	26.20	0	2	2	22.29
1	2	1	26.35	1	2	1	22.44
1	2	2	33.02	1	2	2	29.11
2	2	1	33.16	2	2	1	29.26
2	2	2	39.84	2	2	2	35.93
3	2	1	39.98	3	2	1	36.07
3	2	2	46.65	3	2	2	42.75
0	3	1	16.04	0	3	1	12.13
0	3	2	22.71	0	3	2	18.80
1	3	1	22.86	1	3	1	18.95
1	3	2	29.53	1	3	2	25.62
2	3	1	29.67	2	3	1	25.76
2	3	2	36.35	2	3	2	32.44
3	3	1	36.49	3	3	1	32.58
3	3	2	43.16	3	3	2	39.25

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-103 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.19 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 16.04 – 50.15 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 33.09 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 12.13 – 46.24 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 29.18 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.20

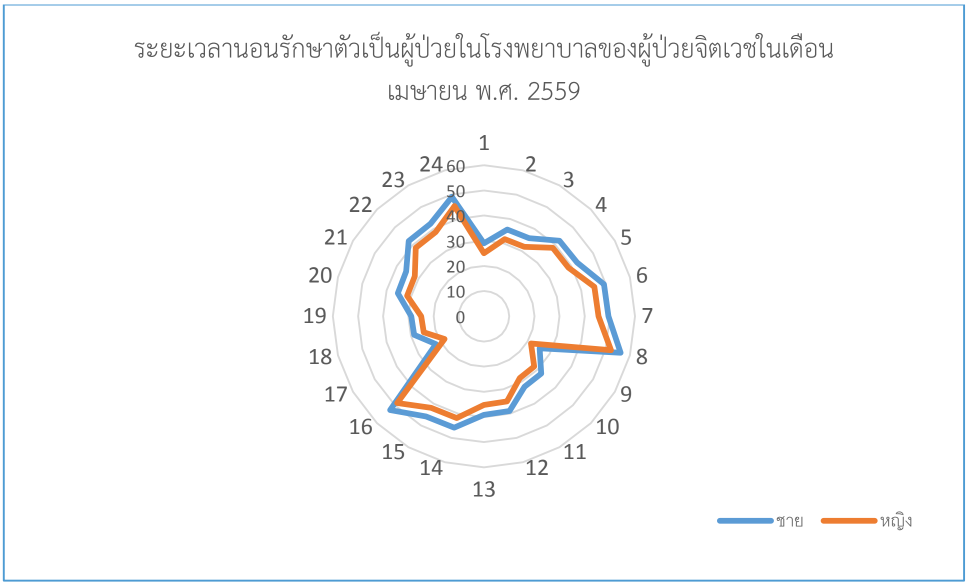
ตารางที่ 4.20 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	50.15	46.24
MIN	16.04	12.13
MEAN	33.09	29.18
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.21 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = -2.10$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	26.35	0	1	1	22.44
0	1	2	33.02	0	1	2	29.11
1	1	1	33.16	1	1	1	29.25
1	1	2	39.84	1	1	2	35.93
2	1	1	39.98	2	1	1	36.07
2	1	2	46.65	2	1	2	42.74
3	1	1	46.80	3	1	1	42.89
3	1	2	53.47	3	1	2	49.56
0	2	1	22.86	0	2	1	18.95
0	2	2	29.53	0	2	2	25.62
1	2	1	29.67	1	2	1	25.76
1	2	2	36.35	1	2	2	32.44
2	2	1	36.49	2	2	1	32.58
2	2	2	43.16	2	2	2	39.25
3	2	1	43.31	3	2	1	39.40
3	2	2	49.98	3	2	2	46.07
0	3	1	19.36	0	3	1	15.46
0	3	2	26.04	0	3	2	22.13
1	3	1	26.18	1	3	1	22.27
1	3	2	32.85	1	3	2	28.95
2	3	1	33.00	2	3	1	29.09
2	3	2	39.67	2	3	2	35.76
3	3	1	39.82	3	3	1	35.91
3	3	2	46.49	3	3	2	42.58

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-104 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนเมษายน พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.21 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 19.36 – 53.47 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 36.42 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 15.46 – 49.56 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 32.51วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.22

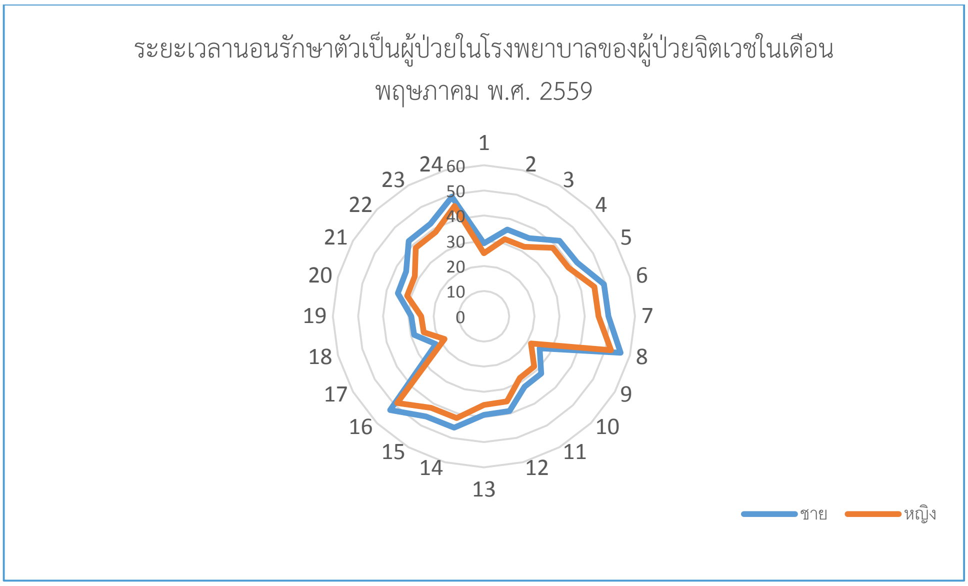
ตารางที่ 4.22 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	53.47	49.56
MIN	19.36	15.46
MEAN	36.42	32.51
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.23 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = 2.93$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	24.82	0	1	1	20.91
0	1	2	31.49	0	1	2	27.58
1	1	1	31.63	1	1	1	27.73
1	1	2	38.31	1	1	2	34.40
2	1	1	38.45	2	1	1	34.54
2	1	2	45.12	2	1	2	41.22
3	1	1	45.27	3	1	1	41.36
3	1	2	51.94	3	1	2	48.03
0	2	1	21.33	0	2	1	17.42
0	2	2	28.00	0	2	2	24.09
1	2	1	28.14	1	2	1	24.23
1	2	2	34.82	1	2	2	30.91
2	2	1	34.96	2	2	1	31.05
2	2	2	41.63	2	2	2	37.72
3	2	1	41.78	3	2	1	37.87
3	2	2	48.45	3	2	2	44.54
0	3	1	17.84	0	3	1	13.93
0	3	2	24.51	0	3	2	20.60
1	3	1	24.65	1	3	1	20.74
1	3	2	31.33	1	3	2	27.42
2	3	1	31.47	2	3	1	27.56
2	3	2	38.14	2	3	2	34.23
3	3	1	38.29	3	3	1	34.38
3	3	2	44.96	3	3	2	41.05

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-105 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.23 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 17.84 – 51.94 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 34.89 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 13.93 – 48.03 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 30.98 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.24

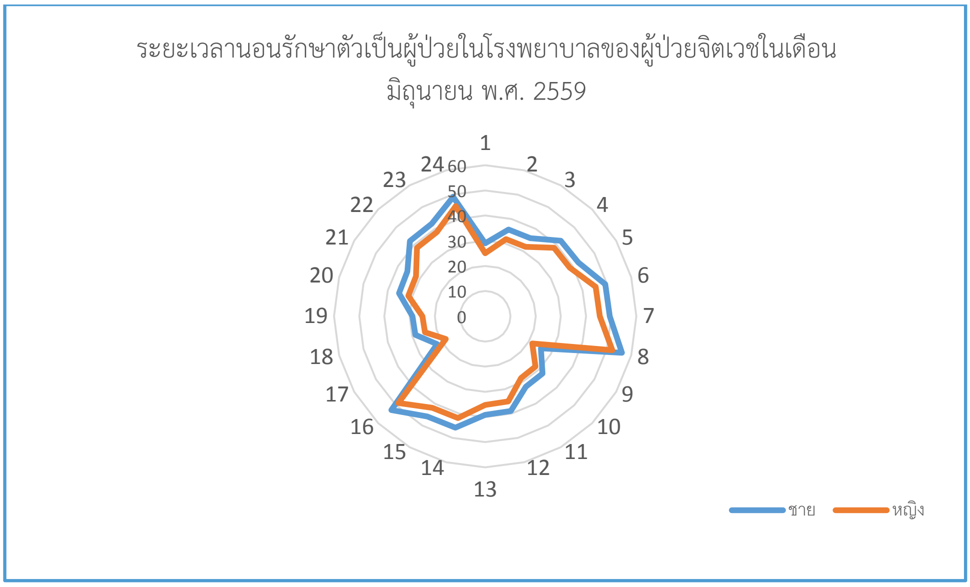
ตารางที่ 4.24 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	51.94	48.03
MIN	17.84	13.93
MEAN	34.89	30.98
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.25 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = -8.98$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	28.44	0	1	1	24.53
0	1	2	35.11	0	1	2	31.20
1	1	1	35.26	1	1	1	31.35
1	1	2	41.93	1	1	2	38.02
2	1	1	42.07	2	1	1	38.16
2	1	2	48.75	2	1	2	44.84
3	1	1	48.89	3	1	1	44.98
3	1	2	55.56	3	1	2	51.65
0	2	1	24.95	0	2	1	21.04
0	2	2	31.62	0	2	2	27.71
1	2	1	31.76	1	2	1	27.86
1	2	2	38.44	1	2	2	34.53
2	2	1	38.58	2	2	1	34.67
2	2	2	45.25	2	2	2	41.35
3	2	1	45.40	3	2	1	41.49
3	2	2	52.07	3	2	2	48.16
0	3	1	21.46	0	3	1	17.55
0	3	2	28.13	0	3	2	24.22
1	3	1	28.27	1	3	1	24.36
1	3	2	34.95	1	3	2	31.04
2	3	1	35.09	2	3	1	31.18
2	3	2	41.76	2	3	2	37.85
3	3	1	41.91	3	3	1	38.00
3	3	2	48.58	3	3	2	44.67

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-106 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.25 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 21.46 – 55.56 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 38.51 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 17.55 – 51.65 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 30.98 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.26

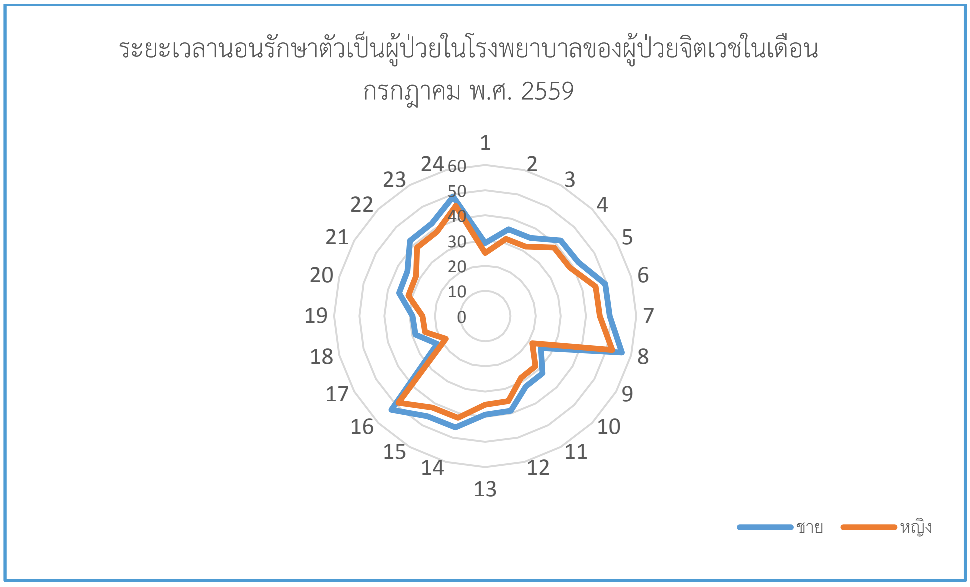
ตารางที่ 4.26 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	55.56	51.65
MIN	21.46	17.55
MEAN	38.51	34.60
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.27 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = 3.06$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	24.78	0	1	1	20.87
0	1	2	31.45	0	1	2	27.54
1	1	1	31.60	1	1	1	27.69
1	1	2	38.27	1	1	2	34.36
2	1	1	38.41	2	1	1	34.50
2	1	2	45.09	2	1	2	41.18
3	1	1	45.23	3	1	1	41.32
3	1	2	51.90	3	1	2	47.99
0	2	1	21.29	0	2	1	17.38
0	2	2	27.96	0	2	2	24.05
1	2	1	28.10	1	2	1	24.20
1	2	2	34.78	1	2	2	30.87
2	2	1	34.92	2	2	1	31.01
2	2	2	41.59	2	2	2	37.69
3	2	1	41.74	3	2	1	37.83
3	2	2	48.41	3	2	2	44.50
0	3	1	17.80	0	3	1	13.89
0	3	2	24.47	0	3	2	20.56
1	3	1	24.61	1	3	1	20.70
1	3	2	31.29	1	3	2	27.38
2	3	1	31.43	2	3	1	27.52
2	3	2	38.10	2	3	2	34.19
3	3	1	38.25	3	3	1	34.34
3	3	2	44.92	3	3	2	41.01

<u>หมายเหตุ</u> : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-107 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.27 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 17.80 – 51.90 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 34.85 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 13.89 – 47.99 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 30.94 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.28

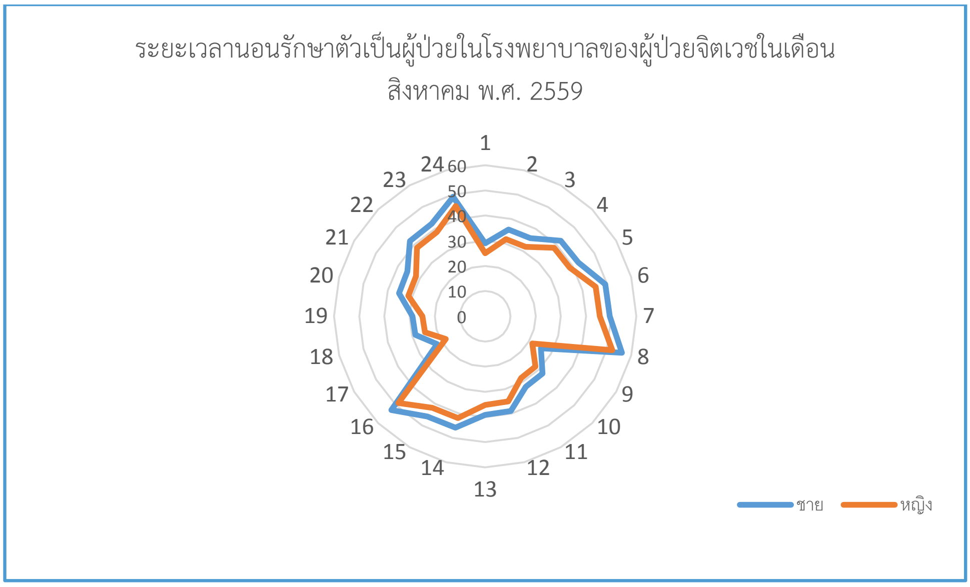
ตารางที่ 4.28 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	51.90	47.99
MIN	17.80	13.89
MEAN	34.85	30.94
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.29 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ใน เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = 10.08$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	28.77	0	1	1	24.86
0	1	2	35.45	0	1	2	31.54
1	1	1	35.59	1	1	1	31.68
1	1	2	42.26	1	1	2	38.35
2	1	1	42.41	2	1	1	38.50
2	1	2	49.08	2	1	2	45.17
3	1	1	49.22	3	1	1	45.31
3	1	2	55.90	3	1	2	51.99
0	2	1	25.28	0	2	1	21.37
0	2	2	31.95	0	2	2	28.05
1	2	1	32.10	1	2	1	28.19
1	2	2	38.77	1	2	2	34.86
2	2	1	38.92	2	2	1	35.01
2	2	2	45.59	2	2	2	41.68
3	2	1	45.73	3	2	1	41.82
3	2	2	52.41	3	2	2	48.50
0	3	1	21.79	0	3	1	17.88
0	3	2	28.46	0	3	2	24.55
1	3	1	28.61	1	3	1	24.70
1	3	2	35.28	1	3	2	31.37
2	3	1	35.42	2	3	1	31.52
2	3	2	42.10	2	3	2	38.19
3	3	1	42.24	3	3	1	38.33
3	3	2	48.91	3	3	2	45.01

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-108 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.29 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 21.79 – 55.90 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 38.84 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 17.88 – 51.99 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 34.93 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.30

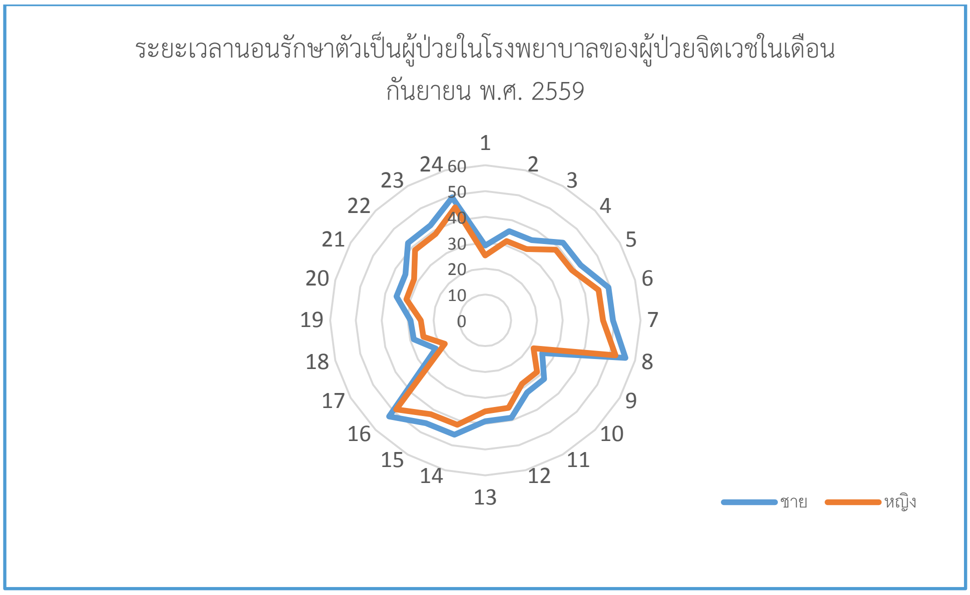
ตารางที่ 4.30 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	55.90	51.99
MIN	21.79	17.88
MEAN	38.84	34.93
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.31 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ใน เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = -7.64$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	28.03	0	1	1	24.12
0	1	2	34.70	0	1	2	30.79
1	1	1	34.85	1	1	1	30.94
1	1	2	41.52	1	1	2	37.61
2	1	1	41.66	2	1	1	37.76
2	1	2	48.34	2	1	2	44.43
3	1	1	48.48	3	1	1	44.57
3	1	2	55.15	3	1	2	51.25
0	2	1	24.54	0	2	1	20.63
0	2	2	31.21	0	2	2	27.30
1	2	1	31.36	1	2	1	27.45
1	2	2	38.03	1	2	2	34.12
2	2	1	38.17	2	2	1	34.26
2	2	2	44.85	2	2	2	40.94
3	2	1	44.99	3	2	1	41.08
3	2	2	51.66	3	2	2	47.75
0	3	1	21.05	0	3	1	17.14
0	3	2	27.72	0	3	2	23.81
1	3	1	27.87	1	3	1	23.96
1	3	2	34.54	1	3	2	30.63
2	3	1	34.68	2	3	1	30.77
2	3	2	41.36	2	3	2	37.45
3	3	1	41.50	3	3	1	37.59
3	3	2	48.17	3	3	2	44.26

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-109 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.31 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 21.05 – 55.15 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 38.10 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 17.14 – 51.25 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 34.19 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.32

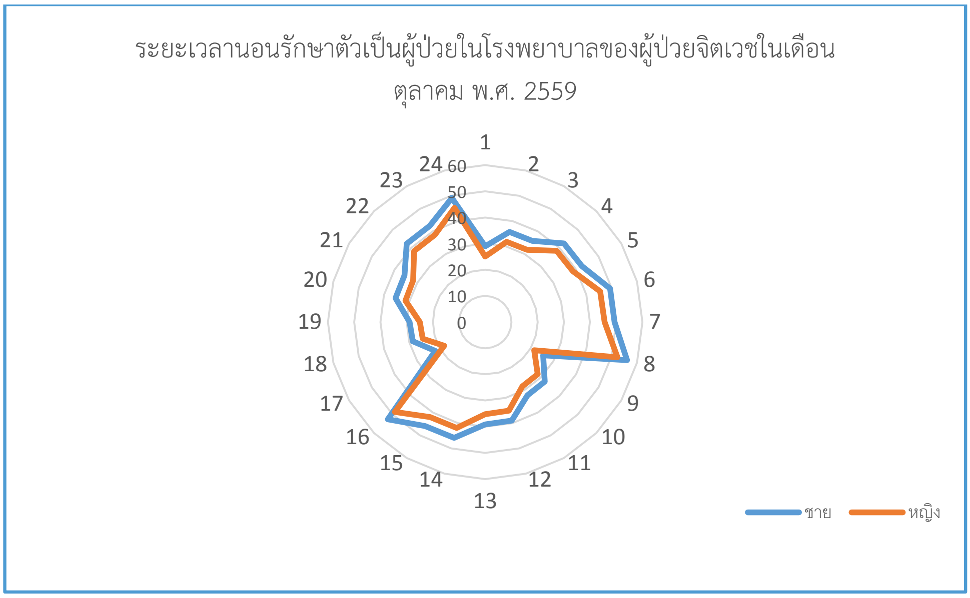
ตารางที่ 4.32 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนกันยายน พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	55.15	51.25
MIN	21.05	17.14
MEAN	38.10	34.19
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.33 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = 5.05$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	24.17	0	1	1	20.26
0	1	2	30.85	0	1	2	26.94
1	1	1	30.99	1	1	1	27.08
1	1	2	37.66	1	1	2	33.75
2	1	1	37.81	2	1	1	33.90
2	1	2	44.48	2	1	2	40.57
3	1	1	44.62	3	1	1	40.72
3	1	2	51.30	3	1	2	47.39
0	2	1	20.68	0	2	1	16.77
0	2	2	27.36	0	2	2	23.45
1	2	1	27.50	1	2	1	23.59
1	2	2	34.17	1	2	2	30.26
2	2	1	34.32	2	2	1	30.41
2	2	2	40.99	2	2	2	37.08
3	2	1	41.13	3	2	1	37.22
3	2	2	47.81	3	2	2	43.90
0	3	1	17.19	0	3	1	13.28
0	3	2	23.86	0	3	2	19.96
1	3	1	24.01	1	3	1	20.10
1	3	2	30.68	1	3	2	26.77
2	3	1	30.83	2	3	1	26.92
2	3	2	37.50	2	3	2	33.59
3	3	1	37.64	3	3	1	33.73
3	3	2	44.32	3	3	2	40.41

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-110 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.33 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 17.19 – 51.30 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 34.24 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 13.28 – 47.39 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 30.34 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.34

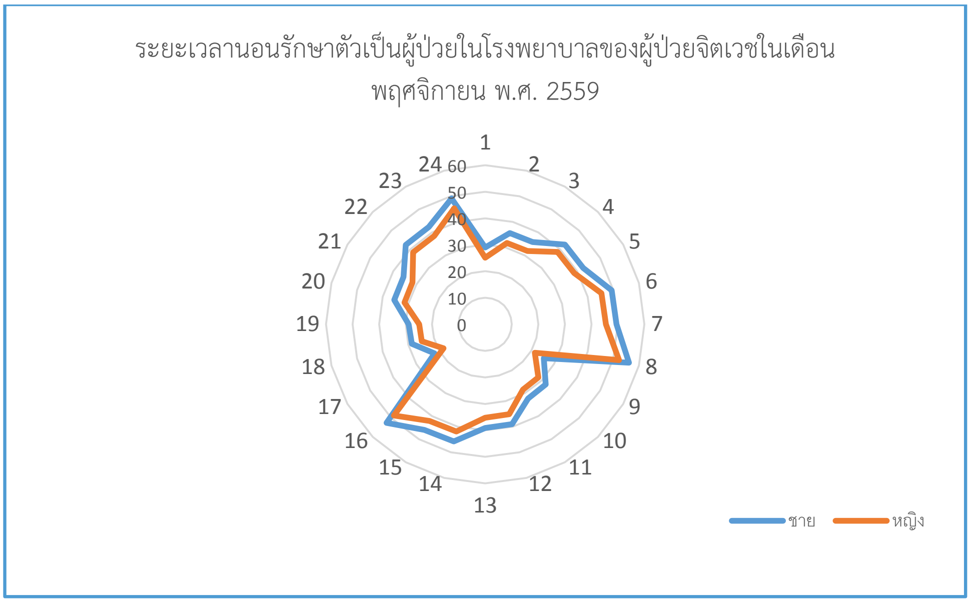
ตารางที่ 4.34 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	51.30	47.39
MIN	17.19	13.28
MEAN	34.24	30.34
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.35 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = -6.25$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	27.61	0	1	1	23.70
0	1	2	34.28	0	1	2	30.37
1	1	1	34.43	1	1	1	30.52
1	1	2	41.10	1	1	2	37.19
2	1	1	41.24	2	1	1	37.33
2	1	2	47.92	2	1	2	44.01
3	1	1	48.06	3	1	1	44.15
3	1	2	54.73	3	1	2	50.82
0	2	1	24.12	0	2	1	20.21
0	2	2	30.79	0	2	2	26.88
1	2	1	30.93	1	2	1	27.03
1	2	2	37.61	1	2	2	33.70
2	2	1	37.75	2	2	1	33.84
2	2	2	44.42	2	2	2	40.52
3	2	1	44.57	3	2	1	40.66
3	2	2	51.24	3	2	2	47.33
0	3	1	20.63	0	3	1	16.72
0	3	2	27.30	0	3	2	23.39
1	3	1	27.44	1	3	1	23.53
1	3	2	34.12	1	3	2	30.21
2	3	1	34.26	2	3	1	30.35
2	3	2	40.93	2	3	2	37.02
3	3	1	41.08	3	3	1	37.17
3	3	2	47.75	3	3	2	43.84

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-111 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.35 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 20.63 – 54.73 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 37.68 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 16.72 – 50.82 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 33.77 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.36

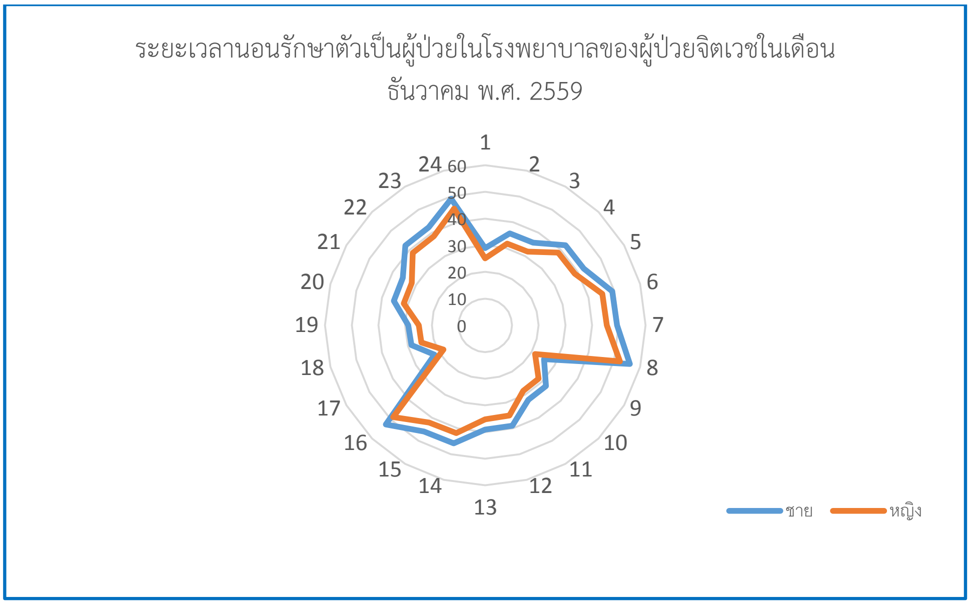
ตารางที่ 4.36 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	54.73	50.82
MIN	20.63	16.72
MEAN	37.68	33.77
SD	8.98	8.98

ตารางที่ 4.37 การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช ในเดือนธันวาคมพ.ศ. 2559 ($\varepsilon_{t-2} = -10.74$) (จุดทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม)

เพศชาย				เพศหญิง			
จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา	ระดับความรุนแรงของโรค	วิธีการรักษา	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาล
0	1	1	28.97	0	1	1	25.06
0	1	2	35.65	0	1	2	31.74
1	1	1	35.79	1	1	1	31.88
1	1	2	42.46	1	1	2	38.55
2	1	1	42.61	2	1	1	38.70
2	1	2	49.28	2	1	2	45.37
3	1	1	49.42	3	1	1	45.52
3	1	2	56.10	3	1	2	52.19
0	2	1	25.48	0	2	1	21.57
0	2	2	32.16	0	2	2	28.25
1	2	1	32.30	1	2	1	28.39
1	2	2	38.97	1	2	2	35.06
2	2	1	39.12	2	2	1	35.21
2	2	2	45.79	2	2	2	41.88
3	2	1	45.93	3	2	1	42.02
3	2	2	52.61	3	2	2	48.70
0	3	1	21.99	0	3	1	18.08
0	3	2	28.66	0	3	2	24.76
1	3	1	28.81	1	3	1	24.90
1	3	2	35.48	1	3	2	31.57
2	3	1	35.63	2	3	1	31.72
2	3	2	42.30	2	3	2	38.39
3	3	1	42.44	3	3	1	38.53
3	3	2	49.12	3	3	2	45.21

หมายเหตุ : เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 หมายถึง ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 หมายถึง ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 หมายถึง ใช้ยา และ 2 หมายถึง ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า



ภาพที่ 4-112 ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559

จากตารางที่ 4.37 ชี้ให้เห็นว่า ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เพศชายอยู่ในช่วง 21.99 – 56.10 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 39.04 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน และ เพศหญิงอยู่ในช่วง 18.08 – 52.19 วัน มีค่าเฉลี่ยเป็น 35.14 วัน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.98 วัน แสดงค่าสถิติพื้นฐานดังตารางที่ 4.38

ตารางที่ 4.38 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำแนกตามเพศ

ค่าสถิติพื้นฐาน	เพศ	
	ชาย	หญิง
MAX	56.10	52.19
MIN	21.99	18.08
MEAN	39.04	35.14
SD	8.98	8.98

การตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ของตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่

การเก็บข้อมูลระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 จำนวน 90 คน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน จำนวน 30 คน 25 คน 25 คน และ 10 คน ตามลำดับ เพื่อทดสอบความแม่นยำของตัวแบบ ชี้ให้เห็นว่าตัวแบบ *ARIMAX* ปรับใหม่ สามารถพยากรณ์ได้แม่นยำ 66 คน จากคนทั้งหมด 90 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ด้วยความเชื่อมั่น 99 % แสดงดังภาคผนวก ฌ

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000) และพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนด้วยวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน คือ

$$\hat{\alpha}_{WB} \approx \hat{\alpha}_{MLE} + \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3})} \right) \left(\left(\frac{n}{\alpha} + \sum_{i=1}^{n} \ln x_i - \beta \sum_{i=1}^{n} x_i^{\alpha} \ln x_i \right) + \left(\frac{6\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^5} - \frac{3n\beta}{\alpha^4} \right) \left(\frac{1}{\frac{3\beta\sum_{i=1}^{n} x_i}{\alpha^4} - \frac{2n\beta}{\alpha^3})} \right) \right)$$

และ

$$\hat{\beta}_{WB} \approx \hat{\beta}_{MLE} + (2\beta - \frac{2\beta^2}{n}(\sum_{i=1}^{n} x_i^{\alpha})) + \frac{2\beta}{n}$$

โดยที่ $\hat{\alpha}_{MLE} = \overline{X}$ และ $\hat{\beta}_{MLE} = \dfrac{n}{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{1}{X_i} - \frac{1}{\overline{\overline{X}}} \right)}$

2. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ($|Bias|$ และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล จำนวน 125 สถานการณ์ (α = 1, 5, 10, 50, 100, β = 1, 5, 10, 50, 100 และ n = 50, 100, 200, 400, 1000) สามารถสรุปได้ ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (และ MSE) ของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ (α, β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนที่ใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในการจำลองสถานการณ์โดยวิธีมอนติคาร์โล ชี้ให้เห็นว่า

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 **พารามิเตอร์รูปร่าง** (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 100$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE สำหรับ **พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน** (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100 **พารามิเตอร์รูปร่าง** (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE สำหรับ **พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน** (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ภายใต้เกณฑ์ MSE (สำหรับเกณฑ์ $|Bias|$ ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 100$)

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 200 **พารามิเตอร์รูปร่าง** (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน สำหรับเกณฑ์ $|Bias|$ ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$ และ เกณฑ์ MSE ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 1$ สำหรับ **พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน** (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 400 **พารามิเตอร์รูปร่าง** (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 1,5$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE สำหรับ **พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน** (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มี

ประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10,50$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 1,000 **พารามิเตอร์รูปร่าง** (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE สำหรับ **พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน** (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนเป็นตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพมากกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 50$) ภายใต้เกณฑ์ $|Bias|$ และ MSE

สรุป การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน **ชี้ให้เห็นว่า ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50** (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่างเป็น 100) **และ 1,000** พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้**การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่า**ใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน สำหรับ**ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100** (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่างเป็น 50)**, 200 และ 400** พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้**การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่า**ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

การจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนกับใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน **ชี้ให้เห็นว่า ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100, 200, 400 และ 1,000** พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่า**ใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน สำหรับ**ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50** พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้**การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีแนวโน้มมีประสิทธิภาพดีกว่า**ใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

3. การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2559 ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ปรับใหม่ ด้วยการนำตัวพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน (α, β) ที่ประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ในการปรับความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนในตัวแบบ $ARIMAX$

การปรับใหม่ใช้การแจกแจงไวบูลที่มีค่าพารามิเตอร์รูปร่างเป็น 5 และพารามิเตอร์บอกมาตราส่วนเป็น 50 โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 45.91 และ ความแปรปรวนเป็น 110.75 นำไปปรับค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์แล้วสร้างตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ $ARIMAX\ (0,0,2)$ และมีตัวแปรที่ใช้พยากรณ์ร่วม 4 ตัวแปร คือ เพศ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา ระดับความรุนแรงของโรค และ วิธีการรักษา สามารถเขียนสมการได้ คือ

$$\hat{e}_t = -3.911X_{1,t} + 6.818X_{3,t} - 3.493X_{5,t} + 6.667X_{6,t} - 0.304\varepsilon_{t-2}$$

$\hat{e}_t$ คือ ความคลาดเคลื่อนของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชที่ปรับข้อมูลด้วยการใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ณ เวลาที่ t

$X_{1,t}$ คือ เพศของผู้ป่วยจิตเวช ณ เวลาที่ t

$X_{3,t}$ คือ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา ณ เวลาที่ t

$X_{5,t}$ คือ ระดับความรุนแรงของโรค ณ เวลาที่ t

$X_{6,t}$ คือ วิธีการรักษา ณ เวลาที่ t

ε_{t-2} คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลาที่ $t-2$

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ $ARIMAX$ (0,0,2) ชี้ให้เห็นว่า สัมประสิทธิ์การทำนายสามารถอธิบายความผันแปรได้ 73.70 % และเมื่อใช้สมการนี้ในการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย 6.304 วัน หรือประมาณ 7 วัน

อภิปรายผลการวิจัย

ประเด็นในการอภิปรายผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ 1. ประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ และ 2. การใช้ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีต่าง ๆ แสดงผลการอภิปรายได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์

การประมาณค่าแบบเบส์ของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 และ 1,000 เนื่องจากในการประมาณค่าแบบเบส์ด้วยวิธีของ Lindley (1980) ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 และ 1,000 เลขสุ่มที่ใช้ในการคำนวณให้ค่าฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนน้อยกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงทำให้พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน แต่ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100, 200 และ 400 เลขสุ่มที่ใช้ในการคำนวณให้ค่าฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนน้อยกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ส่งผลให้ค่าประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงทำให้พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ทั้งนี้แนวคิดการประมาณค่าแบบเบส์ มีแนวคิดมาจากค่าฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเหมือนกับวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดส่งผลให้ตัวประมาณค่าที่ได้จากการประมาณค่าแบบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ ผลการศึกษาของ MohdSaat, Jemain and AlMashoor (2008)

2. การใช้ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ในกรณีต่างๆ

พารามิเตอร์รูปร่าง (α) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่างเป็น 100) และ 1,000 เมื่อค่าพารามิเตอร์อยู่ในช่วง [1-50] สำหรับขนาดตัวอย่าง 100 ควรใช้พารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 100$ ขนาดตัวอย่าง 200 ควรใช้พารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 10$ และ ขนาดตัวอย่าง 400ควรใช้พารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 1{,}5$

พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน เนื่องจากการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน สามารถประมาณค่าภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองได้โดยไม่ต้องใช้การประมาณค่าของ Lindley (1980) ชี้ให้เห็นว่า การประมาณค่าแบบเบส์โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียกำลังสองด้วยวิธีตรง มีประสิทธิภาพดีกว่าการประมาณค่าของ Lindley (1980) แต่พารามิเตอร์รูปร่าง (α) โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนไม่สามารถหาด้วยวิธีตรงได้ จึงมีความจำเป็นในการหาตัวประมาณค่าด้วยวิธีของ Lindley (1980) และ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 100, 200, 400 และ 1,000 แต่ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง 50 พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อนมีประสิทธิภาพดีกว่าใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน (ยกเว้นกรณีที่พารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 10{,}50$) ทั้งนี้ เหตุผลสนับสนุนเหมือนกับพารามิเตอร์รูปร่าง (α) กล่าวคือ แนวคิดการประมาณค่าแบบเบส์ มีแนวคิดมาจากค่าฟังก์ชันภาวะน่าจะเป็นสูงสุดเหมือนกับวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดส่งผลให้ตัวประมาณค่าที่ได้จากการประมาณค่าแบบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนมีค่าอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็นสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ MohdSaat, Jemain and AlMashoor (2008)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์การของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียนโดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนไม่สามารถหาสูตรรูปทั่วไปได้ จึงต้องใช้การประมาณค่าด้วยวิธีของ Lindley (1980) เพื่อให้ได้สูตรในรูปทั่วไป

2. ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างเป็น 50 และ 1,000 ควรใช้กับข้อมูลที่มีค่าพารามิเตอร์อยู่ในช่วง $[1{,}50]$ สำหรับขนาดตัวอย่าง 100 ควรใช้พารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 100$ ขนาดตัวอย่าง 200 ควรใช้พารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 10$ และ ขนาดตัวอย่าง 400 ควรใช้พารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 1{,}5$

3. ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β) ในกรณีที่ขนาดตัวอย่าง

100 ควรใช้กับข้อมูลที่มีค่าพารามิเตอร์อยู่ในช่วง $[1,50]$ ขนาดตัวอย่าง 200 ควรใช้กับข้อมูลที่มีค่าพารามิเตอร์ได้ทุกค่ายกเว้นกรณีพารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 10$ ขนาดตัวอย่าง 400 ไม่ควรใช้กับข้อมูลที่มีค่าพารามิเตอร์อยู่ในช่วง $[10,50]$ และ ขนาดตัวอย่าง 1,000 ไม่ควรใช้กับข้อมูลที่มีค่าพารามิเตอร์รูปร่างที่ $\alpha = 50$

4. การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยใช้ตัวแบบ ***ARIMAX*** ปรับใหม่ ต้องใช้ตัวแปรเพศ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา ระดับความรุนแรงของโรคและวิธีการรักษารวมทั้งความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ในเดือนที่ $t-2$ ผู้ที่เหมาะกับการใช้สมการนี้คือแพทย์ที่รักษาผู้ป่วยและพยาบาลเพราะสามารถขอข้อมูลของคนไข้ได้สะดวก

5. การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโดยใช้ตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่ มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์โดยเฉลี่ย 7 วัน และมีความผันแปรที่ไม่สามารถอธิบายได้อีก 26.30 % ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติตนในการรักษาของผู้ป่วย ภายใต้ระดับการดูแลของพยาบาลไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรหาความแปรปรวนของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน เพื่อปรับแก้แผนภูมิควบคุมคุณภาพ ($\overline{X}, R$) ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับโรงงานอุตสาหกรรมด้านการควบคุมคุณภาพ

2. ควรหาตัวประมาณค่าพารามิเตอร์การของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ภายใต้ฟังก์ชันความสูญเสียอื่น เช่น Quadratic Loss Function, Entropy Loss Function และ Weighted Loss Function เป็นต้น และปรับใช้กับโรคอื่น เช่น โรคมะเร็ง โรคไข้เลือดออก และโรควัณโรค เป็นต้น

บรรณานุกรม

กนกวรรณ บุญอริยะ, รุ่งอรุณ โตศักดิ์ภราเลิศ และศัรสนีย์ ประชุมศรี. (2552). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยจิตเภทที่รับไว้รักษาในสถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา. *วารสารสถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา, 3*(1), 1-11.

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณะสุข. (2556). *บริการด้านสุขภาพ.* วันที่สืบค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.dmh.go.th/report/report1.asp.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2554). *การวิเคราะห์สถิติ: สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรีรัตน์ ไกรวงษ์. (2552). การใช้กลุ่มบำบัดทางความคิดและพฤติกรรมต่อการดื่มสุราในผู้ป่วยโรคจิตจากสุรา. *วารสารสถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา, 3*(1), 1-9.

จิรัชน์ สุขะเกตุ. (2548). *ความน่าจะเป็นและทฤษฎีสถิติเบื้องต้น.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงกมล แก้วสุขมณี และ สุชาดา กรเพชรปาณี. (2558). การตรวจสอบการจัดการกำไรด้วยแบบจำลองการสังเคราะห์ปรับใหม่และซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 13*(2), 14-29.

นิตยา ศรีจำนง. (2559). *การพยาบาลผู้ป่วยจิตเภท.* วันที่สืบค้นข้อมูล 12 เมษายน 2559 เข้าถึงได้จาก http://www.teacher.ssru.ac.th/nitaya_si/pluginfile.php/22/block_html.

ประสิทธิ์ พยัคฆพงศ์. (2545). *สถิติเชิงคณิตศาสตร์ทฤษฎีและการประยุกต์.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรวุฒิ เจริญศิริ. (2559). *การรักษาด้วยไฟฟ้า*. วันที่สืบค้นข้อมูล 12 เมษายน 2559 เข้าถึงได้จาก http://www.suanprung.go.th/webboard/ index.php? topic=506.0.

มุกดา แม้นมินทร์. (2549). *อนุกรมเวลาและการพยากรณ์.* กรุงเทพฯ: ประกายพรึก.

ยุพารัตน์ คุณุรัตน์. (2545). ปัจจัยเสี่ยงของการกลับมารักษาซ้ำภายในระยะเวลา 3 เดือน ของผู้ป่วยโรงพยาบาลพระศรีมหาโพธิ์. *ใน การประชุมวิชาการระบาดวิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ 15* "ความสุขที่พอเพียง" (หน้า 50-51). กรุงเทพฯ: กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข

ยงยุทธ ไชยพงศ์. (2553). *เอกสารประกอบคำสอนวิชาทฤษฎีการอนุมานทางสถิติสำหรับประชากรอนันต์*. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โรงพยาบาลจิตเวชขอนแก่นราชนครินทร์. (2559). *ความรู้เกี่ยวกับโรคจิตเภท*. วันที่สืบค้นข้อมูล 11 เมษายน 2559 เข้าถึงได้จาก http:// www.jvkk.go.th/newweb/CPG/schiz_ lession2. aspx.

โรงพยาบาลศรีธัญญา. (2557). *รายงานสถิติประจำปี.* วันที่สืบค้นข้อมูล 22 กันยายน 2558 เข้าถึงได้จาก http://www.srithanya.go.th/webstat/index.php? option=com_ content&view=article&id=12&Itemid=12.

โรงพยาบาลสวนปรุง กระทรวงสาธารณสุข. (2551). *คู่มือการดูแลผู้ป่วยโรคจิตเภทสำหรับพยาบาล รพท./รพช.* วันที่สืบค้นข้อมูล 13 มกราคม 2559, เข้าถึงได้จาก *http://www.saohaihospital.com/qbank_3_pdf/28.pdf*

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. (2006). *สถิติคณิตศาสตร์ 1*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

สถาบันจิตเวชศาสตร์สมเด็จเจ้าพระยา. (2559). *โรคจิตเภท.* วันที่สืบค้นข้อมูล 11 เมษายน 2559 เข้าถึงได้จาก http://www.somdet.go.th/Knowledge_ (saranarue) /2.php.

Abusev, R. A. (1998). Unbiased estimation of distribution densities of sufficient statistics of the inverse Gaussian distribution. *Journal of Mathematical Sciences*, *88*(6), 814-818.

Ahmed, M. (2007). On the Theory of Inversion. *International Journal of Statistical Sciences, 6*(special), 43-53.

Alai, D. H., Landsman, Z., & Sherris, M. (2013). Lifetime dependence modelling using a truncated multivariate Gamma distribution. *Insurance: Mathematics and Economics*, *52*(3), 542-549.

Banerjee, A. K., & Bhattacharyya, G. K. (1979). Bayesian results for the inverse Gaussian distribution with an application. *Technometrics*, *21*(2), 247-251.

Banneheka, B. M. S. G., & Ekanayake, G. E. M. U. P. D. (2009). A new point estimator for the median of gamma distribution. *Statistica*, *75*(4), 391.

Brvar, N., Mateović-Rojnik, T., & Grabnar, I. (2014). Population pharmacokinetic modelling of tramadol using inverse Gaussian function for the assessment of drug absorption from prolonged and immediate release formulations. *International journal of pharmaceutics*, *473*(1), 170-178.

Bowman, K. O., L. R. Shenton, and Paul C. Gailey. (1998). Distribution of the ratio of gamma variates. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, *27*(1), 1-19.

Box, G. E., & Pierce, D. A. (1970). Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models. *Journal of the American statistical Association*, *65*(332), 1509-1526.

Canavos, G. C., & Taokas, C. P. (1973). Bayesian estimation of life parameters in the Weibull distribution. *Operations Research*, *21*(3), 755-763.

Casella, G. C. (2001). *Theory of point estimation*. New York: Springer-Verlag.

Cheng, R. C. H., & Amin, N. A. K. (1981). Maximum likelihood estimation of parameters in the inverse Gaussian distribution, with unknown origin. *Technometrics*, *23*(3), 257-263.

Chhikara, R. S., & Folks, J. L. (1977). The inverse Gaussian distribution as a lifetime model. *Technometrics*, *19*(4), 461-468.

Csajka, C., Drover, D., & Verotta, D. (2005). The use of a sum of inverse Gaussian functions to describe the absorption profile of drugs exhibiting complex absorption. *Pharmaceutical Research*, *22*(8), 1227-1235.

Denuit, M. (2008). Comonotonic approximations to quantiles of life annuity conditional expected present value. *Insurance: Mathematics and Economics*, *42*(2), 831-838.

Durrett, R. (2013). *Probability: Theory and Examples* (4thed.). New York: Cambridge University Press.

Feroze, N. (2012). Estimation of scale parameter of inverse gaussian distribution under a bayesian framework using different loss functions. *Scientific Journal of Review*, *1*(3), 39-52.

Furlanetto, L. M., Silva, R. V. & Bueno, J. R. (2003). The impact of psychiatric Comorbidity on length of stay of medical inpatients. *General Hospital Psychiatry*, *25*(1), 14–19.

Gelman, A. (2002). Prior distribution. New Jersey: John Wiley & Sons.

Ghadimi, M. R., Mahmoodi, M., Mohammad, K., Rasouli, M., Zeraati, H., & Fotouhi, A. (2012). Factors affecting survival of patients with oesophageal cancer: A Study using inverse Gaussian frailty models. *Singapore Medical Journal*, *53*(5), 336-343.

Gilks, W. R., Richardson, S., & Spiegelhalter, D. J. (1996). Introducing markov chain monte carlo. *Markov chain Monte Carlo in Practice*, *1*, 19.

Guure, C. B., Ibrahim, N. A., Adam, M. B., & Bosomprah, S. (2014). Bayesian parameter and reliability estimate of Weibull failure time distribution. *The Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society, Series*, *2*, 611-632.

Helu, A., Abu-Salih, M., & Alkam, O. (2010). Bayes estimation of Weibull distribution parameters using ranked set sampling. *Communications in Statistics Theory and Methods*, *39*(14), 2533-2551.

Hogg, R. V., & Tanis, E. (2009). *Probability and Statistical Inference* (8thed.). New Jersey: Prentice Hall.

Ismail, Z., Arenovich, T., Grieve, C., Willett, P., Addington, D., Rajji, T. K., & Mulsant, B. H. (2015). Predicting hospital length of stay for geriatric and adult patients with schizophrenia. *Journal of Hospital Administration*, *4*(2), 15-22

Iwase, K., & Seto, N. (1983). Uniformly minimum variance unbiased estimation for the inverse Gaussian distribution. *Journal of the American Statistical Association*, *78*(383), 660-663.

Jangphanish, K., & Budsaba, K. (2013). Parameter Estimation for Re-Parametrized Inverse Gaussian Distribution. *Thammasat International Journal of Science and Technology*, *18*(1), 43-53.

Johnson, P. E. (2013). *Inverse Gaussian Distribution*. Online. Retrieved 12 May, 2015, From http://pj.freefaculty.org/guides/ stat/Distributions/DistributionWriteups /InverseGaussian/InverseGaussian-01.pdf.

Klein, J. P., & Moeschberger, M. L. (1997). *Survival analysis*: Techniques for censored and truncated regression. New York: Springer-Verlag.

Koch, K. (2007). *Introduction to Bayesian Statistics* (2thed.). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Kominek, Z. (2002). Minimum chi-squared estimation of stable distributions parameters: An application to the Warsaw Stock Exchange. *Journal of Applied Statistics, 29*(5), 729-744

Kongcharoen, C., & Kruangpradit, T. (2013). Autoregressive Integrated Moving Average with Explanatory Variable (ARIMAX) Model for Thailand Export. *International Symposium on Forecasting, South Korea, June 2013,* 1-8.

Karadeniz, P. G., Bekiroglu, N., Karaca, O., Guler, G. B., & Guler, E. (2012). Comparison of inverse Gaussian distribution with survival analysis in advanced chronic heart failure patients. *Elsevier Ireland, 155*(3), 508-509.

Lehmann, E. L., & Casella, G. (1998). Theory of Point Estimation. New York: Springer.

Leonenkoa, N. N., Pethericka, S., & Sikorskii, S. (2012). A normal inverse Gaussian model for a risky asset with dependence. *Statistics and Probability Letters 82*(1), 109–115.

Liese, F., & Miescke, K. J. (2007). Estimation. In *Statistical Decision Theory*. New York: Springer.

Lindley, D. V. (1980). Approximate bayesian methods. *Trabajos de estadística y de investigación operativa*, *31*(1), 223-245.

Ma, L., & Yan, X. (2014). Modeling Zonal Traffic Accident Counts with the Regression Under Zero-adjusted Inverse Gaussian Distribution. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 138*(3), 452 – 459.

Mahmoud, M. (1991). Bayesian estimation of the 3-parameter inverse gaussian distribution. *Trabajos De Estadística*, *6*(1), 45-62.

Marshall, E. C., & Spiegelhalter, D. J. (2007). Identifying outliers in Bayesian hierarchical models: a simulation-based approach. *Bayesian Analysis*, *2*(2), 409-444.

Miller, R. B. (1980). Bayesian analysis of the two-parameter gamma distribution. *Technometrics*, *22*(1), 65-69.

Moala, F. A., Ramos, P. L., & Achcar, J. A. (2013). Bayesian Inference for Two-Parameter Gamma Distribution Assuming Different Noninformative Priors. *Revista Colombiana de Estadística*, *36*(2), 321-338.

Mohd Saat, N. Z., Jemain, A. A., & Al-Mashoor, S. H. (2008). A Comparison of Weibull and Gamma Distributions in Application of Sleep Spnea. *Asian Journal of Mathematics and Statistics*, *1*(3), 132-138.

Moschopoulos, P. G. (1985). The distribution of the sum of independent gamma random variables. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, *37*(1), 541-544.

Muraleedharan, G., Rao, A. D., Kurup, P. G., Nair, N. U., & Sinha, M. (2007). Modified Weibull distribution for maximum and significant wave height simulation and prediction. *Coastal Engineering*, *54*(8), 630-638.

Nwobi, F. N., & Ugomma, C. A. (2014). A Comparison of Methods for the Estimation of Weibull Distribution Parameters. *Metodološki Zvezki*, *11*(1), 65-78.

Pandey, H., & Rao, A. K. (2010). Bayesian estimation of scale parameter of inverse Gaussian distribution using linex loss function. *Journal of Computer and Mathematical Sciences, 1*(2), 103-273.

Pandey, B. N., & Bandyopadhyay, P. (2012). Bayesian Estimation of Inverse Gaussian Distribution. *arXiv preprint arXiv: 1210.4524*.

Prakash, G. (2011). Bayes shrinkage minimax estimation in inverse Gaussian distribution. *Applied Mathematics*, *2*(7), 830-835.

Petris, G., Petrone, S., & Campagnoli, P. (2009). *Dynamic linear models*. New York: Springer.

Pobočíková, I., & Sedliačková, Z. (2014). Comparison of Four Methods for Estimating the Weibull Distribution Parameters. *Applied Mathematical Sciences*, *8*(83), 4137-4149.

Rinne, H. (2008). *The Weibull Distribution: A Handbook*. CRC Press.

Ross, S. M. (2007*). Introduction to probability models* (9^{th} ed.). *Elsevier California,* 23-43.

Rykov, V. V., Balakrishnan, N., & Nikulin, M. S. (2010). *Mathematical and Statistical Models and Methods in Reliability: Applications to Medicine, Finance, and Quality Control*. Springer Science & Business Media, 243-253.

Samaniego, F. J. (2010). *A comparison of the Bayesian and frequentist approaches to estimation*. Springer Science & Business Media.

Sparks, R. S., Sutton, G., Toscas, P., & Ormerod, J. T. (2011). Modelling Inverse Gaussian Data with Censored Response Values: EM versus MCMC.*Advances in Decision Sciences*, *2011*, 1-8.

Stock, J. H., & Watson, M. W. (1999). Forecasting inflation. *Journal of Monetary Economics*, *44*(2), 293-335.

Stephens, R. J., White, S. E., Cudnik, M., & Patterson, E. S. (2014). Factors associated with longer length of stay for mental health emergency department patients. *The Journal of Emergency Medicine*, *47*(4), 412-419.

Tsui, W. H. K., Balli, H. O., Gilbey, A., & Gow, H. (2014). Forecasting of Hong Kong airport's passenger throughput. *Tourism Management*, *42*, 62-76.

Tweedie, M. C. (1957). Statistical Properties of Inverse Gaussian Distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 362-377.

Walsh, B (2004). Markov chain monte carlo and gibbs sampling. New York: Springer**.**

Wang, J., Weiss, M., & Argenio, D. (2009). A Note on Population Analysis of Dissolution-Absorption Models using the Inverse Gaussian Function. *Journal of Pharmaceutics, 48*(6), 719–725.

Whitmore, G. A. (1975). The inverse Gaussian distribution as a model of hospital stay. *Health Services Research*, *10*(3), 297.

William, M. (2007). *Introduction to Bayesian Statistics.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Zhang, S. (2013). Inverse Gaussian process-based corrosion growth model for energy pipelines considering the sizing error in inspection data. *Elsevier Corrosion Science*, *73*(2), 309 – 320.

Zhang, X., Nieforth, K., Lang, J., Rouzier, P., Reynes, J., Dorr, A., Kolis, S., Stiles, M., Kinchelow, T., Patel, I. (2002). Pharmacokinetics of plasma enfuvirtide after subcutaneous administration to patients with human Immunodeficiency virus: Inverse Gaussian density absorption and 2-compartment disposition. *Clinical Pharmacology & Therapeutic, 72*(1), 541-551.

Zhu, S., Dellaert, F., & Tu, Z. (2005)**.** MCMC for Computer Vision**.** *A Tutorial at 10 th International Conference on Computer Vision 2005, Beijing.*

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

Code โปรแกรม R ในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์
รูปร่าง (α) ด้วยการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

```
Function (n,alpha,beta,M)
        {alpha=rep(0,M)
                b1=rep(0,M)
                t1=rep(0,M)
                t2=rep(0,M)
                t3=rep(0,M)
                t4=rep(0,M)
                t5=rep(0,M)
                t6=rep(0,M)
        for (j in 1:M)
                {x= rinvgauss(n,alpha,beta)
                        Alpha1 = mean(x)
                        z = sum(x)
                        p = (1/x)-(1/alpha1)
                        p1 = (x/alpha1^2)
                        p2 = log(x)
                        p3 = (x^alpha1*p2)
                        b1[j] = n /(sum(p))
                        t1[j] =(1/((3*b1[j] *z/alpha1^4)-(2*n*b1[j]/alpha1^3))
                        t2[j]=(-n*b1[j]/alpha1)
                        t3[j]= sum(p1)
                        t4[j]= ((6*b1[j]*z/alpha1^5)-(3*n*b1[j]/alpha1^4))
                         t5[j]= sum(p2)
                         t6[j] = sum(p3)
                alphahat[j]=alpha1+( t1[j]*((n/alpha1)+ t5[j]-( b1[j]* t6[j])+( t4[j]* t1[j])))
```

```
    }
        ex=mean(alphahat)
        bias=abs(ex-alpha)
        MSE=sum(alphahat[j]-alpha)^2/10000
        out=cbind(ex,bias,MSE)
        print(out)
}
```

ภาคผนวก ข

Code โปรแกรม R ในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์
บอกมาตราส่วน (β) ด้วยการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

```
function (n,alpha,beta,M)
        {betahat=rep(0,M)
                b1=rep(0,M)
                t1=rep(0,M)
                t2=rep(0,M)
                t3=rep(0,M)
                t4=rep(0,M)
        for (j in 1:M)
                {x= rinvgauss(n,alpha,beta)
                        Alpha1 = mean(x)
                        z = sum(x)
                        p = (1/x)-(1/alpha1)
                        be=sum(p)
                        p1 = (x/alpha1^2)
                        p2= (x^alpha1)
                        b1[j] = n /(sum(p)
                        t1[j] =(2*b1[j])
                        t2[j] = sum(p2)
                        t3[j] = (2* (b1[j])^2/n)
                        t4[j] = (2*b1[j]/n)
        betahat[j]= b1[j]+( t1[j]-( t3[j]* t2[j]))+ t4[j]
}
         ex=mean(betahat)
         bias=abs(ex-beta)
         MSE=sum(betahat[j]-beta)^2/10000
         out=cbind(ex,bias,MSE)
        print(out)
}
```

ภาคผนวก ค

Code โปรแกรม R ในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์รูปร่าง (α) ด้วยการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

```
Function (n,alpha,beta,M)
        {alpha=rep(0,M)
                b1=rep(0,M)

                t1=rep(0,M)

                t2=rep(0,M)

                t3=rep(0,M)

                t4=rep(0,M)

        for (j in 1:M)

                {x= rinvgauss(n,alpha,beta)

                        Alpha1 = mean(x)

                        z = sum(x)

                        p = (1/x)-(1/alpha1)

                        p1 = (x/alpha1^2)

                        b1[j] = n /(sum(p))

                        t1[j] =(1/((3*b1[j] *z/alpha1^4)-(2*n*b1[j]/alpha1^3))

                        t2[j]=(-n*b1[j]/alpha1)

                        t3[j]= sum(p1)

                        t4[j]= ((6*b1[j]*z/alpha1^5)-(3*n*b1[j]/alpha1^4))

                        alphahat[j]=alpha1+( t1[j]*( (t2[j]+ t3[j]))+( t4[j]* t1[j]))

                }
                        ex=mean(alphahat)
                        bias=abs(ex-alpha)

                        MSE=sum(alphahat[j]-alpha)^2/10000

                        out=cbind(ex,bias,MSE)

                        print(out)

        }
```

ภาคผนวก ง

Code โปรแกรม R ในการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลของพารามิเตอร์บอกมาตราส่วน (β)
ด้วยการประมาณค่าแบบเบส์ โดยใช้การแจกแจงแกมม่าเป็นการแจกแจงก่อน

```
function (n,alpha,beta,M)
        {betahat=rep(0,M)
                b1=rep(0,M)
                t1=rep(0,M)
                t2=rep(0,M)
                t3=rep(0,M)
                t4=rep(0,M)
                t5=rep(0,M)
                t6=rep(0,M)

        for (j in 1:M)
                {x= rinvgauss(n,alpha,beta)
                        Alpha1 = mean(x)
                        z = sum(x)
                        p = (1/x)-(1/alpha1)
                        be=sum(p)
                        p1 = (x/alpha1^2)
                        p2= (x^alpha1)
                        p3 = (-n*log(alpha1))
                        p4 = log(x)
                        b1[j] = n /be
                        t1[j] =(2*b1[j])
                        t2[j] = sum(p2)
                        t3[j] = (2* (b1[j])^2/n)
                        t4[j] = (2*b1[j]/n)
                        t5[j] = sum(p4)
                        t6[j] = sum(1/factorial(b1[j]-1))
        betahat[j]= b1[j]+( p3+ t5[j]-(n* t6[j]))*( t3[j])+ t4[j]
}
         ex=mean(betahat)
         bias=abs(ex-beta)
         MSE=sum(betahat[j]-beta)^2/10000
         out=cbind(ex,bias,MSE)
        print(out)
}
```

ภาคผนวก จ

คำสั่งโปรแกรม R ในการทดสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

ตารางที่ จ.1 ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 30 คน ที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

ปี พ.ศ.	คนที่	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช	ปี พ.ศ.	คนที่	ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช
2553	1	38	2556	19	54
	2	52		20	42
	3	44		21	44
	4	16		22	56
	5	46		23	50
	6	48		24	52
2554	7	34	2557	25	26
	8	54		26	28
	9	22		27	48
	10	36		28	53
	11	48		29	48
	12	46		30	59
2555	13	56			
	14	45			
	15	47			
	16	29			
	17	38			
	18	41			

คำสั่งโปรแกรม R ในการทดสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน

```
m=c(38,52,44,16,46,48,34,54,22,36,48,46,56,45,47,29,38,41,54,42,44,56,50,52,26,28,
48,53,48,59)
ks.test (m,"pweibull",shape=5,scale=50)
```

```
        One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  m
D = 0.14247, p-value = 0.5764
alternative hypothesis: two-sided
```

ผลการทดสอบการแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อนด้วยสถิติ *Kolmogorov-Smirnov* (*p-value>.05*) ปรากฏว่า ข้อมูลมีการแจกแจงไวบูลที่มีค่าพารามิเตอร์รูปร่าง $\alpha = 5$ และ พารามิเตอร์บอกมาตราส่วน $\beta = 50$ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ภาคผนวก ฉ

การปรับข้อมูลด้วยความคลาดเลื่อนจากการพยากรณ์สำหรับการสร้างตัวแบบ $ARIMAX$

1. การปรับค่าเฉลี่ย m_{n-1} และความแปรปรวน C_{n-1} ในการสร้างตัวแบบ $ARIMAX$

หาค่าเฉลี่ยเป็น m_0 และความแปรปรวน C_0 คำนวณจากข้อมูลระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาที่ทำการสำรวจล่วงหน้า จำนวน 30 คน ที่มีการแจกแจงไวบูล $(\alpha = 5, \beta = 50)$ แสดงรายละเอียด ดังนี้

1. คำนวณค่า m_0 และ C_0 ดังนี้

$$m_0 = \beta\Gamma(\frac{1}{\alpha} + 1)$$

แทนค่า $\alpha = 5$, $\beta = 50$ จะได้

$$m_0 = 50\Gamma(\frac{1}{5} + 1)$$

$$m_0 = 50(0.9182)$$

$$m_0 = 45.91$$

$$C_0 = \beta^2 \left[\Gamma(\frac{2}{\alpha} + 1) - (\Gamma(\frac{1}{\alpha} + 1))^2 \right]$$

$$C_0 = 50^2 \left[\Gamma(\frac{2}{5} + 1) - (\Gamma(\frac{1}{5} + 1))^2 \right]$$

$$C_0 = 2500(0.8873 - 0.8430)$$

$$C_0 = 110.75$$

2. คำนวณ $m_n = E(\alpha \mid Y_1, ..., Y_n) = \dfrac{C_0}{C_0 + \frac{\sigma^2}{n}} \bar{Y} + \dfrac{\frac{\sigma^2}{n}}{C_0 + \frac{\sigma^2}{n}} m_0$

$\sigma^2 = \dfrac{n}{\sum(\frac{1}{Y_i} - \frac{1}{\bar{\bar{Y}}})} = \dfrac{215}{2.08} = 103.37$, $\mathrm{n} = 215$, $\bar{\mathrm{Y}} = 26.34$ แทนค่าในสมการ

$$m_n = \frac{110.75}{110.75 + \frac{103.37}{215}}(26.34) + \frac{\frac{103.37}{215}}{110.75 + \frac{103.37}{215}}(45.91)$$

$$m_n = 26.4246$$

$$C_n = Var(\alpha \mid Y_1, ..., Y_n) = \frac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + nC_0}$$

$$C_n = \frac{103.37(110.75)}{103.37 + 215(110.75)}$$

$$C_n = 0.4787$$

เมื่อ C_0 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงไวบูล

m_0 คือ ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงไวบูล

σ^2 คือ ความแปรปรวนของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

n คือ ขนาดตัวอย่างของการแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

3. คำนวณ $C_{n-1} = \dfrac{\sigma^2 C_0}{\sigma^2 + (n-1)C_0}$

$$C_{n-1} = \frac{103.37(110.75)}{103.37 + 214(110.75)} = 0.4809$$

คำนวณ $m_{n-1} = \dfrac{C_0}{C_0 + \dfrac{\sigma^2}{n-1}}\bar{Y} + \dfrac{\dfrac{\sigma^2}{n-1}}{C_0 + \dfrac{\sigma^2}{n-1}} m_0$

$$m_{n-1} = \frac{110.75}{110.75 + \dfrac{103.37}{214}}(26.34) + \frac{\dfrac{103.37}{214}}{110.75 + \dfrac{103.37}{214}}(45.91)$$

$$m_{n-1} = 26.4250$$

4. คำนวณ $e_n = y_n - m_{n-1}$

2. การคำนวณ $\overline{\mathrm{Y}}$ และ σ^2 ด้วยพารามิเตอร์การแจกแจงอินเวอร์สเกาส์เซียน

ตารางที่ ฉ. 1 ปี เดือน Y_i, $\mathrm{e_n}$, $\frac{1}{Y_i}$, $\frac{1}{\overline{\overline{\mathrm{Y}}}}$ และ $\frac{1}{\mathrm{Y_i}}-\frac{1}{\overline{\overline{\mathrm{Y}}}}$

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y_i	$\mathrm{e_n}$	$\frac{1}{Y_i}$	$\frac{1}{\overline{\overline{\mathrm{Y}}}}$	$\frac{1}{\mathrm{Y_i}}-\frac{1}{\overline{\overline{\mathrm{Y}}}}$
1	2553	6	42	15.57	0.02	0.04	-0.01
2	2553	4	17	-9.43	0.06	0.04	0.02
3	2553	1	30	3.57	0.03	0.04	0.00
4	2553	8	39	12.57	0.03	0.04	-0.01
5	2553	3	27	0.57	0.04	0.04	0.00
6	2553	7	10	-16.43	0.10	0.04	0.06
7	2553	4	40	13.57	0.03	0.04	-0.01
8	2553	4	24	-2.43	0.04	0.04	0.00
9	2553	3	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
10	2553	3	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
11	2553	12	35	8.57	0.03	0.04	-0.01
12	2553	3	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
13	2553	3	34	7.57	0.03	0.04	-0.01
14	2553	8	36	9.57	0.03	0.04	-0.01
15	2553	1	21	-5.43	0.05	0.04	0.01
16	2553	11	36	9.57	0.03	0.04	-0.01
17	2553	8	24	-2.43	0.04	0.04	0.00
18	2553	9	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
19	2553	8	35	8.57	0.03	0.04	-0.01
20	2553	5	9	-17.43	0.11	0.04	0.07
21	2553	8	47	20.57	0.02	0.04	-0.02
22	2553	8	30	3.57	0.03	0.04	0.00
23	2553	7	27	0.57	0.04	0.04	0.00
24	2553	5	31	4.57	0.03	0.04	-0.01
25	2553	10	35	8.57	0.03	0.04	-0.01
26	2553	9	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
27	2553	12	49	22.57	0.02	0.04	-0.02
28	2553	3	27	0.57	0.04	0.04	0.00
29	2553	12	33	6.57	0.03	0.04	-0.01
30	2553	9	37	10.57	0.03	0.04	-0.01
31	2553	3	30	3.57	0.03	0.04	0.00
32	2553	7	21	-5.43	0.05	0.04	0.01
33	2553	12	11	-15.43	0.09	0.04	0.05
34	2553	12	25	-1.43	0.04	0.04	0.00
35	2553	12	36	9.57	0.03	0.04	-0.01
36	2553	12	20	-6.43	0.05	0.04	0.01

ตารางที่ ฉ. 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y_i	e_n	$\frac{1}{Y_i}$	$\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$	$\frac{1}{Y_i}-\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$
37	2553	10	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
38	2553	2	13	-13.43	0.08	0.04	0.04
39	2553	2	11	-15.43	0.09	0.04	0.05
40	2553	6	15	-11.43	0.07	0.04	0.03
41	2553	1	7	-19.43	0.14	0.04	0.10
42	2553	8	24	-2.43	0.04	0.04	0.00
43	2553	11	37	10.57	0.03	0.04	-0.01
44	2553	1	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
45	2553	3	19	-7.43	0.05	0.04	0.01
46	2553	6	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
47	2553	9	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
48	2554	3	28	1.57	0.04	0.04	0.00
49	2554	12	37	10.57	0.03	0.04	-0.01
50	2554	5	21	-5.43	0.05	0.04	0.01
51	2554	11	51	24.57	0.02	0.04	-0.02
52	2554	1	20	-6.43	0.05	0.04	0.01
53	2554	4	34	7.57	0.03	0.04	-0.01
54	2554	7	19	-7.43	0.05	0.04	0.01
55	2554	8	28	1.57	0.04	0.04	0.00
56	2554	12	58	31.57	0.02	0.04	-0.02
57	2554	2	30	3.57	0.03	0.04	0.00
58	2554	11	12	-14.43	0.08	0.04	0.05
59	2554	8	37	10.57	0.03	0.04	-0.01
60	2554	9	39	12.57	0.03	0.04	-0.01
61	2554	1	43	16.57	0.02	0.04	-0.01
62	2554	3	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
63	2554	2	18	-8.43	0.06	0.04	0.02
64	2554	8	35	8.57	0.03	0.04	-0.01
65	2554	1	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
66	2554	9	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
67	2554	2	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
68	2554	1	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
69	2554	10	10	-16.43	0.10	0.04	0.06
70	2554	7	31	4.57	0.03	0.04	-0.01
71	2554	7	44	17.57	0.02	0.04	-0.02
72	2554	2	65	38.57	0.02	0.04	-0.02

ตารางที่ ฉ. 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y_i	e_n	$\frac{1}{Y_i}$	$\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$	$\frac{1}{Y_i}-\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$
73	2554	12	22	-4.44	0.05	0.04	0.01
74	2554	7	9	-17.44	0.11	0.04	0.07
75	2554	2	43	16.56	0.02	0.04	-0.01
76	2554	9	47	20.56	0.02	0.04	-0.02
77	2554	5	67	40.56	0.01	0.04	- 0.02
78	2554	10	47	20.56	0.02	0.04	- 0.02
79	2554	2	35	8.56	0.03	0.04	- 0.01
80	2554	8	28	1.56	0.04	0.04	0.00
81	2554	6	17	-9.44	0.06	0.04	0.02
82	2554	5	30	3.56	0.03	0.04	0.00
83	2554	3	53	26.56	0.02	0.04	-0.02
84	2554	4	28	1.56	0.04	0.04	0.00
85	2554	3	37	10.56	0.03	0.04	-0.01
86	2554	2	28	1.56	0.04	0.04	0.00
87	2554	3	63	36.56	0.02	0.04	-0.02
88	2554	2	21	-5.44	0.05	0.04	0.01
89	2554	5	21	-5.44	0.05	0.04	0.01
90	2554	7	24	-2.44	0.04	0.04	0.00
91	2554	3	22	-4.44	0.05	0.04	0.01
92	2554	6	49	22.56	0.02	0.04	-0.02
93	2554	6	10	-16.44	0.10	0.04	0.06
94	2554	6	25	-1.44	0.04	0.04	0.00
95	2554	1	20	-6.44	0.05	0.04	0.01
96	2555	1	29	2.56	0.03	0.04	0.00
97	2555	12	30	3.56	0.03	0.04	0.00
98	2555	10	14	-12.44	0.07	0.04	0.03
99	2555	5	19	-7.44	0.05	0.04	0.01
100	2555	5	15	-11.44	0.07	0.04	0.03
101	2555	4	20	-6.44	0.05	0.04	0.01
102	2555	4	20	-6.44	0.05	0.04	0.01
103	2555	12	38	11.56	0.03	0.04	-0.01
104	2555	11	25	-1.44	0.04	0.04	0.00
105	2555	10	18	-8.44	0.06	0.04	0.02
106	2555	9	19	-7.44	0.05	0.04	0.01
107	2555	12	21	-5.44	0.05	0.04	0.01

ตารางที่ ฉ. 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y_i	e_n	$\frac{1}{Y_i}$	$\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$	$\frac{1}{Y_i}-\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$
108	2555	2	24	-2.44	0.04	0.04	0.00
109	2555	4	14	-12.44	0.07	0.04	0.03
110	2555	3	37	10.56	0.03	0.04	-0.01
111	2555	4	48	21.56	0.02	0.04	-0.02
112	2555	7	19	-7.44	0.05	0.04	0.01
113	2555	9	47	20.56	0.02	0.04	-0.02
114	2555	1	16	-10.44	0.06	0.04	0.02
115	2555	1	14	-12.44	0.07	0.04	0.03
116	2555	6	16	-10.44	0.06	0.04	0.02
117	2555	4	39	12.56	0.03	0.04	-0.01
118	2555	7	42	15.56	0.02	0.04	-0.01
119	2555	6	27	0.56	0.04	0.04	0.00
120	2555	5	30	3.56	0.03	0.04	0.00
121	2555	8	24	-2.44	0.04	0.04	0.00
122	2555	7	14	-12.44	0.07	0.04	0.03
123	2555	5	13	-13.44	0.08	0.04	0.04
124	2555	1	32	5.56	0.03	0.04	-0.01
125	2555	8	40	13.56	0.03	0.04	-0.01
126	2555	6	16	-10.44	0.06	0.04	0.02
127	2555	3	43	16.56	0.02	0.04	-0.01
128	2555	2	51	24.56	0.02	0.04	-0.02
129	2555	3	29	2.56	0.03	0.04	0.00
130	2555	1	45	18.56	0.02	0.04	-0.02
131	2555	8	16	-10.44	0.06	0.04	0.02
132	2555	11	12	-14.44	0.08	0.04	0.05
133	2555	10	30	3.56	0.03	0.04	0.00
134	2555	1	23	-3.44	0.04	0.04	0.01
135	2555	1	34	7.56	0.03	0.04	-0.01
136	2555	8	10	-16.44	0.10	0.04	0.06
137	2555	9	14	-12.44	0.07	0.04	0.03
138	2555	6	30	3.56	0.03	0.04	0.00
139	2555	5	30	3.56	0.03	0.04	0.00
140	2556	6	47	20.56	0.02	0.04	0.02
141	2556	10	23	-3.44	0.04	0.04	0.01
142	2556	2	39	12.56	0.03	0.04	0.01

ตารางที่ ฉ. 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y_i	e_n	$\frac{1}{Y_i}$	$\frac{1}{\bar{\bar{Y}}}$	$\frac{1}{Y_i}-\frac{1}{\bar{\bar{Y}}}$
143	2556	1	35	8.57	0.03	0.04	-0.01
144	2556	11	31	4.57	0.03	0.04	-0.01
145	2556	1	17	-9.43	0.06	0.04	0.02
146	2556	7	24	-2.43	0.04	0.04	0.00
147	2556	8	21	-5.43	0.05	0.04	0.01
148	2556	8	26	-0.43	0.04	0.04	0.00
149	2556	3	26	-0.43	0.04	0.04	0.00
150	2556	6	43	16.57	0.02	0.04	-0.01
151	2556	12	25	-1.43	0.04	0.04	0.00
152	2556	11	43	16.57	0.02	0.04	-0.01
153	2556	12	9	-17.43	0.11	0.04	0.07
154	2556	2	31	4.57	0.03	0.04	-0.01
155	2556	1	47	20.57	0.02	0.04	-0.02
156	2556	7	9	-17.43	0.11	0.04	0.07
157	2556	12	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
158	2556	10	23	-3.43	0.04	0.04	0.01
159	2556	5	39	12.57	0.03	0.04	-0.01
160	2556	3	45	18.57	0.02	0.04	-0.02
162	2556	4	23	-3.43	0.04	0.04	0.01
163	2556	6	20	-6.43	0.05	0.04	0.01
164	2556	10	10	-16.43	0.10	0.04	0.06
165	2556	4	8	-18.43	0.13	0.04	0.09
166	2556	9	15	-11.43	0.07	0.04	0.03
167	2556	3	42	15.57	0.02	0.04	-0.01
168	2556	4	10	-16.43	0.10	0.04	0.06
169	2556	9	33	6.57	0.03	0.04	-0.01
170	2556	10	25	-1.43	0.04	0.04	0.00
171	2556	3	28	1.57	0.04	0.04	0.00
172	2556	6	10	-16.43	0.10	0.04	0.06
173	2556	4	33	6.57	0.03	0.04	-0.01
174	2556	3	27	0.57	0.04	0.04	0.00
175	2556	11	42	15.57	0.02	0.04	-0.01
176	2556	1	5	-21.43	0.20	0.04	0.16
177	2556	11	19	-7.43	0.05	0.04	0.01
178	2556	4	18	-8.43	0.06	0.04	0.02

ตารางที่ ฉ. 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี	เดือน	Y_i	e_n	$\frac{1}{Y_i}$	$\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$	$\frac{1}{Y_i}-\frac{1}{\overline{\overline{Y}}}$
179	2556	5	21	-5.43	0.05	0.04	0.01
180	2556	4	26	-0.43	0.04	0.04	0.00
181	2556	12	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
182	2557	11	31	4.57	0.03	0.04	0.01
183	2557	8	17	-9.43	0.06	0.04	0.02
184	2557	1	19	-7.43	0.05	0.04	0.01
185	2557	1	28	1.57	0.04	0.04	0.00
186	2557	10	13	-13.43	0.08	0.04	0.04
187	2557	10	21	-5.43	0.05	0.04	0.01
188	2557	4	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
189	2557	5	24	-2.43	0.04	0.04	0.00
190	2557	9	18	-8.43	0.06	0.04	0.02
191	2557	7	37	10.57	0.03	0.04	0.01
192	2557	7	21	-5.43	0.05	0.04	0.01
193	2557	9	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
194	2557	8	16	-10.43	0.06	0.04	0.02
195	2557	12	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
196	2557	12	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
197	2557	2	15	-11.43	0.07	0.04	0.03
198	2557	6	15	-11.43	0.07	0.04	0.03
199	2557	1	20	-6.43	0.05	0.04	0.01
200	2557	11	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
201	2557	12	37	10.57	0.03	0.04	0.01
202	2557	10	26	-0.43	0.04	0.04	0.00
203	2557	2	15	-11.43	0.07	0.04	0.03
204	2557	11	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
205	2557	6	26	-0.43	0.04	0.04	0.00
206	2557	9	23	-3.43	0.04	0.04	0.01
207	2557	8	30	3.57	0.03	0.04	0.00
208	2557	5	14	-12.43	0.07	0.04	0.03
209	2557	8	11	-15.43	0.09	0.04	0.05
210	2557	9	24	-2.43	0.04	0.04	0.00
211	2557	1	29	2.57	0.03	0.04	0.00
212	2557	3	26	-0.43	0.04	0.04	0.00

ตารางที่ ฉ. 1 (ต่อ)

213	2557	3	36	9.57	0.03	0.04	-0.01
214	2557	6	37	10.57	0.03	0.04	-0.01
215	2557	2	22	-4.43	0.05	0.04	0.01
			$\overline{Y} = 26.34$				$\sum(\frac{1}{Y_i} - \frac{1}{\overline{\overline{Y}}}) = 2.05$

คำนวณ $\sigma^2 = \dfrac{n}{\sum(\frac{1}{Y_i} - \frac{1}{\overline{\overline{Y}}})}$

$$\sigma^2 = \frac{215}{2.05} = 104.88$$

ภาคผนวก ช

ข้อมูลผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2553 - 2557

ตารางที่ ซ.1 ข้อมูลผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2553

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	2553	6	42	1	24	1	14	2	1	3
2	2553	4	17	2	50	3	1	2	1	3
3	2553	1	30	2	50	1	1	2	1	3
4	2553	8	39	1	32	1	3	2	1	3
5	2553	3	27	1	16	1	2	2	1	3
6	2553	7	10	1	49	3	7	3	1	3
7	2553	4	40	2	45	1	14	1	2	3
8	2553	4	24	1	52	1	30	2	1	3
9	2553	3	16	1	24	1	14	2	1	3
10	2553	3	22	1	38	2	7	2	1	3
11	2553	12	35	1	19	2	1	2	1	3
12	2553	3	16	1	27	1	1	2	1	3
13	2553	3	34	1	34	1	5	2	1	3
14	2553	8	36	1	39	1	7	2	1	3
15	2553	1	21	2	52	1	2	2	1	3
16	2553	11	36	2	53	2	14	1	1	3
17	2553	8	24	1	40	1	1	3	1	3

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	2553	9	14	1	22	1	7	1	1	3
19	2553	8	35	2	30	1	1	2	1	3
20	2553	5	9	1	26	0	1	2	1	3
21	2553	8	47	1	42	1	7	2	1	3
22	2553	8	30	1	56	1	7	2	1	3
23	2553	7	27	1	53	0	7	3	1	3
24	2553	5	31	2	51	1	1	2	2	3
25	2553	10	35	2	30	2	1	2	1	3
26	2553	9	14	1	22	1	7	3	1	3
27	2553	12	49	2	27	3	1	1	2	3
28	2553	3	27	1	35	0	1	3	1	3
29	2553	12	33	2	29	1	1	2	1	3
30	2553	9	97	1	51	1	7	2	1	3
31	2553	3	30	2	58	1	2	2	1	3
32	2553	7	21	1	37	1	3	2	1	3
33	2553	12	11	2	47	1	3	2	1	3
34	2553	12	25	1	19	1	3	2	1	3

ตารางที่ ช.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
35	2553	12	36	2	44	1	7	2	1	3
36	2553	12	20	1	47	1	2	2	1	3
37	2553	10	14	2	41	1	14	2	1	3
38	2553	2	13	1	44	0	4	2	1	2
39	2553	2	11	1	37	1	1	2	1	3
40	2553	6	15	2	43	0	14	2	1	3
41	2553	1	7	1	70	1	15	2	1	3
42	2553	8	24	1	32	2	1	3	1	3
43	2553	11	37	1	46	1	2	2	1	3
44	2553	1	16	1	36	1	60	2	1	3
45	2553	3	19	1	56	1	10	2	1	3
46	2553	6	16	1	36	2	1	2	1	3
47	2553	9	22	2	58	1	5	1	1	3

ตารางที่ ช.2 ข้อมูลผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2554

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย , 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	2554	3	28	1	33	1	10	2	1	3
2	2554	12	37	2	39	2	1	2	2	3
3	2554	5	21	2	42	1	3	2	1	3
4	2554	11	51	2	40	3	1	1	2	3
5	2554	1	20	1	28	1	4	2	1	3
6	2554	4	34	2	40	3	30	3	1	3
7	2554	7	19	1	40	1	3	2	1	3
8	2554	8	28	1	30	0	7	2	1	3
9	2554	12	58	2	28	3	1	1	2	3
10	2554	2	30	2	31	2	3	2	1	3
11	2554	11	12	2	51	2	2	2	1	3
12	2554	8	37	1	43	1	60	2	1	3
13	2554	9	39	2	49	2	3	2	1	3
14	2554	1	43	1	45	1	1	2	1	3
15	2554	3	22	2	28	1	3	2	1	3
16	2554	2	18	2	26	1	2	2	1	3
17	2554	8	35	1	53	1	3	2	1	1

ตารางที่ ช.2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	2554	1	16	2	30	1	7	1	1	3
19	2554	9	14	1	39	2	1	2	1	3
20	2554	2	22	1	37	1	1	2	1	3
21	2554	1	16	1	36	1	7	2	1	3
22	2554	10	10	1	58	1	2	2	1	1
23	2554	7	31	1	34	1	4	1	1	3
24	2554	7	44	2	42	1	7	3	2	3
25	2554	2	65	1	24	1	4	2	2	3
26	2554	12	22	1	43	1	30	2	1	3
27	2554	7	9	2	45	1	7	2	1	3
28	2554	2	43	1	34	1	60	2	1	3
29	2554	9	47	2	44	3	7	1	2	3
30	2554	5	67	1	25	1	7	2	1	1
31	2554	10	47	2	48	2	7	1	2	3
32	2554	2	35	1	32	1	7	2	1	3
33	2554	8	28	2	35	1	14	2	2	3
34	2554	6	17	1	23	1	15	2	1	3

ตารางที่ ช.2 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
35	2554	5	30	1	33	0	10	3	1	3
36	2554	3	53	2	48	3	14	1	2	3
37	2554	4	28	1	58	0	2	3	1	3
38	2554	3	37	1	28	1	1	2	1	3
39	2554	2	28	1	30	1	7	2	1	3
40	2554	3	63	1	38	1	4	2	1	3
41	2554	2	21	1	33	1	4	2	1	3
42	2554	5	21	1	16	1	5	3	1	1
43	2554	7	24	1	37	1	3	1	1	3
44	2554	3	22	1	32	1	14	2	1	3
45	2554	6	49	1	28	2	1	2	1	3
46	2554	6	10	2	40	1	30	2	1	3
47	2554	6	25	1	27	1	5	2	1	3
48	2554	1	20	1	28	1	4	2	1	3

ตารางที่ ช.3 ข้อมูลผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2555

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	2555	1	29	2	32	1	90	2	1	3
2	2555	12	30	1	52	1	7	2	1	3
3	2555	10	14	1	21	1	7	2	1	3
4	2555	5	19	2	58	1	7	2	1	3
5	2555	5	15	1	45	1	3	2	1	3
6	2555	4	20	1	22	1	1	2	1	3
7	2555	4	20	1	22	1	1	2	1	2
8	2555	12	38	2	17	2	2	1	1	3
9	2555	11	25	1	25	1	30	2	1	3
10	2555	10	18	2	22	1	2	3	1	3
11	2555	9	19	1	15	1	4	2	1	3
12	2555	12	21	1	32	1	2	2	1	2
13	2555	2	24	1	48	1	2	2	1	2
14	2555	4	14	2	41	1	7	3	1	3
15	2555	3	37	1	38	1	3	1	1	3
16	2555	4	48	1	26	1	2	2	1	3
17	2555	7	19	1	31	1	30	2	1	3

ตารางที่ ช.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	2555	9	47	2	44	2	7	1	2	3
19	2555	1	16	1	31	1	1	2	1	3
20	2555	1	14	1	30	1	7	2	1	3
21	2555	6	16	1	52	1	7	2	1	3
22	2555	4	39	2	29	1	3	2	1	3
23	2555	7	42	2	45	1	14	2	1	3
24	2555	6	27	1	49	0	3	2	1	3
25	2555	5	30	1	36	0	1	2	1	3
26	2555	8	24	1	31	0	1	2	1	3
27	2555	7	14	1	37	0	14	2	1	3
28	2555	5	13	1	35	1	30	2	1	3
29	2555	1	32	2	41	1	3	2	1	3
30	2555	8	40	1	41	1	3	2	1	3
31	2555	6	16	2	35	1	30	2	1	3
32	2555	3	43	2	43	2	4	2	2	3
33	2555	2	51	2	39	3	7	1	2	3
34	2555	3	29	2	20	1	3	2	1	3

ตารางที่ ช.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
35	2555	1	45	1	33	1	1	2	1	3
36	2555	8	16	1	20	0	2	2	1	3
37	2555	11	12	1	20	1	2	2	1	3
38	2555	10	30	1	35	1	1	2	1	3
39	2555	1	23	2	41	1	1	2	1	3
40	2555	1	34	1	23	1	21	2	1	3
41	2555	8	10	2	35	1	5	2	1	3
42	2555	9	14	1	39	2	1	2	1	3
35	2555	1	45	1	33	1	1	2	1	3
36	2555	8	16	1	20	0	2	2	1	3
43	2555	6	30	1	47	1	30	2	1	3
44	2555	5	30	1	36	1	1	2	1	3

ตารางที่ ช.4 ข้อมูลผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2556

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	2556	6	47	2	48	1	3	2	2	3
2	2556	10	23	1	39	2	3	2	1	3
3	2556	2	39	1	39	1	3	1	1	3
4	2556	1	35	1	25	1	30	2	1	3
5	2556	11	31	1	45	1	10	2	1	3
6	2556	1	17	2	46	1	5	2	2	3
7	2556	7	24	1	37	0	3	2	1	3
8	2556	8	21	2	19	1	2	3	1	3
9	2556	8	26	1	37	1	1	2	1	3
10	2556	3	26	2	46	1	7	2	1	3
11	2556	6	43	2	35	3	4	1	2	1
12	2556	12	25	1	40	0	10	3	1	3
13	2556	11	43	1	39	1	14	2	1	2
14	2556	12	9	2	43	1	7	2	1	2
15	2556	2	31	1	41	1	1	3	1	3
16	2556	1	47	1	27	2	2	1	1	3
17	2556	7	9	2	45	1	7	2	1	3

ตารางที่ ช.4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	2556	12	14	2	45	3	14	2	1	3
19	2556	10	23	1	43	1	14	3	1	3
20	2556	5	39	1	33	1	30	2	1	2
21	2556	3	45	1	33	1	2	2	1	1
22	2556	4	23	2	38	1	14	2	1	3
23	2556	6	20	1	33	1	7	2	1	3
24	2556	10	10	1	31	1	1	3	1	3
25	2556	4	8	2	48	1	2	2	1	3
26	2556	9	15	2	27	1	5	2	1	3
27	2556	3	42	2	44	3	2	1	2	3
28	2556	4	10	1	48	1	2	2	1	3
29	2556	9	33	2	39	1	3	2	1	3
30	2556	10	25	1	23	2	14	2	1	3
31	2556	3	28	1	46	1	7	2	1	3
32	2556	6	10	1	32	1	4	2	1	3
33	2556	4	33	1	18	1	30	2	1	3
34	2556	3	27	1	46	1	7	2	1	1

ตารางที่ ช.4 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
35	2556	11	42	2	37	3	7	2	2	3
36	2556	1	5	2	45	1	1	2	1	3
37	2556	11	19	1	47	1	2	2	1	3
38	2556	4	18	1	45	1	1	3	1	2
39	2556	5	21	2	46	0	2	2	1	1
40	2556	4	26	1	22	0	1	2	1	3
41	2556	12	16	2	37	1	1	2	1	3

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชโรงพยาบาลศรีธัญญาในปี พ.ศ. 2557

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	2557	11	31	1	31	2	1	2	1	2
2	2557	8	17	1	39	1	2	3	2	3
3	2557	1	19	2	46	1	1	2	1	3
4	2557	1	28	1	27	0	2	3	1	3
5	2557	10	13	1	32	1	7	3	1	3
6	2557	10	21	1	28	1	5	2	2	3
7	2557	4	14	1	39	0	30	2	1	3
8	2557	5	24	1	27	0	30	2	1	3
9	2557	9	18	2	50	2	3	2	1	3
10	2557	7	37	1	22	2	7	1	2	1
11	2557	7	21	2	33	1	1	2	1	3
12	2557	9	22	1	47	0	7	1	1	2
13	2557	8	16	2	29	1	14	2	1	3
14	2557	12	14	1	45	1	7	2	1	3
15	2557	12	22	2	34	1	1	2	1	3
16	2557	2	15	2	27	1	3	2	1	3
17	2557	3	19	1	39	1	1	2	1	2

ตารางที่ ช.5 (ต่อ)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	เดือนที่เข้ารับการรักษา	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1. ชาย, 2. หญิง)	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit (วัน)	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1. จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3. เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	2557	6	15	1	34	0	7	2	1	3
19	2557	1	20	1	45	1	7	2	1	3
20	2557	11	22	1	19	0	2	2	1	3
21	2557	12	37	2	51	2	14	1	1	3
22	2557	10	26	2	44	2	10	2	1	3
23	2557	2	15	2	49	0	1	2	1	3
24	2557	11	14	1	22	1	7	2	2	3
25	2557	6	26	1	52	1	2	1	1	3
26	2557	9	23	1	50	1	1	2	1	3
27	2557	8	30	1	36	0	1	2	1	3
28	2557	5	14	1	45	1	2	2	1	1
29	2557	8	11	1	27	1	3	1	1	3
30	2557	9	24	2	54	2	21	1	1	3
31	2557	1	29	1	46	1	1	2	1	3
32	2557	3	26	1	33	1	3	2	2	3
33	2557	3	36	1	41	1	1	2	1	3
34	2557	6	37	1	41	2	1	2	1	3
35	2557	2	22	1	37	1	1	2	1	3

<u>หมายเหตุ</u> : ข้อมูลตั้งแต่ตารางที่ ช.1 – ช.5 เพศชายแทนด้วย 1 และ เพศหญิงแทนด้วย 2, **จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา;** 0 แทน ไม่เคยเข้ารับการรักษา, 1 แทน เคยเข้ารับการรักษา 1 ครั้ง, 2 แทน เคยเข้ารับการรักษา 2 ครั้ง และ 3 หมายถึง เคยเข้ารับการรักษา 3 ครั้ง, **ระดับความรุนแรงของโรค;** 1 หมายถึง ระยะเฉียบพลัน, 2 หมายถึง ระยะคงเสถียรภาพ และ 3 แทน ระยะคงสภาพการรักษา, **วิธีการรักษา;** 1 แทน ใช้ยา และ 2 แทน ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า **สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล**; 1. แทน จ่ายด้วยตนเอง, 2. แทน ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท และ 3 แทน เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)

ภาคผนวก ซ

ข้อมูลที่ใช้การสร้างตัวแบบ ARIMAX ใหม่ OUTPUT จากโปรแกรมสำเร็จรูปและการทดสอบข้อสมมติ

ตารางที่ ซ.1 ข้อมูลที่ใช้การสร้างตัวแบบ ARIMAX ใหม่

ปี พ.ศ.	เดือน	e_t	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	ε_t
2553	1	-5.45	2.00	52.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	-4.13
2553	2	-13.45	1.00	44.00	.00	4.00	2.00	1.00	2.00	-9.10
2553	3	0.55	1.00	35.00	.00	1.00	3.00	1.00	3.00	7.45
2553	4	13.55	2.00	45.00	1.00	14.00	1.00	2.00	3.00	1.88
2553	5	-17.45	1.00	26.00	.00	1.00	2.00	1.00	3.00	-11.05
2553	6	-11.45	2.00	43.00	.00	14.00	2.00	1.00	3.00	-2.26
2553	7	0.55	1.00	53.00	.00	7.00	3.00	1.00	3.00	5.02
2553	8	-2.45	1.00	40.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	-2.45
2553	9	-12.45	1.00	22.00	1.00	7.00	3.00	1.00	3.00	-9.91
2553	10	8.55	2.00	30.00	2.00	1.00	2.00	1.00	3.00	2.75
2553	11	9.55	2.00	53.00	2.00	14.00	1.00	1.00	3.00	-2.56
2553	12	22.55	2.00	27.00	3.00	1.00	1.00	2.00	3.00	1.02
2554	1	-10.45	2.00	30.00	1.00	7.00	1.00	1.00	3.00	-13.44
2554	2	-8.45	2.00	26.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	-6.23
2554	3	26.55	2.00	48.00	3.00	14.00	1.00	2.00	3.00	.27
2554	4	1.55	1.00	58.00	.00	2.00	3.00	1.00	3.00	7.37
2554	5	3.55	1.00	33.00	.00	10.00	3.00	1.00	3.00	11.03
2554	6	22.55	2.00	28.00	3.00	1.00	1.00	2.00	3.00	1.84
2554	7	4.55	1.00	34.00	1.00	4.00	1.00	1.00	3.00	1.75
2554	8	1.55	1.00	30.00	.00	7.00	2.00	1.00	3.00	6.26
2554	9	20.55	2.00	44.00	3.00	7.00	1.00	2.00	3.00	-1.66
2554	10	20.55	2.00	48.00	2.00	7.00	1.00	2.00	3.00	6.87
2554	11	24.55	2.00	40.00	3.00	1.00	1.00	2.00	3.00	1.27
2554	12	10.55	2.00	39.00	2.00	1.00	2.00	2.00	3.00	.42
2555	1	5.55	2.00	41.00	1.00	3.00	2.00	1.00	3.00	7.24
2555	2	24.55	2.00	39.00	3.00	7.00	1.00	2.00	3.00	1.89
2555	3	16.55	2.00	43.00	2.00	4.00	2.00	2.00	3.00	6.50
2555	4	-6.45	1.00	22.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	-8.74
2555	5	3.55	1.00	36.00	.00	1.00	2.00	1.00	3.00	10.14
2555	6	0.55	1.00	49.00	.00	3.00	2.00	1.00	3.00	1.68
2555	7	-12.45	1.00	37.00	.00	14.00	2.00	1.00	3.00	-5.21
2555	8	-2.45	1.00	31.00	.00	1.00	2.00	1.00	3.00	2.52
2555	9	20.55	2.00	44.00	2.00	7.00	1.00	2.00	3.00	3.20
2555	10	-8.45	2.00	22.00	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	-3.01

ตารางที่ ซ.1 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	เดือน	e_t	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	ε_t
2555	11	-14.45	1.00	20.00	.00	2.00	2.00	1.00	3.00	-9.11
2555	12	11.55	2.00	17.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	2.05
2556	1	8.55	1.00	25.00	1.00	30.00	2.00	1.00	3.00	3.11
2556	2	12.55	1.00	39.00	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	6.96
2556	3	15.55	2.00	44.00	3.00	2.00	1.00	2.00	3.00	-6.28
2556	4	-0.45	1.00	22.00	.00	1.00	2.00	1.00	3.00	6.17
2556	5	-5.45	2.00	46.00	.00	2.00	2.00	1.00	1.00	.51
2556	6	16.55	2.00	35.00	3.00	4.00	1.00	2.00	1.00	-4.07
2556	7	-2.45	1.00	37.00	.00	3.00	2.00	1.00	3.00	2.12
2556	8	-5.45	2.00	19.00	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	-1.96
2556	9	6.55	2.00	39.00	1.00	3.00	2.00	1.00	3.00	8.60
2556	10	-3.45	1.00	43.00	1.00	14.00	3.00	1.00	3.00	-3.51
2556	11	15.55	2.00	37.00	3.00	7.00	2.00	2.00	3.00	-.66
2556	12	-1.45	1.00	40.00	.00	10.00	3.00	1.00	3.00	5.23
2557	1	1.55	1.00	27.00	.00	2.00	3.00	1.00	3.00	8.84
2557	2	-11.45	2.00	49.00	.00	1.00	2.00	1.00	3.00	-2.10
2557	3	9.55	1.00	41.00	2.00	1.00	2.00	1.00	3.00	2.93
2557	4	-12.45	1.00	39.00	.00	30.00	2.00	1.00	3.00	-8.98
2557	5	-2.45	1.00	27.00	.00	30.00	2.00	1.00	3.00	3.06
2557	6	-11.45	1.00	34.00	.00	7.00	2.00	1.00	3.00	-10.08
2557	7	10.55	1.00	22.00	2.00	7.00	1.00	2.00	1.00	-7.64
2557	8	3.55	1.00	36.00	.00	1.00	2.00	1.00	3.00	5.05
2557	9	-4.45	1.00	47.00	.00	7.00	1.00	1.00	2.00	-6.25
2557	10	-13.45	1.00	32.00	1.00	7.00	3.00	1.00	3.00	-10.74
2557	11	-4.45	1.00	19.00	.00	2.00	2.00	1.00	3.00	-1.65
2557	12	10.55	2.00	51.00	2.00	14.00	1.00	1.00	3.00	-1.62

e_t คือ ความคลาดเคลื่อนของระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวชที่ปรับข้อมูลด้วยการใช้การแจกแจงไวบูลเป็นการแจกแจงก่อน ณ เวลาที่ t

X1 คือ เพศ (ชาย, หญิง)

X2 คือ อายุ (ปี)

X3 คือ ระยะเวลาในการป่วยก่อน Admit (วัน)

X4 คือ จำนวนครั้งที่เคยเข้ารับการรักษา (ครั้ง)

X5 คือ ระดับความรุนแรงของโรค (ระยะเฉียบพลัน (Acute Phase), ระยะคงเสถียรภาพ (Stabilization Phase), ระยะคงสภาพการรักษา (Stable Phase))

X6 คือ วิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)

X7 คือ สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ $ARIMAX$ ณ เวลาที่ t

ตารางที่ ซ.2 ARIMAX Model Parameters

ARIMA Model Parameters						
			Estimate	SE	t	Sig.
e	No Transformation	MA	-.044	.133	-.328	.744
			.304	.138	2.204	.032
x1	No Transformation	Numerator	-3.911	1.946	-2.010	.049
x3	No Transformation	Numerator	6.818	1.228	5.553	.000
x5	No Transformation	Numerator	-3.493	.914	-3.824	.000
x6	No Transformation	Numerator	6.667	2.274	2.932	.005

ตารางที่ ซ.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบและการทดสอบสหสัมพันธ์ในตัวเอง

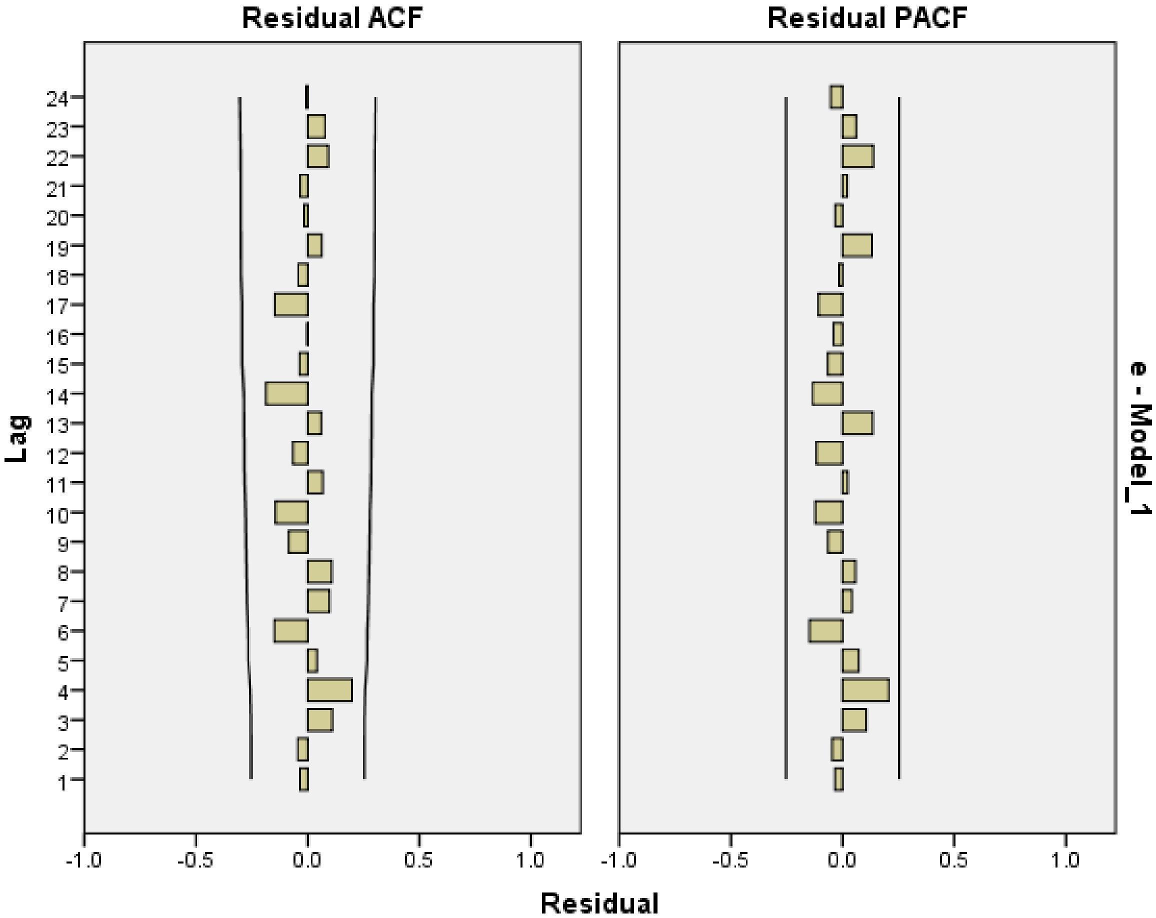
Model	Number of Predictors	Model Fit statistics				Ljung - Box Q			Number of Outliers
		Stationary R-squared	R-squared	RMSE	MAPE	Statistics	DF	Sig.	
Model1	4	0.737	0.737	6.304	151.227	14.728	16	.545	0

ตารางที่ ซ.4 Tests of Normality

ตัวแปร	Kolmogorov-Smirnov[a]		
	Statistic	df	Sig.
residual	.089	60	.200[*]

ตารางที่ ซ.5 One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
residual	-.244	59	.808	-.19021	-1.7473	1.3669



ภาพที่ ซ-1 Residual ACF และ Residual PACF

การทดสอบข้อสมมติ

(1) ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ (ค่าสถิติ *K-S = 0.089* และมี *p-value* = 0.200)

(2) ความคลาดเคลื่อนไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง (ค่าสถิติ *Q = 14.728* และมี *p-value* = 0.545)

(3) ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ (ค่าสถิติ *t = -0.244* และมี *p-value* = 0.808)

(4) ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่ (ค่าสถิติ $F = 1.82$ และ $F_{0.05,20,20} = 2.12$)

ภาคผนวก ณ

การทดสอบความแม่นยำของผลการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่โดยใช้ข้อมูลจริงของผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาปี พ.ศ. 2559

ตารางที่ ฌ.1 ข้อมูลผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2559

ลำดับที่	ค่าพยากรณ์	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1.ชาย, 2.หญิง	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1.จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3.เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	27	73	2	41	1	1	2	1	3
2	27*	26	2	57	1	7	2	1	3
3	31*	29	1	33	1	2	2	1	3
4	24*	25	2	18	1	3	3	1	3
5	27*	27	1	34	1	2	3	1	2
6	31*	32	1	49	1	7	2	1	3
7	27	60	2	45	1	2	2	1	3
8	24*	27	2	46	1	7	3	1	3
9	31	24	1	44	1	7	2	1	3
10	27*	30	1	38	1	1	3	1	3
11	31*	29	1	39	1	4	2	1	3
12	31*	32	1	23	1	1	2	1	3
13	31*	29	1	24	1	1	2	1	3
14	27	31	1	44	1	7	3	1	3
15	31*	29	1	38	1	14	2	1	3
16	34*	35	1	31	1	4	1	1	2
17	34*	31	1	44	1	1	1	1	2

ตารางที่ ฌ.1 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าพยากรณ์	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1.ชาย, 2.หญิง	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1.จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3.เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	27*	30	1	46	1	2	3	1	3
19	27*	28	1	34	1	14	3	1	3
20	34*	31	1	25	1	3	1	1	3
21	31*	28	1	47	1	1	2	1	3
22	24	34	1	38	1	2	4	1	3
23	27	32	1	45	1	3	3	1	3
24	31	36	2	47	1	1	1	1	3
25	27	18	2	42	1	14	2	1	3
26	34*	33	1	35	1	14	1	1	3
27	31*	30	1	48	1	1	2	1	3
28	31*	32	1	47	1	7	2	1	3
29	31*	29	2	47	1	7	1	1	3
30	27*	28	2	37	1	3	2	1	3

ตารางที่ ฌ.2 ข้อมูลผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2559

ลำดับที่	ค่าพยากรณ์	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1.ชาย, 2.หญิง	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1.จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3.เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	29*	28	1	49	1	3	3	1	3
2	32	44	2	53	1	7	1	1	4
3	35*	32	2	33	1	2	2	2	3
4	36	31	1	41	1	3	1	1	3
5	28*	29	2	76	1	4	2	1	4
6	32*	33	1	30	1	1	2	1	2
7	36*	37	1	41	1	4	1	1	3
8	29*	29	1	67	1	2	3	1	3
9	28*	28	2	37	1	30	2	1	3
10	32	27	1	46	1	3	2	1	3
11	25*	28	2	49	1	3	3	1	3
12	25*	28	2	54	1	7	3	1	3
13	32	24	1	37	1	2	2	1	3
14	29	87	1	41	1	5	3	1	3
15	28*	28	2	49	1	3	2	1	3
16	28	34	2	50	1	3	2	1	3
17	32*	30	1	54	1	3	2	1	3

ตารางที่ ฌ.2 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าพยากรณ์	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1.ชาย, 2.หญิง	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1.จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3.เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	29*	28	1	31	1	5	3	1	3
19	29*	27	1	33	1	7	3	1	3
20	32*	30	1	34	1	1	2	1	2
21	29*	28	1	32	1	1	3	1	3
22	29*	28	1	32	1	1	3	1	3
23	32*	30	1	30	1	7	2	1	2
24	25*	27	2	42	1	1	3	1	3
25	43	30	1	53	2	1	1	1	3

ตารางที่ ณ.3 ข้อมูลผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2559

ลำดับที่	ค่าพยากรณ์	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1.ชาย, 2.หญิง	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1.จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3.เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	33	22	1	45	1	2	1	1	3
2	33*	35	1	45	1	3	3	2	3
3	30*	32	1	33	1	7	2	1	3
4	26	22	1	30	1	3	3	1	3
5	26*	27	1	51	1	5	3	1	3
6	40*	38	1	32	2	1	1	1	3
7	30*	28	1	54	1	1	2	1	3
8	30*	27	1	41	1	3	2	1	3
9	26*	26	2	47	1	3	2	1	3
10	33*	34	1	40	2	7	3	1	3
11	33*	32	1	37	1	3	3	2	3
12	26	21	1	76	1	7	3	1	3
13	30	40	1	19	1	3	2	1	3
14	26*	27	2	63	1	3	2	1	3
15	26*	28	2	28	1	14	2	1	2
16	30*	32	1	36	1	14	2	1	2
17	26*	27	1	42	1	7	3	1	3

ตารางที่ ณ.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าพยากรณ์	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit	ระดับความรุนแรงของโรค (รุนแรง, ปานกลาง, เล็กน้อย)	วิธีการรักษา (ใช้ยา, ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (จ่ายด้วยตนเอง, ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
18	19*	22	2	52	1	1	4	1	3
19	26*	27	2	30	1	4	2	1	3
20	30*	30	1	37	1	1	2	1	2
21	26*	26	2	30	1	1	2	1	3
22	26	20	2	35	1	1	2	1	3
23	22	28	2	54	1	60	3	1	3
24	30*	33	1	20	1	1	2	1	2
25	26*	23	2	28	1	2	2	1	3

ตารางที่ ณ.4 ข้อมูลผู้ป่วยจิตเวชของโรงพยาบาลศรีธัญญาในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2559

ลำดับที่	ค่าพยากรณ์	ระยะเวลาเข้ารับรักษา (วัน)	เพศ (1.ชาย, 2.หญิง	อายุ (ปี)	จำนวนครั้งที่เข้ารับการรักษา (ครั้ง)	ระยะเวลาในการเจ็บป่วยทางจิตก่อน Admit	ระดับความรุนแรงของโรค (1.ระยะเฉียบพลัน, 2.ระยะคงเสถียรภาพ, 3.ระยะคงสภาพการรักษา)	วิธีการรักษา (1.ใช้ยา, 2.ใช้ยาร่วมกับไฟฟ้า)	สิทธิ์ในการรักษาพยาบาล (1.จ่ายด้วยตนเอง, 2. ประกันสังคมหรือบัตร 30 บาท, 3.เบิกต้นสังกัดของหน่วยงาน)
1	30*	28	1	43	1	3	2	1	3
2	22*	24	2	33	1	1	3	1	3
3	30*	28	1	54	1	1	2	1	3
4	36	18	1	35	2	3	2	1	3
5	26*	24	2	24	1	7	2	1	1
6	26*	24	2	33	1	3	2	1	3
7	30*	30	1	41	1	1	2	1	3
8	26*	25	1	36	1	1	3	1	3
9	29	16	2	31	1	7	1	1	3
10	26	14	2	24	1	7	2	1	1

* ค่าพยากรณ์มีความแม่นยำ ด้วยความเชื่อมั่น 99 %

ภาคผนวก ญ

หนังสือรับรองการผ่านจริยธรรมการวิจัย

แบบรายงานผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

๑. ชื่อเรื่องดุษฎีนิพนธ์

ชื่อเรื่องดุษฎีนิพนธ์ (ภาษาไทย) การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลของผู้ป่วยจิตเวช โดยใช้ตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่

ชื่อเรื่องดุษฎีนิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ) FORECASTING THE LENGTH OF HOSPITAL STAY FOR PSYCHIATRIC PATIENTS USING ADJUSTED ARIMAX MODEL

ชื่อนิสิต (นาย, นาง, นางสาว): กิตติศักดิ์ จังพานิช

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (Ph.D.) สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา

☑ ภาคปกติ ☐ ภาคพิเศษ

รหัสประจำตัว ๕๖๘๑๐๐๒๕ คณะ/วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

๓. หน่วยงานที่สังกัด: วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

๔. ผลการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์:

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ได้พิจารณารายละเอียดดุษฎีนิพนธ์เรื่องดังกล่าวข้างต้นแล้ว ในประเด็นที่เกี่ยวกับ

๑) การเคารพในศักดิ์ศรี และสิทธิของมนุษย์ที่ใช้เป็นตัวอย่างการวิจัย

๒) วิธีการอย่างเหมาะสมในการได้รับความยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed consent) รวมทั้งการป้องกันสิทธิประโยชน์ และรักษาความลับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

๓) การดำเนินการวิจัยอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อความเสียหายต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีชีวิตหรือไม่มีชีวิต

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มีมติเห็นชอบ ดังนี้

(✓) รับรองโครงการวิจัย

(   ) ไม่รับรอง

๕. วันที่ที่ให้การรับรอง: ๒ เดือน ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

ลงนาม ....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี)

ประธานกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วันที่ ๒ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

ที่ สธ ๐๘๐๗.๒๐/พิเศษ

โรงพยาบาลศรีธัญญา กรมสุขภาพจิต
ถนนติวานนท์ จังหวัดนนทบุรี ๑๑๐๐๐

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
เอกสารรับรองโครงการวิจัย (ครั้งแรก)

ชื่อโครงการ : การพยากรณ์ระยะเวลานอนรักษาตัวเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลศรีธัญญาของผู้ป่วยจิตเวช โดยใช้ตัวแบบ ARIMAX ปรับใหม่ (FORECASTING THE LENGTH OF HOSPITAL STAY FOR PSYCHIATRIC PATIENTS USING ADJUSTEDARIMAX MODEL)

รหัสโครงการ : Q ๑๑ / ๒๕๕๙

หัวหน้าโครงการ / หน่วยงานที่สังกัด : นายกิตติศักดิ์ จังพานิช วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

สถานที่ทำวิจัย : โรงพยาบาลศรีธัญญา

เอกสารที่รับรอง :

๑. แบบเสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
๒. โครงร่างการวิจัย (ฉบับแก้ไขครั้งที่ ๔ วันที่ ๒ มีนาคม ๒๕๕๙)
๓. เครื่องมือ (ฉบับครั้งที่ ๓ วันที่ ๒๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙)
๔. ประวัติผู้วิจัย

วันที่รับรอง : วันที่ ๔ มีนาคม ๒๕๕๙
วันหมดอายุ : วันที่ ๓ มีนาคม ๒๕๖๐

คณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคนโรงพยาบาลศรีธัญญา ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคน ได้แก่ Declaration of Helsinki, the Belmont Report, CIOMS Guidelines และ the International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice (ICH – GCP)

ลงนาม ....

(นายสันติชัย ฉ่ำจิตรชื่น)
รองประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
โรงพยาบาลศรีธัญญา
(ประธานการประชุมพิจารณา)

วันที่......๔......มีนาคม ๒๕๕๙

ลงนาม ....

(นายศิริศักดิ์ ธิติดิลกรัตน์)
ผู้อำนวยการโรงพยาบาลศรีธัญญา

วันที่......๙......มีนาคม ๒๕๕๙